การจัดการเส้นทางขนส่งเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด กรณีศึกษา กิจเจริญทรัพย์ชุมแพขนส่ง จังหวัดขอนแก่น

VEHICLE ROUTING FOR WASTE REDUCTION FROM THE DELAY OF TRANSPORTATION PROCESS BY USING SAVING ALGORITHM: A CASE STUDY OF KITCHAROENSAP CHUMPHAE TRANSPORT, KHONKAEN PROVINCE

ธัญญารัตน์ เทพารักษ์[1] ปณัทพร เรืองเชิงชุม[2]

Thunyarut Teparuk, Panutporn Ruangchoengchum

Received April 28, 2022

Revised May 20, 2022

Accepted May 30, 2022

บทคัดย่อ

การจัดการเส้นทางขนส่งโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัดด้วยการลดความสูญเปล่ามีความสำคัญต่อการลดระยะทางและเวลาขนส่ง ทำให้สามารถลดต้นทุนการจัดส่งสินค้า งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความ สูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้า เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าและเสนอการจัดการเส้นทางขนส่งเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด ซึ่งใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน หน่วยวิเคราะห์ข้อมูลในระดับปัจเจกบุคคล เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการสังเกตแบบมีส่วนร่วมและแนวทางการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลัก 17 คน และเชิงปริมาณเก็บด้วยแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง 200 คน โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภูมิการไหล คุณค่ากิจกรรม และโมเดลสมการโครงสร้าง ร่วมกับการจัดเส้นทางการขนส่งด้วยอัลกอริทึมแบบประหยัด ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมเคลื่อนย้ายสินค้าไปส่งให้กับลูกค้าเป็นความสูญเปล่า ซึ่งการจัดเส้นทางเป็นปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าเป็นอันดับแรก จึงเสนอการจัดการเส้นทางขนส่งเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด พบว่า สามารถลดระยะทางได้ 0.13 กิโลเมตรต่อรายการต่อวัน และลดระยะเวลาขนส่ง 1.43

[1] วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้เขียนหลัก อีเมล: t.thunyarut@kkumail.com
College of Graduate Study in Management, Khon Kaen University, Corresponding Author, E-mail Address: t.thunyarut@kkumail.com

[2] วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อีเมล: rpanut@kku.ac.th
College of Graduate Study in Management, Khon Kaen University, E-mail Address: rpanut@kku.ac.th

นาทีต่อรายการต่อวัน ทำให้ลดต้นทุนการจัดส่งสินค้า 8,164.00 บาทต่อเดือน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการธุรกิจขนส่งในการจัดการเส้นทางขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพ ต่อไป

คำสำคัญ: เส้นทางการขนส่ง ความสูญเปล่า ความล่าช้า สินค้า อัลกอริทึมแบบประหยัด

Abstract

The use of saving algorithms for vehicle routing management to reduce waste is important to decrease the distance and time of transportation, and it could also reduce the cost. This research aimed to study the waste from delays and the causal factors influencing the waste from the delays. Furthermore, the article presented the use of saving algorithms for vehicle routing management to reduce waste. This was a mixed research methodology applying an individual unit. The qualitative data were collected by participant observation and interviewing 17 key informants. The quantitative data were collected from a survey of 200 people. The data analysis consisted of a flow process chart, value activities, and structural equation modeling (SEM), including the use of the saving algorithms for vehicle routing management. According to the research findings, delivery product to customers activities was waste. Vehicle routing management was the first causal factor influencing the waste from the delays. Therefore, the use of the saving algorithms for vehicle routing management to reduce waste could decrease 0.13 Km/order/day, 1.43 minutes/order/day, and THB 8,164 per month. Thus, this would benefit transportation entrepreneurs to manage their routes with efficiency.

Key words: Vehicle Routing, Waste, Delay, Product, Saving Algorithms

บทนำ

ธุรกิจขนส่งเป็นธุรกิจโลจิสติกส์ที่มีบทบาทสำคัญต่อการจัดการขนส่งซึ่งสนับสนุนการผลิตและกระจายสินค้า (ธนพันธ์ คงทอง และเชฏฐา ชำนาญหล่อ, 2564) โดยผู้ประกอบการธุรกิจขนส่งต้องดำเนินการจัดการขนส่งสินค้า จากแหล่งผลิตส่งต่อไปยังลูกค้าที่มีความต้องการขนส่งสินค้าทั้งในประเทศหรือต่างประเทศ (Kumar, Putnik, Jayakrishna, Pillai, & Varela, 2018) ส่งผลให้จากปี 2562 ถึงปี 2564 ธุรกิจขนส่งได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เฉลี่ยร้อยละ1 ถึง 2 ต่อปี (ปิยนุช เศรฐพงษ์ภักดี, 2562) จึงเป็นเหตุให้ผู้ประกอบการธุรกิจขนส่ง ต้องพัฒนาศักยภาพทางการแข่งขันให้สามารถจัดส่งสินค้าได้อย่างรวดเร็ว โดยอาศัยการจัดการเส้นทางขนส่งที่เหมาะสม เพื่อลดต้นทุนการจัดส่งสินค้า

ธุรกิจขนส่งในจังหวัดขอนแก่น จึงเป็นธุรกิจที่มีบทบาทสำคัญต่อการเสริมสร้างศักยภาพให้จังหวัดเป็นศูนย์กลางการขนส่งสินค้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและเป็นศูนย์กลางโลจิสติกส์ในอนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขง (Greater Mekong Subregion: GMS) โดยมีการพัฒนาแนวพื้นที่เศรษฐกิจ (Economic Corridor) ที่เป็นจุดเชื่อมโยงเส้นทางขนส่ง (สำนักงานจังหวัดขอนแก่น, 2564) โดยเฉพาะอำเภอซุมแพซึ่งเป็นอำเภอหนึ่งของจังหวัดขอนแก่นที่มีการพัฒนาพื้นที่ระเบียงเศรษฐกิจแนวตะวันออกสู่ตะวันตก (East-West Economic Corridor หรือ EWEC) จุดเชื่อมโยงระหว่างประเทศจีน เวียดนาม ลาว ไทย และพม่าของภูมิภาคในอนาคต รวมถึงการพัฒนาแนวพื้นที่เศรษฐกิจเหนือสู่ใต้ (North South Economic Corridor: NSEC) ซึ่งเป็นจุดตัดของเส้นทางที่เป็นประตูเปิดสู่การค้าอินโดจีน และจีนตอนใต้ ทำให้อำเภอซุมแพมีเส้นทางคมนาคมขนส่งที่สะดวก

และมีโครงข่ายถนนที่เชื่อมโยงต่อจังหวัดต่างๆในภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น, 2564)

อย่างไรก็ตาม จากการสอบถามตัวแทนผู้ประกอบการธุรกิจขนส่งขนาดกลางของประเทศไทย ดังเช่นกิจเจริญทรัพย์ชุมแพขนส่ง ซึ่งเป็นธุรกิจที่บริการขนส่งสินค้าทุกประเภทจากต้นทางกรุงเทพมหานครไปยังผู้รับปลายทาง ครอบคลุมพื้นที่ทั้งอำเภอและจังหวัดต่างๆในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าส่วนใหญ่ได้เผชิญปัญหาความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า ทำให้ไม่สามารถส่งสินค้าให้แล้วเสร็จภายในรอบวัน (Cycle time) ตามกำหนด จึงส่งผลกระทบต่อต้นทุนการจัดส่งสินค้าที่เพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จากระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 พบว่าปริมาณสินค้าที่ต้องจัดส่งให้ลูกค้าแล้วเสร็จภายในรอบวันเฉลี่ยจำนวน 41 ราย เกิดความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าถึง 11.80 นาทีต่อรายการต่อวัน ขณะที่ระยะทางเฉลี่ยในการขนส่งสินค้าใช้ระยะทาง 0.82 กิโลเมตรต่อรายการต่อวัน ส่งผลให้ต้นทุนการจัดส่งสินค้าโดยเฉพาะต้นทุนพลังงานเชื้อเพลิงและแรงงานในกระบวนการจัดส่งสินค้าสูงถึง 63,577.67 บาทต่อเดือน (ฝ่ายบัญชี กิจเจริญทรัพย์ชุมแพขนส่ง, 2565) ผู้ประกอบการธุรกิจกิจการขนส่ง จึงต้องหาทางแก้ปัญหาความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าให้แล้วเสร็จภายในรอบวัน

จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ส่วนใหญ่ได้ศึกษาความล่าช้าในการขนส่งสินค้า ตั้งแต่การลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าด้วยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (วฒี พิพัฒน์ไชยศิริ และปณัทพร เรืองเชิงชุม, 2563) การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยอาร์คจีไอเอสออนไลน์ (ขวัญกนก รัตนสินทวีสุข และปณัทพร เรืองเชิงชุม, 2564) การประยุกต์ใช้หลักการลีน (Garza-Reyes, Forero, Kumar, Villarreal, Cedillo-Campos, & Rocha-Lona, 2017; Sharma, & Gandhi, 2018) การประยุกต์ใช้การจัดเส้นทางการขนส่ง (Shetty, Puthusseri, Shetty, & Shankarmani, 2018; ปารณัท กัญวิมล และสราวุธ จันทร์สุวรรณ, 2564; Li et al., 2020) การประยุกต์ใช้แผนผังสายธารคุณค่า (Popsescu, 2018) การสร้างแบบจำลองความล่าช้าในการขนส่ง (Wei, & Vaze, 2018) การประยุกต์ใช้ห่วงโซ่อุปทาน (Paul, Asian, Goh, & Torabi, 2019; Fartaj, Kabir, Eghujovbo, Ali, & Paul, 2020) แต่ส่วนน้อยยังไม่ได้ศึกษาถึงการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า ร่วมกับโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) และการจัดเส้นทางการขนส่ง (Vehicle Routing Problem: VRP) โดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) ทั้งที่แนวคิดเกี่ยวกับการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้า สามารถนำมาลดระยะเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า เช่นเดียวกับ โมเดลสมการโครงสร้างสามารถนำมาวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเปล่า ขณะที่ การจัดเส้นทางการขนส่งโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัดสามารถนำมาลดระยะทางการขนส่งให้สั้นลงและคำนวณผลต้นทุนจากระยะเวลาในการขนส่ง ซึ่งแนวคิดทั้งหมดสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาถึงการจัดการเส้นทางขนส่งเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด โดยศึกษาจากกิจเจริญทรัพย์ชุมแพขนส่ง ซึ่งเป็นตัวแทนธุรกิจขนส่งสินค้าขนาดกลางของประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นกรณีศึกษา ผลจากการวิจัยนี้ ทำให้ผู้ประกอบการธุรกิจขนส่งสามารถลดระยะทางและเวลาขนส่งที่เหมาะสมส่งผลให้สามารถจัดการเส้นทางการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถลดต้นทุนการจัดส่งสินค้า ผลจากการวิจัยนี้จึงคาดว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ในวงกว้างต่อธุรกิจขนส่งสินค้าขนาดกลางในภูมิภาคอื่นได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า

2. เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า

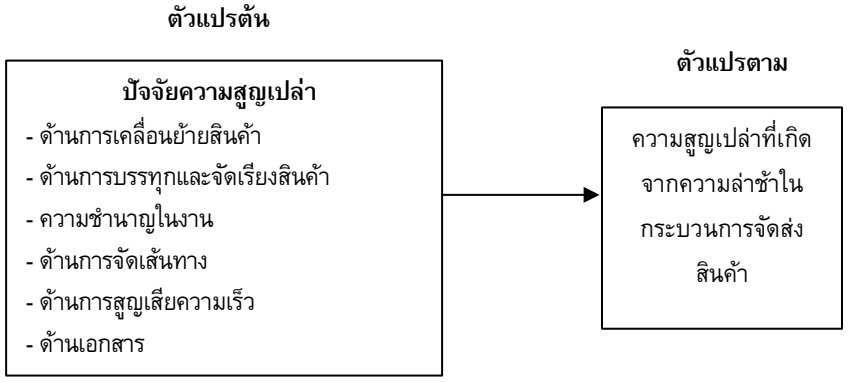
3. เพื่อเสนอการจัดการเส้นทางขนส่งเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด

สมมติฐานการวิจัย

1. โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2. ปัจจัยความสูญเปล่าด้านการเคลื่อนย้ายสินค้า ด้านการบรรทุกและจัดเรียงสินค้า ด้านความชำนาญในงาน ด้านการจัดเส้นทาง ด้านการสูญเสียความเร็ว และด้านเอกสาร มีอิทธิพลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า

จากสมมติฐานการวิจัยที่ 2 ได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

ทบทวนวรรณกรรม

ความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้า

ความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non–Value Added Activities: NVA) จากการรองาน โดยเมื่อนำมาศึกษาในกระบวนการจัดส่งสินค้า จึงเป็นการศึกษากิจกรรมในกระบวนการที่ส่งผลต่อระยะเวลาและระยะทางที่เกิดการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งที่ไม่จำเป็นหรือไม่ก่อให้เกิดคุณค่า หรือจากการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนย้ายสินค้าจากคลังสินค้าไปยังปลายทาง (Żak, Hadas, & Rossi, 2017; Ho-Keng, 2017) การลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าจึงเป็นการหาทางลดระยะเวลาและลดระยะทางการขนส่งให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น เพื่อลดต้นทุนการจัดส่งสินค้า ดังเช่น เชื้อเพลิง แรงงาน อุปกรณ์การขนย้าย และค่าบำรุงยานพาหนะ เป็นต้น (Timmerman, 2019) โดยจะใช้ แผนภูมิการไหล (Flow Chart) เป็นเครื่องมือวิเคราะห์คุณค่ากิจกรรม ตั้งแต่ กิจกรรมที่มีคุณค่า (Value Added: VA) ซึ่งควรปฏิบัติต่อไป กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าแต่จำเป็นต้องปฏิบัติ (Necessary but Non Value Added: NNVA) ควรปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนและระยะเวลาในการปฏิบัติ กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าและไม่จำเป็นต้องปฏิบัติ (Non Value Added and Unnecessary: NVA) ควรกำจัดออกจากกระบวนการ (Stewart,

2016) โดยการวิเคราะห์คุณค่ากิจกรรมจะวิเคราะห์การไหลของงานตามลำดับก่อนหลังในกระบวนการ (Blokdyk, 2020) ซึ่งใช้สัญลักษณ์ตามมาตรฐานของ American Society of Mechanical Engineers (ASME) ดังที่ Holweg, Davies, Meyer, Lawson, & Schmenner (2018) อ้างถึง ดังนี้

การปฏิบัติงาน (Operation)	แทนด้วยสัญลักษณ์	
การเคลื่อนที่เคลื่อนย้าย (Transportation)	แทนด้วยสัญลักษณ์	
การรองาน (Delay)	แทนด้วยสัญลักษณ์	
การตรวจสอบ (Inspection)	แทนด้วยสัญลักษณ์	
การเก็บสินค้าหรือวัสดุ (Storage)	แทนด้วยสัญลักษณ์	

ปัจจัยความสูญเปล่าที่มีอิทธิพลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า

ความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าเกิดจากปัจจัยความสูญเปล่าต่าง ๆ ตั้งแต่ขาดการจัดเรียงลำดับสินค้า ขาดความชำนาญในเส้นทางการเดินรถ ขาดการวางแผนเส้นทางการขนส่ง (ขวัญกนก รัตนสินทวีสุข และปณัทพร เรืองเชิงชุม, 2564) การเคลื่อนย้ายสินค้าและจัดเรียงสินค้าบนรถบรรทุกที่ใช้เวลานานยังทำให้เกิดความล่าช้าจากการขนส่ง (Garza-Reyes et al., 2017) เช่นเดียวกับด้านเอกสารที่ต้องส่งมอบและรอลูกค้าตรวจสอบใบรายการสินค้าทำให้เกิดความล่าช้าของการจัดเก็บเอกสาร (จารุวรรณ มินตาทอง และปณัทพร เรืองเชิงชุม, 2564) รวมทั้งการจัดเส้นทางการเดินรถที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการจัดส่งสินค้าล่าช้าได้ (Lanel, & Juman, 2022; เกศินี สือนี, 2563) ประเด็นเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้า

โมเดลสมการโครงสร้าง

การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างเป็นเทคนิคทางสถิติเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการทดสอบและประมาณค่าความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ระหว่างตัวแปรภายนอกและตัวแปรภายใน ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรสังเกตได้การทดสอบว่าโมเดลที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Subudhi, & Mishra, 2020) มีสถิติที่เป็นดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังนี้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 เกณฑ์ค่าดัชนีที่ใช้วัดความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลสมการโครงสร้าง

ดัชนีความกลมกลืน	เกณฑ์
ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-square: χ^2)	p-value > 0.05
ไค-สแควร์ ค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ (Relative Chi-square: χ^2/df)	< 2.00
ดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (Goodness of Fit Index: GFI)	$\geq$ 0.90
ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Fit Index: CFI)	$\geq$ 0.90
ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI)	$\geq$ 0.90
ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean square Residual: RMR)	< 0.05
ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการประมาณค่า (Root Mean Square Error of Approximation: RMSEA)	< 0.05

ที่มา: Riyadh, & Adam (2018)

จากตารางที่ 1 เกณฑ์ค่าดัชนีที่ใช้วัดความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลสมการโครงสร้างได้นำไปใช้ในการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าที่สร้างขึ้น มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ต่อไป

การจัดการเส้นทางขนส่งโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด

ปัญหาการกำหนดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) เป็นปัญหาที่ต้องอาศัยการจัดการเส้นทางขนส่งจากจุดต้นทาง (จุด A) ไปยังปลายทางต่างๆ (จุด X, Y, Z) โดยคำนึงถึงข้อจำกัดเฉพาะ ดังเช่น ข้อจำกัดของยานพาหนะ ทรัพยากร และกรอบเวลา เป็นต้น (Nalepa, 2019) การจัดการเส้นทางขนส่งจึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยการปรับเส้นทางให้เหมาะสมที่สุดในแง่ของต้นทุน จำนวนและตำแหน่งจอดพักทั้งหมดบนเส้นทาง ทั้งช่วงเวลาขาเข้า-ออก อย่างมีประสิทธิภาพ ในการแก้ไขปัญหาการกำหนดเส้นทางการขนส่ง (Kemper, 2016) โดยวิเคราะห์แบบสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Labadie, Prins, & Prodhon, 2016) ดังเช่น การวิเคราะห์เส้นทางด้วยอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเส้นทางขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปที่ต่างๆ (Labadie et al., 2016) ทำให้สามารถลดเวลา ลดระยะทาง และลดต้นทุน ดังที่ Chalikias (2020) เสนอการวิเคราะห์ดังนี้

1. เลือกจุดต้นทางการขนส่งจากคลังสินค้า 1 จุด จะได้เส้นทางไปยังจุดต่างๆ เท่ากับจุดของลูกค้าทั้งหมด

2. คำนวณหาค่าระยะเวลาการขนส่ง ค่าระยะทางการขนส่ง และค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ประหยัด (Saving cost) ดังนี้

$S_{ij} = D_{oi} + D_{oj} – D_{ij}$ โดยให้ i, j แทนลูกค้า และ 0 แทนคลังสินค้า

S_{ij} หมายถึง ระยะทางที่ใช้ขนส่งสินค้าที่ประหยัดเมื่อรวมระยะทางขนส่งของลูกค้า

D_{oi} หมายถึง ระยะทางขนส่งจากคลังสินค้าไปยังลูกค้า i

D_{oj} หมายถึง ระยะทางขนส่งจากคลังสินค้าไปยังลูกค้า j

D_{ij} หมายถึง ระยะทางขนส่งจากลูกค้า i ไปยังลูกค้า j

3. เรียงลำดับของค่า S_{ij} จากค่ามากไปหาค่าน้อย

4. กำหนดเส้นทางของยานพาหนะจากลูกค้า i และลูกค้า j ที่มีค่า S_{ij} มากที่สุด

5. ทำกระบวนการเดิมซ้ำ จนกว่าจะได้เส้นทางการขนส่งครบทุกเส้นทาง ซึ่งมีเงื่อนไขและข้อจำกัดในการขนส่งของแต่ละยานพาหนะ โดยไม่บรรทุกสินค้าเกินความจุของยานพาหนะ และต้องใช้เวลาในการขนส่งสินค้า ไม่เกินระยะเวลาที่แผนกำหนด

วิธีการวิจัย

การเก็บและรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) เริ่มจากการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยเก็บและรวบรวมข้อมูลกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ตัวแทนพนักงานขับรถ 7 คน และตัวแทนพนักงานขนสินค้า จำนวน 10 คน รวม 17 คน ซึ่งกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informants) จากการมีประสบการณ์การปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดส่งสินค้าในธุรกิจขนส่งสินค้า อย่างน้อย 1 ปี โดยใช้การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) สังเกตกิจกรรมย่อยและลักษณะการปฏิบัติงานร่วมกับการจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลา (Stopwatch) อย่างน้อย 10 ครั้ง (Griffin, 2021) ในแต่ละกิจกรรมของกระบวนการจัดส่งสินค้า และหาค่าเฉลี่ย รวมถึงการสัมภาษณ์เชิงลึกตามแนวทางการสัมภาษณ์

(Interview Guidelines) ถึงรายละเอียดของกิจกรรมการไหลในกระบวนการจัดส่งสินค้า เพื่อศึกษาความสูญเปล่าในกระบวนการจัดส่งสินค้า

ผู้วิจัยนำผลการวิจัยไปออกแบบการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเปล่าในกระบวนการจัดส่งสินค้า โดยกำหนดหน่วยวิเคราะห์ข้อมูล (Unit of Analysis) เป็นระดับปัจเจกบุคคล (Individual Data) ได้แก่ พนักงานที่ปฏิบัติงานในธุรกิจขนส่งสินค้า ซึ่งกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากการอ้างของ Kline (2015) ที่เสนอขนาดกลุ่มตัวอย่าง 200 ตัวอย่างขึ้นไป จึงจะมีความเหมาะสมและเพียงพอต่อการนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติโมเดลสมการโครงสร้าง โดยสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดส่งสินค้าและมีประสบการณ์ในการดำเนินธุรกิจขนส่งสินค้า ในจังหวัดขอนแก่น อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 20 บริษัทฯ ละ 10 คน รวม 200 คน โดยเก็บและรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นจากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้า (Garza-Reyes et al., 2017; Popsescu, 2018; ขวัญกนก รัตนสินทวีสุข และปณัทพร เรืองเชิงชุม, 2564) จึงออกแบบแบบสอบถามเป็น ส่วนข้อมูลบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ รายได้ต่อเดือน ตำแหน่ง และอายุงาน และส่วนปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า จำนวน 19 ข้อ โดยกำหนดคำถามแบบมาตราส่วน 5 ระดับ ของลิเคิร์ท (Likert Scale) และทดสอบ (Tryout) แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถามมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ตั้งแต่ ด้านการเคลื่อนย้ายสินค้า เท่ากับ 0.91 ด้านการบรรทุกและจัดเรียงสินค้า เท่ากับ 0.80 ความชำนาญในงาน เท่ากับ 0.87 ด้านการจัดเส้นทาง เท่ากับ 0.81 ด้านการสูญเสียความเร็ว เท่ากับ 0.86 ด้านเอกสาร เท่ากับ 0.82 และโดยรวมทั้งฉบับ เท่ากับ 0.85 ซึ่งผ่านเกณฑ์คุณภาพดีและสามารถนำไปใช้ได้ (Sekaran, & Bougie, 2020)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) แล้วนำมาจัดทำแผนภูมิการไหล เริ่มตั้งแต่กิจกรรมแรกถึงกิจกรรมสุดท้ายในกระบวนการจัดส่งสินค้า พร้อมระบุคุณค่าของกิจกรรม ตั้งแต่ กิจกรรมที่มีคุณค่า (Value Added: VA) โดยพิจารณาจากงานหรือกิจกรรมที่ปฏิบัติแล้วก่อให้เกิดคุณค่า จึงควรปฏิบัติต่อไป กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าแต่จำเป็นต้องปฏิบัติ (Necessary but Non Value Added: NNVA) โดยพิจารณาจากงานหรือกิจกรรม ที่ปฏิบัติแล้วไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในการปฏิบัติงานแต่จำเป็นต้องปฏิบัติ เพื่อให้สอดคล้องกับระเบียบหรือนโยบายในการปฏิบัติงาน จึงควรปรับปรุง เพื่อลดต้นทุนและระยะเวลาในการปฏิบัติ กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าและไม่จำเป็นต้องปฏิบัติ (Non Value Added and Unnecessary: NVA) โดยพิจารณาจากงานหรือกิจกรรมที่ปฏิบัติแล้วไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในการปฏิบัติงาน จึงควรกำจัดออกจากกระบวนการ

ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ วิเคราะห์ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ ร่วมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน และการตรวจสอบความสอดคล้องเชิงโครงสร้างของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้ากับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังที่ Riyadh, & Adam (2018) อ้างถึงสถิติที่ใช้ประกอบการพิจารณา (ตารางที่ 1)

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดการเส้นทางขนส่งเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด โดยเก็บรวบรวมพิกัด (Geocoding) ของละติจูด-ลองจิจูด (Latitude, Longitude) จากข้อมูลลูกค้าทั้งหมดจำนวน 41 ราย แล้วนำเข้าพิกัดไปยัง Google Earth Pro เวอร์ชัน 7.3(ลิขสิทธิ์ Free License) เพื่อวิเคราะห์ระยะทางและสร้างตารางที่ ระยะทาง (Distance Matrix)

จากจุดต้นทาง (คลังสินค้า) ไปยังจุดปลายทางซึ่งเป็นที่ตั้งของร้านลูกค้าแต่ละราย และระยะห่างของแต่ละร้าน โดยกำหนดตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

กำหนดดัชนี (Indices)

i = แทนลำดับของจุดส่งสินค้า โดยที่ i = 1,2,...n และ i = 1

j = แทนลำดับของจุดส่งสินค้า โดยที่ j = 1,2,...n และ j = 1

ตัวแปรที่ทราบค่า (Parameters)

m = จำนวนรถส่งสินค้า

n = จำนวนลูกค้าที่ต้องส่งสินค้า

พารามิเตอร์ (Parameters)

c_{ij} = ระยะทางระหว่างจุดส่งที่จุดรับส่ง i และ j

Q_k = ความจุของรถส่งสินค้า

S = สับเซตของจุดส่งสินค้า

ตัวแปรในการตัดสินใจ (Decision Variables)

x_{ijk} = 1 กรณีที่รถรับส่งสินค้าที่ k เดินทางจาก i ไป j; 0 กรณีอื่นๆ

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

$$\text{Minimize } \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{m} c_{ij}x_{ijk}$$

หลังจากนั้น จึงวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อจัดเส้นทางโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) ด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver เวอร์ชัน 1.04 (ลิขสิทธิ์ Free License) ซึ่งใช้เป็น MS Excel Plug-In ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1) สร้างเส้นทางย่อยจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดรับส่งแต่ละจุดและกลับมายังจุดเริ่มต้น

2) คำนวณหาค่าระยะทางการขนส่งที่ประหยัด (Saving) ของจุดรับส่งแต่ละคู่ โดยคำนวณได้จากสมการดังนี้

$S_{ij} = D_{oi} + D_{oj} – D_{ij}$ โดยให้ i, j แทนลูกค้า และ 0 แทนคลังสินค้า

S_{ij} หมายถึง ระยะทางที่ใช้ขนส่งสินค้าที่ประหยัดเมื่อรวมระยะทางขนส่งของลูกค้า

D_{oi} หมายถึง ระยะทางขนส่งจากคลังสินค้าไปยังลูกค้า i

D_{oj} หมายถึง ระยะทางขนส่งจากคลังสินค้าไปยังลูกค้า j

D_{ij} หมายถึง ระยะทางขนส่งจากลูกค้า i ไปยังลูกค้า j

3) เรียงลำดับของค่า S_{ij} จากค่ามากไปหาค่าน้อย

4) กำหนดเส้นทางของยานพาหนะจากลูกค้า i และลูกค้า j ที่มีค่า S_{ij} มากที่สุดก่อน

5) จัดเส้นทางจุดส่งสินค้าจนครบทุกจุดของร้านลูกค้า โดยลูกค้าจะต้องได้รับสินค้าครบตามจำนวนและส่งสินค้าเสร็จสิ้นภายในรอบวัน

6) ตรวจสอบการจัดเส้นทาง โดยตรวจจากรายงานการจัดเส้นทางเดิมและตรวจจากการใช้โปรแกรมการจัดเส้นทางใหม่ จากนั้น คำนวณต้นทุนการจัดส่งสินค้า และเปรียบเทียบผลลัพธ์เส้นทางที่ใช้เดินรถและเส้นทางใหม่

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ตรวจสอบความน่าเชื่อถือข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีรวบรวมข้อมูล (Methods Triangulation) โดยพิจารณาและเปรียบเทียบข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แตกต่างกัน ได้แก่

การสังเกตแบบมีส่วนร่วม และการสัมภาษณ์เชิงลึก ส่วนข้อมูลเชิงปริมาณตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามโดยรวมทั้งฉบับ มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.85 ซึ่งผ่านเกณฑ์คุณภาพดี (Sekaran, & Bougie, 2020)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า

จากผลการสังเกตแบบมีส่วนร่วมและผลการสัมภาษณ์เชิงลึก เมื่อนำมาวิเคราะห์การไหลของกิจกรรมในกระบวนการจัดส่งสินค้า พบว่า ประกอบด้วยกิจกรรมหลัก ตั้งแต่กิจกรรมตรวจสอบรายการสินค้าและร้านค้าที่ต้องจัดส่งสินค้า ขนถ่ายสินค้าจากรถบรรทุก เคลื่อนย้ายสินค้าไปส่งให้กับลูกค้า ขนถ่ายสินค้าลงจากรถบรรทุก จัดวางสินค้าในจุดที่ลูกค้าต้องการ ส่งมอบและตรวจสอบใบรายการสินค้า เคลื่อนย้ายสินค้าไปส่งให้กับลูกค้าจนครบทุกราย เดินทางกลับและประมวลข้อมูลในการจัดส่ง โดยเป็นกิจกรรมที่มีคุณค่า (VA) ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ได้แก่ เคลื่อนย้ายสินค้าไปส่งให้กับลูกค้า จัดวางสินค้าในจุดที่ลูกค้าต้องการ และเคลื่อนย้ายสินค้าไปส่งให้กับลูกค้าจนครบทุกราย หรือคิดเป็นร้อยละ 37.50 ในทางตรงกันข้ามกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าแต่จำเป็นต้องปฏิบัติ (NNVA) ประกอบด้วย 5 กิจกรรม ได้แก่ ตรวจสอบรายการสินค้าและร้านค้าที่ต้องจัดส่งสินค้า ขนถ่ายสินค้าจากรถบรรทุก ขนถ่ายสินค้าลงจากรถบรรทุก ส่งมอบและตรวจสอบเอกสารใบรายการสินค้า และเดินทางกลับและประมวลข้อมูลในการจัดส่ง หรือคิดเป็นร้อยละ 62.50 เมื่อวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า พบว่า กิจกรรมเคลื่อนย้ายสินค้าไปส่งให้กับลูกค้าจนครบทุกราย ใช้เวลามากกว่า 397 นาที หรือคิดเป็นร้อยละ 81.95 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงการไหลของกิจกรรมในกระบวนการจัดส่งสินค้า

กิจกรรม	คุณค่ากิจกรรม	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ผู้ให้ข้อมูลหลัก	สัญลักษณ์				
					○	⇨	□	D	▽
1. ตรวจสอบรายการสินค้าและร้านค้าที่ต้องจัดส่งสินค้า	NNVA	-	10	DR	○	⇨	□	D	▽
2. ขนถ่ายสินค้าจากรถบรรทุก	NNVA	10	30	TE	○	⇨	□	D	▽
3. เคลื่อนย้ายสินค้าไปส่งให้กับลูกค้า	VA	500	15	DR	○	⇨	□	D	▽
4. ขนถ่ายสินค้าลงจากรถบรรทุก	NNVA	10	8	TE	○	⇨	□	D	▽
5. จัดวางสินค้าในจุดที่ลูกค้าต้องการ	VA	5	7	TE	○	⇨	□	D	▽
6. ส่งมอบและตรวจสอบเอกสารใบรายการสินค้า	NNVA	-	2	TE	○	⇨	□	D	▽
7. เคลื่อนย้ายสินค้าไปส่งให้กับลูกค้าจนครบทุกราย	VA	31,480	397	DR	○	⇨	□	D	▽
8. เดินทางกลับและประมวลข้อมูลในการจัดส่ง	NNVA	1,495	15	DR	○	⇨	□	D	▽
รวม		33,500	484	DR/TE	2	4	2	-	-

หมายเหตุ DR หมายถึง พนักงานขับรถ และ TE หมายถึง พนักงานส่งของ

พื้นที่สีเทา หมายถึง สัญลักษณ์ตามการไหลของแต่ละกิจกรรมในกระบวนการจัดส่งสินค้า

2. ผลการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในการวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า พบว่า ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ทุกคู่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง 0.287-0.711 และทุกคู่มีความสัมพันธ์เชิงบวก หมายความว่า ตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุนี้ มีความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยสามารถจัดองค์ประกอบได้ดังนี้

ปัจจัยความสูญเปล่าด้านการเคลื่อนย้ายสินค้า ได้แก่ รถบรรทุกไม่สามารถเข้าถึงร้านลูกค้าได้ ต้องนำสินค้าใส่รถเข็นแล้วเข็นไปส่ง การใช้เวลานานในการขนย้ายสินค้า เนื่องจากมีสินค้าหนักและมีจำนวนมาก การลำเลียงสินค้าขึ้นไปเก็บที่ชั้นสอง หรือชั้นสามของอาคาร บางวันปริมาณงานที่ต้องส่งมากกว่าจำนวนพนักงาน

ปัจจัยความสูญเปล่าด้านการบรรทุกและจัดเรียงสินค้า ได้แก่ ไม่มีการวางแผนการจัดเรียงสินค้า คนขับรถยกไม่ว่าง การค้นหาสินค้าไม่ครบทุกรายการต้องวนรถกลับมาส่งใหม่ และไม่สามารถนำรถสิบล้อเข้าไปส่งถึงร้านต้องเปลี่ยนขนาดรถบรรทุก เพื่อทำการจัดส่งใหม่

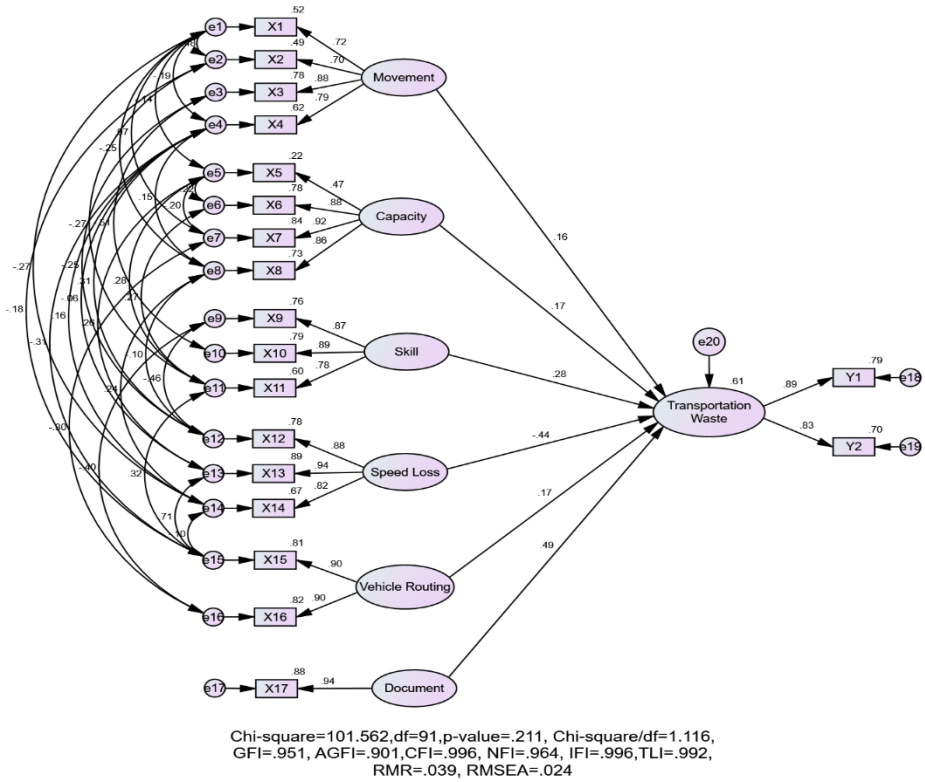
ปัจจัยความสูญเปล่าด้านความชำนาญในงาน ได้แก่ พนักงานบางคนไม่รู้จุดวางสินค้าต้องรอลูกค้าบอก พนักงานส่งสินค้าผิด ทำให้ต้องวนรถกลับมาส่งใหม่ และพนักงานขาดความชำนาญในเส้นทางเดินรถ

ปัจจัยความสูญเปล่าด้านการจัดเส้นทาง ได้แก่ ไม่มีการวางแผนเส้นทางการขนส่งล่วงหน้า และไม่มีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดเส้นทาง

ปัจจัยความสูญเปล่าด้านการสูญเสียความเร็ว ได้แก่ สภาพการจราจรติดขัด สถาพพื้นผิวจราจรขรุขระ ถนนไม่ดี สภาพภูมิอากาศ เช่น ฝนตก ลมแรง เป็นต้น

ปัจจัยความสูญเปล่าด้านเอกสาร ได้แก่ ส่งมอบและรอลูกค้าตรวจสอบเอกสารใบรายการสินค้า

ผลการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลสมการโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของทุกตัวแปรมีค่าเป็นบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลสมการโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าของธุรกิจขนส่งสินค้าในจังหวัดขอนแก่น (ภาพที่ 2) พบว่า ค่า χ^2 เท่ากับ 101.562 df เท่ากับ 91 p-value เท่ากับ 0.211 นั่นแสดงว่า ค่า χ^2 แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญ ค่าสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ พบว่า ค่าดัชนี χ^2/df เท่ากับ 1.116 ค่า CFI เท่ากับ 0.996 ค่า GFI เท่ากับ 0.951 ค่า AGFI เท่ากับ 0.901 ค่า RMR เท่ากับ 0.039 และค่า RMSEA เท่ากับ 0.024(ตารางที่ 3) ซึ่งค่าดัชนีผ่านเกณฑ์การพิจารณาทุกตัว แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานการวิจัย นั่นคือ โมเดลสมการโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้ามีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์



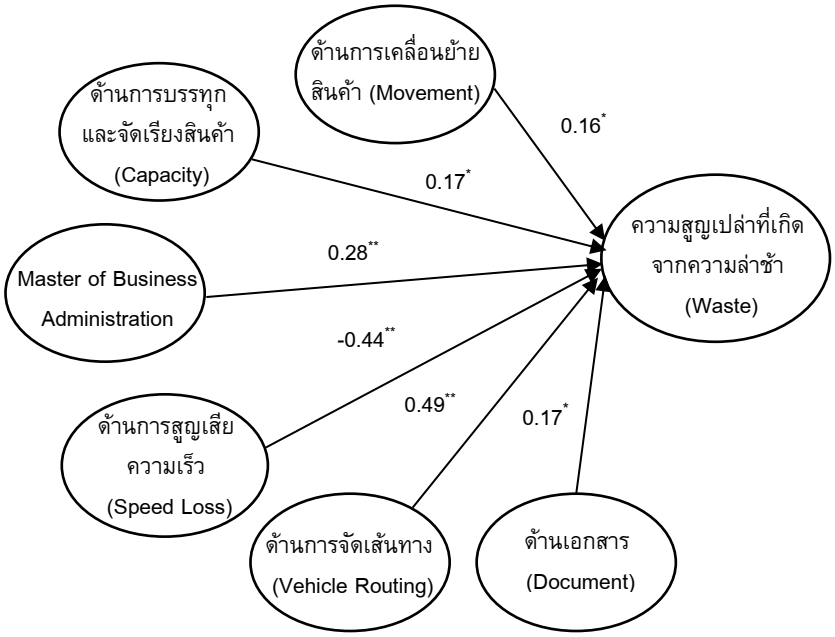
ภาพที่ 2 แสดงโมเดลสมการโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า

ตารางที่ 3 แสดงค่าสถิติความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้ากับข้อมูลเชิงประจักษ์

ค่าดัชนีวัดความกลมกลืน	เกณฑ์การพิจารณา	ค่าสถิติทดสอบ	ผลการพิจารณา
χ^2 /df (101.562/91)	< 2.00	1.116	ผ่านเกณฑ์
CFI	≥ 0.90	0.996	ผ่านเกณฑ์
GFI	≥ 0.90	0.951	ผ่านเกณฑ์
AGFI	≥ 0.90	0.901	ผ่านเกณฑ์
RMR	< 0.05	0.039	ผ่านเกณฑ์
RMSEA	< 0.05	0.024	ผ่านเกณฑ์

ผลการวิเคราะห์อิทธิพลทางตรง และอิทธิพลทางอ้อมของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า พบว่า ปัจจัยความสูญเปล่าด้านการเคลื่อนย้ายสินค้า ด้านการบรรทุกและจัดเรียงสินค้า ด้านความชำนาญในงาน ด้านการจัดเส้นทาง และด้านเอกสาร มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกกับความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ขณะที่ปัจจัยความสูญเปล่าด้านการสูญเสียความเร็ว มีอิทธิพลทางตรงเชิงลบกับความสูญเปล่าที่เกิดจากความ

ล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องมาจากเมื่อรถบรรทุกเกิดมีการสูญเสียทำให้ความเร็วลดลง ส่งผลทำให้ความล่าช้าในการขนส่งเพิ่มขึ้น ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัย ได้แก่ ปัจจัยความสูญเปล่าด้านการเคลื่อนย้ายสินค้า ด้านการบรรทุกและจัดเรียงสินค้า ด้านความชำนาญในงาน ด้านการจัดเส้นทาง ด้านการสูญเสียความเร็ว และด้านเอกสาร มีอิทธิพลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า ดังแสดงในภาพที่ 3



χ^2 = 101.562 df =91 p-value = 0.211 χ^2 /df =1.116 CFI = 0.996 GFI = 0.951 AGFI = 0.901 RMSEA = 0.024 RMR = 0.039

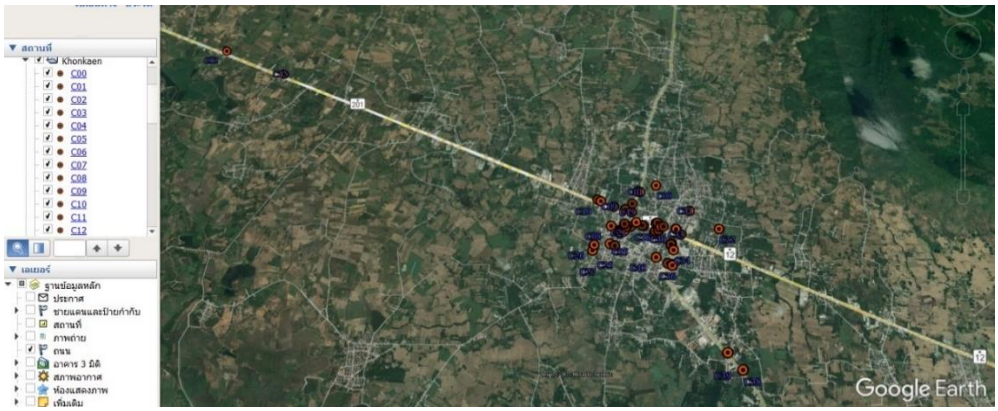
ภาพที่ 3 แสดงโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า

หมายเหตุ: * นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05, ** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า เห็นได้ว่าอิทธิพลปัจจัยความสูญเปล่าด้านการจัดเส้นทางขนส่ง เป็นปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลทางตรงที่ส่งผลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าเป็นอันดับแรก จึงนำไปสู่การจัดการเส้นทางการขนส่งสินค้าเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าต่อไป

3. ผลการเสนอการจัดการเส้นทางขนส่งเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด

ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลของลูกค้าที่ต้องจัดส่งสินค้าจำนวน 41 ราย เมื่อนำข้อมูลพิกัด (Geocoding) ของละติจูด-ลองจิจูด แต่ละจุดส่งสินค้าเข้าโปรแกรม Google Earth Pro (ภาพที่ 4) ทำให้ทราบระยะทาง (Distance Matrix) จากจุดต้นทางคลังสินค้าไปยังจุดปลายทาง ซึ่งเป็นที่ตั้งของร้านลูกค้าแต่ละรายและระยะห่างของแต่ละร้าน (ตารางที่ 4)

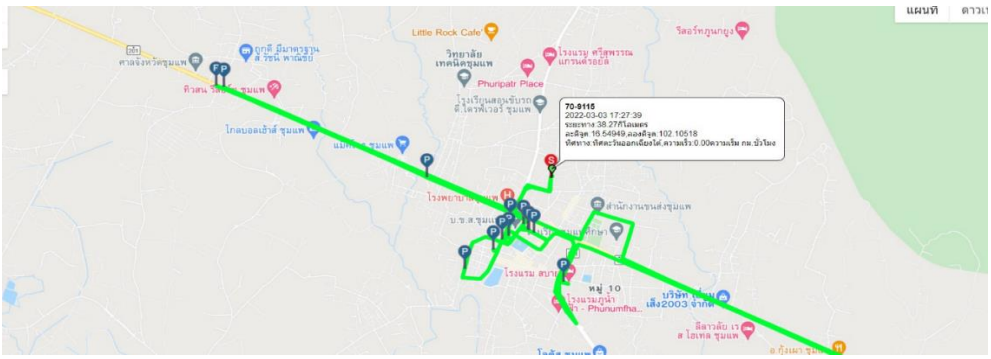


ภาพที่ 4 แสดงพิกัดละติจูด-ลองจิจูดของจุดส่งสินค้า

ตารางที่ 4 แสดงระยะทางของคลังสินค้าถึงร้านของลูกค้าแต่ละราย

รหัสลูกค้า	ละติจูด	ลองจิจูด	ระยะห่างจากคลังสินค้า (เมตร)	ระยะห่างของแต่ละร้าน (เมตร)	รหัสลูกค้า	ละติจูด	ลองจิจูด	ระยะห่างจากคลังสินค้า (เมตร)	ระยะห่างของแต่ละร้าน (เมตร)
C00	16.5494	102.1051	0	0	C21	16.5428	102.1015	1340	120
C01	16.5482	102.1024	507	507	C22	16.54207	102.1006	1385	165
C02	16.54609	102.101	808	301	C23	16.54161	102.0992	1345	235
C03	16.54252	102.0996	1230	422	C24	16.54096	102.0989	1451	74
C04	16.54197	102.0998	1302	72	C25	16.53915	102.0972	1800	335
C05	16.54138	102.0996	1370	68	C26	16.53896	102.0947	2156	351
C06	16.54129	102.099	1403	92	C27	16.53804	102.0944	2203	103
C07	16.54134	102.0985	1514	99	C28	16.53882	102.098	1707	502
C08	16.54218	102.0975	1585	170	C29	16.5408	102.1043	1876	871
C09	16.54556	102.098	1281	423	C30	16.54164	102.1079	1885	468
C10	16.54654	102.0959	1537	251	C31	16.54478	102.1103	2404	515
C11	16.54685	102.0953	1603	67	C32	16.54166	102.1148	3165	734
C12	16.57185	102.0386	8450	6717	C33	16.54071	102.1086	2090	133
C13	16.57707	102.0268	9740	1413	C34	16.53809	102.1073	2370	1132
C14	16.54508	102.0998	1050	8632	C35	16.5359	102.1062	2596	261
C15	16.54275	102.105	1530	602	C36	16.51976	102.1161	4433	2010
C16	16.54201	102.1054	1705	158	C37	16.52222	102.1141	4762	357
C17	16.54142	102.105	1814	74	C38	16.53689	102.1044	2703	2014
C18	16.54129	102.1045	1855	85	C39	16.53904	102.1069	2369	539
C19	16.54221	102.1028	1675	210	C40	16.54209	102.1059	2327	531
C20	16.54228	102.1025	1487	24	C41	16.54263	102.1047	1786	143

จากข้อมูลลูกค้า 41 ราย รถบรรทุกวิ่งตามเส้นทางเริ่มต้นจาก C00-C01-C02-C03-C04-C05-C06-C07-C08-C09-C10-C11-C12-C13-C14-C15-C16-C17-C18-C19-C20-C21-C22-C23-C24-C25-C26-C27-C28-C29-C30-C31-C32-C33-C34-C35-C36-C37-C38-C39-C40-C41-C00 เสร็จสิ้น ซึ่งจากระยะทางของคลังสินค้าถึงร้านของลูกค้าแต่ละราย (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาจัดการเส้นทางขนส่งเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด พบว่า เส้นทางขนส่งที่ได้จากการจัดเส้นทางด้วยอัลกอริทึมแบบประหยัด เริ่มต้นจาก C00-C01-C16-C02-C15-C30-C31-C32-C33-C34-C35-C36-C37-C38-C39-C41-C16-C17-C18-C19-C20-C21-C22-C5-C4-C3-C23-C6-C24-C7-C8-C26-C27-C25-C28-C29-C9-C10-C11-C12-C13-C14-C00 เสร็จสิ้น เมื่อได้เส้นทางจากการจัดเส้นทางด้วยอัลกอริทึมแบบประหยัดให้รถบรรทุกวิ่งตามเส้นทางดังกล่าว (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างเส้นทางที่ได้จากการเส้นทางด้วยอัลกอริทึมแบบประหยัด

จากข้อมูลข้างต้น เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการจัดเส้นทางการขนส่งก่อนมีการจัดเส้นทาง และหลังมีการจัดเส้นทาง พบว่า หลังมีการจัดเส้นทางสามารถลดลงระยะทางได้ 0.13 กิโลเมตรต่อรายการต่อวัน ขณะที่ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งเร็วขึ้น 1.43 นาทีต่อรายการต่อวัน ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการจัดส่งสินค้าเป็น 8,164.00 บาทต่อเดือน เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนดำเนินการ พบว่า ระยะทาง ระยะเวลา และต้นทุนการจัดส่งสินค้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังมีการจัดเส้นทาง

การเปรียบเทียบข้อมูล	ก่อนมีการจัดเส้นทาง	หลังมีการจัดเส้นทาง	ความแตกต่าง (ก่อน-หลัง)	t-test	p-value
ระยะทาง (กิโลเมตรต่อรายการต่อวัน)	0.82	0.69	0.13	37.565	.001*
ระยะเวลา (นาทีต่อรายการต่อวัน)	11.80	10.37	1.43	20.482	.002
ค่าเชื้อเพลิง (บาทต่อเดือน)	10,377.67	8,763.67	1,614.00	37.451	.001*
ค่าแรง (บาทต่อเดือน)	53,200.00	46,650.00	6,550.00	5.402	.033*
ต้นทุนการจัดส่งสินค้า (บาทต่อเดือน)	63,577.67	55,413.67	8,164.00	6.648	.022*

หมายเหตุ: อัตราสิ้นเปลือง 1.2 กิโลเมตร/ กิโลกรัมแก๊ส, ราคาแก๊ส NGV 15.5 บาท/กิโลกรัมแก๊ส

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สรุปและอภิปรายผล

ผลจากการศึกษาความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า พบว่า กิจกรรมเคลื่อนย้ายสินค้าไปส่งให้กับลูกค้าจนครบทุกราย เป็นความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้า โดยใช้เวลามากกว่า 397 นาที หรือคิดเป็นร้อยละ 81 เมื่อวิเคราะห์อิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า พบว่า ปัจจัยความสูญเปล่าด้านการเคลื่อนย้ายสินค้า ด้านการบรรทุกและจัดเรียงสินค้า ด้านความชำนาญในงาน และด้านการจัดเส้นทาง มีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกกับความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับประเด็นการใช้เวลานานในการขนย้ายสินค้า ไม่มีการวางแผนการจัดเรียงสินค้า ค้นหาสินค้าไม่ครบทุกรายการต้องวนรถกลับมาส่งใหม่ พนักงานขาดความชำนาญในเส้นทางเดินรถ ไม่มีการวางแผนเส้นทางการขนส่งล่วงหน้า และไม่มีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดเส้นทาง เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ขวัญกนก รัตนสินทวีสุข และปณัทพร เรืองเชิงชุม (2564) ที่อ้างว่าการขาดการจัดเรียงลำดับสินค้า การขาดความชำนาญในเส้นทางการเดินรถ การขาดการวางแผนเส้นทางการขนส่ง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสูญเปล่าในกระบวนการขนส่ง เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Garza-Reyes et al. (2017) ที่ยืนยันว่า การเคลื่อนย้ายสินค้าที่ใช้เวลานาน ทำให้เกิดความล่าช้าจากการขนส่ง รวมถึง ด้านเอกสารที่ต้องส่งมอบและรอลูกค้าตรวจสอบใบรายการสินค้ายังเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสูญเปล่าในกระบวนการขนส่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุวรรณ มินดาทอง และปณัทพร เรืองเชิงชุม (2564) ที่พบว่า ความล่าช้าของการจัดเก็บเอกสารเป็นหนึ่งในสาเหตุความสูญเปล่า

เมื่อศึกษาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า พบว่าอิทธิพลด้านการจัดเส้นทางขนส่ง เป็นปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลทางตรงที่ส่งผลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าเป็นอันดับแรก สอดคล้องกับ Eglese, & Zambirinis (2018), Jayarathna, Lanel, & Juman (2022), เกศินี สือนี (2563) ที่อ้างว่า การจัดเส้นทางที่ไม่เหมาะสมทำให้เกิดการจัดส่งสินค้าล่าช้า

นอกจากนี้ เมื่อเสนอการจัดการเส้นทางขนส่งเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้าโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัด พบว่า หลังมีการจัดเส้นทางสามารถลดลงระยะทางได้ 0.13 กิโลเมตรต่อรายการต่อวัน ขณะที่ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งเร็วขึ้น 1.43 นาทีต่อรายการต่อวัน ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการจัดส่งสินค้า ลดลงเป็น 8,164.00 บาทต่อเดือน สอดคล้องกับงานวิจัยของวฒี พิพัฒน์ไชยศิริ และปณัทพร เรืองเชิงชุม (2563) ที่ได้อ้างว่า การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าได้ ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการขนส่ง เช่นเดียวกันกับ Martins, Bayliss, Juan, Panadero, & Marmol (2020) ที่กล่าวว่าการจัดเส้นทางด้วยอัลกอริทึมแบบประหยัดสามารถนำมาแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nie, Zeng, & Jing (2016) ที่อ้างว่าอัลกอริทึมแบบประหยัดสามารถลดต้นทุนด้านการขนส่ง ทำให้สามารถจัดการเส้นทางขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพ และลดต้นทุนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการศึกษาครั้งนี้

ผู้ประกอบการธุรกิจขนส่งขนาดกลางควรให้ความสำคัญกับปัจจัยความสูญเปล่าด้านการเคลื่อนย้ายสินค้า ด้านการบรรทุกและจัดเรียงสินค้า ด้านความชำนาญในงาน ด้านการจัดเส้นทาง ด้านการสูญเสียความเร็ว และด้านเอกสาร ซึ่งมีอิทธิพลต่อความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่ง

สินค้า โดยกำหนดนโยบายและจัดการแก้ปัญหาในการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดส่งสินค้า ขณะที่การจัดเส้นทางการขนส่งควรคำนึงถึงระยะทาง เวลาและต้นทุนการจัดส่งสินค้า

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

ควรศึกษาการจัดการเส้นทางขนส่งและปัจจัยความสูญเปล่าของธุรกิจขนส่งขนาดใหญ่ เพื่อนำมาเป็นแนวทางให้กับธุรกิจขนส่งขนาดกลางได้พัฒนาและสร้างศักยภาพในการแข่งขันให้กับธุรกิจขนส่งต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานจากวิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี 2565

เอกสารอ้างอิง

เกศินี สือนี. (2563). การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าโดยการเปรียบเทียบระหว่างการใช้วิธีเซฟวิ่งอัลกอริทึม และวิธีขั้นตอนวิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดอัลกอริทึม. *วารสารเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยทักษิณ 12(*2), 1-14.

ขวัญกนก รัตนสินทวีสุข และปณัทพร เรืองเชิงชุม. (2564). การลดความสูญเปล่าจากกระบวนการขนส่งโดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยอาร์คจีไอเอสออนไลน์: กรณีศึกษา ธุรกิจขนส่งชิ้นส่วนอะไหล่เครื่องยนต์. *วารสารระบบสารสนเทศด้านธุรกิจ, 7(*2), 75-88.

จารุวรรณ มินดาทอง และปณัทพร เรืองเชิงชุม. (2564). การลดความสูญเปล่าจากการใช้ข้อมูลในการจัดเก็บเอกสารให้เป็นระบบในยุคดิจิทัล 4.0 โดยการประยุกต์ใช้หลักการ ECDRS ร่วมกับโซ่อุปทาน *วารสารบริหารธุรกิจ ศรีนครินทรวิโรฒ, 12(*1), 20-37.

ธนพันธ์ คงทอง และเชฏฐา ชำนาญหล่อ. (2564). การจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตรถกึ่งพ่วง. *วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา), 21(*3), 13-26.

ปารณัท กัญวิมล และสราวุธ จันทร์สุวรรณ. (2564). การศึกษาเพื่อจัดเส้นทางเดินทางรถขนส่งรูปแบบมิลค์รันและการจัดการกำหนดการรับสินค้า: กรณีศึกษา การส่งชิ้นส่วนโรงงานประกอบรถยนต์แบบทันเวลาพอดี ABC. *วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน, 9(*2), 1-11.

ปิยนุช เศรฐพงษ์ภักดี. (2562). *แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรมปี 2562-2564: ธุรกิจบริการขนส่งสินค้าทางถนน*. ค้นเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2565, จาก

วฒี พิพัฒน์ไชยศิริ และปณัทพร เรืองเชิงชุม. (2563). การลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้าในกระบวนการจัดสรรรถบรรทุกอ้อยด้วยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยการประยุกต์ใช้ข้อมูลสารสนเทศผ่านโปรแกรม LINGO: กรณีศึกษาโรงงานน้ำตาลในจังหวัดขอนแก่น. *วารสารระบบสารสนเทศด้านธุรกิจ, 6(*3), 41-55.

ฝ่ายบัญชี กิจเจริญทรัพย์ชุมแพขนส่ง. (2565). *รายงานการจัดส่งสินค้า*. ขอนแก่น: ห้างหุ้นส่วนจำกัด กิจเจริญทรัพย์ชุมแพขนส่ง.

สำนักงานจังหวัดขอนแก่น. (2564). *แผนพัฒนาจังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2566-2570*. ขอนแก่น: กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด สำนักงานจังหวัดขอนแก่น.

สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น. (2564). *แผนพัฒนาอำเภอ (พ.ศ.2561-2565) (ปรับปรุงปี 2564) อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น*. ขอนแก่น: สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น.

Blokdyk, G. (2020). *Flow process chart a complete guide*. Queensland: Emereo Publishing.

Chalikias M. (2020). *Applications of Operational Research and Mathematical Models in Management*. Basel: MDPI.

Eglese, R., & Zambirinis, S. (2018). Disruption management in vehicle routing and scheduling for road freight transport: a review. *TOP, 26(*1), 1-17.

Fartaj, S. R., Kabir, G., Eghujovbo, V., Ali, S. M., & Paul, S. K. (2020). Modeling transportation disruptions in the supply chain of automotive parts manufacturing company. *International Journal of Production Economics, 222*, 19-32.

Garza-Reyes, J. A., Forero, J. S. B., Kumar, V., Villarreal, B., Cedillo-Campos, M. G., & Rocha-Lona, L. (2017). Improving Road Transport Operations using Lean Thinking. *27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*. Modena, Italy.

Griffin, R. W. (2021). *Fundamentals of management*. 10th ed. Boston: Cengage.

Ho-Keng, F. (2017). *Moving towards productivity and quality excellence*. Singapore: Partridge.

Holweg, M., Davies, J., Meyer, A., Lawson, B., & Schmenner, R. (2018). *Process theory: the principles of operations management*. Oxford: Oxford University Press.

Jayarathna, D. G. N. D., Lanel, G. H. J., & Juman, Z. A. M. S. (2022). Industrial vehicle routing problem: a case study. *Journal of Shipping and Trade, 7(*2022), 1-27.

Kemper, C. (2016). *Vehicle routing problem with time windows*. German: Grin Verlag.

Kline, R. B. (2015). *Principles and practice of structural equation modeling*. 4th ed. New York: Guilford Press.

Kumar, M. V., Putnik, G. D., Jayakrishna, K., Pillai, V. M., & Varela, L. (2018). *Emerging applications in supply chains for sustainable business development*. Hershey PA: IGI Global,

Labadie, N., Prins, C., & Prodhon, C. (2016). *Metaheuristics for Vehicle Routing Problems*. Hoboken, NJ: Wiley.

Li, J. Q., Han, Y. Q., Duan, P. Y., Han, Y. Y., Niu, B., Li, C. D., Zheng, Z. X., Liu, Y. P. (2020). Meta-heuristic algorithm for solving vehicle routing problems with time windows and synchronized visit constraints in prefabricated systems. *Journal of Cleaner Production, 250(*3), 119464.

Martins, L. C., Bayliss, C., Juan, A. A., Panadero, J., & Marmol, M. (2020). A Savings-Based Heuristic for Solving the Omnichannel Vehicle Routing Problem with Pick-up and Delivery. *Transportation Research Procedia, 47*, 83-90.

Nalepa, J. (2019). *Smart Delivery Systems: Solving Complex Vehicle Routing Problems*. Amsterdam: Elsevier.

Nie, J., Zeng, W. Y., & Jing, H. L. (2016). Research of Logistics Cost Based on Saving Algorithm: A Case of a Certain Logistics Company's Logistics Cost. *MATEC Web of Conferences, 63*, 4029.

Paul, S. K., Asian, S., Goh, M., & Torabi, S. A. (2019). Managing sudden transportation disruptions in supply chains under delivery delay and quantity loss. *Annals of Operations Research, 273*, 783-814.

Popsescu, M. C. (2018). Eliminating transportation waste using the transportation value stream map. *The International Business Excellence, 12(*1), 793-803.

Riyadh, M., & Adam, R. (2018). *Practical Guide of the Integrated Structural Equation Modeling (SEM) with LISREL and AMOS for Marketing, & Social Sciences Thesis*. Yogyakarta: Deepublish.

Sekaran, U., & Bougie. R. (2020). *Research Methods for Business: a skill-building approach*. 8th ed. Handdington: John Wiley and Sons.

Sharma, S., & Gandhi, P. J. (2018). Applying Lean Principles to Road Transport for Improving Operational Efficiency and Sustainability. *International Journal of Advance Engineering and Research Development, 5(*1), 225-232.

Shetty, A., Puthusseri, K. S., Shetty, A., & Shankarmani, R. (2018). A Savings Algorithm Approach to the Truck Routing and Loading Problem. *2018 Fourth International Conference on Research in Computational Intelligence and Communication Networks*, pp. 284-290.

Stewart, J. (2016). *The Toyota Kaizen Continuum: A Practical Guide to Implementing Lean*. New York: CRC Press.

Subudhi, R. N., & Mishra, S. (2020). *Methodological Issues in management research: advances, challenges, and the way ahead*. Bingley: Emerald Publishing Limited.

Timmerman, B. D. (2019). *Starting lean from scratch (h: a senior leader's guide to beginning*. London: Routledge.

Wei, K., & Vaze, V. (2018). Modeling crew itineraries and delays in the national air transportation system. *Transportation Science, 52(*5), 1035-1296.

Żak, J., Hadas, Y., & Rossi, R. (2017). *Advanced Concepts, Methodologies and Technologies for Transportation and Logistics*. Cham: Spriger International publishing.