แบบจำลองโครงสร้างเชิงลำดับของสมรรถนะการขนส่งขยะต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์ในระบบสาธารณะเขตเมือง

A Hierarchical Structural Model of Waste Transportation Capability and Logistics Performance in an Urban Public Logistics System

[1]อรณิชา เงาะเศษ และ [2*]วราห์ สารอินมูล

[1]Onnicha Ngorset and [2*]Vara Sarainmoon

วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

College of Logistics and Supply Chain Management, Suan Sunandha Rajaphat University, Thailand.

e-mail: [1]s66567808016@ssru.ac.th, [2*]vara.sa@ssru.ac.th

*Corresponding author

Received January 12, 2026; **Revised** February 24, 2026; **Accepted** February 27, 2026

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบแบบจำลองเชิงโครงสร้างของสมรรถนะการขนส่งขยะและประสิทธิภาพโลจิสติกส์ในระบบสาธารณะเขตเมือง โดยบูรณาการกรอบแนวคิดมุมมองบนพื้นฐานของทรัพยากรและสมรรถนะเชิงพลวัตเป็นฐานทฤษฎี ดังนั้นสมรรถนะการขนส่งขยะและประสิทธิภาพโลจิสติกส์ ถูกกำหนดเป็นโครงสร้างลำดับสูงแบบก่อรูปโดยสมรรถนะการขนส่งขยะประกอบด้วยมิติการวางแผนและการจัดสรรทรัพยากร การปฏิบัติการและการบริหารเส้นทาง และการควบคุมและประเมินผล ส่วนองค์ประกอบของประสิทธิภาพโลจิสติกส์เกิดจากการก่อรูปร่วมกันของมิติเวลา ต้นทุน และปริมาณ การวิจัยใช้ระเบียบวิธีเชิงปริมาณแบบภาคตัดขวาง เก็บข้อมูลจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการขนส่งขยะในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 290 ราย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค PLS-SEM ภายใต้แนวทางแบบจำลองเชิงประกอบตามลำดับชั้นแบบสองขั้นตอน ผลการวิจัย พบว่าองค์ประกอบเชิงก่อรูปของสมรรถนะการขนส่งขยะมีน้ำหนักเชิงสถิติอย่างมีนัยสำคัญทุกมิติ สะท้อนการก่อรูปเป็นสมรรถนะเชิงระบบอย่างเหมาะสม นอกจากนี้สมรรถนะการขนส่งขยะมีอิทธิพลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์ ($\beta = 0.380$, $p < 0.001$) โดยแบบจำลองสามารถอธิบายความแปรปรวนของประสิทธิภาพโลจิสติกส์ได้ร้อยละ 14.4 ($R^2 = 0.144$) และมีความสามารถในการพยากรณ์เชิงบวก ($Q^2 = 0.142$) ในระดับยอมรับได้ ทั้งนี้ ขนาดอิทธิพลของสมรรถนะการขนส่งขยะต่อประสิทธิภาพโลจิสติกส์อยู่ในระดับปานกลาง ($f^2 = 0.169$) แสดงว่าข้อค้นพบดังกล่าวสนับสนุนตรรกะของกรอบแนวคิดมุมมองบนพื้นฐานของทรัพยากรและสมรรถนะเชิงพลวัตในการอธิบายบทบาทของความสามารถองค์กรภาครัฐระดับพื้นที่แม้ค่าอำนาจการอธิบายอยู่ในระดับปานกลาง แต่สะท้อนบทบาทของความสามารถเชิงระบบภายใต้ข้อจำกัดเชิงโครงสร้างของระบบเมือง

คำสำคัญ: สมรรถนะการขนส่งขยะ; ประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์; ความสามารถเชิงพลวัต; มุมมองบนพื้นฐานของทรัพยากร; ระบบสาธารณะเขตเมือง

Abstract

This article develops and empirically tests a structural model of Waste Transportation Capability (WTC) and Logistics Performance (LP) within an urban public logistics system, grounded in the Resource-Based View (RBV) and Dynamic Capabilities (DC). Both WTC and LP are conceptualized as formative higher-order constructs. WTC is formed by planning and resource allocation (PRA), operational and route management (ORM), and control and evaluation (CEV). LP is formed by time performance (TIM), cost performance (COS), and quantity performance (QTT). A cross-sectional quantitative design was employed, with data collected from 290 respondents directly involved in municipal waste transportation management in Phra Nakhon Si Ayutthaya Province. Data were analyzed using PLS-SEM under a two-stage hierarchical component modeling approach. The results indicate that all formative dimensions of Waste Transportation Capability (WTC) exhibit statistically significant weights, confirming their appropriate contribution to the formation of a system-level capability. Furthermore, WTC exerts a positive and statistically significant effect on Logistics Performance (LP) (β = 0.380, $p < 0.001$). The structural model explains 14.4% of the variance in LP (R^2 = 0.144) and demonstrates acceptable predictive relevance (Q^2 = 0.142). The effect size of WTC on LP is moderate (f^2 = 0.169), suggesting that system-level capability plays a practically meaningful role in shaping performance outcomes within urban public logistics systems. These findings support the underlying logic of the Resource-Based View (RBV) and Dynamic Capabilities (DC) frameworks in explaining how organizational capabilities at the local public-sector level contribute to performance outcomes.

Keywords: Waste Transportation Capability; Logistics Performance; Dynamic Capabilities; Resource-Based View; Urban Public Systems

บทนำ

ระบบโลจิสติกส์เป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพชีวิต ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม และประสิทธิภาพการบริหารจัดการของภาครัฐ โดยเฉพาะระบบการเก็บขนและขนส่งขยะ ซึ่งต้องดำเนินงานภายใต้ข้อจำกัดด้านงบประมาณ โครงสร้างพื้นฐาน ความหนาแน่นของพื้นที่ และความผันผวนของปริมาณขยะตามพฤติกรรมของประชาชนและบริบทเชิงพื้นที่ จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ผลการดำเนินงานของระบบขนส่งขยะมิได้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมปฏิบัติการใดกิจกรรมหนึ่งแต่ขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบในการบูรณาการทรัพยากร กระบวนการ และกลไกการควบคุมการทำงานที่การประสานกันในทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชนจำนวนมากอธิบายผลการดำเนินงานของระบบผ่านกรอบมุมมองฐานทรัพยากร (Resource-Based View: RBV) ซึ่งเสนอว่าองค์กรสามารถสร้างความได้เปรียบและผลการดำเนินงานที่เป็นมากกว่าได้จากการครอบครองและใช้ทรัพยากรที่มีคุณค่า แตกต่าง และยากต่อการเลียนแบบในรูปของสินทรัพย์ที่จับต้องได้ คือ โครงสร้างพื้นฐาน เทคโนโลยี และระบบยานพาหนะ และสินทรัพย์ไม่มีตัวตน คือ ความรู้ ความสามารถเชิงองค์กร และความสัมพันธ์กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Yang & Lirn, 2017) นอกจากนี้การศึกษาด้านโลจิสติกส์ยังพบว่าการบริหารจัดการทรัพยากรเชิงกลยุทธ์และการใช้ข้อมูลเพื่อ

สนับสนุนการตัดสินใจสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำของระบบได้ (Yu et al., 2017) อย่างไรก็ตาม RBV ให้ความสำคัญกับการครอบครองทรัพยากรมากกว่าการปรับตัวภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความไม่แน่นอนสูง

บริบทเมืองไทยมีข้อจำกัดเชิงงบประมาณและการประสานงานที่ทำให้ DC มีลักษณะถูกกำหนดโดยข้อจำกัดเชิงสถาบันต่างจากภาคเอกชน ฉะนั้น DC จึงมีบทบาทสำคัญในการอธิบายความสามารถขององค์กรในการบูรณาการ ปรับปรุง และปรับโครงสร้างทรัพยากรอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ (Dovbischuk, 2022) งานวิจัยด้านโลจิสติกส์และการจัดการขยะในเขตเมืองแสดงว่า DC มีส่วนสนับสนุนการพัฒนานวัตกรรม คุณภาพบริการ และความยั่งยืนของระบบสาธารณะ (Baquero, 2025; Issa et al., 2024) แต่งานส่วนใหญ่ศึกษามิติด้าน PRA, ORM และ CEV ในลักษณะแยกส่วนผ่านแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์หรือเทคนิคการตัดสินใจหลายเกณฑ์ (Abaecherli et al., 2017; Corbo & Glaus, 2019; Hmamed et al., 2023) มากกว่าการบูรณาการองค์ประกอบเหล่านี้เป็น สมรรถนะระดับสูงเชิงระบบที่แสดงถึงความสามารถโดยรวมขององค์กรสาธารณะ

ในด้านประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์ (Logistics Performance: LP) ส่วนใหญ่อธิบายผ่าน TIM, COS และ QTT ซึ่งแสดงถึงความน่าเชื่อถือของบริการ ประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร และความสามารถในการรองรับความไม่แน่นอนขององุปสงค์ (Abrahamsson & Aronsson, 1999; Lee et al., 2016; Malhotra & Kharub, 2024; Yang et al., 2025) แต่งานวิจัยจำนวนหนึ่งแสดงให้เห็นว่าปัจจัยเชิงโครงสร้างและบริบทเชิงพื้นที่ของเมืองส่งผลต่อ LP อย่างมีนัยสำคัญ (Bayraktar et al., 2024; Song & Ma, 2024) จึงสนับสนุนให้การวิเคราะห์ LP อยู่ในกรอบแบบองค์รวมมากกว่าการประเมินแบบแยกมิติ

อย่างไรก็ตาม หน่วยงานท้องถิ่นมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ การประสานงาน และกฎระเบียบ ซึ่งทำให้ DC มีรูปแบบแตกต่างจากภาคเอกชน และจึงจำเป็นต้องดำเนินการในรูป FHOC จากช่องว่างทางวรรณกรรมข้างต้น งานวิจัยนี้เสนอให้สมรรถนะการขนส่งขยะ (Waste Transportation Capability: WTC) เป็นโครงสร้างลำดับสูงแบบก่อรูป (formative higher-order construct: FHOC) ที่เกิดจากการบูรณาการองค์ประกอบด้านการวางแผนและการจัดสรรทรัพยากร การปฏิบัติการและการบริหารเส้นทาง และการควบคุมและประเมินผล ในส่วนของ LP ถูกกำหนดเป็นผลลัพธ์เชิงระบบที่เกิดจากการก่อรูปร่วมกันของ TIM, COS และ QTT การกำหนดลักษณะเชิงโครงสร้างสอดคล้องกับตรรกะของ RBV และ DC ที่มองว่าทรัพยากรจะสร้างผลลัพธ์ได้ก็ต่อเมื่อเป็นความสามารถเชิงระบบผ่านกระบวนการบูรณาการและการจัดการเชิงพลวัต

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบจำลองการวัดเชิงลำดับชั้น ของสมรรถนะการขนส่งขยะ WTC ในฐานะ FHOC
2. เพื่อทดสอบอิทธิพลเชิงโครงสร้างของ WTC ต่อ LP ภายใต้กรอบแนวคิด RBV และ DC
3. เพื่อประเมินความสามารถของแบบจำลองในการอธิบายและพยากรณ์ผลลัพธ์ด้าน LP ภายในบริบทระบบโลจิสติกส์สาธารณะเขตเมือง

การทบทวนวรรณกรรม

1) RBV และ LP

RBV อธิบายว่าผลการดำเนินงานการครอบครองและใช้ทรัพยากรที่มีคุณค่า แตกต่าง และยากต่อการเลียนแบบ ที่ครอบคลุมทั้งสินทรัพย์ที่จับต้องได้ เช่น โครงสร้างพื้นฐาน เทคโนโลยี ระบบยานพาหนะ และสินทรัพย์ไม่มีตัวตน เช่น ความรู้ ความสามารถเชิงองค์กร และวัฒนธรรมการทำงาน (Yang & Lirn, 2017) ใน

บริบทโลจิสติกส์การจัดการทรัพยากรเชิงกลยุทธ์มีบทบาทที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการให้บริการและความน่าเชื่อถือของระบบ เมื่อองค์กรสามารถพัฒนาความสัมพันธ์ระยะยาวกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อเสริมการประสานงานและลดความไม่แน่นอน (Yang & Lirn, 2017) นอกจากนี้ การพัฒนาความสามารถที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลได้รับการยืนยันว่าเป็นทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ในยุคดิจิทัลที่บูรณาการการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่เข้ากับกระบวนการโลจิสติกส์ช่วยเพิ่มการประสานงาน ความแม่นยำในการตัดสินใจ และผลการดำเนินงานทางการเงิน (Yu et al., 2017) แม้ RBV จะให้คำอธิบายที่ชัดเจนเกี่ยวกับฐานทรัพยากรขององค์กร แต่ยังมีข้อจำกัดในการอธิบายกลไกการปรับตัวภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความผันผวนสูง เช่น ระบบโลจิสติกส์เมืองที่ต้องเผชิญความไม่แน่นอนของปริมาณขยะและข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐาน

2) DC และ LP

DC ขยายแนวคิด RBV โดยเน้นความสามารถขององค์กรในการบูรณาการ ปรับปรุง และปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม มีงานวิจัยพบว่า DC บทบาทสำคัญต่อการพัฒนานวัตกรรมและ LP (Dovbischuk, 2022) เพื่อตอบสนองต่อความไม่แน่นอนและแรงกดดันด้านประสิทธิภาพ

ในบริบทการจัดการขยะในเมือง แนวคิดนวัตกรรมสีเขียวภายใต้กรอบ DC ได้รับการเสนอว่าเป็นกลไกสำคัญในการยกระดับความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม โดยการพัฒนากระบวนการและเทคโนโลยีที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเพิ่มประสิทธิภาพเชิงระบบ (Baquero, 2025; Issa et al., 2024) ความสามารถเชิงรุกและความสามารถเชิงตอบสนองถูกพบว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของ DC ในโลจิสติกส์ โดยความสามารถเชิงรุกเกี่ยวข้องกับการวางแผนและจัดสรรทรัพยากรล่วงหน้า ส่วนความสามารถเชิงตอบสนองเกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาและการปรับตัวระหว่างการหยุดชะงัก (Özcan et al., 2023) แม้วรรณกรรมจะอธิบายองค์ประกอบของ DC ในระดับแนวคิดอย่างกว้างขวาง แต่การจัดโครงสร้างความสามารถเหล่านี้ให้เป็นลำดับชั้นที่ทดสอบเชิงประจักษ์ได้ในบริบทองค์กรสาธารณะยังมีจำกัด โดยเฉพาะในระบบโลจิสติกส์เมืองที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณ การประสานงานข้ามหน่วยงาน และข้อกำหนดด้านกฎหมาย

3) WTC ในฐานะสมรรถนะเชิงองค์ประกอบระดับสูง

การขนส่งขยะในเมืองเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการบูรณาการหลายองค์ประกอบตั้งแต่การวางแผนเชิงกลยุทธ์ การจัดสรรทรัพยากร การออกแบบเส้นทาง ไปจนถึงการควบคุมและประเมินผล งานวิจัยด้านการวางแผนและการจัดสรรทรัพยากรพบว่าการใช้แบบจำลองการเขียนโปรแกรมเชิงเส้นแบบเต็มผสมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการจัดการความสมดุลทรัพยากรในระบบจัดการขยะ (Abaecherli et al., 2017) แบบจำลองหลายเกณฑ์ช่วยปรับการจัดสรรทรัพยากรภายใต้โครงสร้างลำดับชั้นที่ซับซ้อน (Ruefli & Storbeck, 1984) รวมถึงแนวทางการวางแผนลำดับชั้นแบบหลากหลายที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตอบสนองของระบบ (Olivares-Aguila et al., 2024)

ในด้านการออกแบบระบบขนส่งที่ยั่งยืนและการใช้วิธีการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ เช่น AHP และ DEA สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเลือกเส้นทางและความยั่งยืนของระบบขนส่งขยะ (Corbo & Glaus, 2019; Hmamed et al., 2023) ขณะที่โครงสร้างการควบคุมแบบลำดับชั้นและการประเมินผลแบบสองชั้นช่วยลดความซับซ้อนของปัญหาและเพิ่มความแม่นยำในการจัดสรรทรพยากรแบบเรียลไทม์ (Stoilov & Gegov, 1994) แม้เทคโนโลยีจะมีบทบาทสำคัญแต่ยังมีข้อจำกัดด้านความซับซ้อนทางเทคนิคและการลงทุนที่ต้องบริหารจัดการอย่างเหมาะสม (Bui et al., 2023; Salah et al., 2025) งานวิจัยที่ผ่านได้ยังพิจารณาองค์ประกอบเหล่านี้ในลักษณะ แยกส่วนมากกว่าการบูรณาการให้เป็นสมรรถนะระดับสูงที่แสดงถึงความสามารถเชิงระบบโดยรวมขององค์กรสาธารณะ ช่องว่างดังกล่าวนำไปสู่ข้อเสนอว่าควรมอง WTC เป็น HOC ที่แสดงการบูรณาการของการ

วางแผน การปฏิบัติการ และการควบคุมในโครงสร้างเดียวกัน เพื่อสะท้อนธรรมชาติของระบบจริงในโลจิสติกส์สาธารณะเมือง

4) LP ในฐานะผลลัพธ์เชิงระบบ

ประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์มักถูกอธิบายผ่านมิติเวลา ต้นทุน และปริมาณงาน ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยด้านการจัดส่งที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลพบว่าการจัดการมิติเวลามีผลต่อความพึงพอใจและความน่าเชื่อถือของบริการ (Malhotra & Kharub, 2024; Yang et al., 2025) ขณะที่มิติต้นทุนสะท้อนประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและความสามารถในการควบคุมค่าใช้จ่าย (Abrahamsson & Aronsson, 1999; Jiang, 2024) และมิติปริมาณงานสะท้อนความสามารถในการรองรับความต้องการที่ผันผวนและการปรับขนาดของระบบ (Lee et al., 2016; Yang et al., 2025)

ขณะเดียวกัน ปัจจัยเชิงโครงสร้างและเชิงพื้นที่ เช่น โครงสร้างพื้นฐาน ศุลกากร และบริบททางเศรษฐกิจสามารถส่งผลต่อ LP อย่างมีนัยสำคัญ (Bayraktar et al., 2024; Song & Ma, 2024) ซึ่งพบว่า LP ควรอยู่ในกรอบแบบองค์รวมมากกว่าการวัดแบบแยกมิติ ดังนั้น LP ควรถูกพิจารณาเป็น FHOC สะท้อนผลลัพธ์เชิงระบบในบริบทเมืองที่มีความซับซ้อน

5) การสังเคราะห์เชิงทฤษฎีและเหตุผลของกรอบแบบจำลององค์ประกอบเชิงลำดับชั้น (Hierarchical Component Model: HOC) ภายใต้ PLS-SEM

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น แม้งานวิจัยก่อนหน้าจะมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงกิจกรรม แต่ยังมิได้ทดสอบการบูรณาการองค์ประกอบย่อยในฐานะสมรรถนะเชิงระบบระดับสูงขององค์กรภาครัฐอย่างเป็นทางการ แต่ยังขาดการยืนยันเชิงโครงสร้างในบริบทโลจิสติกส์สาธารณะเมือง โดยเฉพาะการจัดโครงสร้างสมรรถนะและผลลัพธ์ในรูปแบบลำดับชั้นที่สะท้อนธรรมชาติของระบบจริง ดังนั้น การใช้กรอบ HOC จึงมีความเหมาะสมเพื่ออธิบายว่า WTC และ LP เป็น “สมรรถนะเชิงองค์ประกอบระดับสูง” ที่เกิดจากองค์ประกอบย่อยหลายด้าน และสามารถทดสอบความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างสมรรถนะระดับสูงกับผลลัพธ์เชิงประสิทธิภาพได้ในแบบจำลองเดียว ภายใต้ตรรกะเชิงทฤษฎีความสามารถเชิงระบบทำหน้าที่เป็นกลไกเชื่อมระหว่างฐานทรัพยากรและผลลัพธ์ด้านประสิทธิภาพในบริบทเมืองที่มีพลวัตสูง

การพัฒนาสมมติฐาน

1) ฐานทฤษฎี: จาก RBV สู่ DC และกลไกเชิงระบบ

การสังเคราะห์วรรณกรรมภายใต้กรอบ RBV และ DC พบว่าทรัพยากรจะก่อให้เกิดผลลัพธ์ด้านประสิทธิภาพได้ก็ต่อเมื่อถูกแปลงเป็นความสามารถเชิงระบบผ่านกระบวนการจัดการเชิงพลวัตที่สามารถบูรณาการ ปรับปรุง และจัดสรรทรัพยากรให้สอดคล้องกับบริบทที่เปลี่ยนแปลง (Yang & Lirn, 2017; Yu et al., 2017; Dovbischuk, 2022) ในการจัดการโลจิสติกส์สาธารณะเขตเมืองกลไกดังกล่าวมีความสำคัญเป็นพิเศษ เนื่องจากการดำเนินงานต้องเผชิญข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐาน ความผันผวนของปริมาณงาน และการประสานงานข้ามหน่วยงานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของระบบไม่สามารถอธิบายได้จากการพิจารณาทรัพยากรหรือกิจกรรมปฏิบัติการใดกิจกรรมหนึ่งแบบแยกส่วน (Özcan et al., 2023) ภายใต้กรอบ RBV–DC จึงมีเหตุผลเชิงทฤษฎีที่จะอธิบายผลการดำเนินงานของโลจิสติกส์เมืองผ่านความสามารถเชิงระบบ ที่แสดงถึงการบูรณาการองค์ประกอบหลายด้านเข้าด้วยกันอย่างเป็นองค์รวม

2) การกำหนด WTC เป็น FHOC

ภายใต้กรอบ DC WTC ถูกอธิบายในงานวิจัยนี้ในฐานะ FHOC ที่สะท้อนการบูรณาการความสามารถด้าน PRA, ORM และ CEV การกำหนดโครงสร้างดังกล่าวสอดคล้องกับวรรณกรรมด้านการวางแผนทรัพยากรแบบลำดับชั้นและการจัดสรรเชิงระบบ ซึ่งพบว่าการบูรณาการการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์และเชิงปฏิบัติการช่วยเพิ่ม

ประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและความสามารถในการตอบสนองของระบบ (Abaecherli et al., 2017; Ruefli & Storbeck, 1984; Olivares-Aguila et al., 2024) และงานวิจัยด้านการเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนของระบบขนส่งขยะ (Corbo & Glaus, 2019; Hmamed et al., 2023) และบทบาทของโครงสร้างการควบคุมและเทคโนโลยีในการเพิ่มเสถียรภาพของระบบโลจิสติกส์เมือง (Bui et al., 2023; Salah et al., 2025; Stoilov & Gegov, 1994)

ในการศึกษานี้องค์ประกอบทั้งสามด้านไม่ใช่สมมติฐานเชิงโครงสร้างแยกจากกันแต่ถูกกำหนดให้เป็นองค์ประกอบที่ร่วมกันก่อรูป WTC ตามตรรกะของแบบจำลองการวัดแบบก่อรูปซึ่งเหมาะสมกับแนวคิดที่มีธรรมชาติเป็นสมรรถนะเชิงบูรณาการโดยเฉพาะในบริบทองค์กรสาธารณะเมืองที่สมรรถนะโดยรวมเกิดจากการผสมผสานขององค์ประกอบหลายด้านมากกว่าการสะท้อนของมิติใดมิติหนึ่งเพียงด้านเดียว

3) การกำหนด LP เป็น FHOC

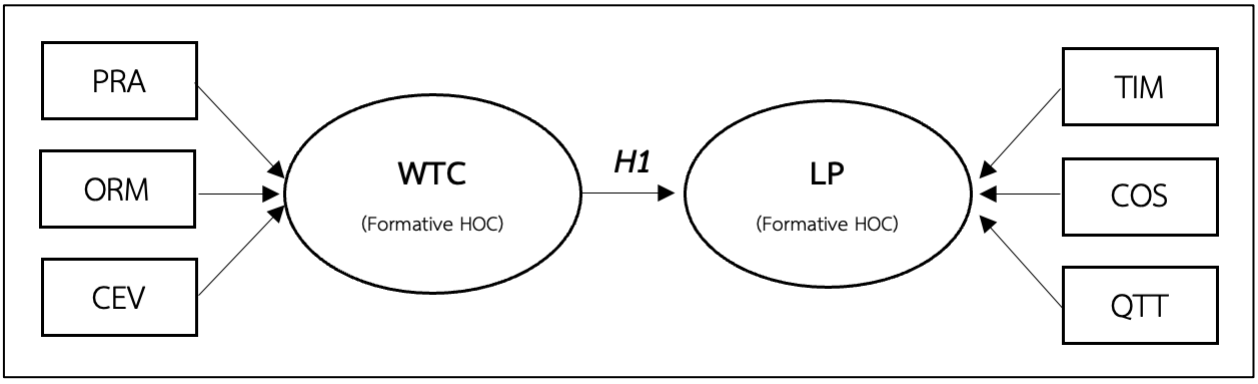
LP ถูกอธิบายในฐานะผลลัพธ์เชิงระบบที่สะท้อนผ่านมิติเวลา ต้นทุน และปริมาณงานซึ่งเป็นมิติที่แสดงผลการดำเนินงานที่แตกต่างกันและอาจเกิด trade-offs ระหว่างกันได้ การศึกษาด้านโลจิสติกส์สนับสนุนว่า TIM มีความสัมพันธ์กับความน่าเชื่อถือและคุณภาพการให้บริการ (Malhotra & Kharub, 2024; Yang et al., 2025) COS สะท้อนประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและการควบคุมค่าใช้จ่าย (Abrahamsson & Aronsson, 1999; Jiang, 2024) ขณะที่ QTT แสดงถึงความสามารถในการรองรับความผันผวนของอุปสงค์และการปรับขนาดของระบบ (Lee et al., 2016; Yang et al., 2025) นอกจากนี้ ยังพบว่าปัจจัยเชิงโครงสร้างและบริบทเชิงพื้นที่ของเมืองสามารถส่งผลต่อ LP อย่างมีนัยสำคัญ (Bayraktar et al., 2024; Song & Ma, 2024) ด้วยเหตุนี้ TIM, COS และ QTT จึงถูกกำหนดเป็นองค์ประกอบที่ร่วมกันก่อรูป LP ในฐานะ FHOC โดย ไม่ตั้งเป็นสมมติฐานเชิงโครงสร้างแยกมิติ เพื่อหลีกเลี่ยงการปนระหว่างตรรกะการวัดกับตรรกะเชิงโครงสร้างในการวิเคราะห์ PLS-SEM

4) สมมติฐานเชิงโครงสร้างหลัก

เมื่อ WTC ทำหน้าที่เป็นความสามารถเชิงระบบที่บูรณาการ PRA, ORM และ CEV จึงมีเหตุผลเชิงทฤษฎีว่าความสามารถดังกล่าวจะส่งผลต่อ LP ในภาพรวม ซึ่งสะท้อน TIM, COS และ QTT (Abrahamsson & Aronsson, 1999; Bayraktar et al., 2024; Jiang, 2024; Lee et al., 2016; Malhotra & Kharub, 2024; Song & Ma, 2024; Yang et al., 2025) จากตรรกะเชิงทฤษฎีดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงตั้งสมมติฐานเชิงโครงสร้างหลักเพื่อทดสอบความสัมพันธ์ในระดับโครงสร้างลำดับสูง ดังนี้

H1: *WTC มีอิทธิพลเชิงบวกต่อ LP ในระบบสาธารณะเขตเมือง*

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดกำหนดให้ WTC เป็น FHOC ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 3 มิติ ได้แก่ การวางแผนและการจัดสรรทรัพยากร (PRA) การปฏิบัติการและการบริหารเส้นทาง (ORM) และการควบคุมและประเมินผล (CEV) ขณะที่ LP เป็น FHOC ซึ่งเกิดจากมิติเวลา (TIM) ต้นทุน (COS) และปริมาณงาน (QTT) ทั้งนี้ WTC ถูกกำหนดให้มีอิทธิพลโดยตรงต่อ LP เพื่ออธิบายกลไกการแปรรูปทรัพยากรและการบูรณาการกระบวนการสู่ LP ในเขตเมือง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณลักษณะเชิงอธิบายมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่าง WTC และ LP ในบริบทระบบสาธารณะเขตเมือง กรอบแนวคิดพัฒนาภายใต้แนวคิด RBV และ DC โดยกำหนดให้ WTC และ LP เป็น FHOC แบบ HCM และวิเคราะห์ด้วยเทคนิค PLS-SEM ซึ่งเหมาะสมกับการวิจัยที่มุ่งเน้นการพยากรณ์และแบบจำลองที่มีโครงสร้างซับซ้อน (Hair et al., 2022; Sarstedt et al., 2019)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ บุคลากรที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการและการขนส่งขยะในเขตชุมชนเมืองจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ครอบคลุมผู้บริหาร ผู้ปฏิบัติงาน และผู้มีหน้าที่วางแผนหรือควบคุมระบบขนส่งขยะในเขตเทศบาลพระนครศรีอยุธยา กลุ่มตัวอย่างจำนวน 290 ราย คัดเลือกด้วยวิธีการคัดเลือกแบบเจาะจงโดยกำหนดเกณฑ์ว่าผู้ตอบต้องมีประสบการณ์เกี่ยวข้องกับระบบไม่น้อยกว่า 1 ปี เพื่อให้มั่นใจในความเข้าใจเชิงปฏิบัติการ ขนาดตัวอย่างสอดคล้องกับข้อเสนอด้านอำนาจการทดสอบทางสถิติและความซับซ้อนของแบบจำลองตามแนวทางของ Hair et al. (2022)

เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือเป็นแบบสอบถามมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Likert, 1932) พัฒนาจากการทบทวนวรรณกรรม RBV และ DC ตัวแปรลำดับแรกถูกกำหนดเป็นแบบสะท้อน ขณะที่ตัวแปรลำดับสูง (WTC และ LP) ถูกกำหนดเป็นแบบก่อรูป แต่ละมิติประกอบด้วย 4 รายการคำถาม รวม 24 รายการ แบบสอบถามผ่านการตรวจสอบ IOC โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน (≥ 0.80 ทุกข้อ) และทดสอบนำร่อง 30 ตัวอย่าง ค่าสัมประสิทธิ์ Cronbach’s alpha ≥ 0.70 ทุกมิติ แสดงถึงความเชื่อมั่นเบื้องต้นที่ยอมรับได้

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การประมาณค่า HCM แบบสะท้อนการก่อรูป งานวิจัยใช้แนวทางประมาณค่าแบบสองขั้นตอนสำหรับการประมาณค่า HCM ตามข้อเสนอของ Hair et al. (2022) โดย ขั้นตอนที่ 1 ประมาณค่าแบบจำลองตัวแปรลำดับแรกแบบสะท้อน และบันทึกคะแนนตัวแปรแฝง และขั้นตอนที่ 2 นำคะแนนดังกล่าวมาใช้เป็นตัวชี้วัดของ FHOC วิธีนี้ช่วยลดปัญหาความซ้ำซ้อนของตัวชี้วัดและเพิ่มเสถียรภาพของค่าประมาณในแบบจำลองหลายมิติ (Sarstedt et al., 2019)

การประเมินความเที่ยงตรงเชิงรวมของโครงสร้างก่อรูป (Redundancy Analysis: RA) เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงบรรจบของ FHOC ได้ดำเนินการ RA โดยเชื่อมโยง WTC และ LP กับตัวชี้วัดภาพรวมเชิงสะท้อน ได้แก่ WTCG และ LPG ตามลำดับ ตัวชี้วัดภาพรวมแต่ละตัวประกอบด้วย 1 ข้อคำถาม วัดด้วยมาตรประมาณค่าแบบ Likert 5 ระดับ ออกแบบให้สะท้อนการประเมินสมรรถนะโดยรวมและประสิทธิภาพโดยรวมของระบบตามแนวทางของ Hair et al. (2022) ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางจาก FHOC ไปยังตัวชี้วัดภาพรวมเชิงสะท้อน ควรมีค่า ≥ 0.70 เพื่อสนับสนุนความเที่ยงตรงเชิงบรรจบอย่างเข้มงวด อย่างไรก็ตาม ค่า ≥ 0.50 สามารถยอมรับได้ในกรณีที่โครงสร้างมีความซับซ้อนและเป็นนามธรรมสูง โดยพิจารณาร่วมกับนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับตัวแปรแฝงแบบสะท้อน การประเมินแบบจำลองการวัดพิจารณาเกณฑ์ดังต่อไปนี้ ได้แก่ ค่า outer loadings ไม่น้อยกว่า 0.70 เพื่อยืนยันความเหมาะสมของตัวชี้วัดรายข้อ ค่า composite reliability (CR) ไม่น้อยกว่า 0.70 เพื่อประเมินความเชื่อมั่นเชิงรวมของโครงสร้าง ค่า average variance extracted (AVE) ไม่น้อยกว่า 0.50 เพื่อยืนยันความเที่ยงตรงเชิงบรรจบ (convergent validity) และความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (discriminant validity) ประเมินด้วยค่า Heterotrait–Monotrait ratio (HTMT) ซึ่งควรมีค่าน้อยกว่า 0.85 (Hair et al., 2022)

สำหรับ FHOC การประเมินแบบจำลองมุ่งพิจารณาน้ำหนักภายนอก (outer weights) ขององค์ประกอบย่อย พร้อมทดสอบนัยสำคัญทางสถิติด้วยวิธี bootstrapping โดยรายงานค่า t-value และ p-value นอกจากนี้ได้ตรวจสอบปัญหาความสัมพันธ์พหุคูณระหว่างองค์ประกอบด้วยค่า Variance Inflation Factor (VIF) ซึ่งควรมีค่าน้อยกว่า 3.3 เพื่อยืนยันว่าไม่เกิดปัญหา multicollinearity ทั้งนี้ ผลการประเมินทั้งหมดถูกรายงานอย่างละเอียดในตารางผลการวิเคราะห์

การประเมินแบบจำลองโครงสร้างมุ่งทดสอบความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่างตัวแปรแฝง โดยใช้วิธี bootstrapping จำนวน 5,000 ตัวอย่างย่อยแบบ two-tailed ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อประเมินนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (Hair et al., 2022) การตีความผลลัพธ์พิจารณาจาก (1) ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (path coefficients) เพื่อประเมินทิศทางและขนาดของความสัมพันธ์ (2) ค่า R^2 เพื่อประเมินระดับความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตาม (3) ค่า f^2 เพื่อประเมินขนาดอิทธิพลเชิงสัมพัทธ์ของตัวแปรอิสระ และ (4) ค่า Stone–Geisser's Q^2 เพื่อประเมินความสามารถในการพยากรณ์ของแบบจำลอง (Sarstedt et al., 2019) ทั้งนี้ การประเมินแบบจำลองพิจารณาทั้งความมีนัยสำคัญทางสถิติและขนาดอิทธิพลร่วมกัน เพื่อให้การอธิบายผลสอดคล้องกับกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี (5) ค่า Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) ของแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 0.074 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ 0.08 ตามข้อเสนอของ Hair et al. (2022) แสดงว่าแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ ในบริบทของ PLS-SEM ค่า SRMR ถูกใช้เป็นดัชนีสนับสนุนการประเมินความเหมาะสมของแบบจำลองร่วมกับตัวชี้วัดเชิงพยากรณ์อื่น ๆ

การตรวจสอบอคติจากวิธีการเก็บข้อมูล

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้รวบรวมข้อมูลจากแหล่งเดียว (single-source data) และใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือหลัก จึงอาจมีความเสี่ยงต่ออคติจากวิธีการเก็บข้อมูล (Common Method Bias: CMB) เพื่อควบคุมและตรวจสอบความเป็นไปได้ดังกล่าว งานวิจัยได้ดำเนินการประเมินด้วยวิธี full collinearity assessment โดยพิจารณาค่า Variance Inflation Factor (VIF) ของตัวแปรแฝงทั้งหมด ซึ่งควรมีค่าน้อยกว่า 3.3 ตามเกณฑ์ที่เสนอโดย Hair et al. (2022)

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการรับรองจริยธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา หมายเลขการรับรอง COE. 2-048/2026

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้จำนวน 290 ราย ครอบคลุมผู้มีบทบาทหลักในการดำเนินงานด้านการขนส่งขยะในระบบสาธารณะเขตเมือง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยแบ่งเป็นระดับปฏิบัติการร้อยละ 52 ระดับหัวหน้างานร้อยละ 31 และระดับผู้บริหารร้อยละ 17 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 57.9

และอยู่ในช่วงอายุ 36–50 ปี ร้อยละ 44.8 รองลงมาคืออายุ 51 ปีขึ้นไป ร้อยละ 28.3 และ 25–35 ปี ร้อยละ 26.9 ทั้งนี้ ร้อยละ 61.4 มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 10 ปี แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผู้มีบทบาทและประสบการณ์เชิงปฏิบัติการและเชิงบริหารในระบบจริง นอกจากนั้นไม่พบข้อมูลสูญหาย ตัวแปรทุกตัวมีการกระจายค่าภายในช่วงมาตรประมาณค่า 1–5 และไม่ปรากฏลักษณะการกระจุกตัวที่ปลายสเกลอย่างรุนแรง สะท้อนถึงคุณภาพของข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค PLS-SEM

ตารางที่ 1 ผลการประเมินแบบจำลองการวัด Outer Loadings

Construct	Indicator	Outer loading
PRA	PRA1	0.867
	PRA2	0.834
	PRA3	0.834
	PRA4	0.860
ORM	ORM1	0.816
	ORM2	0.853
	ORM3	0.866
	ORM4	0.829
CEV	CEV1	0.842
	CEV2	0.858
	CEV3	0.890
	CEV4	0.865
TIM	TIM1	0.715
	TIM2	0.823
	TIM3	0.828
	TIM4	0.826
COS	COS1	0.799
	COS2	0.758
	COS3	0.790
	COS4	0.802
QTT	QTT1	0.781
	QTT2	0.827
	QTT3	0.839
	QTT4	0.824

ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์พหุคูณแบบเต็ม (CMB Test)

Construct	VIF
PRA	1.12
ORM	1.09
CEV	1.15
TIM	1.18
COS	1.07
QTT	1.21
WTC	1.34
LP	1.29

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงเชิงบรรจบของแบบจำลองการวัด (CR, AVE)

Construct	CR	AVE
PRA	0.913	0.723
ORM	0.911	0.718
CEV	0.922	0.746
TIM	0.876	0.639
COS	0.867	0.620
QTT	0.890	0.669

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความเที่ยงตรงเชิงจำแนก HTMT

	PRA	ORM	CEV	TIM	COS	QTT
PRA	—	0.055	0.043	0.228	0.203	0.220
ORM	0.055	—	0.041	0.174	0.076	0.160
CEV	0.043	0.041	—	0.164	0.202	0.155
TIM	0.228	0.174	0.164	—	0.255	0.384
COS	0.203	0.076	0.202	0.255	—	0.165
QTT	0.220	0.160	0.155	0.384	0.165	—

หมายเหตุ รายงานจาก bootstrapping CI (เช่น 95% CI ไม่คร่อม 1)

จากตารางที่ 1-4 แบบจำลองการวัดระดับลำดับแรกแบบสะท้อนได้รับการประเมินในด้านความเชื่อมั่นของตัวชี้วัด ความเชื่อมั่นภายใน ความเที่ยงตรงเชิงรวม และความเที่ยงตรงเชิงจำแนก ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวชี้วัดทั้งหมดมีค่า outer loadings อยู่ในช่วง 0.715–0.890 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่แนะนำไว้ที่ 0.70 แสดงถึงความเชื่อมั่นของตัวชี้วัดในระดับที่ยอมรับได้ นอกจากนี้ ความเชื่อมั่นภายในของตัวแปรแฝงได้รับการสนับสนุนโดยค่า CR อยู่ในช่วง 0.867–0.922 ขณะที่ค่า AVE อยู่ในช่วง 0.620–0.746 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 0.50 ทุกมิติ

สะท้อนถึงความเที่ยงตรงเชิงรวมที่เหมาะสม สำหรับความเที่ยงตรงเชิงจำแนก เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ HTMT พบว่าค่าทุกคู่มีค่าน้อยกว่า 0.85 โดยคู่ที่มีค่าสูงสุดคือระหว่าง TIM และ QTT (HTMT = 0.384) แสดงให้เห็นว่าตัวแปรแฝงแต่ละมิติสามารถจำแนกออกจากกันได้อย่างชัดเจน

ตารางที่ 5 ผลการประเมิน FHOC (Bootstrapping = 5,000)

(A) WTC (Formative): PRA, ORM, CEV

Indicator ⟶ WTC	Outer weight	t-value	p-value	VIF
PRA	0.697	9.271	< 0.001	1.002
ORM	0.533	5.877	< 0.001	1.001
CEV	0.479	5.290	< 0.001	1.001

(B) LP (Formative): TIM, COS, QTT

Indicator ⟶ LP	Outer weight	t-value	p-value	VIF
TIM	0.701	10.835	< 0.001	1.145
COS	0.493	6.739	< 0.001	1.050
QTT	0.516	6.791	< 0.001	1.117

หมายเหตุ VIF เป็นผลจาก two-stage scores ซึ่งมักลด collinearity

จากตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ RA ถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงรวมของ FHOC โดยเชื่อมโยง WTC และ LP กับตัวแปรสะท้อนเชิงภาพรวม (WTCG และ LPG) ที่ได้รับการกำหนดให้เป็นมาตรวัดภาพรวมของแต่ละโครงสร้าง ทั้งนี้ ตัวชี้วัดภาพรวมดังกล่าวถูกพัฒนาโดยระบุจำนวนข้อคำถาม เนื้อหาที่ครอบคลุม และมาตรประมาณค่าที่ใช้วัดอย่างชัดเจน เพื่อให้สามารถประเมินความสอดคล้องระหว่างโครงสร้างก่อรูปและการรับรู้ภาพรวมได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความซ้ำซ้อน สำหรับ FHOC

Path	β	t-value	p-value	R^2
WTC ⟶ WTCG	0.513	12.936	< 0.001	0.263
LP ⟶ LPG	0.703	25.098	< 0.001	0.495

จากตารางที่ 6 พบว่าการประมาณค่า FHOC ดำเนินการด้วยวิธี two-stage approach โดยกำหนดให้ WTC ประกอบด้วย PRA, ORM และ CEV และกำหนดให้ LP ประกอบด้วย TIM, COS และ QTT ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวชี้วัดก่อรูปทั้งหมดมีค่า outer weights ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) และไม่พบปัญหาความสัมพันธ์ซ้ำซ้อนระหว่างตัวแปร โดยค่า VIF อยู่ในช่วง 1.001–1.145 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนี้ได้ทำการวิเคราะห์ RA เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงรวมของ FHOC โดยใช้ตัวแปรสะท้อนเชิงภาพรวม (global reflective measures) ผลการวิเคราะห์พบว่า เส้นทาง LP ส่งผลต่อ LPG มีค่าสัมประสิทธิ์สูงและมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta = 0.703$, $p < 0.001$) ขณะที่เส้นทาง WTC ส่งผลต่อ WTCG มีค่าสัมประสิทธิ์ในระดับปานกลางแต่ยังคงมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta = 0.513$, $p < 0.001$) ค่า 0.513 ยังอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้สำหรับโครงสร้างซับซ้อนทุกมิติมีนัยสำคัญ ซึ่งสะท้อนว่าตัวชี้วัดภาพรวมของ WTC เป็น capability แบบ “multifaceted” ที่ผู้ตอบยาก

จะสรุปเป็น 1 ข้อ จึงทำให้ RA จึงต่ำ และใช้หลักฐานเสริม: outer weights ทุกมิติมีนัยสำคัญ + VIF ต่ำ (แต่ยอมรับว่า convergent validity ของ WTC ระดับปานกลาง)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเชิงโครงสร้าง (Path, R^2, Q^2, f^2)

Path	β	t-value	p-value	R^2 (LP)	Q^2 (LP)*	f^2
WTC ⟶ LP	0.380	7.699	< 0.001	0.144	0.142	0.169

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้างแสดงให้เห็นว่า WTC มีอิทธิพลเชิงบวกและมีนัยสำคัญทางสถิติต่อ LP (β = 0.380, t = 7.699, p < 0.001) แบบจำลองสามารถอธิบายความแปรปรวนของ LP ได้ร้อยละ 14.4 (R^2 = 0.144) นอกจากนี้ แบบจำลองยังแสดงศักยภาพในการพยากรณ์ (predictive relevance) โดยมีค่า Q^2 เท่ากับ 0.142 ซึ่งมีค่ามากกว่าศูนย์ และขนาดอิทธิพลของ WTC ต่อ LP อยู่ในระดับปานกลาง (f^2 = 0.169) สะท้อนว่า WTC มีบทบาทเชิงอธิบายที่มีความหมาย แม้จะไม่ใช่ปัจจัยหลักเพียงประการเดียวที่กำหนดประสิทธิภาพโลจิสติกส์เมือง

ตารางที่ 8 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบจำลอง (Model Fit): ค่า SRMR

ดัชนีความสอดคล้องของแบบจำลอง	ค่าที่ได้	เกณฑ์อ้างอิง	การตีความ
SRMR	0.074	< 0.08 (Hair et al., 2022)	อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

จากตารางที่ 8 ค่า SRMR เท่ากับ 0.074 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ 0.08 ตามข้อเสนอของ Hair et al. (2022) แสดงว่าแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ ในบริบทของ PLS-SEM ค่า SRMR ถูกใช้เป็นดัชนีสนับสนุนการประเมินความเหมาะสมของแบบจำลอง และควรพิจารณาร่วมกับตัวชี้วัดด้านการอธิบายและการพยากรณ์ เช่น R^2, f^2 และ Q^2 เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบจำลองอย่างรอบด้าน

ตารางที่ 9 ผลการประเมินความสามารถในการพยากรณ์ด้วย PLSpredict (10-fold CV)

ตัวชี้วัดของ LP	Q^2_predict	RMSE (PLS)	RMSE (LM)	ผลเปรียบเทียบ
TIM1	0.002	1.368	1.369	PLS < LM
TIM2	0.032	1.324	1.329	PLS < LM
TIM3	0.018	1.321	1.330	PLS < LM
TIM4	0.031	1.433	1.444	PLS < LM
COS1	-0.038	1.368	1.370	PLS < LM
COS2	-0.009	1.333	1.338	PLS < LM
COS3	-0.005	1.350	1.350	PLS < LM
COS4	-0.005	1.390	1.384	PLS ≥ LM
QTT1	0.044	1.335	1.339	PLS < LM
QTT2	-0.003	1.427	1.427	PLS ≥ LM
QTT3	0.016	1.373	1.381	PLS < LM
QTT4	-0.020	1.411	1.418	PLS < LM

จากตารางที่ 9 แสดงการประเมินความสามารถในการพยากรณ์ของแบบจำลองดำเนินการด้วยเทคนิค **PLSpredict** โดยใช้กระบวนการ cross-validation แบบ 10-fold และเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนรากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Squared Error: RMSE) ระหว่างโมเดล PLS และโมเดลเชิงเส้น (Linear Model: LM) ซึ่งใช้เป็นแบบจำลองอ้างอิงสำหรับการประเมินความแม่นยำในการพยากรณ์นอกกลุ่มตัวอย่าง (out-of-sample prediction) ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่า Q^2_predict ของตัวชี้วัดส่วนใหญ่มีค่าเป็นบวก แม้บางรายการมีค่าใกล้ศูนย์หรือเป็นลบเล็กน้อย แสดงว่าแบบจำลองมีความสามารถในการพยากรณ์ในระดับจำกัดถึงปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับระดับค่า R^2 ที่อยู่ในระดับไม่สูง ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบค่า RMSE พบว่าแบบจำลอง PLS ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าแบบจำลอง LM แสดงว่าโครงสร้างเชิงทฤษฎีที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าแบบจำลองพื้นฐาน ดังนั้น ผลการประเมินด้วย PLSpredict สนับสนุนว่าแบบจำลองมีความสามารถในการพยากรณ์ในระดับที่ยอมรับได้เชิงบริบทโดยควรตีความควบคู่กับตัวชี้วัดด้านการอธิบายความแปรปรวนและนัยสำคัญของเส้นทางเชิงโครงสร้าง

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาสนับสนุนความเหมาะสมของ HCM ภายใต้กรอบ RBV และ DC ในการอธิบาย WTC และ LP ในบริบทระบบสาธารณะเขตเมือง

(1) โครงสร้างลำดับสูงของ WTC ผลการประเมินโครงสร้างลำดับสูงแบบก่อรูปแสดงว่าองค์ประกอบด้าน PRA, ORM และ CEV มีน้ำหนักเชิงก่อรูปอย่างมีนัยสำคัญต่อ WTC สะท้อนว่า WTC เป็นความสามารถเชิงระบบที่เกิดจากการบูรณาการองค์ประกอบย่อยหลายมิติ มากกว่าการพึ่งพาทรัพยากรหรือกิจกรรมเดี่ยว ผลดังกล่าวสอดคล้องกับ RBV ที่เน้นการจัดการทรัพยากรเชิงกลยุทธ์ (Yang & Lirn, 2017) และ DC ที่อธิบายความสามารถในการบูรณาการและปรับโครงสร้างทรัพยากรภายใต้ความไม่แน่นอน (Özcan et al., 2023) โดยเฉพาะในบริบทโลจิสติกส์เมืองที่มีความซับซ้อนเชิงพื้นที่และเวลา (Hmamed et al., 2023; Stoilov & Gegov, 1994)

(2) อิทธิพลของ WTC ต่อ LP ผลการวิเคราะห์โครงสร้างพบว่า WTC มีอิทธิพลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อ LP (β = 0.380, $p < 0.001$) แสดงให้เห็นว่าความสามารถเชิงระบบมีบทบาทในการยกระดับผลลัพธ์ด้านเวลา ต้นทุน และปริมาณงาน สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่าทรัพยากรจะสร้างคุณค่าได้เมื่อถูกแปรรูปผ่านความสามารถเชิงดำเนินการ (Manzoor et al., 2021; Yu et al., 2017) แม้ค่า R^2 ของ LP อยู่ในระดับไม่สูง (R^2 = 0.144) แต่ยังสะท้อนความสามารถในการอธิบายที่มีนัยสำคัญภายใต้บริบทเมืองซึ่งมีปัจจัยแทรกซ้อนจำนวนมาก เช่น โครงสร้างพื้นฐาน การจราจร และข้อจำกัดด้านงบประมาณ (Bayraktar et al., 2024; Song & Ma, 2024) ประกอบกับขนาดอิทธิพลระดับปานกลาง (f^2 = 0.169) และค่าความสามารถในการพยากรณ์เชิงบวก ($Q^2 > 0$) จึงสนับสนุนความเหมาะสมของแบบจำลองในเชิงอธิบายและพยากรณ์

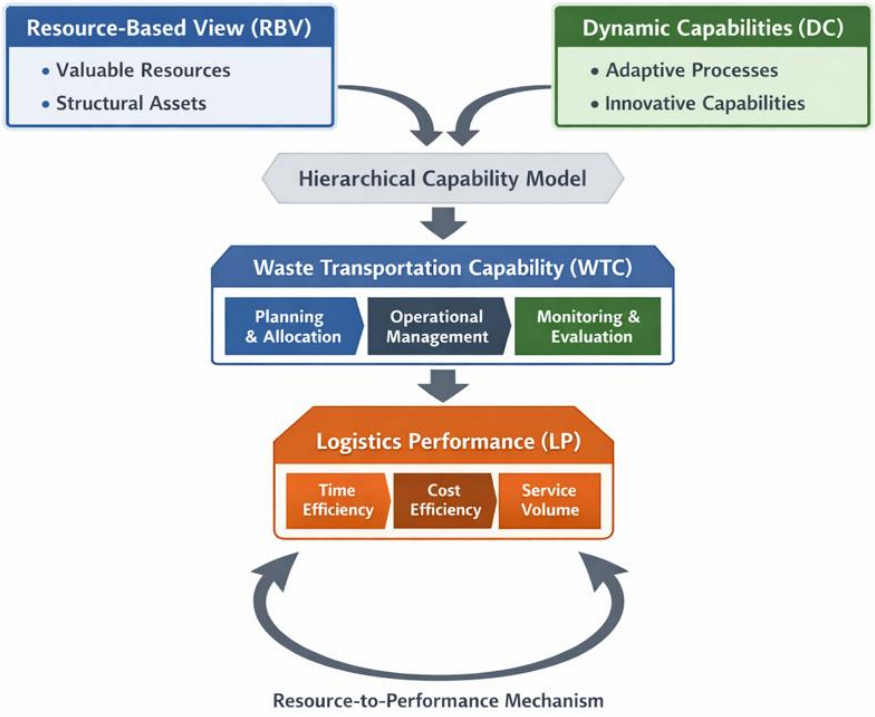
(3) โครงสร้างลำดับสูงของ LP ผลการวิเคราะห์พบว่า TIM, COS และ QTT มีน้ำหนักเชิงก่อรูปอย่างมีนัยสำคัญต่อ LP สนับสนุนการมอง LP ในฐานะผลลัพธ์เชิงระบบที่เกิดจากการประสานมิติการดำเนินงานหลายด้าน วรรณกรรมระบุว่ามิติเวลาส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของบริการ (Jiang, 2024; Malhotra & Kharub, 2024; Yang et al., 2025) มิติต้นทุนเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร (Abrahamsson & Aronsson, 1999) และมิติปริมาณสะท้อนความสามารถในการรองรับความผันผวนของอุปสงค์ (Lee et al., 2016) ผลการศึกษานี้จึงสนับสนุนแนวคิดแบบองค์รวมของ LP ภายใต้กรอบ RBV–DC

(4) นัยเชิงทฤษฎี งานวิจัยนี้ขยายกรอบ RBV และ DC ไปสู่บริบทโลจิสติกส์สาธารณะเมือง โดยเสนอว่า WTC ทำหน้าที่เป็นกลไกเชิงระบบในการแปรรูป PRA และ ORM สู่ LP การยืนยันโครงสร้างลำดับสูงแบบก่อรูป

ของทั้ง WTC และ LP ช่วยเสริมความชัดเจนเชิงแนวคิดเกี่ยวกับบทบาทของความสามารถระดับสูงในองค์กรภาครัฐ ซึ่งต้องเผชิญข้อจำกัดด้านเทคโนโลยี การประสานงานข้ามหน่วยงาน และงบประมาณ (Bui et al., 2023; Salah et al., 2025) ดังนั้น ผลการศึกษาพบว่าการเพิ่มประสิทธิภาพโลจิสติกส์ในระบบสาธารณะเมืองจำเป็นต้องมุ่งพัฒนาความสามารถเชิงระบบผ่านการบูรณาการองค์ประกอบย่อยอย่างต่อเนื่อง มากกว่าการปรับปรุงกิจกรรมปฏิบัติการแบบแยกส่วน

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

งานวิจัยนี้สร้างองค์ความรู้ใหม่โดยปรับกรอบการอธิบายสมรรถนะในระบบโลจิสติกส์สาธารณะจากการวิเคราะห์เชิงองค์ประกอบย่อยไปสู่การอธิบายในฐานะสมรรถนะเชิงระบบ (system-level capability) ผ่านการพัฒนาและทดสอบ HCM ของ WTC ในลักษณะ FHOC การกำหนดเชิงโครงสร้างดังกล่าวแตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้าที่วัด PRA, ORM และ CEV แบบแยกส่วน และตีความผลลัพธ์ในระดับกิจกรรมปฏิบัติการโดยมิได้ทดสอบการรวมตัวขององค์ประกอบย่อยในฐานะความสามารถเชิงระบบอย่างเป็นทางการ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมิได้เพียงยืนยันความสัมพันธ์ระหว่าง WTC และ LP แต่ได้ยกระดับกรอบการอธิบายไปสู่ระดับสมรรถนะเชิงโครงสร้างที่สามารถสะท้อนกลไกการแปรรูปทรัพยากรในระบบเมืองได้อย่างเป็นระบบ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ประสิทธิภาพโลจิสติกส์ของระบบสาธารณะเมือง ภายใต้กรอบ RBV และ DC

จากภาพที่ 2 องค์ความรู้ใหม่สามารถสรุปได้ในสามมิติสำคัญ ได้แก่

ประการแรก: การชี้แจงเชิงแนวคิด (Construct Clarification) งานวิจัยนี้ทำให้ธรรมชาติแบบบูรณาการของสมรรถนะในบริบทภาครัฐมีความชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเสนอว่าสมรรถนะมิใช่ผลรวมเชิงเส้นของกิจกรรมย่อย หากแต่เป็นโครงสร้างเชิงระบบที่เกิดจากการจัดเรียงและประสานองค์ประกอบย่อยอย่างมีพลวัต การกำหนด WTC ในฐานะ FHOC ช่วยลดความคลาดเคลื่อนเชิงแนวคิดที่อาจเกิดขึ้นเมื่อวัดองค์ประกอบย่อยแบบแยกส่วน และทำให้การตีความสอดคล้องกับกรอบ RBV และ DC มากขึ้น

ประการที่สอง: การขยายขอบเขตเชิงทฤษฎี (Theoretical Extension) ผลการวิเคราะห์เชิงโครงสร้างแสดงหลักฐานเชิงประจักษ์ว่า ความสามารถเชิงระบบใน WTC มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับ LP ซึ่งสะท้อนผ่านมิติ TIM, COS และ QTT ข้อค้นพบนี้ช่วยขยายขอบเขตการประยุกต์ใช้ RBV และ DC จากบริบทองค์กรธุรกิจเอกชนไปสู่ระบบโลจิสติกส์สาธารณะระดับเมือง โดยแสดงให้เห็นว่ากลไกการแปรรูปทรัพยากรผ่านสมรรถนะเชิงระบบสามารถอธิบายผลการดำเนินงานของหน่วยงานภาครัฐได้ภายใต้ข้อจำกัดเชิงสถาบันและเชิงพื้นที่

ประการที่สาม: การอธิบายเชิงกลไก (Mechanism Elaboration) งานวิจัยนี้เสนอคำอธิบายเชิงกลไกที่ชัดเจนเกี่ยวกับบทบาทของ PRA, ORM และ CEV ในการลดแรงเสียดทานเชิงทรัพยากรและข้อจำกัดเชิงโครงสร้างของระบบเมือง โดยแสดงให้เห็นว่าการประสานองค์ประกอบย่อยเป็นเงื่อนไขสำคัญของการเพิ่มประสิทธิภาพมากกว่าการปรับปรุงกิจกรรมปฏิบัติการแบบแยกส่วน ข้อค้นพบนี้ช่วยเปลี่ยนจุดเน้นจากการเพิ่มประสิทธิภาพรายกิจกรรมไปสู่การพัฒนาสถาปัตยกรรมสมรรถนะของระบบซึ่งมีนัยสำคัญต่อการออกแบบนโยบายและการบริหารจัดการโลจิสติกส์สาธารณะในบริบทประเทศกำลังพัฒนา

ดังนั้น งานวิจัยนี้มิได้เพียงยืนยันความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่าง WTC และ LP เท่านั้น แต่ได้ปรับละเอียดกรอบอธิบายเชิงทฤษฎีของโลจิสติกส์สาธารณะให้เคลื่อนจากระดับกิจกรรมสู่ระดับสมรรถนะเชิงระบบที่ช่วยเพิ่มความชัดเจนเชิงแนวคิด ลดความคลุมเครือเชิงโครงสร้าง และขยายขอบเขตการประยุกต์ใช้ทฤษฎี RBV และ DC ในบริบทเมืองของประเทศกำลังพัฒนาอย่างมีหลักฐานเชิงประจักษ์รองรับ

สรุป

การวิจัยนี้พัฒนาและทดสอบแบบจำลององค์ประกอบเชิงลำดับชั้นภายใต้กรอบแนวคิด RBV และ DC เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง WTC และ LP ในระบบสาธารณะเขตเมือง โดยกำหนดให้ WTC และ LP เป็น FHOC และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค PLS-SEM จากกลุ่มตัวอย่าง 290 ราย ผลการศึกษายืนยันว่า PRA, ORM และ CEV มีบทบาทสำคัญในการก่อรูป WTC และ WTC มีอิทธิพลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อ LP แม้ค่าอำนาจการอธิบายจะอยู่ในระดับไม่สูง ($R^2 = 0.144$) แต่แบบจำลองมีขนาดอิทธิพลและความสามารถในการพยากรณ์เชิงบวก สะท้อนว่าความสามารถเชิงระบบทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญในการแปรรูปทรัพยากรและกระบวนการย่อยสู่ LP ในบริบทโลจิสติกส์สาธารณะเมือง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการวิจัยพบว่าการเพิ่มประสิทธิภาพโลจิสติกส์ในระบบสาธารณะเขตเมืองควรมุ่งพัฒนา WTC มากกว่าการปรับปรุงกิจกรรมปฏิบัติการแบบแยกส่วน หน่วยงานภาครัฐควรลงทุนในกลไกการบูรณา PRA, ORM และ CEV ให้เชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการใช้ข้อมูลแบบเรียลไทม์เพื่อสนับสนุนการจัดเส้นทางและการตัดสินใจเชิงปฏิบัติการ

ในเชิงนโยบาย การออกแบบระบบขนส่งขยะควรให้ความสำคัญกับโครงสร้างการบริหารแบบลำดับชั้นที่ชัดเจน การประสานงานข้ามหน่วยงาน และการพัฒนาศักยภาพบุคลากรควบคู่กับการลงทุนด้านเทคโนโลยี ทั้งนี้ผลการศึกษาสะท้อนว่าความสามารถเชิงระบบมีบทบาทต่อผลลัพธ์ TIM, COS และ QTT อย่างมีนัยสำคัญ จึงควรถูกบรรจุเป็นตัวชี้วัดเชิงกลยุทธ์ในการประเมินผลการดำเนินงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

แม้ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า WTC มีอิทธิพลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อ LP แต่ค่า R^2 ของ LP อยู่ในระดับไม่สูง (0.144) ซึ่งสะท้อนว่าประสิทธิภาพโลจิสติกส์ในบริบทเมืองอาจได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายนอกเพิ่มเติม เช่น คุณภาพโครงสร้างพื้นฐาน ความหนาแน่นของจราจร นโยบายท้องถิ่น และพฤติกรรมประชาชน การวิจัยในอนาคตควรบูรณาการตัวแปรบริบทดังกล่าวเข้าสู่แบบจำลอง เพื่อเพิ่มพลังการอธิบายเชิงโครงสร้าง นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลแบบภาคตัดขวางซึ่งจำกัดการตีความเชิงพลวัตของความสามารถในระยะยาว การศึกษาระยะยาวหรือการใช้ข้อมูลเชิงปฏิบัติการควบคู่กับการรับรู้ของผู้ตอบแบบสอบถาม อาจช่วยเพิ่มความแข็งแรงของหลักฐานเชิงประจักษ์และขยายความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกการพัฒนาความสามารถเชิงระบบในองค์กรภาครัฐ

เอกสารอ้างอิง

Abaecherli, M. L., Capón-García, E., Steinleitner, P., Weder, O., Szijjarto, A., & Hungerbühler, K. (2017). Hierarchical integration of planning and scheduling for industrial waste incineration. *Industrial & Engineering Chemistry Research, 56*(27), 7783–7798.

Abrahamsson, M., & Aronsson, H. (1999). Measuring logistics structure. *International Journal of Logistics: Research and Applications, 2*(3), 263–284.

Baquero, A. (2025). Leveraging green dynamic capabilities and institutional support for green technological innovation and performance: Evidence from Spanish manufacturing firms. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 32(6), 8481-8498.

Bayraktar, E., Eryarsoy, E., Kosanoglu, F., Acar, M. F., & Zaim, S. (2024). Unveiling the drivers of global logistics efficiency: Insights from cross-country analysis. *Sustainability, 16*(7), Article 2683.

Bui, T.-D., Tseng, J.-W., Tseng, M.-L., Wu, K.-J., & Lim, M. K. (2023). Municipal solid waste management technological barriers: A hierarchical structure approach in Taiwan. *Resources, Conservation and Recycling, 190*, 106842.

Corbo, R., & Glaus, M. (2019). Design of material transportation systems for sustainability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 75*, 13–22.

Dovbischuk, I. (2022). Innovation-oriented dynamic capabilities of logistics service providers, dynamic resilience and firm performance during the COVID-19 pandemic. *The International Journal of Logistics Management, 33*(2), 499–519.

Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2022). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM).* (3rd ed.). California: Sage.

Hmamed, H., Benghabrit, A., Cherrafi, A., & Hamani, N. (2023). Achieving a sustainable transportation system via economic, environmental, and social optimization: A comprehensive AHP-DEA approach from the waste transportation sector. *Sustainability, 15*(21), 15372.

Issa, A., Khadem, A., Alzubi, A., & Berberoglu, A. (2024). The path from green innovation to supply chain resilience: Do structural and dynamic supply chain complexity matter? *Sustainability, 16*(9), 3762.

Jiang, Q. (2024). Research on comprehensive evaluation model of supply chain and logistics performance based on economic management. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, 9*(1). 1-16.

Lee, H.-Y., Seo, Y.-J., & Dinwoodie, J. (2016). Supply chain integration and logistics performance: The role of supply chain dynamism. *The International Journal of Logistics Management, 27*(3), 668–685.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology, 22*(140), 1–55.

Malhotra, G., & Kharub, M. (2024). Elevating logistics performance: Harnessing the power of artificial intelligence in e-commerce. *The International Journal of Logistics Management*, *36*(1), 290-321.

Manzoor, U., Baig, S. A., Hashim, M., Sami, A., Rehman, H. U., & Sajjad, I. (2021). The effect of supply chain agility and lean practices on operational performance: A resource-based view and dynamic capabilities perspective. *The TQM Journal*, *34*(5), 1273-1297.

Olivares-Aguila, J., Vital-Soto, A., & Guerra-Vázquez, F. (2024). Bi-level programming and multi-objective optimization for the distribution of resources in hierarchical organizations. *Applied Mathematical Modelling, 125*, 167–188.

Özcan, S., Oflaç, B. S., Tokcaer, S., & Özpeynirci, Ö. (2023). Mastering timely deliveries using dynamic capabilities: Perspectives from logistics service providers and shippers. *The International Journal of Logistics Management*, *35*(5), 1653–1677.

Ruefli, T. W., & Storbeck, J. E. (1984). A model for resource allocation in complex hierarchies. *Socio-Economic Planning Sciences, 18*(1), 59–67.

Salah, M., Elbeltagi, E., Almoshaogeh, M., Alharbi, F., & Elnabwy, M. T. (2025). Identifying root causes and sustainable solutions for reducing construction waste using social network analysis. *Sustainability, 17*(17), 7638.

Sarstedt, M., Hair, J. F., Cheah, J. H., Becker, J. M., & Ringle, C. M. (2019). How to specify, estimate, and validate higher-order constructs in PLS-SEM. *Australasian Marketing Journal, 27*(3), 197–211.

Song, H., & Ma, Y. (2024). Measurement and spatial and temporal characterization of logistics efficiency—Based on a three-stage DEA model. *Heliyon, 10*(19), e38455.

Stoilov, T., & Gegov, A. (1994). Heuristic two-layer control structure for a class of transportation systems. *International Journal of Systems Science, 25*(2), 253–268.

Yang, C.-S., & Lirn, T.-C. (2017). Revisiting the resource-based view on logistics performance in the shipping industry. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 47*(9), 884–905.

Yang, C., Lee, Y., & Lee, C. (2025). Data-driven order consolidation with vehicle routing optimization. *Sustainability, 17*(3), 848.

Yu, W., Chavez, R., Jacobs, M. A., & Feng, M. (2017). Data-driven supply chain capabilities and performance: A resource-based view. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 114*, 371–385.