

ทิศทางงานวิจัยในอนาคต: การออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ Future Research Directions: Reverse Logistics Network Design

ปิยะวัฒน์ ชนนีธรรมกุล^{1*}
Piyawat Chanintrakul^{1*}

Abstract

Economic, environmental, and corporate social responsibility issues have significant impacts on the rapid development of reverse logistics research in both academia and business. Particularly, a variety of quantitative business models have been proposed to address reverse logistics network design, a key area of research in logistics. The objectives of this documentary research paper were to synthesize research papers on reverse logistics network design during the period 2009-2017 and identify future research gaps and opportunities. The methodology employed in this research was documentary research, and content analysis was employed for data analysis. Accessing three standard electronic databases including Science Direct, Emerald Insight, and Academic Search Complete, it was found that there were 41 relevant international journal papers published during period 2009-2017, and these papers had been categorized into four major research streams: 1) mixed-integer linear programming models for reverse logistics network design, 2) fuzzy programming models for reverse logistics network design, 3) stochastic models for reverse logistics network design and 4) an analysis of multi-agent

¹คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

¹Faculty of Logistics, Burapha University, Saensuk Sub-district, Mueang District, Chonburi Province 20131

*ผู้ให้การติดต่อ (Corresponding e-mail: p.chanintrakul@gmail.com)

รับบทความวันที่ 21 สิงหาคม 2562 แก้ไขวันที่ 9 ธันวาคม 2562 รับลงตีพิมพ์วันที่ 13 ธันวาคม 2562

character of reverse logistics network design.

Keywords: *Reverse Logistics, Closed-loop Supply Chain, Network Design, Quantitative Modeling, Documentary Research*

บทคัดย่อ

ประเด็นทางด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และความรับผิดชอบต่อสังคมมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการพัฒนาอย่างรวดเร็วของการวิจัยด้านโลจิสติกส์ย้อนกลับทั้งในแวดวงวิชาการและภาคธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบจำลองเชิงปริมาณทางธุรกิจจำนวนมากได้ถูกเสนอเพื่อออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ ซึ่งเป็นหนึ่งในสาขาสำคัญของการวิจัยด้านโลจิสติกส์ บทความวิจัยเชิงเอกสารฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อสังเคราะห์บทความวิจัยที่เกี่ยวกับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับในช่วงปี ค.ศ. 2009-2017 และ 2) เพื่อแนะนำงานวิจัยและโอกาสการทำวิจัยในอนาคต การวิจัยครั้งนี้ใช้การวิจัยเชิงเอกสารเป็นเครื่องมือในการวิจัยและใช้การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล จากการสืบค้นวารสารระดับนานาชาติโดยใช้ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่มีมาตรฐานจำนวน 3 ฐานข้อมูล ได้แก่ Science Direct, Emerald Insight และ Academic Search Complete พบว่า มีบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 41 เรื่อง ซึ่งตีพิมพ์ในช่วงปี ค.ศ. 2009-2017 และบทความวิจัยเหล่านี้สามารถจัดหมวดหมู่เป็น 4 สาขางานวิจัยที่สำคัญ ได้แก่ 1) แบบจำลองเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming Model) สำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ 2) แบบจำลองคลุมเครือหรือฟัซซี (Fuzzy Programming Model) สำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ 3) แบบจำลองสโตแคสติก (Stochastic Model) สำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ และ 4) การออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับโดยการวิเคราะห์ลักษณะผู้เล่นต่าง ๆ

คำสำคัญ: โลจิสติกส์ย้อนกลับ โซ่อุปทานแบบวงปิด การออกแบบเครือข่าย แบบจำลองเชิงปริมาณ การวิจัยเชิงเอกสาร

บทนำ

การวิจัยด้านโลจิสติกส์ย้อนกลับมีความสำคัญเนื่องจากผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจทั้งทางตรงและทางอ้อม การปฏิบัติตามกฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมและความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม (De Brito & Dekker, 2004) งานวิจัยของการจัดการโลจิสติกส์ย้อนกลับมีหลากหลายสาขา เช่น การออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ การพยากรณ์สินค้าคืน และการเก็บรวบรวมสินค้าคืน เป็นต้น (Dekker, Fleischmann, Inderfurth & Van Wassenhove, 2004) นอกจากนั้น Dowlatshahi (2000) กล่าวว่า การออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับเป็นหนึ่งในสาขาการวิจัยที่สำคัญที่สุด โดย การออกแบบเครือข่ายคือการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์เกี่ยวข้องกับการกำหนดโครงสร้างและโครงสร้างพื้นฐาน

ของโซ่อุปทาน (Simchi-Levi, Kaminsky, & Simchi-Levi, 2008) อย่างไรก็ดีเครือข่ายโลจิสติกส์แบบย้อนกลับมีความซับซ้อนมากกว่าเครือข่ายโลจิสติกส์แบบไปข้างหน้า เนื่องจาก Fleischmann, Bloemhof-Ruwaard, Beullens, and Dekker (2004) กล่าวว่าเครือข่ายโลจิสติกส์แบบย้อนกลับมีความซับซ้อนเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (1) การทดสอบและการแบ่งระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ส่งคืน (2) ความไม่แน่นอนของผลิตภัณฑ์ที่ส่งคืนในแง่ของปริมาณ คุณภาพ และระยะเวลา และ (3) การรวมและการประสานงานของกระแสไปข้างหน้าและย้อนกลับ (โครงสร้างแบบวงปิด-Closed-Loop Structure) ที่แตกต่างกัน

ในขณะที่ De Brito and Dekker (2004) สรุปว่าเครือข่ายโลจิสติกส์แบบย้อนกลับโดยทั่วไปประกอบด้วย 5 กิจกรรมหลัก ได้แก่ การรวบรวม การทดสอบและการแบ่งระดับคุณภาพ กระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ กระบวนการกำจัดสิ่งของ และการกระจายสินค้าใหม่ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ใช้ในการพิจารณาการออกแบบเครือข่าย โลจิสติกส์ย้อนกลับในด้านระดับของการรวมศูนย์ (Degree of Centralization) และจำนวนระดับ (Number of Levels) ยิ่งไปกว่านั้น Sasikumar and Kannan (2008) กล่าวว่า การออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับต้องคำนึงถึงกิจกรรมหลักข้างต้น เพื่อที่จะคำนวณหาสถานที่ดำเนินการกิจกรรมต่าง ๆ ของโลจิสติกส์ย้อนกลับ การออกแบบการเชื่อมโยง การขนส่ง และวิธีการรวบรวมผลิตภัณฑ์ส่งคืนจากลูกค้า ดังนั้น แบบจำลองเชิงปริมาณทางธุรกิจสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับที่ดีมีความสำคัญอย่างสูงต่อโอกาสทางเศรษฐกิจจากการสร้างมูลค่าหรือใช้ประโยชน์ในมูลค่าสินค้าคืนที่ยังมีอยู่ (Dekker et al., 2004)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสังเคราะห์บทความวิจัยที่เกี่ยวกับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับในช่วงปี ค.ศ. 2009-2017
2. เพื่อแนะนำงานวิจัยและโอกาสการทำวิจัยในอนาคต

การทบทวนวรรณกรรม และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในช่วงปี ค.ศ. 2000-2009 นักวิจัยได้นำเสนอการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวข้องกับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์แบบย้อนกลับ จำนวน 4 บทความ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบการทบทวนวรรณกรรม ในช่วงปี ค.ศ. 2000-2009

ผู้เขียน	จำนวนบทความที่ทบทวน (ในช่วงปี ค.ศ.)
Fleischmann, Krikke, Dekker and Flapper (2000)	9 บทความ (1995-1999)
Fleischmann (2003)	5 บทความ (1995-2001)

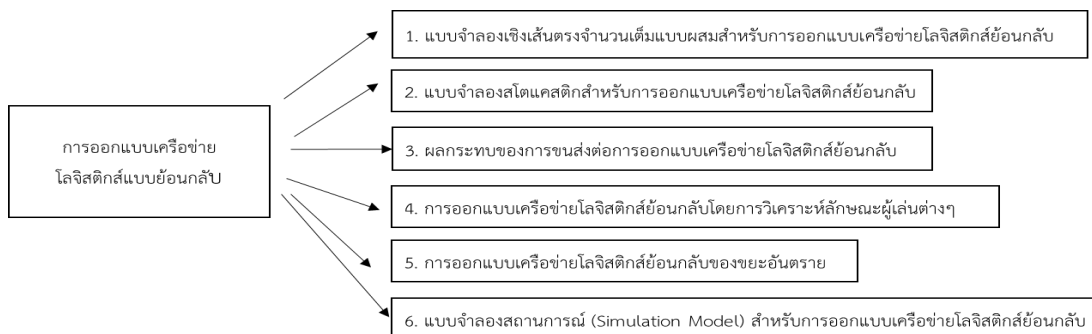
ตารางที่ 1 (ต่อ)

ผู้เขียน	จำนวนบทความที่ทบทวน (ในช่วงปี ค.ศ.)
Sasikumar and Kannan (2008)	16 บทความ (1995-2008)
Chanintrakul, Coronado-Mondragon, Lalwani, and Wong (2009)	41 บทความ (2000-2008)

Fleischmann et al. (2000) และ Fleischmann (2003) ได้ให้ภาพรวมของกิจกรรมหลักลักษณะทั่วไป และข้อแตกต่างของการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ ดังต่อไปนี้ 1) ระดับของการรวมศูนย์ (Degree of Centralization) 2) จำนวนระดับ (Number of Levels) 3) การเชื่อมโยงกับเครือข่ายอื่น ๆ (Links with Other Networks) 4) โครงสร้างแบบเปิดและแบบปิด (Open and Closed-Loop Structure) และ 5) ระดับของความร่วมมือสาขา (Degree of Branch Co-Operation) นักวิจัยข้างต้นได้จัดสาขาวิจัยตามลักษณะทางกายภาพของสินค้าคืน เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวงานวิจัยในสาขานี้ยังมีจำนวนน้อย ยิ่งไปกว่านั้น Fleischmann et al. (2000) และ Fleischmann (2003) ได้แนะนำ 7 สาขางานวิจัยในอนาคต ได้แก่ 1) แบบจำลองเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสมสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับที่ครอบคลุมมากขึ้นเพื่อตรวจสอบผลกระทบของความไม่แน่นอนในการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์แบบย้อนกลับผ่านการวิเคราะห์สถานการณ์และการวิเคราะห์เชิงพารามิเตอร์ 2) การพัฒนาแบบจำลองสโตแคสติกสำหรับเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ 3) การออกแบบเครือข่ายแบบวงปิดและการบูรณาการโรงงานระหว่างการไหลไปข้างหน้าและย้อนกลับ 4) การประเมินผลกระทบของเครือข่ายการกู้คืนผลิตภัณฑ์ที่มีต่อการขนส่ง 5) การวิเคราะห์ตัวละครหลายตัวในเครือข่ายโลจิสติกส์แบบย้อนกลับ 6) ผลกระทบของเทคนิคการจัดการสินค้าคงคลัง เช่น การรวมความเสี่ยง (Risk-Pooling) และการเลื่อน (Postponement) ต่อการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ และ 7) การตรวจสอบผลกระทบของปัญหาโซ่อุปทานโลก เช่น การจัดเก็บภาษีและการขนส่งขยะข้ามพรมแดน

นอกจากนั้น Sasikumar and Kannan (2008) ได้จำแนกลักษณะทั่วไปของการออกแบบเครือข่ายการนำสินค้ากลับมาใช้ใหม่เพิ่มเติม ได้แก่ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทางเลือกการนำกลับมาใช้ใหม่ของสินค้า (Product Recovery Options) ประเด็นทั่วไปในการนำกลับมาใช้ใหม่ และการกู้คืนและการจัดการสินค้าคงคลัง การจำแนกประเภทเหล่านี้มีความสำคัญเพราะเป็นพื้นฐานสำหรับการเปรียบเทียบและความก้าวหน้าของผลงานวิจัยสาขานี้ และผู้วิจัยข้างต้นได้นำเสนอบทความวิชาการเกี่ยวกับการนำกลับมาใช้ใหม่และการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้าหมดอายุการใช้งาน (End-of-Life Product) โดยนักวิจัยยังได้เสนอโอกาสการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับและกล่าวว่าแบบจำลองสโตแคสติกที่พัฒนาใหม่สำหรับปัญหาดังกล่าวควรมีจุดประสงค์ที่

ซับซ้อนกว่านี้ หลังจากนั้น Chanintrakul et al. (2009) ได้เสนอการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับสาขาวิชานี้โดยมีการจัดประเภทบทความวิจัยออกเป็น 6 สาขาวิจัยดังแสดงในรูปที่ 1 และนักวิจัยกลุ่มนี้ได้ระบุโอกาสการวิจัยในอนาคต บทความดังกล่าวได้ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ดังนั้นการวิจัยเชิงเอกสารเพิ่มเติมต่อจากบทความวิชาการล่าสุด (หลังปี ค.ศ. 2008) จะให้ภาพรวมของความก้าวหน้าโดยรวมของการวิจัยในสาขาวิชานี้และระบุโอกาสการทำวิจัยในอนาคต



รูปที่ 1 สาขางานวิจัยด้านการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์แบบย้อนกลับในช่วงปี ค.ศ. 2000-2008 (Chanintrakul et al., 2009)

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงเอกสารเป็นเครื่องมือสำคัญ โดยผู้เขียนคัดเลือกเอกสารระดับทุติยภูมิ กล่าวคือ งานวิจัยที่เกี่ยวกับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ ซึ่งผู้เขียนสืบค้นบทความวิจัยในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่เผยแพร่ระหว่างปี ค.ศ. 2009-2017 โดยใช้ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่มีมาตรฐานจำนวน 3 ฐานข้อมูล ได้แก่ Science Direct, Emerald Insight และ Academic Search Complete (EBSCO host) คำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้น คือ ‘Reverse Logistics’ หรือ ‘Closed-Loop Supply Chains’ และ ‘Network Design’ ผลจากการสืบค้น พบบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 41 บทความ ซึ่งเป็นประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

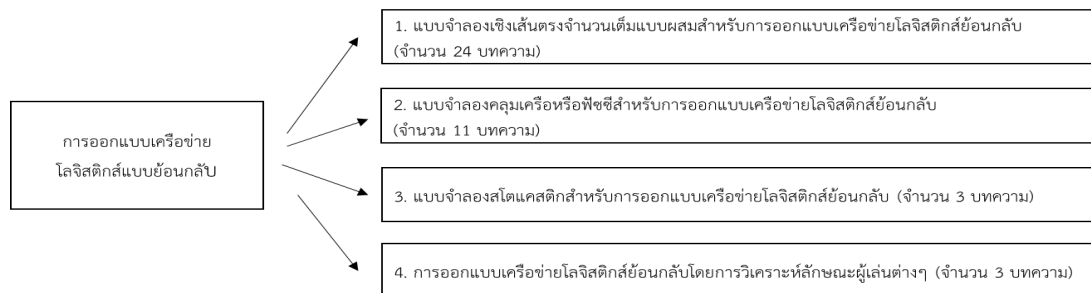
การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้เขียนได้ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ การวิเคราะห์เนื้อหาคือ วิธีการในการวิเคราะห์เอกสารและข้อความ ที่พยายามหาปริมาณเนื้อหาในแง่ของหมวดหมู่ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าและในลักษณะที่เป็นระบบ (Bryman & Bell, 2007) อนึ่ง ผู้เขียนได้ใช้ลักษณะทั่วไปของการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ (Fleischmann et al., 2000) และลักษณะทั่วไปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดแบ่งประเภทเนื้อหาของบทความวิจัย ได้แก่ จำนวนระดับขั้นของเครือข่าย โครงสร้างเครือข่ายแบบวงเปิดและแบบวงปิด ประเภทของแบบจำลอง จุดประสงค์ของแบบจำลอง วิธีแก้ปัญหาของแบบจำลอง ช่วงเวลา การไหลของสินค้า ประเด็นที่พิจารณา สินค้า

หรืออุตสาหกรรม และทางเลือกการนำกลับมาใช้ใหม่

ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์เนื้อหา บทความวิจัยเชิงเอกสารฉบับนี้สามารถจำแนกสาขางานวิจัยด้านการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์แบบย้อนกลับออกเป็น 4 สาขางานวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 2 อนึ่ง การเปรียบเทียบผลจากการศึกษาระหว่างการทบทวนวรรณกรรมที่นำเสนอโดย Chanintrakul et al. (2009) กับงานวิจัยเชิงเอกสารฉบับนี้จะแสดงในหัวข้อสรุปและอภิปรายผลของบทความฉบับนี้



รูปที่ 2 สาขางานวิจัยด้านการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์แบบย้อนกลับ

สาขางานวิจัย 1: แบบจำลองเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสมสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ

การวิจัยเชิงเอกสารครั้งนี้พบว่า บทความวิจัยเกี่ยวข้องกับแบบจำลองเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสมสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับมีจำนวนทั้งหมด 24 บทความ หรือคิดเป็น 58.57% ของบทความวิจัยทั้งหมด 41 บทความที่ตีพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ. 2009-2017 ตารางที่ 2 สรุปบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของความไม่แน่นอนต่อการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ โดยบทความวิจัยส่วนใหญ่จำนวน 18 บทความได้พัฒนาแบบจำลองเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสม และบทความวิจัยจำนวน 4 บทความ (Pishvae, Farahani & Dullaert, 2010; Sasikumar, Kannan & Haq, 2010; Li, Wang, He, Che & Ma, 2012; Eskandarpour, Zegordi & Nikbakhsh, 2013) ได้นำเสนอแบบจำลองไม่เป็นเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มผสม (Mixed Integer Non-Linear Programming Model) เพื่อออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ สำหรับวิธีคำนวณผลลัพธ์นักวิจัยพบว่า บทความวิจัยจำนวน 13 บทความใช้วิธีผลเฉลยแม่นยำ (Exact Solution Method) และบทความส่วนที่เหลือใช้วิธี Meta-Heuristics ได้แก่ Genetic Algorithm (GA) Tabu Search Heuristics Memetic Algorithm (MA) Simulated Annealing (SA) Algorithm Variable Neighborhood Search (VNS) และ Particle Swarm Optimization (PSO) โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธี Meta-Heuristics ได้นำเสนอใน 4 บทความ ได้แก่ Genetic Algorithm (GA) และ Memetic Algorithm (MA) (Pishvae et al., 2010) Genetic Algorithm (GA) และ Simulated Annealing (SA)

Algorithm (Li et al., 2012) Memetic Algorithm (MA) และ Variable Neighborhood Search (VNS) (Eskandarpour et al., 2013) และ Tabu Search Heuristics และ Simulated Annealing (SA) Algorithm (Eskandarpour, Masehian, Soltani, & Khosrojerdi, 2014)

แบบจำลองส่วนใหญ่ได้ถูกพัฒนาเพื่อศึกษาในกรณีช่วงเวลาเดียว (17 บทความ) การไหลของสินค้าชนิดเดียว (13 บทความ) โครงสร้างเครือข่ายแบบวงปิด (14 บทความ) แบบจำลองมีจุดประสงค์เดียว (15 บทความ) และกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ทางเลือกเดียว (14 บทความ) โดยบทความวิจัยที่นำเสนอแบบจำลองที่มีจุดประสงค์เดียวนั้นประกอบด้วย ต้นทุนต่ำสุดจำนวน 10 บทความ กำไรสูงสุดจำนวน 4 บทความ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำสุด 1 บทความ อนึ่ง แบบจำลองที่มีหลายจุดประสงค์ประกอบด้วย 2 จุดประสงค์ (7 บทความ) และ 3 จุดประสงค์ (2 บทความ) ได้แก่ ต้นทุนต่ำสุด และระดับการให้บริการสูงสุด (Pishvaei et al., 2010; Pazhani, Ramkumar, Narendran, & Ganesh, 2013; Eskandarpour, Nikbakhsh, & Zegordi, 2014) ต้นทุนต่ำสุด และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำสุด (Kannan, Diabat, Alrefaei, Govindan, & Yong, 2012; Yu & Solvang, 2016; Fu, Li, Wang, Luo, Zhan, & Zuo, 2017; Chen, Wang, Wang, & Chen, 2017) ต้นทุนต่ำสุด ความล่าช้าในการขนส่งสินค้าที่ซ่อมแล้วแก่ลูกค้าต่ำสุด และระดับการให้บริการสูงสุด (Li et al., 2012) และต้นทุนต่ำสุด ระดับการให้บริการสูงสุด และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำสุด (Eskandarpour et al., 2013)

แบบจำลองทั้งหมดที่ได้พัฒนาสำหรับโครงข่ายเครือข่ายโลจิสติกส์แบบหลายชั้นและบทความวิจัยจำนวน 23 บทความได้ศึกษาในกรณีศึกษาที่มีขนาดใหญ่เสมือนจริง แบบจำลองที่นำเสนอได้พิจารณาความไม่แน่นอนในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ความไม่แน่นอนด้านปริมาณสินค้าค้ำและ/หรือคุณภาพสินค้าค้ำ (12 บทความ) และความไม่แน่นอนด้านปริมาณของอุปสงค์ ด้านปริมาณสินค้าค้ำและ/หรือคุณภาพสินค้าค้ำ (9 บทความ) นอกจากนั้นบทความวิจัยจำนวน 3 บทความได้พิจารณาประเด็นอื่น ๆ ด้วย ได้แก่ ความไม่แน่นอนด้านปริมาณสินค้าค้ำ อุปสงค์สินค้าค้ำ และต้นทุนค่าขนส่ง (Pishvaei, Rabbani & Torabi, 2011) ความไม่แน่นอนด้านปริมาณสินค้าค้ำ คุณภาพสินค้าค้ำ และราคาซื้อสินค้าค้ำแบบพลวัต (Dynamic Pricing) (Keyvanshokoh, Fattahi, Seyed-Hosseini, & Tavakkoli-Moghaddam, 2013) และความไม่แน่นอนด้านปริมาณของอุปสงค์ ปริมาณสินค้าค้ำและความเสี่ยงของการหยุดการผลิตรายงาน (Facility Disruption) (Hatefi & Jolai, 2014)

โดยตัวเลขย่อสำหรับตารางที่ 2 และ 3 มีรายละเอียดดังนี้

- แบบจำลอง (1 = แบบจำลองเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มผสม 2 = แบบจำลองไม่เชิงเส้นตรงจำนวนเต็มผสม 3 = แบบจำลองคลุมเครือหรือฟัซซี (Fuzzy Programming Model) 4 = แบบจำลองสโตแคสติก และ 5 = แบบจำลองดุลยภาพเครือข่าย (A Network Equilibrium Model)

- วิธีแก้ปัญหา (1 = วิธีผลเฉลยแม่นยำตรง 2 = Meta heuristics method, 2.1 = Genetic Algorithm (GA) 2.2 = Tabu Search Heuristics 2.3 = Memetic Algorithm (MA) 2.4 = Simulated Annealing (SA) Algorithm 2.5 = Variable Neighborhood Search (VNS) 2.6 = Particle Swarm

Optimization (PSO) 2.7 = Seeker Optimization Algorithm (SOA) และ 3 = Sample Average Approximation (SAA))

- ช่วงเวลา (1 = ช่วงเวลาเดียว และ 2 = หลายช่วงเวลา)
- การไหลของสินค้า (1 = การไหลของสินค้าชนิดเดียว และ 2 = การไหลของสินค้าหลายชนิด)
- จำนวนระดับชั้น (1 = เครือข่ายชั้นเดียว และ 2 = เครือข่ายหลายชั้น)
- โครงสร้างเครือข่าย (1 = โครงสร้างเครือข่ายแบบวงเปิด และ 2 = โครงสร้างเครือข่ายแบบวงปิด)

- จุดประสงค์ของแบบจำลอง (1 = จุดประสงค์เดียว 2 = หลายจุดประสงค์ 3 = ต้นทุนต่ำสุด 4 = กำไรสูงสุด 5 = ความเสี่ยงต่ำสุด 6 = ระดับการให้บริการสูงสุด และ 7 = ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำสุด เช่น ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุด)

- ประเด็นที่พิจารณา (1 = กรณีศึกษาที่มีขนาดเล็กหรือกลาง 2 = กรณีศึกษาที่มีขนาดใหญ่เสมือนจริง 3 = ความไม่แน่นอนของสินค้าคิน 4 = ความไม่แน่นอนของอุปสงค์ 5 = ความไม่แน่นอนของต้นทุน และ 6 = หัวข้ออื่น ๆ ได้แก่ ปัญหาพลวัต (Dynamic Problem) ปัญหาความเสี่ยง)

- สินค้าหรืออุตสาหกรรม (1 = ขยะอิเล็กทรอนิกส์ (Waste Electrical and Electronic Equipment) 2 = เครื่องอุปโภคบริโภค 3 = รถยนต์และชิ้นส่วนรถยนต์ 4 = พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) และ 5 = ขยะจากการก่อสร้างและการรื้อถอน (Construction and Demolition Waste)

- ทางเลือกการนำกลับมาใช้ใหม่ (1 = กระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ทางเลือกเดียว และ 2 = กระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่หลายทางเลือก)

ตารางที่ 2 บทสรุปของการวิเคราะห์บทความวิจัยสาขางานวิจัย 1: แบบจำลองเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสมสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ

ผู้เขียน	แบบจำลอง	วิธีแก้ปัญห	ช่วงเวลา	การไหลของสินค้า	จำนวนระดับชั้น	โครงสร้างเครือข่าย	จุดประสงค์ของแบบจำลอง	ประเด็นที่พิจารณา	สินค้าหรืออุตสาหกรรม	การนำกลับมาใช้ใหม่
Easwaran and Üster (2009)	1	2.2	1	2	2	2	1,3	2,3,4	3	1
Pishvae et al. (2010)	2	2.1,2.3	1	1	2	2	2,3,6	2,3,4	ไม่ระบุ	1
Pishvae, Kianfar, and Karimi (2010)	1	2.4	1	1	2	1	1,3	2,3	ไม่ระบุ	1
Sasikumar et al. (2010)	2	1	2	1	2	1	1,4	2,3	3	1

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ผู้เขียน	แบบจำลอง	วิธีแก้ปัญห	ช่วงเวลา	การไหลของสินค้า	จำนวนระดับชั้น	โครงสร้างเครือข่าย	จุดประสงค์ของแบบจำลอง	ประเด็นที่พิจารณา	สินค้าหรืออุตสาหกรรม	การนำกลับมาใช้ใหม่
Pishvae et al. (2011)	1	1	1	1	2	2	1,3	2,3,5	ไม่ระบุ	1
Amin and Zhang (2012)	1	1	1	2	2	2	1,4	2,3	ไม่ระบุ	2
Kannan et al. (2012)	1	1	1	1	2	1	2,3,7	2,3	2	1
Li et al. (2012)	2	2.1,2.4	1	1	2	1	2,3,6,6	2,3	1	1
XiaoYan, Yong, Qinli and Stokes (2012)	1	1	1	1	2	2	1,3	2,3,4	4	1
Eskandarpour et al. (2013)	2	2.3,2.5	1	2	2	2	2,3,6,7	2,3,4	1	1
Keyvanshokoo et al. (2013)	1	1	2	2	2	2	1,3	2,6	ไม่ระบุ	2
Pazhani et al. (2013)	1	1	2	2	2	2	2,3,6	2,3,4	2	1
Soleimani, Seyyed-Esfahani and Shirazi (2013)	1	2.1	2	2	2	2	1,4	2,3,4	ไม่ระบุ	2
Eskandarpour et al. (2014)	1	2.2,2.4	1	1	2	2	1,3	2,3	ไม่ระบุ	2
Eskandarpour et al. (2014)	1	2.5	1	2	2	2	2,3,6	2,3,4	ไม่ระบุ	1
Hatefi and Jolai (2014)	1	1	1	1	2	2	1,3	2,3,4,6	ไม่ระบุ	1
Liu (2014)	1	2.1	1	1	2	1	1,3	2,3	4	2
Kalaitzidou, Longinidis and Georgiadis (2015)	1	1	2	2	2	2	1,3	1,3	1	2
Kilic, Cebeci and Ayhan (2015)	1	1	1	2	2	1	1,3	2,3	1	1

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ผู้เขียน	แบบจำลอง	วิธีแก้ปัญห	ช่วงเวลา	การไหลของสินค้า	จำนวนระดับชั้น	โครงสร้างเครือข่าย	จุดประสงค์ของแบบจำลอง	ประเด็นที่พิจารณา	สินค้าหรืออุตสาหกรรม	การนำกลับมาใช้ใหม่
Yang, Chen, Huang and Liu (2016)	1	1	2	2	2	1	1,4	2,3,4	1	2
Yu and Solvang (2016)	1	1	1	1	2	1	2,3,7	2,3	ไม่ระบุ	2
Fu et al. (2017)	1	1	1	1	2	1	2,3,7	2,3	5	2
Chen et al. (2017)	1	2.6	1	1	2	2	2,3,7	2,3,4	ไม่ระบุ	1
John, Sridharan and Kumar (2017)	1	2.6	2	2	2	1	1,7	2,3	1	2

สาขางานวิจัย 2: แบบจำลองคลุมเครือหรือฟัซซีสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ

การวิจัยเชิงเอกสารครั้งนี้พบว่า บทความวิจัยเกี่ยวข้องกับแบบจำลองคลุมเครือหรือฟัซซีสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับมีจำนวนทั้งหมด 11 บทความ หรือคิดเป็น 28.57% ของบทความวิจัยทั้งหมด 41 บทความที่ตีพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ. 2009-2017 (Zarandi, Sisakht, & Davari, 2011; Subulan, Taşan, & Baykasoğlu, 2012; Mirakhorli, 2014; Sadjadi, Soltani, & Eskandarpour, 2014; Subulan, Baykasoğlu, & Saltabaş, 2014; Baykasoğlu & Subulan, 2015; Subulan, Taşan, & Baykasoğlu, 2015; Tavakkoli-Moghaddam, Sadri, Pourmohammad-Zia, & Mohammadi, 2015; Dai & Dai, 2016; Govindan, Paam, & Abtahi, 2016; Amin & Baki, 2017) นักวิจัยกลุ่มนี้มีการริเริ่มใช้แบบจำลองคลุมเครือหรือฟัซซีเพื่อใช้แก้ปัญหาความไม่แน่นอนในการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ โดย Baykasoğlu and Subulan (2015) กล่าวว่าแบบจำลองคลุมเครือหรือฟัซซีคือแบบจำลองคณิตศาสตร์ชนิดหนึ่งที่นิยมใช้หาค่าที่เหมาะสมที่สุดภายใต้สถานการณ์ความคลุมเครือหรือความไม่แน่นอน ตารางที่ 3 (ส่วน ก) สรุปบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองคลุมเครือหรือฟัซซีสำหรับเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ

นักวิจัยกลุ่มนี้ได้พัฒนาแบบจำลองจำนวน 2 ประเภทสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ ได้แก่ แบบจำลองเชิงเส้นตรงแบบฟัซซี (4 บทความ) และแบบจำลองเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มผสมแบบฟัซซี (7 บทความ) โดยบทความวิจัยส่วนใหญ่ใช้วิธีผลเฉลยแม่นยำตรงในการหาค่าผลลัพธ์ของแบบจำลองยกเว้น 4 บทความที่ใช้ Genetic-Based Heuristic Algorithm (Mirakhorli, 2014) Memeitic Heuristic Algorithm (Sadjadi et al., 2014) Particle Swarm Optimization (PSO) และ Seeker Optimization Algorithm (SOA) (Subulan et al., 2014) และ Multi-Objective

Particle Swarm Optimization (MOPSO) (Govindan et al., 2016)

นอกจากนั้นแบบจำลองส่วนใหญ่ที่ถูกพัฒนาขึ้นได้ภายใต้สมมติฐานช่วงเวลาเดียว การไหลของสินค้าชนิดเดียว โครงสร้างเครือข่ายแบบวงปิด แบบจำลองมีหลายจุดประสงค์ และกรณีศึกษาที่มีขนาดใหญ่เสมือนจริง โดยแบบจำลองแบบหลายวัตถุประสงค์มีเป้าหมายต่าง ๆ ได้แก่ ต้นทุนต่ำสุด (Cost Minimization) และระดับการให้บริการสูงสุด (Service Level Maximization) (Zarandi et al., 2011; Mirakhorli, 2014) ต้นทุนต่ำสุด และค่าปรับต่ำสุด (Sadjadi et al., 2014) ต้นทุนต่ำสุด ปริมาณการจัดเก็บแบตเตอรี่ใช้แล้วสูงสุด และความยืดหยุ่นของกำลังผลิตทั้งหมดสูงสุด (Subulan et al., 2015) ต้นทุนต่ำสุด อัตราการผลิตของเสียต่ำสุด อัตราการกำจัดของเสียต่ำสุด และอัตราการผลิตมลพิษต่ำสุด (Tavakkoli-Moghaddam et al., 2015) ต้นทุนต่ำสุดและความเสี่ยงต่ำสุด (Risk Minimization) (Dai & Dai, 2016) ต้นทุนต่ำสุด ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำสุด และความรับผิดชอบต่อสังคมสูงสุด (Govindan et al., 2016) และกำไรสูงสุดและระดับการให้บริการสูงสุด (Amin & Baki, 2017)

แบบจำลองที่นำเสนอพิจารณาความไม่แน่นอนในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ความไม่แน่นอนด้านปริมาณของอุปสงค์และปริมาณสินค้าคืน (Zarandi et al., 2011; Mirakhorli, 2014; Govindan et al., 2016; Amin & Baki, 2017) ความไม่แน่นอนด้านปริมาณของอุปสงค์ ปริมาณสินค้าคืน และคุณภาพสินค้าคืน (Subulan et al., 2012; Sadjadi et al., 2014) ความไม่แน่นอนด้านปริมาณสินค้าคืนและคุณภาพสินค้าคืน (Subulan et al., 2014; Baykasoğlu & Subulan, 2015) ความไม่แน่นอนด้านคุณภาพสินค้าคืน (Tavakkoli-Moghaddam et al., 2015) และความไม่แน่นอนด้านปริมาณสินค้าคืน (Dai & Dai, 2016) นอกจากนี้บทความวิจัยทั้งหมดได้สร้างแบบจำลองในกรณีเครือข่ายหลายชั้นและมีการวิจัยเพียง 1 บทความที่ประยุกต์ใช้กระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่หลายทางเลือก (Sadjadi et al., 2014)

สาขางานวิจัย 3: แบบจำลองสโตแคสติกสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ

การวิจัยเชิงเอกสารครั้งนี้พบว่า บทความวิจัยเกี่ยวข้องกับแบบจำลองสโตแคสติกสำหรับเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับมีจำนวนทั้งหมด 3 บทความ หรือคิดเป็น 7.31% ของบทความวิจัยทั้งหมด 41 บทความที่ตีพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ. 2009-2017 Listes and Dekker (2005) ได้กล่าวว่า ข้อเสียของแบบจำลองเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสม คือ แบบจำลองไม่สามารถจัดการกับปัญหาความไม่แน่นอนของเครือข่ายโลจิสติกส์แบบย้อนกลับโดยการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) กล่าวคือ การวิเคราะห์ดังกล่าวติดอยู่กับการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดสำหรับพารามิเตอร์อย่างน้อยหนึ่งชุด ในทางตรงกันข้าม แบบจำลองสโตแคสติกมีความยืดหยุ่นมากกว่าแบบจำลองข้างต้นในการจัดการกับปัญหาความไม่แน่นอน อย่างไรก็ตามจากการทบทวนวรรณกรรมครั้งนี้ นักวิจัยพบเพียง 3 บทความวิจัยเท่านั้นที่นำเสนอแบบจำลองสโตแคสติกสำหรับสาขาวิจัยนี้ ตารางที่ 3 (ส่วน ข) สรุปบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสโตแคสติกสำหรับเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ

El-Sayed, Afia, and El-Kharbotly (2010) Lee, Dong, and Bian (2010) และ Ayvaz, Bolat, and Aydin (2015) ได้นำเสนอแบบจำลองสโตแคสติกสำหรับเครือข่ายหลายชั้นด้านโลจิสติกส์ย้อนกลับ เพื่อแก้ไขปัญหาหรือกรณีศึกษาที่มีขนาดใหญ่เสมือนจริง โดย El-Sayed et al. (2010) ใช้วิธีผลเฉลยแม่นยำตรง (Exact Solution) สำหรับการไหลของสินค้าชนิดเดียวเพื่อคำนวณผลลัพธ์ส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลยาวนานกว่า Lee et al. (2010) และ Ayvaz et al. (2015) ซึ่งใช้วิธี Sample Average Approximation สำหรับการไหลของสินค้าหลายชนิด โดยแบบจำลองส่วนใหญ่ได้ศึกษาในกรณีช่วงเวลาเดียว (Lee et al., 2010; Ayvaz et al., 2015) โครงสร้างเครือข่ายแบบวงปิด (El-Sayed et al., 2010; Lee et al., 2010) และแบบจำลองมีจุดประสงค์เดียวคือการสร้างกำไรสูงสุด (El-Sayed et al., 2010; Ayvaz et al., 2015) แบบจำลองที่นำเสนอได้พิจารณาความไม่แน่นอนในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ความไม่แน่นอนด้านปริมาณของอุปสงค์และปริมาณสินค้าคืน (El-Sayed et al., 2010; Lee et al., 2010) และความไม่แน่นอนด้านปริมาณสินค้าคืน คุณภาพสินค้าคืน และต้นทุนการขนส่ง (Ayvaz et al., 2015) นอกจากนี้งานวิจัยส่วนใหญ่ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้กระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ทางเลือกเดียว (Lee et al., 2010; Ayvaz et al., 2015)

ตารางที่ 3 บทสรุปของการวิเคราะห์บทความวิจัยสาขางานวิจัย 2: แบบจำลองคลุมเครือหรือฟัซซี่
สาขางานวิจัย 3: แบบจำลองสโตแคสติก และสาขางานวิจัย 4: การวิเคราะห์ลักษณะผู้เล่นต่าง ๆ สำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ

ส่วน	ผู้เขียน	แบบจำลอง	วิธีแก้ปัญหา	ช่วงเวลา	การไหลของสินค้า	จำนวนระดับชั้น	โครงสร้างเครือข่าย	จุดประสงค์ของแบบจำลอง	ประเด็นที่พิจารณา	สินค้า	การนำกลับมาใช้ใหม่
ก	Zarandi et al. (2011)	3	1	1	2	2	2	2,3,6	2,3,4	1	1
	Subulan et al. (2012)	3	1	2	2	2	2	1,3	2,3,4	ไม่ระบุ	1
	Mirakhorli (2014)	3	2.1	1	1	2	2	2,3,6	2,3,4	2	1
	Sadjadi et al. (2014)	3	2.3	1	2	2	2	2,3,3	2,3,4	ไม่ระบุ	2
	Subulan et al. (2014)	3	2.6,2.7	1	1	2	1	1,3	2,3	ไม่ระบุ	1
	Baykasoğlu and Subulan (2015)	3	1	1	1	2	1	1,3	1,3	ไม่ระบุ	1

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ส่วน	ผู้เขียน	แบบจำลอง	วิธีแก้ปัญห	ช่วงเวลา	การไหลของสินค้า	จำนวนระดับชั้น	โครงสร้างเครือข่าย	จุดประสงค์ของแบบจำลอง	ประเด็นที่พิจารณา	สินค้า	การนำกลับมาใช้ใหม่
	Subulan et al. (2015)	3	1	1	2	2	2	2,3,7	2,3	1	1
	Tavakkoli-Moghaddam et al. (2015)	3	1	2	2	2	2	2,3,7	1,3	ไม่ระบุ	1
	Dai and Dai (2016)	3	1	2	1	2	2	2,3,5	2,3	ไม่ระบุ	1
	Govindan et al. (2016)	3	2.6	2	1	2	1	2,3,7	2,3,4	ไม่ระบุ	1
	Amin and Baki (2017)	3	1	1	1	2	2	2,4,6	2,3,4	1	1
ข	El-Sayed et al. (2010)	4	1	2	1	2	2	1,4	2,3,4	ไม่ระบุ	2
	Lee et al. (2010)	4	3	1	2	2	2	1,3	2,3,4	1	1
	Ayvaz et al. (2015)	4	3	1	2	2	1	1,4	2,3,5	1	1
ค	Wakolbinger et al. (2014)	5		1	1	2	1			1	1
	Tao et al. (2015)	5		2	1	2	2			ไม่ระบุ	1
	Zhou et al. (2015)	5		1	2	2	2			ไม่ระบุ	1

สาขางานวิจัย 4: การออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับโดยการวิเคราะห์ลักษณะผู้เล่นต่าง ๆ

การวิจัยเชิงเอกสารครั้งนี้พบว่า บทความวิจัยเกี่ยวข้องกับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับโดยการวิเคราะห์ลักษณะผู้เล่นต่าง ๆ (An Analysis of Multi-Agent Character of Reverse Logistics Network Design) มีจำนวนทั้งหมด 3 บทความ หรือคิดเป็น 7.31% ของบทความวิจัยทั้งหมด 41 บทความที่ตีพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ. 2009-2017 โดย De Brito and Dekker (2004) ได้กล่าวว่า ผู้เล่นในโลจิสติกส์ย้อนกลับและโซ่อุปทานแบบวงปิดมีทั้งหมด 3 ประเภท คือ 1) ผู้เล่นโซ่อุปทานข้างหน้า (เช่น ซัพพลายเออร์ ผู้ผลิต ผู้ค้าส่ง และผู้ค้าปลีก) 2) ผู้เล่นห่วงโซ่อุปทานพิเศษ (เช่น

ผู้เชี่ยวชาญด้านการรีไซเคิล) และ 3) ผู้เล่นตามโอกาส (เช่น องค์กรการกุศล) โดยผู้เล่นแต่ละคนอาจมีวัตถุประสงค์การดำเนินงานและข้อจำกัดเฉพาะตัว นอกจากนี้ แต่ละผู้เล่นอาจมีการแข่งขันและ/หรือมีการทำงานร่วมกันกับตัวแทนอื่น ๆ ในระดับเดียวกันหรือแตกต่างกัน ตารางที่ 3 (ส่วน ค) สรุปบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะผู้เล่นต่าง ๆ ในเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ

โดย Wakolbinger, Toyasaki, Nowak, and Nagurney (2014); Tao, Guang, Hao, Song, and Xin (2015) และ Zhou, Chan, Wong, and Lee (2015) ได้นำเสนอแบบจำลองดุลยภาพเครือข่าย โดยใช้วิธีอสมการการแปรผัน (Variational Inequality (VI) Approach) เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมผู้เล่นในโลจิสติกส์ย้อนกลับสำหรับเครือข่ายการรีไซเคิล (Recycling Network) จากตารางที่ 3 (ส่วน ค) พบว่า 2 แบบจำลองได้ศึกษาในกรณีช่วงเวลาเดียว (Wakolbinger et al., 2014; Zhou et al., 2015) การไหลของสินค้าชนิดเดียว (Wakolbinger et al., 2014; Tao et al., 2015) และโครงสร้างเครือข่ายแบบวงปิด (Tao et al., 2015; Zhou et al., 2015) นอกจากนั้น งานวิจัยทั้งหมดได้ศึกษาในกรณีการประยุกต์ใช้กระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ประเภทเดียวและในกรณีเครือข่ายหลายชั้นซึ่งประกอบด้วยผู้เล่นจำนวน 4 ประเภท (Wakolbinger et al., 2014; Tao et al., 2015) ได้แก่ แหล่งของเสีย โรงงานรีไซเคิล โรงงานหลอม และตลาดอุปสงค์ และ 5 ประเภท (Zhou et al., 2015) ได้แก่ บริษัท โรงงานผลิตสินค้า ศูนย์กระจายสินค้า ตลาดอุปสงค์ และศูนย์ รีไซเคิล

สรุปและอภิปรายผล

บทความวิจัยเชิงเอกสารฉบับนี้ได้นำเสนอการสังเคราะห์บทความวิจัยจำนวน 41 บทความซึ่งประกอบด้วย 4 สาขางานวิจัยที่ครอบคลุมเกี่ยวกับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับในช่วงปี ค.ศ. 2009-2017 โดยภาพรวมบทความวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางธุรกิจหลายประเภทเพื่อจัดการกับประเด็นปัญหาข้างต้น อนึ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับกรอบทบทวนวรรณกรรมที่สังเคราะห์โดย Chanintrakul et al. (2009) ผลการวิจัยเชิงเอกสารครั้งนี้พบว่า 1) การสืบค้นวารสารระดับนานาชาติครั้งนี้ไม่พบ สาขางานวิจัยที่ 3: ผลกระทบของการขนส่งต่อการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ และสาขางานวิจัยที่ 6: แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) สำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ ที่นำเสนอโดย Chanintrakul et al. (2009) 2) ผู้เขียนได้รวมกลุ่ม สาขางานวิจัยที่ 1: ผลกระทบของความไม่แน่นอนต่อการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ และสาขางานวิจัยที่ 5: การออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับของขยะอันตราย ที่พัฒนาโดยนักวิจัยกลุ่มดังกล่าวเข้าด้วยกัน เนื่องจากใช้แบบจำลองชนิดเดียวกัน (แบบจำลองเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสม) ในการแก้ไขปัญหา 3) การวิจัยเชิงเอกสารนี้พบว่าสาขางานวิจัยใหม่ คือ แบบจำลองคลุมเครือหรือฟัซซีสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ เพื่อจัดการประเด็นปัญหาความไม่แน่นอน อนึ่ง ผลการวิจัยข้อจำกัดการทำวิจัย และทิศทางการวิจัยในอนาคตของสาขาการวิจัยการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

สาขางานวิจัย 1: แบบจำลองเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสมสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ

Chanintrakul et al. (2009) กล่าวว่างานวิจัยในอนาคตด้านแบบจำลองเชิงเส้นตรงจำนวนเต็มแบบผสมสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ ควรศึกษาเกี่ยวกับ 1) แบบจำลองที่มีการพิจารณาในประเด็นความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของสินค้าคงคลังในด้านจำนวน คุณภาพ และเวลา 2) แบบจำลองที่มีสมมติฐานเหมือนจริง ได้แก่ จุดประสงค์หลายจุดประสงค์ หลายช่วงเวลา การไหลของสินค้าหลายชนิด และโครงสร้างเครือข่ายแบบปิด และ 3) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธี Meta-Heuristics ที่ได้นำเสนอในการคำนวณผลลัพธ์ของแบบจำลอง

ผลการวิจัยเชิงเอกสารครั้งนี้พบว่า 1) มีเพียง Hatefi and Jolai (2014) ที่เสนอแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับประเด็นความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของสินค้าคงคลัง 2) แบบจำลองที่มีหลายจุดประสงค์ข้างต้นยังมิได้พิจารณาสมมติฐานหลายช่วงเวลา 3) มีเพียง 4 บทความที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธี Meta-Heuristics และ 4) มีเพียง Keyvanshokoo et al. (2013) ที่ได้ริเริ่มการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาด้านพลวัต และความไม่แน่นอนของสินค้าคงคลัง 5) สำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลองในกรณีศึกษา นักวิจัยพบว่ามีบทความวิจัยจำนวน 13 บทความ ได้ศึกษาในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ ขยะอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องอุปโภคบริโภค รถยนต์และชิ้นส่วนรถยนต์ พาณิชนียอิเล็กทรอนิกส์ และของเสียจากการก่อสร้างและการรีไซเคิล ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตของสาขางานวิจัยนี้ควรศึกษาในประเด็นดังต่อไปนี้

- แบบจำลองในอนาคตควรพิจารณากรณีแบบจำลองที่มีหลายวัตถุประสงค์ หลายช่วงเวลา การไหลของสินค้าหลายชนิด โครงสร้างเครือข่ายแบบวงปิด และกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่หลายทางเลือก
- ประเด็นความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของสินค้าคงคลังควรนำมาศึกษาเพิ่มเติม
- ปัญหาด้านพลวัต และความไม่แน่นอนของสินค้าคงคลังควรทำวิจัยในอนาคต
- การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของของวิธี Meta-Heuristics ที่ใช้ในการคำนวณผลลัพธ์ของแบบจำลองยังเป็นประเด็นที่น่าสนใจ

สาขางานวิจัย 2: แบบจำลองคลุมเครือหรือฟัซซีสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ

ผลการวิจัยเชิงเอกสารครั้งนี้พบว่า แบบจำลองคลุมเครือหรือฟัซซีถูกพัฒนาเพื่อใช้ออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับในประเด็นปัญหาความไม่แน่นอนเป็นครั้งแรกและมีเพียงบทความวิจัย 3 ฉบับเท่านั้นที่ประยุกต์ใช้แบบจำลองในกรณีศึกษาการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ (Zarandi et al., 2011; Subulan et al., 2015; Amin & Baki, 2017) และการรีไซเคิลขนมปัง (Mirakhorli, 2014) นอกจากนั้น ข้อจำกัดของงานวิจัยในสาขานี้ประกอบด้วย 1) บทความวิจัยส่วนใหญ่ใช้วิธีผลเฉลยแม่นยำในการหาผลลัพธ์ของแบบจำลอง 2) นักวิจัยยังมิได้พิจารณาแบบจำลองที่มีจุดประสงค์เกี่ยวกับการทำกำไรสูงสุด 3) แบบจำลองที่นำเสนอ ยังมิได้คำนึงถึงความไม่แน่นอนของอุปสงค์และสินค้าคงคลังในด้านจำนวน คุณภาพ และเวลา และ 4) แบบจำลองที่นำเสนอส่วนใหญ่อยู่ภายใต้เงื่อนไขการประยุกต์ใช้

กระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ทางเลือกเดียว ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตของสาขางานวิจัยนี้ควรศึกษาในประเด็นดังต่อไปนี้

- การประยุกต์ใช้วิธี Meta-Heuristics สำหรับการคำนวณผลลัพธ์ของแบบจำลองและการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของของวิธี Meta-Heuristics เป็นประเด็นที่น่าสนใจในการศึกษาต่อไป
- นักวิจัยควรพิจารณาแบบจำลองที่มีจุดประสงค์เกี่ยวกับการทำกำไรสูงสุด
- แบบจำลองในอนาคตควรคำนึงถึงความไม่แน่นอนของอุปสงค์และสินค้าคงคลังในด้านจำนวนคุณภาพ และเวลา และการประยุกต์ใช้กระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่หลายทางเลือก

สาขางานวิจัย 3: แบบจำลองสต็อกแคสติกสำหรับการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับ

นักวิจัยพบว่างานวิจัยที่ใช้แบบจำลองสต็อกแคสติกเพื่อที่จะแก้ปัญหาการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับยังมีเพียง 3 บทความวิจัยเท่านั้น เนื่องจากแบบจำลองสต็อกแคสติกมีข้อเสีย คือ ผลลัพธ์ที่ไม่เสถียรเนื่องจากค่าพารามิเตอร์แบบสุ่ม การใช้ความพยายามสูงในการคำนวณ และความซับซ้อนในการคำนวณ (Kolbin, 1977) Chanintrakul et al. (2009) เสนอว่างานวิจัยในอนาคตด้านการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับโดยแบบจำลองสต็อกแคสติกควรศึกษาเกี่ยวกับ 1) แบบจำลองที่มีการพิจารณาในประเด็นช่วงเวลาหลายช่วง การไหลของสินค้าหลายชนิด และเครือข่ายหลายชั้น และ 2) สมมติฐานของแบบจำลองซึ่งมีความไม่แน่นอนของอุปสงค์และสินค้าคงคลังในด้านปริมาณ คุณภาพ และเวลา

ผลการวิจัยเชิงเอกสารครั้งนี้พบว่า นักวิชาการยังไม่ได้ทำการศึกษาประเด็นดังกล่าวข้างต้น และ พบว่าการประยุกต์ใช้แบบจำลองในกรณีศึกษา ยังมีน้อย โดยมีเพียง Lee et al. (2010) และ Ayvaz et al. (2015) ที่ใช้แบบจำลองในกรณีศึกษาการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนั้น ข้อจำกัดของงานวิจัยทั้ง 3 งาน ประกอบด้วย 1) นักวิจัยยังไม่ได้พิจารณาแบบจำลองที่มีช่วงเวลาหลายช่วง การไหลของสินค้าหลายชนิด เครือข่ายหลายชั้น และหลายจุดประสงค์ 2) แบบจำลองที่นำเสนอ ยังไม่ได้คำนึงถึงความไม่แน่นอนของอุปสงค์และสินค้าคงคลังในด้านจำนวน คุณภาพ และเวลา และ 3) นักวิจัยยังขาดการประยุกต์ใช้แบบจำลองดังกล่าวในภาคอุตสาหกรรม ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตของสาขางานวิจัยนี้ควรศึกษาในประเด็นดังต่อไปนี้

- นักวิจัยศึกษาเพิ่มเติมสำหรับแบบจำลองที่มีช่วงเวลาหลายช่วง การไหลของสินค้าหลายชนิด เครือข่ายหลายชั้น และหลายจุดประสงค์
- แบบจำลองในอนาคตควรคำนึงถึงความไม่แน่นอนของอุปสงค์และสินค้าคงคลังในด้านจำนวนคุณภาพ และเวลา
- นักวิจัยควรพิจารณาการประยุกต์ใช้แบบจำลองในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มเติม

สาขางานวิจัย 4: การออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับโดยการวิเคราะห์ลักษณะผู้เล่นต่าง ๆ

Chanintrakul et al. (2009) ได้เสนอว่างานวิจัยที่จะศึกษาต่อไปด้านการออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับโดยการวิเคราะห์ลักษณะผู้เล่นต่าง ๆ ควรจะสร้างแบบจำลองดุลยภาพเครือข่ายที่ศึกษาเกี่ยวกับ 1) เครือข่ายโลจิสติกส์ย้อนกลับที่มีการไหลของสินค้าหลายชนิด ใช้อุปทานแบบวงปิด

และเครือข่ายหลายชั้น และ 2) สมมติฐานของแบบจำลองซึ่งมีความไม่แน่นอนด้านอุปสงค์และจำนวนสินค้าคืน ผลการวิจัยเชิงเอกสารครั้งนี้พบว่า Zhou et al. (2015) ได้ศึกษาประเด็นดังกล่าวข้างต้น และพบว่าการประยุกต์ใช้แบบจำลองดุลยภาพเครือข่ายยังมีน้อย โดยมีเพียง Wakolbinger et al. (2014) ที่ใช้แบบจำลองในกรณีศึกษาการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้น ข้อจำกัดของงานวิจัยข้างต้น ประกอบด้วย 1) แบบจำลองที่นำเสนอ ยังมิได้คำนึงถึงความไม่แน่นอนของสินค้าคืนในด้านจำนวน คุณภาพและเวลา 2) นักวิจัยยังขาดการประยุกต์ใช้แบบจำลองดุลยภาพเครือข่ายในอุตสาหกรรมการรีไซเคิล และ 3) แบบจำลองที่นำเสนอพิจารณาเพียงเงื่อนไขตลาดที่มีผู้ขายจำนวนน้อยราย ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตของสาขางานวิจัยนี้ควรศึกษาในประเด็นดังต่อไปนี้

- แบบจำลองในอนาคตควรพิจารณาความไม่แน่นอนของสินค้าคืนในด้านจำนวน คุณภาพ และเวลา
- การประยุกต์ใช้แบบจำลองดุลยภาพเครือข่ายในอุตสาหกรรมการรีไซเคิลเป็นประเด็นที่น่าสนใจในการศึกษาเพิ่มเติม
- นักวิจัยควรพัฒนาแบบจำลองที่นำเสนอพิจารณาเงื่อนไขตลาดที่มีผู้ขายจำนวนมากราย

ข้อเสนอแนะ

บทความวิจัยเชิงเอกสารฉบับนี้ ผู้เขียนได้จำกัดการสืบค้นหาบทความวิจัยในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่เผยแพร่ระหว่างปี ค.ศ. 2009-2017 โดยใช้ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่มีมาตรฐานจำนวน 3 ฐานข้อมูล ได้แก่ Science Direct, Emerald Insight และ Academic Search Complete (EBSCOhost) ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตควรสืบค้นบทความวิจัยจากฐานข้อมูลที่มีมาตรฐานอื่น ๆ เช่น SpringerLink, Web of Science และ Scopus เป็นต้น นอกจากนี้ นักวิจัยควรสืบค้นบทความวิจัยที่เผยแพร่ในเอกสารนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ บทความวิจัยที่เผยแพร่ในวารสารวิชาการไทย และรายงานวิจัยอื่น ๆ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- Amin, S., & Zhang, G. (2012). A proposed mathematical model for closed-loop network configuration based on product life cycle. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 58(5-8), 791-801.
- Amin, S. H., & Baki, F. (2017). A facility location model for global closed-loop supply chain network design. *Applied Mathematical Modelling*, 41, 316-330.
- Ayvaz, B., Bolat, B., & Aydin, N. (2015). Stochastic reverse logistics network design for waste of electrical and electronic equipment. *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 391-404.
- Baykasoğlu, A., & Subulan, K. (2015). An analysis of fully fuzzy linear programming with fuzzy decision variables through logistics network design problem. *Knowledge-Based Systems*, 90, 165-184.

- Bryman, A., & Bell, E. (2007). *Business research methods* (2nd ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Chanintrakul, P., Coronado-Mondragon, A. E., Lalwani, C. S., & Wong, C. Y. (2009). Reverse logistics network design: A state-of-the-art literature review. *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, 1(1), 61-81.
- Chen, Y. W., Wang, L. C., Wang, A., & Chen, T. L. (2017). A particle swarm approach for optimizing a multi-stage closed loop supply chain for the solar cell industry. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 43, 111-123.
- Dai, Z., & Dai, H. M. (2016). Bi-objective closed-loop supply chain network design with risks in a fuzzy environment. *Journal of Industrial & Production Engineering*, 33(3), 169-180.
- De Brito, M. P., & Dekker, R. (2004). A framework for reverse logistics. In R. Dekker, M. Fleischmann, K. Inderfurth, & L. N. Van Wassenhove (Eds.), *Reverse logistics: Quantitative models for closed-loop supply chain* (pp. 1-27). Berlin: Springer.
- Dekker, R., Fleischmann, M., Inderfurth, K., & Van Wassenhove, L. N. (2004). Quantitative models for reverse logistics decision making. In R. Dekker, M. Fleischmann, K. Inderfurth, & L. N. Van Wassenhove (Eds.), *Reverse logistics: Quantitative models for closed-loop supply chain* (pp. 29-41). Berlin: Springer.
- Dowlatshahi, S. (2000). Developing a theory of reverse logistics. *Interfaces*, 30(3), 143-155.
- Easwaran, G., & Üster, H. (2009). Tabu search and benders decomposition approaches for a capacitated closed-loop supply chain network design problem. *Transportation Science*, 43(3), 301-320.
- El-Sayed, M., Afia, N., & El-Kharbotly, A. (2010). A stochastic model for forward–reverse logistics network design under risk. *Computers & Industrial Engineering*, 58(3), 423-431.
- Eskandarpour, M., Masehian, E., Soltani, R., & Khosrojerdi, A. (2014). A reverse logistics network for recovery systems and a robust metaheuristic solution approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 74(9-12), 1393-1406.
- Eskandarpour, M., Nikbakhsh, E., & Zegordi, S.H. (2014). Variable neighborhood search for the bi-objective post-sales network design problem: A fitness landscape analysis approach. *Computers & Operations Research*, 52, 300-314.
- Eskandarpour, M., Zegordi, S. H., & Nikbakhsh, E. (2013). A parallel variable neighborhood search for the multi-objective sustainable post-sales network design problem. *International Journal of Production Economics*, 145(1), 117-131.

- Fleischmann, M. (2003). Reverse logistics network structures and design. In V. D. R. Guide Jr., & L. N. Van Wassenhove (Eds.), *Business aspects of closed-loop supply chains: Exploring the issues (vol. 2)* (pp. 117-148). Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University Press.
- Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Beullens, P., & Dekker, R. (2004). Reverse logistics network design. In R. Dekker, M. Fleischmann, K. Inderfurth, & L. N. Van Wassenhove (Eds.), *Reverse logistics: Quantitative models for closed-loop supply chain* (pp. 65-94). Berlin: Springer.
- Fleischmann, M., Krikke, H. R., Dekker, R., & Flapper, S. D. P. (2000). A Characterisation of logistics networks for product recovery. *Omega*, 28(6), 653-666.
- Fu, P., Li, H., Wang, X., Luo, J., Zhan, S. L., & Zuo, C. (2017). Multiobjective location model design based on government subsidy in the recycling of CDW. *Mathematical Problems in Engineering*, 2017, 1-9. doi: 10.1155/2017/9081628
- Govindan, K., Paam, P., & Abtahi, A. R. (2016). A fuzzy multi-objective optimization model for sustainable reverse logistics network design. *Ecological Indicators*, 67, 753-768.
- Hatefi, S. M., & Jolai, F. (2014). Robust and reliable forward–reverse logistics network design under demand uncertainty and facility disruptions. *Applied Mathematical Modelling*, 38(9), 2630-2647.
- John, S. T., Sridharan, R., & Kumar, P. N. R. (2017). Multi-period reverse logistics network design with emission cost. *The International Journal of Logistics Management*, 28(1), 127-149.
- Kalaitzidou, M. A., Longinidis, P., & Georgiadis, M. C. (2015). Optimal design of closed-loop supply chain networks with multifunctional nodes. *Computers & Chemical Engineering*, 80, 73-91.
- Kannan, D., Diabat, A., Alrefaei, M., Govindan, K., & Yong, G. (2012). A carbon footprint based reverse logistics network design model. *Resources, Conservation and Recycling*, 67, 75-79.
- Keyvanshokoh, E., Fattahi, M., Seyed-Hosseini, S. M., & Tavakkoli-Moghaddam, R. (2013). A dynamic pricing approach for returned products in integrated forward/reverse logistics network design. *Applied Mathematical Modelling*, 37(24), 10182-10202.
- Kilic, H. S., Cebeci, U., & Ayhan, M. B. (2015). Reverse logistics system design for the waste of electrical and electronic equipment (WEEE) in Turkey. *Resources, Conservation and Recycling*, 95, 120-132.
- Kolbin, V. V. (1977). *Stochastic programming*. Dordrecht: D. Reidel Publishing.
- Lee, D. H., Dong, M., & Bian, W. (2010). The design of sustainable logistics network under uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 128(1), 159-166.

- Li, S., Wang, N., He, Z., Che, A., & Ma, Y. (2012). Design of a multiobjective reverse logistics network considering the cost and service level. *Mathematical Problems in Engineering*, 2012, 1-21.
- Listes, O., & Dekker, R. (2005). A stochastic approach to a case study for product recovery network design. *European Journal of Operational Research*, 160(1), 268-287.
- Liu, D. (2014). Network site optimization of reverse logistics for E-commerce based on genetic algorithm. *Neural Computing & Applications*, 25(1), 67-71.
- Mirakhorli, A. (2014). Fuzzy multi-objective optimization for closed loop logistics network design in bread-producing industries. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 70(1-4), 349-362.
- Pazhani, S., Ramkumar, N., Narendran, T. T., & Ganesh, K. (2013). A bi-objective network design model for multi-period, multi-product closed-loop supply chain. *Journal of Industrial & Production Engineering*, 30(4), 264-280.
- Pishvae, M. S., Farahani, R. Z., & Dullaert, W. (2010). A memetic algorithm for bi-objective integrated forward/reverse logistics network design. *Computers & Operations Research*, 37(6), 1100-1112.
- Pishvae, M. S., Kianfar, K., & Karimi, B. (2010). Reverse logistics network design using simulated annealing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 47(1-4), 269-281.
- Pishvae, M. S., Rabbani, M., & Torabi, S. A. (2011). A robust optimization approach to closed-loop supply chain network design under uncertainty. *Applied Mathematical Modelling*, 35(2), 637-649.
- Sadjadi, S. J., Soltani, R., & Eskandarpour, A. (2014). Location based treatment activities for end of life products network design under uncertainty by a robust multi-objective memetic-based heuristic approach. *Applied Soft Computing*, 23, 215-226.
- Sasikumar, P., & Kannan, G. (2008). Issues in reverse supply chains, part I: End-of-life product recovery and inventory management - an overview. *International Journal of Sustainable Engineering*, 1, 154-172.
- Sasikumar, P., Kannan, G., & Haq, A. N. (2010). A multi-echelon reverse logistics network design for product recovery-a case of truck tire remanufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 49(9-12), 1223-1234.
- Simchi-Levi, D, Kaminsky, P, & Simchi-Levi, E. (2008). *Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies and case studies* (3rd Ed.). New York: McGraw Hill.
- Soleimani, H., Seyyed-Esfahani, M., & Shirazi, M. (2013). Designing and planning a multi-echelon multi-period multi-product closed-loop supply chain utilizing genetic algorithm. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68(1-4), 917-931.

- Subulan, K., Baykasoğlu, A., & Saltabaş, A. (2014). An improved decoding procedure and seeker optimization algorithm for reverse logistics network design problem. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27(6), 2703-2714.
- Subulan, K., Taşan, A. S., & Baykasoğlu, A. (2012). Fuzzy mixed integer programming model for medium-term planning in a closed-loop supply chain with remanufacturing option. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 23(6), 345-368.
- Subulan, K., Taşan, A. S., & Baykasoğlu, A. (2015). A fuzzy goal programming model to strategic planning problem of a lead/acid battery closed-loop supply chain. *Journal of Manufacturing Systems*, 37, 243-264.
- Tao, Z. G., Guang, Z. Y., Hao, S., Song, H. J., & Xin, D. G. (2015). Multi-period closed-loop supply chain network equilibrium with carbon emission constraints. *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 354-365.
- Tavakkoli-Moghaddam, R., Sadri, S., Pourmohammad-Zia, N., & Mohammadi, M. (2015). A hybrid fuzzy approach for the closed-loop supply chain network design under uncertainty. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 28(6), 2811-2826.
- Wakolbinger, T., Toyasaki, F., Nowak, T., & Nagurney, A. (2014). When and for whom would e-waste be a treasure trove? Insights from a network equilibrium model of e-waste flows. *International Journal of Production Economics*, 154, 263-273.
- XiaoYan, Q., Yong, H., Qinli, D., & Stokes, P. (2012). Reverse logistics network design model based on e-commerce. *International Journal of Organizational Analysis*, 20(2), 251-261.
- Yang, C. H., Chen, D. T., Huang, Z. L., & Liu, H. B. (2016). Design of a third-party reverse logistics network under a carbon tax scheme. *Journal of Engineering Science & Technology Review*, 9(5), 126-134.
- Yu, H., & Solvang, W. (2016). A general reverse logistics network design model for product reuse and recycling with environmental considerations. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 87(9-12), 2693-2711.
- Zarandi, M., Sisakht, A., & Davari, S. (2011). Design of a closed-loop supply chain (CLSC) model using an interactive fuzzy goal programming. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 56(5-8), 809-821.
- Zhou, Y., Chan, C. K., Wong, K. H., & Lee, Y. C. E. (2015). Intelligent optimization algorithms: A stochastic closed-loop supply chain network problem involving oligopolistic competition for multiproducts and their product flow routings. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015, 1-22.