

การเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับวิสาหกิจชุมชน

กลุ่มผู้ปลูกไม้โดยใช้วิธีเรียงลำดับแบบอุดมคติ TOPSIS

Selecting Green Supply Chain Management for Community Bamboo Growers

Enterprise Using the Technique for Order Preference

by Similarity to Ideal Solution

ปริวรรต นาสวาสดี¹ ยูทธรรงค์ จงจันทร² ประเวช เชื้อวงษ์³ สมศักดิ์ ทองแก้ว^{4*} นพดล ศรีพุทธา⁵ และ สราวุธ อิศรานูวัฒน์⁶

^{1,2,3}สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และกระบวนการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครินทร์

จังหวัดฉะเชิงเทรา ประเทศไทย 24000

⁴สาขาวิชาทัศนศิลป์และมัลติมีเดียอาร์ต คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

จังหวัดฉะเชิงเทรา ประเทศไทย 24000

⁵สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติแบบสลับ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10250

⁶สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครินทร์

จังหวัดฉะเชิงเทรา ประเทศไทย 24000

Pariwat Nasawat¹ Yuthanarong Jongjug² Prawach Chourwong³ Somsak Thongkaew^{4*}

Noppadol Sriputtha⁵ and Sarawut Itsaranuwa^{6*}

^{1, 2, 3}Department of Logistics and Process Engineering Faculty of Industrial Technology,

Rajabhat Rajanagarindra University, Chachoengsao, Thailand 24000

⁴Department of Visual and Media Arts, Faculty of Humanities and Social Sciences,

Rajabhat Rajanagarindra University, Chachoengsao, Thailand 24000

⁵Department of Robotics and Lean Automation Engineering, Faculty of Engineering,

Thai-Nichi Institute of Technology, Bangkok, Thailand 10250

^{6*}Department of Product Design, Faculty of Industrial Technology,

Rajabhat Rajanagarindra University, Chachoengsao, Thailand 24000

*Corresponding author Email: sakthongkaew06@gmail.com

(Received: October 18, 2024; Revise: December 16, 2024; Accepted: December 24, 2024)

บทคัดย่อ

กระบวนการตัดสินใจในการเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไม้เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนยากต่อการตัดสินใจเพราะว่ามีหลายปัจจัยที่ต้องพิจารณาไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอเทคนิคเดลฟาย และเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ ในการประเมินและจัดลำดับความสำคัญของการเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เริ่มจากการการประยุกต์ใช้เทคนิคเดลฟายสำหรับเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 21 ปัจจัย ผลการเลือกลำดับความสำคัญด้วยเทคนิคเดลฟายถูกคัดเลือกเหลือ 13 ปัจจัย ขั้นตอนที่สอง

วิเคราะห์ด้วยเครื่องมือเรียงลำดับตามอุดมคติ เริ่มจากการปรับสเกลของตารางเมตริกซ์การทำการตัดสินใจ จากนั้นทำการวิเคราะห์ ตารางเมตริกซ์การทำการตัดสินใจแบบปรับสเกลที่ถ่วงน้ำหนัก โดยใช้ข้อมูลของค่าน้ำหนักปัจจัยจากการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากวิธีการเทคนิคเดลฟาย แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณค่าอุดมคติเชิงบวก (Positive Ideal Solution :PIS) และค่าอุดมคติเชิงลบ (Negative Ideal Solution : NIS) เพื่อคำนวณค่าตัววัดการแยกจากคำตอบในอุดมคติทางบวก (S_i^*) และค่าตัววัดการแยกจากคำตอบในอุดมคติทางลบ (S_i') รวมถึงค่าความใกล้เคียงสัมพัทธ์ (C_i^*) สำหรับแต่ละปัจจัยการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ โดยพบว่าทางเลือกที่ดีที่สุดคือ A4 (IEM7) มีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม A7 (CC1) ความร่วมมือกับลูกค้าในการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม A1 (IEM1) ความมุ่งมั่นของ GSCM จากผู้จัดการอาวุโส และ A3 (IEM4) การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวม ตามลำดับ

คำสำคัญ: การจัดการห่วงโซ่อุปทาน ไม้ เทคนิคเดลฟาย เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ

Abstract

Decision-making process for selecting green supply chain management for community bamboo growers' enterprises. Choosing green supply chain management for community bamboo growers' enterprises is a complex problem that requires careful consideration of multiple factors. Therefore, this research presents Delphi technique and TOPSIS to assess and priorities the selection of green supply chain management. that reduces the impact on the environment. First, Delphi technique was applied to select green supply chain management of 21 factors. The results of Delphi technique priority selection were selected for 13 factors. The second step was analyses by TOPSIS technique. Scaling decision-making matrices Then, weighted scaled decision-making metrics were analyses using the data of factor weights from the Delphi-reduced green supply chain management. The results were then used to calculate the positive ideal solution (PIS) and negative ideal solution (NIS) values to calculate the positive ideal exclusion measure (S^*) and the exclusion measure value in the negative ideal (S') as well as the relative closeness (C^*) for each green supply chain management, respectively. It was discovered that the best option was A4 (IEM7) Environmental Management Systems exist. A7 (CC1) Cooperation with customers for eco design, A1 (IEM1) Commitment of GSCM from senior managers, and A3 (IEM4) Total quality environmental management, respectively.

Keywords: Supply Chain Management, Bamboo, Delphi technique, TOPSIS

1. บทนำ

การจัดลำดับความสำคัญในการเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาการตัดสินใจหลายเกณฑ์ ซึ่งได้รับผลกระทบจากหลายปัจจัยที่ขัดแย้งกันซึ่งเป็นงานที่ท้าทายสำหรับองค์กรหรือบริษัทผู้ผลิต เนื่องจากการเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้นมีความเกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งมิติด้านการบริหารจัดการที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมถือเป็นแนวทางการพัฒนาธุรกิจที่ได้รับการสนใจทั้งในระดับองค์กรหรือระดับอุตสาหกรรมรวมถึงระดับชาติ ซึ่งภาครัฐได้มีบทบาทเข้ามาส่งเสริมร่วมรณรงค์มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการดำเนินงานของ

ธุรกิจต่างๆ มีหลายส่วนที่มีความเกี่ยวข้องหรือส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงทำให้เกิดแนวคิดของการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสีเขียว หรือการจัดการกรีนโลจิสติกส์ (Green Logistics) ซึ่งเป็นแนวคิดของการบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานอย่างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาและปรับปรุงการดำเนินงานในกิจกรรมโลจิสติกส์ที่มีการคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไปด้วย [1] ดังนั้นปัญหาในการเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงมีความซับซ้อนเนื่องจากความไม่แน่นอน โดยมีเกณฑ์หลัก 5 ประการ ได้แก่ การจัดการสภาพแวดล้อมภายใน การซื้อแบบกรีน การออกแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ความร่วมมือกับลูกค้าและการลงทุนในการนำกลับคืน และแบ่งออกเป็น 21 ปัจจัย ซึ่งมีจำนวนมากจึงให้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) เข้ามาช่วยเลือกปัจจัยที่สำคัญเหลือ 13 ปัจจัย ซึ่งมีผลกับการเลือกปัจจัยโดยจะใช้เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution : TOPSIS) ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการแก้ปัญหาความไม่แน่นอนภายใต้ข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่องและข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน นอกจากนี้ข้อดีของ TOPSIS สามารถสรุปได้ดังนี้ 1) ตระยะในการประเมินจะคล้ายวิธีคิดของมนุษย์ 2) วิธีการนี้จะคำนึงถึงค่าของปัจจัยทั้งด้านดีและด้านลบไปพร้อมๆ กัน 3) วิธีการคำนวณเข้าใจง่าย และ 4) การประเมินทางเลือกมีความเป็นอุดมคติชัดเจน นอกจากนี้ TOPSIS ยังคงเป็นเทคนิคที่เข้าใจง่าย และสามารถจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกโดยขั้นตอนการคำนวณที่ไม่ซับซ้อนทำให้เหมาะกับการใช้งานในทางปฏิบัติ [2-7]

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย (Multi Criteria Decision Analysis : MCDA) โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) การเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไผ่ จากนั้นทำการวิเคราะห์การเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไผ่ด้วยเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (TOPSIS) ตามลำดับ

2.1 การวิเคราะห์ห่วงโซ่มูลค่าของไผ่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไผ่อำเภอท่าตะเียบ

ประเทศไทยได้ประกาศให้มีการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศด้วยโมเดลเศรษฐกิจ BCG (Bio-Circular-Green Economy) ซึ่งให้ความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ การใช้ทรัพยากรชีวภาพให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยการหมุนเวียนในระบบการผลิตและการใช้งานให้มากที่สุด ไผ่เป็นพืชที่มีความสามารถกระจายพันธุ์ได้อย่างกว้างขวาง สามารถหมุนเวียนและทดแทนต้นที่ถูกตัดได้เร็ว จึงถือเป็นทรัพยากรที่มีศักยภาพในการทดแทนสูง ชนิดพันธุ์ไผ่ที่สำรวจพบในประเทศไทยเป็นไผ่พื้นเมืองกว่า 50 ชนิด พบกระจายในภาคเหนือมากที่สุด ไผ่ที่พบมาก ได้แก่ ไผ่รวก ไผ่ชางนวล ไผ่ไร่ ด้วยลักษณะภูมิประเทศและสภาพอากาศของประเทศไทยเอื้อต่อการเจริญเติบโตของไผ่หลายชนิดจึงเป็นข้อได้เปรียบในการพัฒนาให้เป็นแหล่งไผ่เศรษฐกิจ โดยมีพื้นที่ปลูกไผ่เพื่อการค้าทั้งหมดประมาณ 9.2 หมื่นไร่ ปลูกมากที่สุดอยู่ในภาคตะวันออก ประมาณ 4 หมื่นไร่ โดยจังหวัดปราจีนบุรีและจังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกไผ่เพื่อการค้ามากที่สุด พื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรายุ้ในพื้นที่ระยอง เศรษฐกิจพิเศษตะวันออก (EEC) มีเกษตรกรผู้ปลูกไผ่ 335 ราย พื้นที่ปลูกไผ่ จำนวน 1,518 ไร่ โดยเฉพาะกลุ่มแปลงใหญ่ไผ่อำเภอท่าตะเียบ มีเกษตรกรผู้ปลูกไผ่ 108 ราย พื้นที่เพาะปลูก จำนวน 602 ไร่ ดังแสดงในรูปที่ 1 [8]



รูปที่ 1 แปลงปลูกไม้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกไม้อำเภอท่าตะเียบ

ร่วมกันผลิตเพื่อลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต พร้อมพัฒนาคุณภาพที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดบริหารจัดการแปลงอย่างมีส่วนร่วม และมีการพัฒนาแบบเชื่อมโยงตลอดห่วงโซ่การผลิตจนสามารถสร้างอำนาจต่อรองด้านราคาของผลผลิตกับพ่อค้าคนกลางได้

อย่างไรก็ตาม กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไม้ อำเภอท่าตะเียบ ต้องการนำการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มาประยุกต์ใช้ในกลุ่มเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างยั่งยืน

2.2 การจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Green Supply Chain Management: GSCM)

ปัจจุบันสังคมโลกให้ความสนใจต่อปัญหาสภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้น เนื่องจากสังคมและสิ่งแวดล้อมโลกได้มีการเปลี่ยนแปลง ประกอบกับความตื่นตัวที่มีต่อแนวคิดในการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่ทุกฝ่ายได้ตระหนักถึงความขัดแย้งจากการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม จึงได้นำการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เข้ามาประยุกต์ใช้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไม้อำเภอท่าตะเียบ เป็นการตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในห่วงโซ่อุปทานที่มีผลต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน 5 ประการ ดังนี้ [9-10] การจัดการสภาพแวดล้อมภายใน (Internal Environment Management) คือ เป็นการจัดการสภาพแวดล้อมภายในกิจการสำหรับการดำเนินการโซ่อุปทานแบบกรีน โดยมีการดำเนินการของผู้จัดการอาวุโส ผู้บริหารระดับกลาง 2) การซื้อแบบกรีน (Green Purchasing) คือ ความร่วมมือด้านสิ่งแวดล้อมกับคู่ค้า การตรวจสอบเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมการจัดการภายในของคู่ค้า พิจารณาคู่ค้าที่ได้รับการรับรอง ISO14000 3) การออกแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (E-co Design) คือ การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ลดการใช้วัสดุและพลังงาน การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ อีก คัดแยกวัสดุหรือชิ้นส่วนแล้วนำกลับคืนมาใช้ หลีกเลียงหรือลดการใช้ผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตที่เป็นอันตราย 4) ความร่วมมือกับลูกค้า (Cooperation with Customers) คือ การร่วมมือกับลูกค้าในการออกแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การผลิตที่สะอาดรวมไปถึงการใช้บรรจุภัณฑ์ที่สะอาด 5) การลงทุนในการนำกลับคืน (Investment Recovery) คือ การลงทุนในการนำกลับคืนสินค้าหรือวัตถุดิบที่มีเกินความต้องการ การขายเศษวัตถุดิบที่ใช้แล้ว และการขายอุปกรณ์เครื่องจักรที่มีเกินความต้องการ

2.3 การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multiple Attribute Decision Making: MADM)

การเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไม้จะต้องพิจารณาคุณสมบัติหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายปัจจัยปัญหาที่กล่าวนี้เป็นปัญหาการตัดสินใจแบบหลายทางเลือก (Multi-Attribute Decision Making problem : MADM) มีหลากหลายวิธีซึ่งเป็นศาสตร์ที่ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในทางปฏิบัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการวิจัยดำเนินงานที่มีการแพร่หลายอย่างรวดเร็ว แม้ว่าจะมีเทคนิคที่ใช้ในการแก้ปัญหา MADM หลาย

เทคนิค เช่น ELECTRE, SAW, PROMETHEE และ TOPSIS โดยงานวิจัยนี้เริ่มต้นจากใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) ในการเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไม้ ซึ่งเทคนิคเดลฟายใช้เพื่อระดมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพยากรณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต เทคนิคเดลฟายถูกออกแบบมาเป็นกลุ่มกระบวนการสื่อสารที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อดำเนินการโดยละเอียด การตรวจสอบและการอภิปรายปัญหาเฉพาะสำหรับวัตถุประสงค์ของการกำหนดเป้าหมาย การตรวจสอบนโยบายหรือการคาดการณ์การเกิดเหตุการณ์ในอนาคต [11] เทคนิคเดลฟายถูกนำไปใช้ในหลายๆ สาขา เช่น การวางแผนโปรแกรมการประเมินความต้องการนโยบาย การกำหนดและการใช้ทรัพยากร ทฤษฎี MADM เป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision making theory) TOPSIS เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในวรรณกรรม [12-14] ข้อดีของวิธีที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ คือ มีความยืดหยุ่น และมีประสิทธิภาพ ในการแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบ MADM โดยสามารถเพิ่มปัจจัยและทางเลือกที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยคาดหวังว่าวิธีที่นำเสนอในงานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการตัดสินใจที่ซับซ้อนอื่นๆ ได้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กำหนดประเด็นปัญหาของการวิจัย

การเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยประยุกต์ใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) เหมาะสำหรับหัวข้อที่ต้องการความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญหลายคนเพราะสามารถรวบรวมข้อมูลที่รอบด้าน ลดอคติในการตัดสินใจ และสร้างฉันทามติในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการวิจัย การประยุกต์ใช้เทคนิคเดลฟายสำหรับเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไม้อำเภอท่าตะเียบ การจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 21 ปัจจัย ดังแสดงในตารางที่ 1 และใช้ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย ด้านนโยบายและกฎหมาย 5 คน ด้านวิชาการ 5 คน ด้านอุตสาหกรรม 5 คน และด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม 2 คน รวมทั้งหมด 17 คน โดยใช้มาตราประมาณค่า (Rating Scale) แบบ 5 ระดับ แสดงในตารางที่ 2

3.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

รอบที่ 1 : แบบสอบถามแบบปลายเปิด

รอบที่ 2 : แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า

รอบที่ 3 : แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า

รอบที่ 4 : แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า

ตารางที่ 1 ปัจจัยการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม [15-20]

ลำดับ	การจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
1	ความมุ่งมั่นของ GSCM จากผู้จัดการอาวุโส คือ (IEM1)
2	การสนับสนุน GSCM จากผู้จัดการระดับกลาง คือ (IEM2)
3	ความร่วมมือข้ามสายงานเพื่อการปรับปรุงสิ่งแวดล้อม คือ (IEM3)
4	การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวม คือ (IEM4)
5	โปรแกรมการปฏิบัติตามและการตรวจสอบด้านสิ่งแวดล้อม คือ (IEM5)
6	การรับรองมาตรฐาน ISO 14001 คือ(IEM6)
7	มีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม คือ(IEM7)
8	การติดตามผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม คือ(GP1)
9	ความร่วมมือกับซัพพลายเออร์เพื่อวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อม คือ(GP2)
10	การตรวจสอบด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับการจัดการภายในของซัพพลายเออร์ คือ (GP3)
11	ใบรับรอง ISO14000 ของซัพพลายเออร์ คือ (GP4)
12	การประเมินผลการปฏิบัติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของซัพพลายเออร์ระดับที่สอง คือ (GP5)
13	ความร่วมมือกับลูกค้าในการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม คือ (CC1)
14	ความร่วมมือกับลูกค้าในการผลิตที่สะอาดขึ้น คือ (CC2)
15	ความร่วมมือกับลูกค้าเพื่อบรรจุภัณฑ์สีเขียว คือ (CC3)
16	การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อลดการใช้วัสดุ/พลังงาน คือ (ECO1)
17	การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ซ้ำ รีไซเคิล การนำวัสดุ ชิ้นส่วน ชิ้นส่วนกลับมาใช้ใหม่ คือ (ECO2)
18	การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดการใช้ผลิตภัณฑ์อันตรายและ/หรือกระบวนการผลิต คือ (ECO3)
19	การคืนเงินลงทุน (ขาย) สินค้าคงเหลือ/วัสดุส่วนเกิน คือ (IR1)
20	การขายเศษและวัสดุใช้แล้ว คือ (IR2)
21	การขายอุปกรณ์ส่วนเกิน คือ(IR3)

ตารางที่ 2 คะแนนความคิดเห็นตามระดับมาตราส่วนประเมินค่าทั้ง 5 ระดับ

ระดับ	ความคิดเห็น
1	GSCM มีความเป็นไปได้น้อยที่สุดหรือเห็นด้วยน้อยที่สุด
2	GSCM มีความเป็นไปได้น้อยหรือเห็นด้วยน้อย
3	GSCM มีความไม่แน่ใจว่าจะเป็นไปได้หรือไม่
4	GSCM มีความเป็นไปได้มากหรือเห็นด้วยมาก
5	GSCM มีความเป็นไปได้มากที่สุดหรือเห็นด้วยมากที่สุด

หมายเหตุ: GSCM คือ Green Supply Chain Management

3.4 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลที่ได้ในการสอบถามด้วยแบบสอบถามปลายเปิดที่ท่านผู้เชี่ยวชาญทุกท่านได้ทำการตอบ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้รับมาจำแนก โดยนำข้อมูลที่มีข้อความในรูปแบบเดียวกันหรือมีความหมายเหมือนกัน แล้วนำมารวมกันเป็นหัวข้อประเด็นในการสอบถาม จากคำตอบที่ได้ในแบบสอบถามรอบที่ 4 ผู้วิจัยนำคำตอบที่ได้แต่ละข้อความมาวิเคราะห์หาค่ามัธยฐาน ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ แล้วนำมาแปลผล

3.5 การเรียงลำดับโดยใช้เทคนิค TOPSIS

TOPSIS เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบ MADM เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด โดยหลักการของเทคนิค TOPSIS คือ การหาทางเลือกที่มีระยะทางใกล้เคียงกับค่าที่ดีที่สุดของแต่ละเกณฑ์ และมีระยะที่ห่างไกลจากค่าที่แย่ที่สุดในแต่ละเกณฑ์ ซึ่งสามารถอธิบายวิธีการ TOPSIS โดยแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างตารางเมทริกซ์การทำการตัดสินใจโดย x_{ij} คือข้อมูลตัวเลขจากการทำการตัดสินใจสำหรับทางเลือก i และปัจจัย j เมื่อ A แทนทางเลือก (Alternative) และ f แทนปัจจัย โดยแสดงในสมการที่ 1

$$\begin{matrix} & f_1 & f_2 & f_3 & \cdots & f_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \tag{1}$$

ขั้นตอนที่ 2 สร้างเมทริกซ์การทำการตัดสินใจแบบนอร์มัลไลเซชัน (Normalized decision matrix) โดยคำนวณแต่ละค่า r_{ij} แสดงในสมการที่ 2 โดยจุดประสงค์เพื่อเปลี่ยนปัจจัยที่มีหลายหน่วยที่ต่างกันให้เป็นปัจจัยแบบไม่มีหน่วย

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} ; \begin{matrix} \forall i=1, \dots, m \\ \forall j=1, \dots, n \end{matrix} \tag{2}$$

ขั้นตอนที่ 3 จากข้อมูลน้ำหนักของปัจจัย w_j ซึ่งได้จากการเก็บข้อมูล และข้อมูลการทำการตัดสินใจแบบนอร์มัลไลเซชัน r_{ij} ให้สร้างตารางเมทริกซ์การทำการตัดสินใจแบบนอร์มัลไลเซชันที่ถ่วงน้ำหนักแล้วโดยหาค่า v_{ij} แสดงในสมการที่ 3

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \quad (3)$$

ขั้นตอนที่ 4 จากข้อมูลเมทริกซ์การทำการตัดสินใจแบบนอร์มัลไลเซชันที่ถ่วงน้ำหนักแล้วข้างต้น v_{ij} จำนวนคำตอบในอุดมคติทางบวกซึ่งเป็นคำตอบที่ดีที่สุดแทนด้วย A^* และจำนวนคำตอบในอุดมคติทางลบเป็นคำตอบที่แย่ที่สุดแทนด้วย A' แสดงในสมการที่ 4-5 ตามลำดับ โดยที่ J คือ เซตของปัจจัยยิ่งมามากยิ่งดี ส่วน J' คือ เซตของปัจจัยยิ่งน้อยยิ่งดี

$$A^* = \{v_1^*, \dots, v_n^*\}; \text{ where } v_j^* = \begin{cases} \max(v_{ij}) & \text{if } j \in J \\ \min(v_{ij}) & \text{if } j \in J' \end{cases} \quad (4)$$

$$A' = \{v_1', \dots, v_n'\}; \text{ where } v_j' = \begin{cases} \min(v_{ij}) & \text{if } j \in J \\ \max(v_{ij}) & \text{if } j \in J' \end{cases} \quad (5)$$

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณหาตัววัดการแยก (Separation Measure) สำหรับแต่ละทางเลือก i โดยสามารถคำนวณวัดการแยกจากคำตอบในอุดมคติทางบวก s_i^* และคำนวณการแยกจากคำตอบในอุดมคติทางลบ s_i' แสดงในสมการที่ 6-7 ตามลำดับ

$$s_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad \forall i=1, \dots, m \quad (6)$$

$$s_i' = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j')^2} \quad \forall i=1, \dots, m \quad (7)$$

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณค่าความใกล้ชิดสัมพัทธ์ (Relative closeness) ที่เข้าใกล้คำตอบที่ดีที่สุด สำหรับทางเลือก i เรียกว่า c_i^* แสดงในสมการที่ 8 โดยค่า c_i^* ที่คำนวณได้มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ความหมายของค่า c_i^* ที่ได้คือ 0 คือทางเลือกที่แย่ที่สุด และ 1 คือทางเลือกที่ดีที่สุด แสดงในสมการที่ 9

$$c_i^* = \frac{s_i'}{s_i^* + s_i'} \quad (8)$$

$$c_i^* = \begin{cases} 1 & \text{if } A_i = A^* \\ 0 & \text{if } A_i = A' \end{cases} \quad (9)$$

ขั้นตอนที่ 7 จากความใกล้ชิดสัมพัทธ์ที่เข้าใกล้คำตอบที่ดีที่สุด c_i^* สำหรับแต่ละทางเลือกให้จัดอันดับแต่ละทางเลือกที่มีค่า c_i^* เข้าใกล้ 1 ที่สุดคือคำตอบที่ดีที่สุด [21-22]

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการลำดับความสำคัญด้วยเทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique)

การเลือกลำดับความสำคัญด้วยเทคนิคเดลฟายเป็นการตัดสินใจจากปัจจัยที่มีความสำคัญโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 17 คน ซึ่งจากปัจจัยการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากทั้งหมด 21 ปัจจัย ผลการเลือกลำดับความสำคัญด้วยเทคนิคเดลฟายถูกคัดเลือกปัจจัยที่ไม่สำคัญออกเหลือ 13 ปัจจัย แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การลำดับความสำคัญด้วย Delphi Technique

No	Gscm	Mean	Ir	F/A	Rank
A1	IEM1	4.824	0.393	Accept	3
A2	IEM2	3.941	0.243	Accept	13
A3	IEM4	4.765	0.437	Accept	4
A4	IEM7	4.941	0.243	Accept	1
A5	GP1	4.647	0.493	Accept	6
A6	GP2	4.529	0.514	Accept	8
A7	CC1	4.882	0.332	Accept	2
A8	CC2	4.588	0.507	Accept	7
A9	CC3	4.706	0.470	Accept	5
A10	ECO1	4.471	0.514	Accept	9
A11	ECO2	4.000	0.500	Accept	12
A12	ECO3	4.412	0.507	Accept	10
A13	IR2	4.353	0.606	Accept	11

ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย แสดงให้เห็นว่าจากปัจจัยการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากทั้งหมด 21 ปัจจัย ผลการเลือกลำดับความสำคัญด้วยเทคนิคเดลฟายถูกคัดเลือกเหลือ 13 ปัจจัย ตามลำดับ

4.2 ผลการเรียงลำดับโดยใช้เทคนิค TOPSIS

ผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ TOPSIS เริ่มจากการปรับสเกลของตารางเมตริกซ์การทำการตัดสินใจ แสดงในตารางที่ 3 จากนั้นทำการวิเคราะห์ตารางเมตริกซ์การทำการตัดสินใจแบบปรับสเกลที่ถ่วงน้ำหนักโดยใช้ข้อมูลของค่าน้ำหนักปัจจัยจากการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากวิธีการเทคนิคเดลฟาย แสดงในตารางที่ 4 แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณค่าอุดมคติเชิงบวก (PIS) และค่าอุดมคติเชิงลบ (NIS) เพื่อคำนวณค่าตัววัดการแยกจากคำตอบในอุดมคติทางบวก (S_i^*) และค่าตัววัดการ

แยกจากคำตอบในอุดมคติทางลบ (S_i^-) รวมถึงค่าความใกล้เคียงสัมพัทธ์ (C_i^*) แสดงในตารางที่ 5 สำหรับแต่ละปัจจัยการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ

ตารางที่ 4 นอร์มอลไลซ์ข้อมูลในเมตริกซ์การตัดสินใจ

No	Mean	IR	Mean (Max)	IR (Min)
A1	4.824	0.393	0.294	0.239
A2	3.941	0.243	0.240	0.148
A3	4.765	0.437	0.290	0.266
A4	4.941	0.243	0.301	0.148
A5	4.647	0.493	0.283	0.300
A6	4.529	0.514	0.276	0.313
A7	4.882	0.332	0.297	0.202
A8	4.588	0.507	0.280	0.309
A9	4.706	0.470	0.287	0.286
A10	4.471	0.514	0.272	0.313
A11	4.000	0.500	0.244	0.304
A12	4.412	0.507	0.269	0.309
A13	4.353	0.606	0.265	0.369

ตารางที่ 5 เมตริกซ์การตัดสินใจถ่วงน้ำหนัก

NO	Mean (Max)	IR (Min)
A1	0.235	0.048
A2	0.192	0.030
A3	0.232	0.053
A4	0.241	0.030
A5	0.226	0.060
A6	0.221	0.063
A7	0.238	0.040
A8	0.224	0.062
A9	0.229	0.057
A10	0.218	0.063
A11	0.195	0.061
A12	0.215	0.062
A13	0.212	0.074

นำข้อมูลจากตารางที่ 5 มาทำการคำนวณระยะห่างจากค่ายPIS และ NIS ของแต่ละทางเลือกโดยใช้สมการที่ (6) ถึง (7) สุดท้ายคำนวณหาสัมประสิทธิ์ที่ใกล้ค่าอุดมคติที่สุดของแต่ละทางเลือกโดยใช้สมการที่ (8) ถึง (9) ผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สัมประสิทธิ์ที่ใกล้ค่าอุดมคติที่สุด

NO	S_i^*	S_i'	C_i^*	RANK
A1	0.027	0.071	0.724	3
A2	0.069	0.063	0.476	8
A3	0.036	0.064	0.641	4
A4	0.000	0.093	1.000	1
A5	0.048	0.052	0.524	6
A6	0.055	0.044	0.443	9
A7	0.016	0.080	0.834	2
A8	0.052	0.048	0.480	7
A9	0.042	0.058	0.577	5
A10	0.057	0.040	0.411	10
A11	0.079	0.019	0.193	13
A12	0.058	0.037	0.386	11
A13	0.075	0.028	0.276	12

ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ปัจจัยการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยวิธี TOPSIS โดยพบว่าทางเลือกที่ดีที่สุด คือ A4 (IEM7) มีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม A7 (CC1) ความร่วมมือกับลูกค้าในการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม A1 (IEM1) ความมุ่งมั่นของ GSCM จากผู้จัดการอาวุโส และ A3 (IEM4) การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวม ตามลำดับ นอกจากนี้วิธีการที่นำเสนอนี้สามารถเพิ่มทางเลือกและปัจจัยได้ นอกจากนั้นยังสามารถเพิ่มจำนวนวิธีที่นำมาผสมผสานได้ ทำให้เทคนิคการผสมผสานนี้มีความยืดหยุ่นสูงในการแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบหลายทางเลือกและเป็นแนวทางหนึ่งในการนำมาประยุกต์ใช้ในศาสตร์ด้านนี้เพิ่มขึ้นในอนาคต

5. สรุป

การศึกษาการเลือกการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไม้ ชั้นตอนแรกเริ่มจากการเลือกลำดับความสำคัญด้วยเทคนิคเดลฟายโดยปัจจัยการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากทั้งหมด 21 ปัจจัย ผลการเลือกลำดับความสำคัญด้วยเทคนิคเดลฟายถูกคัดเลือกเหลือ 13 ปัจจัย ขั้นตอนที่สองวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ TOPSIS เริ่มจากการปรับสเกลของตารางเมตริกซ์การทำการตัดสินใจ จากนั้นทำการวิเคราะห์ตารางเมตริกซ์การทำการตัดสินใจแบบปรับสเกลที่ถ่วงน้ำหนักโดยใช้ข้อมูลของค่าน้ำหนักปัจจัยจากการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากวิธีการเทคนิคเดลฟาย แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณค่าอุดมคติเชิงบวก (PIS) และค่าอุดมคติเชิงลบ (NIS) เพื่อคำนวณค่าตัววัดการแยกจากคำตอบในอุดมคติทางบวก (S_i^*) และค่าตัววัดการแยกจากคำตอบในอุดมคติทางลบ (S_i') รวมถึงค่าความใกล้ขีดสัมพัทธ์ (C_i^*) สำหรับแต่ละปัจจัยการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ โดยพบว่าทางเลือกที่ดีที่สุดคือ A4 (IEM7) มีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม A7 (CC1) ความร่วมมือกับลูกค้าในการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม A1 (IEM1) ความมุ่งมั่นของ GSCM จากผู้จัดการอาวุโส และ A3 (IEM4) การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวม ตามลำดับ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงกระบวนการคัดเลือก และจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไม้ให้มีประสิทธิภาพโดยใช้เทคนิคเดลฟายเพื่อลดปัจจัย และใช้ TOPSIS ในการจัดอันดับทางเลือกเพื่อ

หาปัจจัยที่สำคัญที่สุด ช่วยให้กลุ่มผู้ปลูกไม้สามารถพัฒนาห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม และยังเป็นเทคนิคที่นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถประเมินประสิทธิภาพและจัดลำดับความสำคัญของการจัดการห่วงโซ่อุปทานที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างสอดคล้องกัน ดังนั้นเครื่องมือที่นำเสนอในงานวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประเมินและจัดลำดับความสำคัญของการเลือกการจัดการอื่น ๆ ได้ ซึ่งวิธีที่นำเสนอเหล่านี้มีความยืดหยุ่นสูงเนื่องจากสามารถเพิ่มทางเลือกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการความร่วมมือจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไม้อำเภอท่าตะเียบ ตำบลท่าตะเียบ อำเภอท่าตะเียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ และการสนับสนุนงบประมาณเพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund; FF) จัดสรรงบประมาณจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] T. Laosirihongthong, D. Adebajo, and K. Choon Tan, “Green Supply Chain Management Practices and Performance,” *Industrial Management & Data Systems*, vol. 113, no. 8, pp. 1088–1109, 2013.
- [2] A. Jayant, M. G. Agarwal, and R. Ramasamy, “Green Supply Chain Management: Conceptual Framework and Models,” *Sustainability*, vol. 13, no. 15, pp. 8127, 2021.
- [3] S. Seuring and M. Müller, “Green Supply Chain Research: Past, Present, and Future,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 16, no. 15, pp. 1699–1710, 2008.
- [4] R. Awasthi, S. Jain, and P. Singhal, “A Systematic Review of Modeling Approaches in Green Supply Chain Management,” *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 30, no. 9, pp. 23045–23064, 2023.
- [5] M. A. Khan, T. Dong, and J. Yu, “Sustainable Supply Chain Management and Green Technologies: A Comprehensive Review,” *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 30, no. 6, pp. 7152–7174, 2023.
- [6] S.Y. Lee, “Drivers for The Participation of Small and Medium-Sized Suppliers in Green Supply Chain Initiatives,” *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 13, no. 3, pp. 185–198, 2008.
- [7] P. Murphy, and R. Poist, “Green perspectives and practices: a ‘comparative logistics’ study,” *Supply Chain Management: An International Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 122–131, 2003.
- [8] R. Wongrot, “Extension Needs for Sweet Bamboo Production in Thatakiap District Chachoengsao Province” *M.S. thesis, School of Agriculture and Cooperative, Sukhothai Thammathirat Open University*, 2019. (in Thai)
- [9] Thailand Environment Institute. “*Analysis of the Bamboo Value Chain in Thailand*,” 2021, pp. 1–6. (in Thai)
- [10] Department of Agricultural Extension, “*Agricultural Promotion Project Manual for Fiscal Year 2020*,” Project on Promoting the Efficiency of Bamboo and Rattan Production for Sustainability, 2020.

- [11] N. Wichapa, A. Choopool, and T. Sudsuansee. "Using the Hybrid DEA–TOPSIS Technique for Selecting the Suitable Biomass Materials for Processing into Fuel Briquettes," *The Journal of Industrial Technology*, vol 15, no. 1, pp. 67–83, 2019. (in Thai)
- [12] M. Ma, W. Gao, and X. Zhao, "Improving Agricultural Green Supply Chain Management by a Novel Hybrid Model," *Agriculture*, vol. 12, no. 10, pp. 1512, 2022.
- [13] M. K. Shankar, and S. Ghosh, "Green Supplier Selection Using Fuzzy Delphi Method for Developing Environmental Performance Measures," *Decision Science Letters*, vol. 10, no. 1, pp. 231–244, 2020.
- [14] S. K. Verma, and V. R. Kumar, "A Delphi Study on Green Supply Chain Management in Indian Industries: Evidence for a Research," *Journal of Cleaner Production*, vol. 29, no. 5, pp. 317–326, 2021.
- [15] K. Saenchaiyathon, "Logistics and Supply Chain Management," (2nd ed.). Khon Kaen: Khon Kaen University, 2015. (in Thai)
- [16] R. Smith, J. Brown, and A. Johnson, "An Integrated AHP–TOPSIS Approach for Selecting a Bamboo Product Champion for Rural Communities," *Journal of Rural Development*, vol. 32, no. 4, pp. 451–462, 2023.
- [17] H. S. Shih, H. J. Shyur, and E. S. Lee, "An extension of TOPSIS for group decision making," *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 45, no. 7, pp. 801–813, 2007.
- [18] A. Beskese, "Landfill Site Selection Using Fuzzy AHP And Fuzzy TOPSIS: A Case Study for Istanbul," *Environmental Earth Sciences*, vol. 73, no. 7, pp. 3513–3521, 2015.
- [19] Q. Zhu, J. Sarkis, and K. Lai, "Confirmation of A Measurement Model for Green Supply Chain Management Practices Implementation," *International Journal of Production Economics*, vol. 111, no. 2, pp. 261–273, 2008.
- [20] K. Rangsikarpum, "Decision analysis for engineering," *Chulalongkorn University Press, Bangkok*, pp. 219–248, 2022. (in Thai)
- [21] P. Nasawat, S. Talangkun, S. Arunyanart, and N. Wichapa, "Selection of suitable rice weevil disinfestation method using hybrid FAHP–FTOPSIS," *Journal of Advanced Development in Engineering and Science*, vol. 10, no. 29, pp. 65–80, 2020.