

การประยุกต์ใช้เทคนิค HYBRID AHP-TOPSIS สำหรับคัดเลือกการแปรรูป และพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่

USING THE HYBRID AHP-TOPSIS TECHNIQUE FOR SELECTING PRODUCT PROCESSING AND DEVELOPMENT FOR BAMBOO PRODUCTS

สมศักดิ์ ทองแก้ว¹, ปรีวรรต นาสวาสดี^{2,*} และ กฤษณะ ช่องศรี³

Somsak Thongkaew¹, Pariwat Nasawat^{2,*} and Krisana Chongsri³

¹ สาขาวิชาทัศนศิลป์และมัลติมีเดียอาร์ต คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์

² สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และกระบวนการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์

³ สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์

¹ Program in Visual and Media Arts, Faculty of Humanities and Social Sciences,
Rajabhat Rajanagarindra University

² Program in Logistics and Process Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Rajabhat Rajanagarindra University

³ Program in Applied Physics, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Rajanagarindra University

Received: 9 April 2024

Revised: 30 August 2024

Accepted: 30 August 2024

บทคัดย่อ

กระบวนการตัดสินใจสำหรับคัดเลือกการแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่ เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนยากต่อการตัดสินใจเพราะว่ามีเกณฑ์หลายอย่างที่ต้องพิจารณาไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอเทคนิค Hybrid AHP-TOPSIS ในการประเมินและจัดลำดับความสำคัญ เริ่มจากกำหนดเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการตัดสินใจแบ่งเกณฑ์ออกเป็นชั้นย่อย และกำหนดระดับความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ ขั้นตอนต่อมาให้คะแนนในแต่ละเกณฑ์ตามระดับความสำคัญโดยใช้เทคนิค AHP ต่อจากนั้นใช้เทคนิค TOPSIS เพื่อจัดลำดับและเลือกทางเลือกที่มีประสิทธิภาพที่สุด โดยคำนวณค่าอุดมคติทางบวก (S_i^+) และค่าในอุดมคติทางลบ (S_i^-) รวมถึงค่าความใกล้เคียงสัมพัทธ์ (C_i^*) กำหนดเกณฑ์ที่สำคัญตามความต้องการของผู้ประกอบการ 7 เกณฑ์ตัดสินใจ และวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่

* Corresponding author: ปรีวรรต นาสวาสดี

E-mail: pariwat@techno.rru.ac.th

ทั้งหมด 5 ทางเลือก ผลการคำนวณค่าความใกล้เคียงสัมพัทธ์ (C_i^*) คือ ผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่อัด (A_3) = 0.764 ตามด้วยผลิตภัณฑ์ไม้ตะเกียบ (A_1) = 0.502 ผลิตภัณฑ์ถ่านไม้ไผ่ (A_5) = 0.258 ผลิตภัณฑ์ไม้เสียบลูกชิ้น (A_2) = 0.167 และผลิตภัณฑ์ไม้จิ้มฟัน (A_4) = 0.154 ตามลำดับ ดังนั้นวิธีที่นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางในคัดเลือกการแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้

คำสำคัญ: การแปรรูปผลิตภัณฑ์, ไม้ไผ่, การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์, วิธีเรียงลำดับแบบอุดมคติ

Abstract

The decision-making process for selecting the processing and development of bamboo products to enhance product value is a complex problem due to the various criteria that need to be considered simultaneously. Therefore, this research proposes the hybrid AHP-TOPSIS technique for evaluating and prioritizing importance. It begins by defining relevant criteria used in decision-making, dividing them into sub-criteria, and assigning importance levels to each criterion. Then, scores are given to each criterion based on their importance levels using the AHP technique. Subsequently, the TOPSIS technique is utilized to rank and select the most efficient alternatives. By calculating the positive ideal solution (S_i^*) and negative ideal solution (S_i'), as well as the relative closeness coefficient (C_i^*), the criteria deemed important according to the needs of the decision-makers, 7 decision-making criteria, and all 5 alternative product processing methods from bamboo are assessed. The results of calculating the relative closeness coefficient (C_i^*) are as follows: bamboo pressed product (A_3) = 0.764, followed by bamboo reed product (A_1) = 0.502, bamboo charcoal product (A_5) = 0.258, bamboo skewer product (A_2) = 0.167, and bamboo toothpick product (A_4) = 0.154, respectively. Therefore, the method proposed in this research can serve as a

guideline for selecting the processing and development of suitable products to enhance the value of other products.

Keywords: Product Processing, Bamboo, Multiple Attribute Decision Making, AHP, TOPSIS

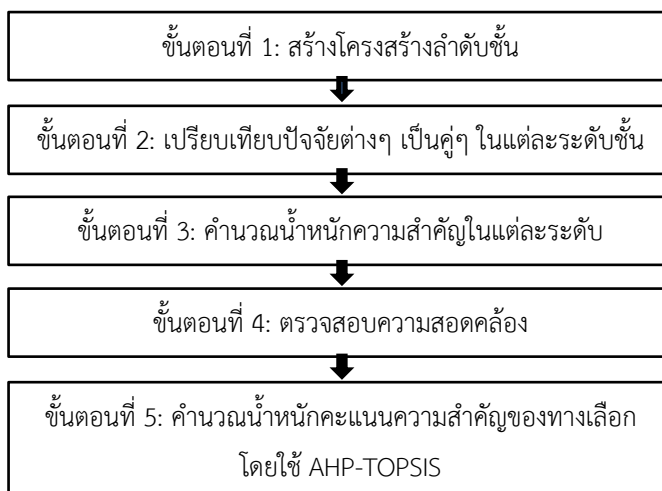
บทนำ

ประเทศไทยได้ประกาศแนวทางการส่งเสริมและสนับสนุนกระบวนการพัฒนาเศรษฐกิจแบบ (Bio-Circular-Green Economy: BCG) เพื่อการใช้ทรัพยากรมีประสิทธิภาพสูงสุด ต้นไม้เป็นไม้ที่สามารถปลูกทดแทนต้นที่ถูกตัดได้อย่างรวดเร็วในประเทศไทยมีพันธุ์ไม้ทั้งหมด 69 ชนิด สามารถใช้งานได้ทุกส่วนในลำต้นด้วยเนื้อไม้ไม่มีคุณสมบัติที่แข็งแรง น้ำหนักเบา การยืดหยุ่น ที่นิยมใช้ในงานก่อสร้าง และอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2564) สำหรับคัดเลือกการแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ในพื้นที่ของจังหวัดฉะเชิงเทรา มีจำนวนเกษตรกรที่ปลูกไม้ทั้งหมด 335 ราย และพื้นที่ปลูกไม้รวมทั้งสิ้น 1,518 ไร่ กลุ่มแปลงใหญ่ไม้ในอำเภอท่าตะเกียบ มีเกษตรกรที่ปลูกไม้จำนวน 108 ราย และพื้นที่เพาะปลูก 602 ไร่ เกษตรกรได้รับประโยชน์ทางด้านนิเวศวิทยา เศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563) วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อจัดลำดับเกณฑ์สำคัญและตัดสินใจเลือกพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ การประยุกต์ใช้เทคนิคการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multiple Attribute Decision Making: MADM) เป็นเทคนิคที่ใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจหลายลักษณะหรือหลายหลักเกณฑ์ วิธีการที่เกี่ยวข้อง MADM เช่น AHP TOPSIS PROMETHEE ELECTRE และ DSS (Kailomsom & Wichapa, 2022), (Boonkanit, 2020) ดังนั้นงานวิจัยนี้เลือกวิธีการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) และวิธีเรียงลำดับแบบอุดมคติ (TOPSIS) ซึ่งกำหนดเกณฑ์ที่สำคัญตามความต้องการของผู้ประกอบการ 7 เกณฑ์ตัดสินใจ และวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากไม้ทั้งหมด 5 ทางเลือก เริ่มจากวิธี AHP มีความสามารถในการแบ่งปัญหาทางการตัดสินใจที่ซับซ้อนอย่างมีระเบียบเป็นโครงสร้างลำดับชั้นช่วยให้การประเมินตัดสินใจเปรียบเทียบแบบคู่ระหว่างเกณฑ์และทางเลือก ช่วยในการคำนวณที่แม่นยำมีการกำหนดความสำคัญที่สัมพันธ์ของแต่ละเกณฑ์ และลำดับทั้งหมดของทางเลือก และวิธี TOPSIS มีประสิทธิภาพในการจัดลำดับทางเลือกตามความใกล้เคียงกับสถานะที่เป็นไปได้ที่ดีที่สุด โดยพิจารณาทั้งค่า

อุดมคติเชิงบวก และค่าอุดมคติเชิงลบ วิธี TOPSIS (To-On et al., 2023) นำเสนอวิธีที่มีการเชื่อมโยงไม่เพียงแต่ลักษณะที่ดีแต่ยังหาข้อเสียของแต่ละทางเลือกเป็นวิธีคำนวณที่เข้าใจง่าย ทำให้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้ Hybrid AHP-TOPSIS (Nasawat et al., 2021), (Ransikarbum & Chanthakhhot, 2020) ได้นำการตัดสินใจเกี่ยวกับเกณฑ์และการจัดลำดับทางเลือกผสมผสานช่วยเสริมคุณสมบัติของกระบวนการตัดสินใจที่ซับซ้อน ดังนั้นวิธีที่นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางในคัดเลือกการแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เสนอการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของวิธีการแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่ เริ่มจากวิธี AHP สร้างโครงสร้างลำดับชั้นของปัญหา ตามด้วยการสร้างเมตริกซ์การเปรียบเทียบรายคู่ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน จากนั้นนำผลการรวมเมตริกซ์การเปรียบเทียบรายคู่จะถูกคำนวณและนำมาใช้ในการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของแต่ละวิธี หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จะถูกทดสอบความสอดคล้อง และการคำนวณน้ำหนัก ขั้นตอนสุดท้าย TOPSIS จะถูกใช้ในการจัดอันดับทางเลือก (Singh et al., 2023), (Sharma et al., 2020) ดังแสดงในรูปที่ 1



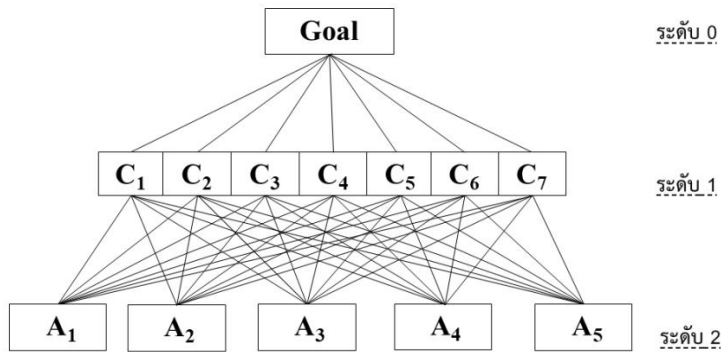
รูปที่ 1 การเปรียบเทียบเชิงนามธรรม AHP-TOPSIS

การประยุกต์ใช้เทคนิค Hybrid AHP-TOPSIS

1. กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ของกระบวนการ AHP ประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ 5 ขั้นตอน (Ozer, 2008), (Saaty & Kearns, 1991), (Saaty, 1985)

ขั้นตอนที่ 1 โครงสร้างลำดับชั้น ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างลำดับชั้นของ AHP

การกำหนดเกณฑ์ทั้งหมดในทุกระดับกรณีศึกษาถูกสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 15 คน ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาสร้างโครงสร้างลำดับชั้นตามทฤษฎี AHP ระดับ 0 คือ ทางเลือกวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่ที่เหมาะสมที่สุด ระดับที่ 1 ประกอบด้วยเกณฑ์หลัก 7 เกณฑ์ ได้แก่ เครื่องจักร (C_1) นโยบายและการบริหาร (C_2) ต้นทุนรวม (C_3) ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (C_4) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (C_5) การตลาดและการขาย (C_6) และแรงงาน (C_7) ในระดับที่ 2 มี 5 ทางเลือกในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ไม้ตะเกียบ (A_1) ผลิตภัณฑ์ไม้เสียบลูกชิ้น (A_2) ผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่อัด (A_3) ผลิตภัณฑ์ไม้จิ้มฟัน (A_4) และผลิตภัณฑ์ถ่านไม้ไผ่ (A_5)

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการทำการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ ที่ละคู่ โดยใช้ตารางเมตริกซ์การเปรียบเทียบแบบคู่ (Pairwise Comparison) และกำหนดตัวเลขจำนวนเต็มตั้งแต่ 1-9 เพื่อทำการเปรียบเทียบ ความหมายของตัวเลขแต่ละตัวได้แสดงในตารางที่ 1 ในส่วนของตารางเมตริกซ์การเปรียบเทียบแบบคู่ขนาดของเมตริกซ์ A มีขนาดเท่ากับ $n \times n$ โดยที่ n คือจำนวนของเกณฑ์หรือทางเลือกที่ต้องการทำการเปรียบเทียบ และ a_{ij} เป็นตัวเลขที่ใช้แสดง

การเปรียบเทียบระหว่างเกณฑ์ที่ i กับเกณฑ์ที่ j โดยที่ตัวเลขในตารางเมตริกซ์การเปรียบเทียบแบบคู่มีความสัมพันธ์ดังนี้ (Velmurugan et al., 2022), (Dinkoksung et al., 2023), (Wichapa & Sodsoon, 2023), (Nasawat et al., 2020)

$$a_{ii} = 1 \tag{1}$$

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \tag{2}$$

$$a_{ij} > 0 \tag{3}$$

$$a_j' = \sum_{i=1}^n a_{ij} : \forall j \tag{4}$$

ตารางที่ 1 แสดงความหมายของตัวเลขเปรียบเทียบรายคู่

ระดับความสำคัญ (Preference Level)	ค่าแสดงเป็นตัวเลข (Numerical Value)
เท่ากัน (Equally Preference)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately Preference)	2
ปานกลาง (Moderately Preference)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly Preference)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preference)	5
ค่อนข้างมากถึงมากกว่า (Strongly to Very Strongly Preference)	6
มากกว่า (Very Strongly Preference)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely Preference)	8
มากที่สุด (Extremely Preference)	9

ลักษณะเมตริกซ์เปรียบเทียบแบบคู่จะแสดงดับเมตริกซ์ A

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}_{n \times n}$$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณน้ำหนักความสำคัญในแต่ละระดับจากตารางเมตริกซ์การเปรียบเทียบแบบคู่ โดยมีขั้นตอนย่อยดังนี้

1) ผลรวมแนวสดมภ์ของตารางเมตริกซ์การเปรียบเทียบแบบคู่ แสดงในสมการที่ (1) – (4)

2) นอร์มอลไลซ์เมตริกซ์ (Normalized Matrix) แสดงในสมการที่ (5) จะได้ตารางนอร์มอลไลซ์เมตริกซ์ (A_{Norm})

$$A_{Norm} = [a_{ij} / a'_{ij}] = [\alpha_{ij}] \quad : \forall i \quad \forall j \quad (5)$$

$$A_{Norm} = \begin{bmatrix} a_{11}/a'_1 & a_{12}/a'_2 & a_{13}/a'_3 & \dots & a_{1n}/a'_n \\ a_{21}/a'_1 & a_{22}/a'_2 & a_{23}/a'_3 & \dots & a_{2n}/a'_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1}/a'_1 & a_{n2}/a'_2 & a_{n3}/a'_3 & \dots & a_{nn}/a'_n \end{bmatrix}_{n \times n}$$

$$A_{Norm} = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \alpha_{13} & \dots & \alpha_{1n} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \alpha_{23} & \dots & \alpha_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \alpha_{n3} & \dots & \alpha_{nn} \end{bmatrix}_{n \times n}$$

3) หาค่าน้ำหนักความสำคัญจากนอร์มอลไลซ์เมตริกซ์ โดยหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวแสดงในสมการที่ (6) – (8) ผลลัพธ์ที่ได้คือน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์

$$w_i = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} / n \quad : \forall i \quad (6)$$

$$W^T = \{w_1 \quad w_2 \quad w_3 \quad \dots \quad w_n\} \quad (7)$$

$$B = \{b_1 \quad b_2 \quad b_3 \quad \dots \quad b_n\} \quad (8)$$

ขั้นตอนที่ 4: ตรวจสอบความสอดคล้องมีขั้นตอนย่อย แสดงในสมการที่ (9)

1) คำนวณค่า $\lambda_{\max}$

กำหนดให้ $AW^T = B$

A คือ เมตริกซ์การเปรียบเทียบแบบคู่ ขนาด $n \times n$

W^T คือ เมตริกซ์น้ำหนักแต่ละเกณฑ์ ขนาด $n \times 1$

B คือ เมตริกซ์ผลเฉลยของ AW^T

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n (A_i \cdot W_i / b_i) / n \quad (9)$$

2) คำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Consistency Index: CI) แสดงในสมการที่ (10)

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (10)$$

3) หาค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency: RI) จากตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม และขนาดของเมตริกซ์ (N)

N	2	3	4	5	6	7	8
RI	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

4) คำนวณอัตราความสอดคล้อง (Consistency Ratio: CR) แสดงในสมการที่ (11)

$$CR = CI / RI \quad (11)$$

ค่าอัตราความสอดคล้องควรไม่เกิน 0.1 ถ้าค่า CR เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ หมายถึงว่ามีข้อผิดพลาดในกระบวนการวินิจฉัยที่ทำให้ไม่สอดคล้องกัน ดังนั้นจึงต้องทำการทบทวนหรือปรับปรุงกระบวนการวินิจฉัยก่อนที่จะดำเนินการประเมินหรือวินิจฉัยใหม่

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือก

2. วิธีเรียงลำดับแบบอุดมคติ

วิธี TOPSIS เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบ MADM เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด โดยแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างตารางเมทริกซ์การทำการตัดสินใจโดย x_{ij} คือข้อมูลตัวเลขจากการทำการตัดสินใจสำหรับทางเลือก i และปัจจัย j เมื่อ A_i แทนทางเลือก (Alternative) และ f_j แทนปัจจัย แสดงในสมการที่ (12)

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

ขั้นตอนที่ 2 สร้างเมทริกซ์การทำการตัดสินใจแบบนอร์มัลไลเซชัน (Normalized decision matrix) โดยคำนวณแต่ละค่า r_{ij} แสดงในสมการที่ (13) โดยจุดประสงค์เพื่อเปลี่ยนปัจจัยที่มีหลายหน่วยที่ต่างกันให้เป็นปัจจัยแบบไม่มีหน่วย

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}; \begin{matrix} \forall i=1, \dots, m \\ \forall j=1, \dots, n \end{matrix} \quad (13)$$

ขั้นตอนที่ 3 จากข้อมูลน้ำหนักของปัจจัย w_j ซึ่งได้จากการเก็บข้อมูล และข้อมูลการทำการตัดสินใจแบบนอร์มัลไลเซชัน r_{ij} ให้สร้างตารางเมทริกซ์การทำการตัดสินใจแบบนอร์มัลไลเซชันที่ถ่วงน้ำหนักแล้วโดยหาค่า v_{ij} แสดงในสมการที่ (14)

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \quad (14)$$

ขั้นตอนที่ 4 จากข้อมูลเมทริกซ์การทำการตัดสินใจแบบนอร์มัลไลเซชันที่ถ่วงน้ำหนักแล้วข้างต้น v_{ij} คำนวณค่าอุดมคติทางบวกซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดแทนด้วย A^* และคำนวณค่าในอุดมคติทางลบเป็นค่าที่แย่ที่สุดแทนด้วย A' แสดงในสมการที่ (15) – (16) ตามลำดับ โดยที่ J คือ เซตของปัจจัยยิ่งยวดยิ่งดี ส่วน J' คือ เซตของปัจจัยยิ่งน้อยยิ่งดี

$$A^* = \{v_1^*, \dots, v_n^*\}; \text{ โดยที่ } v_j^* = \begin{cases} \max(v_{ij}) & \text{เมื่อ } j \in J \\ \min(v_{ij}) & \text{เมื่อ } j \in J' \end{cases} \quad (15)$$

$$A' = \{v_1', \dots, v_n'\}; \text{ โดยที่ } v_j' = \begin{cases} \min(v_{ij}) & \text{เมื่อ } j \in J \\ \max(v_{ij}) & \text{เมื่อ } j \in J' \end{cases} \quad (16)$$

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณหาตัววัดการแยก (Separation Measure) สำหรับแต่ละทางเลือก i โดยสามารถคำนวณวัดการแยกจากค่าในอุดมคติทางบวก s_i^* และคำนวณการแยกจากค่าในอุดมคติทางลบ s_i' แสดงในสมการที่ (17) – (18) ตามลำดับ

$$s_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad \forall i=1, \dots, m \quad (17)$$

$$s_i' = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j')^2} \quad \forall i=1, \dots, m \quad (18)$$

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณค่าความใกล้ชิดสัมพัทธ์ (Relative closeness) ที่เข้าใกล้ค่าที่ดีที่สุดสำหรับทางเลือก i เรียกว่า c_i^* แสดงในสมการที่ (19) โดยค่า c_i^* ที่คำนวณได้มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ความหมายของค่า c_i^* ที่ได้คือ 0 คือทางเลือกที่แย่ที่สุดและ 1 คือทางเลือกที่ดีที่สุด แสดงในสมการที่ (20)

$$c_i^* = \frac{s_i'}{s_i^* + s_i'} \quad (19)$$

$$c_i^* = \begin{cases} 1 & \text{if } A_i = A^* \\ 0 & \text{if } A_i = A' \end{cases} \quad (20)$$

ขั้นตอนที่ 7 จากความใกล้ชิดสัมพัทธ์ที่เข้าใกล้ค่าที่ดีที่สุด c_i^* สำหรับแต่ละทางเลือกให้จัดอันดับแต่ละทางเลือกที่มีค่า c_i^* เข้าใกล้ 1 ที่สุดคือค่าที่ดีที่สุด

ผลการวิจัยและการอภิปรายผลวิจัย

1. ผลการวิจัยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

การเลือกลำดับความสำคัญด้วยกระบวนการ AHP เป็นการตัดสินใจจากปัจจัยที่มีความสำคัญโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน โดยใช้ซอฟต์แวร์ B-BOX ผลการคำนวณค่ากระบวนการ AHP แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เมทริกซ์การตัดสินใจ

Items	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	0.057	0.077	0.081	0.046	0.064	0.080	0.072
A_2	0.016	0.016	0.019	0.024	0.026	0.018	0.014
A_3	0.136	0.105	0.109	0.138	0.108	0.107	0.101
A_4	0.005	0.005	0.006	0.005	0.005	0.006	0.011
A_5	0.038	0.039	0.028	0.034	0.034	0.033	0.036
SUM	0.502	0.493	0.494	0.498	0.487	0.493	0.484
Weight	0.03	0.25	0.08	0.11	0.25	0.16	0.12

ผลการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่แต่ละวิธีโดยใช้กระบวนการ AHP โดยใช้ซอฟต์แวร์ B-BOX คือ C_1 เท่ากับ 0.03, C_2 เท่ากับ 0.25 และ C_3 เท่ากับ 0.08 ตามลำดับ

2. ผลการวิจัยวิธีเรียงลำดับแบบอุดมคติ

ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีเรียงลำดับแบบอุดมคติ โดยใช้ซอฟต์แวร์ Microsoft Excel 2021 ผลการคำนวณค่าวิธีเรียงลำดับแบบอุดมคติ โดยเริ่มจากสร้างเมทริกซ์การตัดสินใจที่เป็นมาตรฐาน แสดงในตารางที่ 4 จากนั้นการวิเคราะห์ตารางเมทริกซ์การทำการตัดสินใจแบบปรับสเกลที่ถ่วงน้ำหนักโดยใช้ข้อมูลของค่าน้ำหนักปัจจัยจากวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่ด้วยวิธีกระบวนการ AHP แสดงในตารางที่ 5 แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณค่าอุดมคติเชิงบวก (PIS) และค่าอุดมคติเชิงลบ (NIS) แสดงในตารางที่ 6-7 เพื่อคำนวณค่าตัววัดการแยกจากคำตอบใน

อุดมคติทางบวก (Si^*) และค่าตัววัดการแยกจากคำตอบในอุดมคติทางลบ (Si') รวมถึงค่าความใกล้ชิดสัมพัทธ์ (Ci^*) แสดงในตารางที่ 8 สำหรับแต่ละปัจจัยวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่ตามลำดับ

ตารางที่ 4 เมทริกซ์การตัดสินใจที่เป็นมาตรฐาน

Items	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	0.113	0.157	0.165	0.093	0.131	0.162	0.149
A_2	0.032	0.033	0.038	0.049	0.053	0.037	0.030
A_3	0.270	0.212	0.221	0.277	0.221	0.217	0.209
A_4	0.010	0.011	0.013	0.011	0.011	0.011	0.023
A_5	0.076	0.080	0.056	0.068	0.070	0.066	0.074

ตารางที่ 5 เมทริกซ์การตัดสินใจแบบถ่วงน้ำหนักแบบมาตรฐาน

Items	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	0.004	0.040	0.013	0.010	0.032	0.025	0.019
A_2	0.001	0.008	0.003	0.005	0.013	0.006	0.004
A_3	0.009	0.054	0.017	0.030	0.054	0.034	0.026
A_4	0.000	0.003	0.001	0.001	0.003	0.002	0.003
A_5	0.003	0.020	0.004	0.007	0.017	0.010	0.009

ตารางที่ 6 ค่าอุดมคติเชิงบวก (PIS)

Items	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A_2	0.000	0.002	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001
A_3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A_4	0.000	0.003	0.000	0.001	0.003	0.001	0.001
A_5	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000

ตารางที่ 7 ค่าอุดมคติเชิงลบ (NIS)

Items	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
A_1	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000
A_2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A_3	0.000	0.003	0.000	0.001	0.003	0.001	0.001
A_4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
A_5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 8 สัมประสิทธิ์ที่ใกล้ค่าอุดมคติที่สุด

Items	S^*	S'	C^*	Rank
A_1	0.052	0.053	0.502	2
A_2	0.107	0.021	0.167	4
A_3	0.023	0.073	0.764	1
A_4	0.124	0.023	0.154	5
A_5	0.088	0.031	0.258	3

ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญในการคัดเลือกการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่ ทางเลือกที่ดีที่สุด คือ A_3 ผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่อัด, A_1 ผลิตภัณฑ์ไม้ตะเกียบ, A_5 ผลิตภัณฑ์ถ่านไม้ไผ่, A_2 ผลิตภัณฑ์ไม้เสียบลูกชิ้น, A_4 ผลิตภัณฑ์ไม้จิ้มฟัน ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอเทคนิค MADM แบบผสมที่ใช้ในการคัดเลือกการแปรรูปและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่ โดยเริ่มต้นจากการกำหนดเกณฑ์ที่สำคัญตามความต้องการของผู้ประกอบการ 7 เกณฑ์ตัดสินใจหลักที่ระบุในกรณีศึกษานี้คือ เครื่องจักร (C_1) นโยบายและการบริหาร (C_2) ต้นทุนรวม (C_3) ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (C_4) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (C_5) การตลาดและการขาย (C_6) และแรงงาน (C_7) มีวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่ทั้งหมด 5 ทางเลือก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ไม้ตะเกียบ (A_1) ผลิตภัณฑ์ไม้เสียบลูกชิ้น (A_2) ผลิตภัณฑ์ไม้ไผ่อัด (A_3) ผลิตภัณฑ์ไม้จิ้มฟัน (A_4) และผลิตภัณฑ์ถ่านไม้ไผ่ (A_5) ในขั้นตอนถัดไป มีการประเมินโดยใช้ AHP

บนเวกเตอร์ลำดับที่สำคัญและน้ำหนักสำหรับทุกระดับ ระดับ 1 และ ระดับ 2 จากนั้นทำการจัดลำดับทางเลือกโดยใช้ TOPSIS เลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ผลการคำนวณค่าความใกล้เคียงสัมพัทธ์ (C_i^*) คือ ผลัดภัณฑ์ไม้ไผ่อัด (A_3) = 0.764 ตามด้วยผลัดภัณฑ์ไม้ตะเกียบ (A_1) = 0.502 ผลัดภัณฑ์ถ่านไม้ไผ่ (A_5) = 0.258 ผลัดภัณฑ์ไม้เสียบลูกชิ้น (A_2) = 0.167 และผลัดภัณฑ์ไม้จิ้มฟัน (A_4) = 0.154 ตามลำดับ ข้อดีของเทคนิคแบบผสมผสานที่นำเสนอสามารถช่วยในการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการแปรรูปและพัฒนาผลัดภัณฑ์จากไม้ไผ่เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพและยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาเกณฑ์ที่ซับซ้อน สำหรับงานวิจัยในอนาคตผู้วิจัยแนะนำเทคนิค MADM เช่น MAVT, PROMETHEE, SAW, GRA, ELECTRE, DEA, VIKOR และ TOPSIS สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในปัญหาการเลือกผลัดภัณฑ์ที่ซับซ้อนอื่น ๆ สามารถเพิ่มเกณฑ์การตัดสินใจและทางเลือกได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไผ่อำเภอท่าตะเกียบ ตำบลท่าตะเกียบ อำเภอท่าตะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ และทุนวิจัยจากงบประมาณเพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund; FF) จัดสรรงบประมาณจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกว.)

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2563). *คู่มือโครงการส่งเสริมการเกษตรประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563*. กรุงเทพฯ: สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2564). *การวิเคราะห์ห่วงโซ่มูลค่าของไผ่ในประเทศไทย*. นนทบุรี: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย.
- Boonkanit, P. (2020). Low-Pressure Die Casting Machine Selection Using a Combined AHP and TOPSIS Method. *Naresuan University Engineering Journal*, 15(2), 1-11.
- Dinkoksung, S., Pitakaso, R., Khonjun, S., Srichok, T., & Nanthasamroeng, N. (2023). Modeling the medical and wellness tourism supply chain for enhanced

- profitability: An open innovation approach. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(3), 100137.
- Kailomsom, P., & Wichapa, N. (2022). Evaluating and Ranking the Fuel Briquettes from Agricultural Residues Using the Virtual Cross-Efficiency Method. *The Journal of Industrial Technology*, 18(2), 230-246.
- Nasawat, P., Talangkun, S., Arunyanart, S., & Wichapa, N. (2020). Selection of Suitable Rice Weevil Disinfestation Method Using Hybrid FAHP-FTOPSIS. *Journal of Advanced Development in Engineering and Science*, 10(29), 65-80.
- Nasawat, P., Talangkun, S., Arunyanart, S., & Wichapa, N. (2021). Hybrid cross-efficiency approach based on ideal and anti-ideal points and the critic method for ranking decision-making units: a case study on ranking the methods of rice weevil disinfestation. *Decision Science Letters*, 10(3), 375-392.
- Ozer, I. (2008). *Multi-criteria Group Decision Making Methods Using AHP and Integrated Web-bases Decision Support Systems*. University of Ottawa.
- Ransikarbum, K., & Chanthakhhot, W. (2020). An Analysis of Fire Assembly Point using Information Entropy Weight and TOPSIS. *Thai Industrial Engineering Network Journal*, 6(1), 54-64.
- Saaty, T.L. (1985). *Decision making for leaders*. California: Life time learning publication.
- Saaty, T.L., & Kearns K.P. (1991). *Analytical planning the organization of systems: The analytic hierarchy process*. USA: Publications Pittsburgh.
- Sharma, D., Sridhar, S., & Claudio, D. (2020). Comparison of AHP-TOPSIS and AHP-AHP methods in multi-criteria decision-making problems. *International journal of industrial and systems engineering*, 34(2), 203-223.

- Singh, V., Kumar, V., & Singh, V. B. (2023). A hybrid novel fuzzy AHP-Topsis technique for selecting parameter-influencing testing in software development. *Decision Analytics Journal*, 6, 100159.
- To-On, P., Wichapa, N., & Khanthirat, W. (2023). A novel TOPSIS linear programming model based on response surface methodology for determining optimal mixture proportions of lightweight concrete blocks containing sugarcane bagasse ash. *Heliyon*, 9(7). e17755.
- Velmurugan, K., Saravanasankar, S., Venkumar, P., Sudhakarapandian, R., & Di Bona, G. (2022). Hybrid fuzzy AHP-TOPSIS framework on human error factor analysis: Implications to developing optimal maintenance management system in the SMEs. *Sustainable Futures*, 4, 100087.
- Wichapa, N., & Sodsoon, S. (2023). A Relative Closeness Coefficient Model Based on the Distance of Virtual DMUs Cross-Efficiency Method for Ranking Thai Economic Development. *Engineering Letters*, 31(1).