

การประยุกต์ใช้วิธี Fuzzy VIKOR ในการตัดสินใจเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้า

สมศักดิ์ ทองแก้ว¹, ศักดิ์ชัย หงษ์ทอง², ปรีวรรต นาสวาสดี^{3,*}, ณัฐภัทร กาญจนเรืองรอง⁴,
วีระพล ทับทิมดี⁵ และ กฤษณะ ช่องศรี⁶

¹ สาขาวิชาทัศนศิลป์และมัลติมีเดียอาร์ต คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมเพื่อการพัฒนา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

³ สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และกระบวนการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

⁴ สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

⁵ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตอัตโนมัติ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

⁶ สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

*ผู้ประสานงานบทความฉบับ: pariwat@techno.rru.ac.th โทรศัพท์: 088-3693123

(รับบทความ: 18 ธันวาคม 2567; แก้ไขบทความ: 24 ธันวาคม 2567; ตอรับบทความ: 27 ธันวาคม 2567)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้วิธี Fuzzy VIKOR เป็นเทคนิคการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ เพื่อการตัดสินใจเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้าที่เหมาะสมที่สุด โดยเริ่มจากการกำหนดเกณฑ์ตัดสินใจจำนวน 5 เกณฑ์ ได้แก่ ต้นทุนการผลิต (C1) การตลาด (C2) การสนับสนุนจากภาครัฐวิจัยและนวัตกรรม (C3) ความร่วมมือระหว่างชุมชนและผู้ประกอบการ (C4) และความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม (C5) กำหนดทางเลือก 8 ทางเลือก ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ในครัวเรือน (A1) เฟอร์นิเจอร์และของตกแต่ง (A2) เครื่องมือและอุปกรณ์ (A3) งานหัตถกรรมและของที่ระลึก (A4) ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (A5) ผลิตภัณฑ์ในงานก่อสร้าง (A6) ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม (A7) และผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม (A8) การประเมินใช้ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า ทางเลือก (A5) เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดมีค่า $S_i = 0.00$, $R_i = 0.00$ และ $Q_i = 0.00$ ต่ำที่สุด ทางเลือก (A8) มีค่า $S_i = 0.97$, $R_i = 1.34$ และ $Q_i = 0.36$ และ ทางเลือก (A7) มีค่า $S_i = 0.81$, $R_i = 1.66$ และ $Q_i = 0.45$ ตามลำดับ ส่วนทางเลือกที่เหมาะสมน้อยที่สุดคือ (A6) มีค่า $S_i = 0.97$, $R_i = 3.79$ และ $Q_i = 1.00$ ผลงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า สามารถประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้ามีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: Fuzzy VIKOR การตัดสินใจหลายเกณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้า

การอ้างอิงบทความ: สมศักดิ์ ทองแก้ว, ศักดิ์ชัย หงษ์ทอง, ปรีวรรต นาสวาสดี, ณัฐภัทร กาญจนเรืองรอง, วีระพล ทับทิมดี และ กฤษณะ ช่องศรี, "การประยุกต์ใช้วิธี Fuzzy VIKOR ในการตัดสินใจเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผ้า," วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์, ปีที่ 2, ฉบับที่ 6, หน้า 34-49, 2567.

บทความวิจัย (Research Article)

Application of the Fuzzy VIKOR Method for Decision-Making in Bamboo Product Development

Somsak Thongkaew¹, Sakchai Hongthong², Pariwat Nasawat^{3,*}, Nattapat Kanchanaruangrong⁴
Weerapol Taptimdee⁵ and Krisana Chongsri⁶

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

² Department of Science and Innovation for Development, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Rajanagarindra University

³ Department of Logistics and Process Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Rajanagarindra University

⁴ Department of Industrial Management Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Rajanagarindra University

⁵ Department of Automated Manufacturing Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Rajanagarindra University

⁶ Department of Applied Physics, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Rajanagarindra University

* Corresponding Author: pariwat@techno.ru.ac.th, Tel: 088-3693123

(Received: December 18, 2024; Revised: December 24, 2024; Accepted: December 27, 2024)

Abstract

This research presents the application of the Fuzzy VIKOR method as a multi-criteria decision-making (MCDM) technique to determine the most suitable approach for developing bamboo-based products. The study began by defining five decision criteria: production cost (C1) marketing (C2) government support research and innovation (C3) collaboration between communities and entrepreneurs (C4) and environmental sustainability (C5). Eight alternatives were considered, including household products (A1), furniture and decorative items (A2), tools and equipment (A3) handicrafts and souvenirs (A4) eco-friendly products (A5) construction products (A6) health and beauty products (A7) and food and beverage products (A8). The evaluation was based on input from five experts. The results revealed that Alternative (A5) was the best option, with $S_i = 0.00$, $R_i = 0.00$, and $Q_i = 0.00$, indicating the closest proximity to the ideal solution. Alternative (A8) had values of $S_i = 0.97$, $R_i = 1.34$, and $Q_i = 0.36$, while Alternative (A7) had values of $S_i = 0.81$, $R_i = 1.66$, and $Q_i = 0.45$, respectively. The least suitable alternative was Alternative A6 had values of $S_i = 0.97$, $R_i = 3.79$, and $Q_i = 1.00$ the highest values observed. This research demonstrates its effective application in decision-making when selecting complex approaches to bamboo product development.

Keywords: Fuzzy VIKOR, Multi-Criteria Decision Making, Bamboo Product Development

Please cite this article as: S. Thongkaew, S. Hongthong, P. Nasawat, N. Kanchanaruangrong, W. Taptimdee and K. Chongsri, "Application of the Fuzzy VIKOR Method for Decision-Making in Bamboo Product Development," *The Journal of Engineering and Industrial Technology, Kalasin University*, vol. 2, no. 6, pp. 34-49, 2024.

บทความวิจัย (Research Article)

1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์จากไม้เป็นหนึ่งในทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาชุมชนและเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในประเทศที่มีทรัพยากรไม้อุดมสมบูรณ์ เช่น ประเทศไทย ซึ่งไม้ถือเป็นวัตถุดิบที่หลากหลายในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องใช้ในครัวเรือน เฟอร์นิเจอร์และของตกแต่ง เครื่องมือและอุปกรณ์งานหัตถกรรมและของที่ระลึกผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผลิตภัณฑ์ในงานก่อสร้าง ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม และผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม [1] ซึ่งเป็นปัญหาในการผลิตผลิตภัณฑ์จากไม้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไม้ อำเภอนาทะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา มีเกษตรกรผู้ปลูกไม้จำนวน 108 ราย มีพื้นที่เพาะปลูกจำนวน 602 ไร่ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ที่ตอบโจทย์ความต้องการของตลาดและสอดคล้องกับความยั่งยืนจึงมีบทบาทสำคัญในยุคปัจจุบัน [2]

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้มีความจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติของวัสดุ กระบวนการผลิต ความต้องการของตลาด และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การตัดสินใจเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงมีความซับซ้อนเนื่องจากเกี่ยวข้องกับหลายเกณฑ์และปัจจัยที่ต้องพิจารณาพร้อมกัน [3] การจัดการตัดสินใจในปัญหาที่ซับซ้อนนี้จึงจำเป็นต้องอาศัยวิธีการที่มีประสิทธิภาพ

วิธี Fuzzy VIKOR เป็นหนึ่งในเทคนิคการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ที่เหมาะสมกับปัญหาที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มีความไม่แน่นอน เทคนิคนี้ช่วยในการประเมินและจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกโดยคำนึงถึงความใกล้เคียงกับคำตอบในอุดมคติ ด้วยการ

ประยุกต์ใช้ Fuzzy Logic และหลักการของ VIKOR ทำให้สามารถวิเคราะห์และตัดสินใจได้อย่างเป็นระบบ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การประเมินและเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้โดยใช้วิธี Fuzzy VIKOR เพื่อช่วยให้การตัดสินใจเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการทั้งในด้านเศรษฐกิจและความยั่งยืน การศึกษานี้จะช่วยสร้างกรอบแนวคิดที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์หรืออุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ต้องการแนวทางการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนและมีความไม่แน่นอน

2. ทบทวนวรรณกรรม

การตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับหลายปัจจัยสามารถดำเนินการได้ด้วยวิธีการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM) โดยวิธี Fuzzy VIKOR เป็นหนึ่งในเทคนิคที่เหมาะสมเนื่องจากสามารถจัดการกับข้อมูลที่มีความไม่แน่นอนไม่สมบูรณ์ [4] การใช้ Fuzzy Logic ช่วยจัดการกับความคลุมเครือของข้อมูล ขณะที่ VIKOR ช่วยจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกโดยพิจารณาจากความใกล้เคียงกับอุดมคติ (Positive Ideal Solution: PIS) และความห่างจากคำตอบเชิงลบ (Negative Ideal Solution: NIS)

งานวิจัยเกี่ยวกับ Fuzzy VIKOR มีการนำไปใช้ในหลากหลายบริบท เช่น การเลือกซัพพลายเออร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการทรัพยากรในอุตสาหกรรม [5] และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เน้น

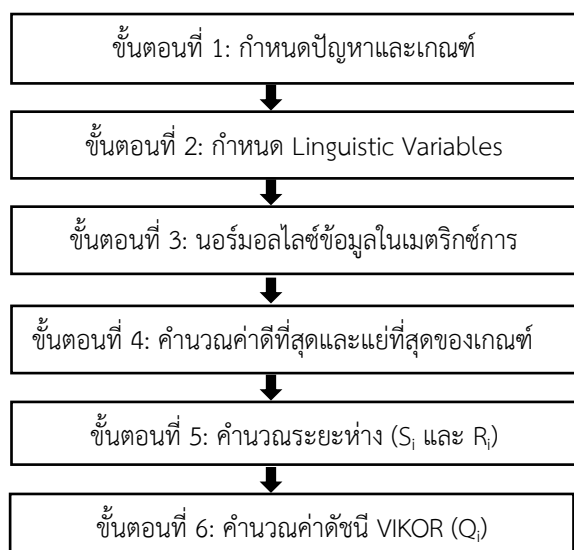
บทความวิจัย (Research Article)

ความยั่งยืน [6] ตัวอย่างเช่น การศึกษาการประยุกต์ใช้ Fuzzy VIKOR เพื่อประเมินทางเลือกในระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานสีเขียวในอุตสาหกรรมเกษตร ซึ่งพบว่าช่วยเพิ่มความแม่นยำในการประเมินและลดผลกระทบจากข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์

ดังนั้น การประยุกต์ใช้ Fuzzy VIKOR ในการประเมินและเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไผ่จึงมีความเหมาะสมสำหรับการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยและแนวทางที่สอดคล้องกับความยั่งยืนและความต้องการของตลาด

3. วิธีการวิจัย

การประยุกต์ใช้วิธี Fuzzy VIKOR ในการตัดสินใจเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไผ่รายละเอียดของแต่ละวิธีจะแสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้วิธี Fuzzy VIKOR

[8 - 23]

คำนวณโดยใช้ MCDMaker-software [7] เป็นซอฟต์แวร์ออนไลน์ ที่ช่วยแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM) โดยรองรับวิธีการต่าง ๆ รวมถึง Fuzzy VIKOR ซึ่งเป็นเทคนิคสำหรับจัดลำดับทางเลือกในสภาพแวดล้อมที่มีความไม่แน่นอนและข้อมูลเชิงภาษาศาสตร์ (Linguistic Variables)

3.1 กำหนดปัญหาและเกณฑ์

- 1) ปัญหา (Problem Definition) ระบุปัญหาการตัดสินใจ
- 2) เกณฑ์ (Criteria) ระบุเกณฑ์ที่ใช้เป็นตัวชี้วัดในการตัดสินใจ
- 3) ทางเลือก (Alternatives) ระบุตัวเลือกที่ต้องการเปรียบเทียบ
- 4) ผู้เชี่ยวชาญ (Expert) เลือกผู้เชี่ยวชาญในการให้คะแนน

3.2 กำหนด Linguistic Variables

- 1) น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ (Importance Weights) ใช้ Linguistic Variables ในการประเมินน้ำหนัก
- 2) คะแนนของตัวเลือก (Ratings) ให้คะแนนทางเลือกในแต่ละเกณฑ์โดยใช้ Linguistic Variables

3.3 นอร์มอลไลซ์ข้อมูลในเมทริกซ์การตัดสินใจ

การนอร์มอลไลซ์เป็นการปรับค่าคะแนนในเมทริกซ์ให้อยู่ในช่วง 0-1 ขึ้นอยู่กับประเภทเกณฑ์

บทความวิจัย (Research Article)

1) Benefit Criteria (ค่ายิ่งมากยิ่งดี) แสดงในสมการที่ 1

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{u_j}, \frac{m_{ij}}{u_j}, \frac{u_{ij}}{u_j} \right) \quad (1)$$

เมื่อ

$\tilde{r}_{ij}$ คือ ค่าที่ Normalize แล้วของทางเลือก i ภายใต้เกณฑ์ j
 l_{ij}, m_{ij}, u_{ij} คือ Triangular Fuzzy Numbers (TNF₅) สำหรับทางเลือก i
 u_j คือ ค่าสูงสุดของเกณฑ์ j

2) Cost Criteria (ค่ายิ่งน้อยยิ่งดี) แสดงในสมการที่ 2

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_j}{u_{ij}}, \frac{l_j}{m_{ij}}, \frac{l_j}{l_{ij}} \right) \quad (2)$$

เมื่อ

$\tilde{r}_{ij}$ คือ ค่าที่ Normalize แล้วของทางเลือก i ภายใต้เกณฑ์ j
 u_{ij}, m_{ij}, l_{ij} คือ Triangular Fuzzy Numbers (TNF₅) สำหรับทางเลือก i
 l_j คือ ค่าต่ำสุดของเกณฑ์ j

3.4 คำนวณค่าที่ดีที่สุดและแย่ที่สุดของเกณฑ์

1) การคำนวณค่าที่ดีที่สุด (Positive Ideal Solution: F_j^*) แสดงในสมการที่ 3

$$F_j^* = (\max l_{ij}, \max m_{ij}, \max u_{ij}) \quad (3)$$

เมื่อ

F_j^* คือ ค่าที่ดีที่สุดของเกณฑ์ j

2) การคำนวณค่าที่แย่ที่สุด (Negative Ideal Solution: F_j^-) แสดงในสมการที่ 4

$$F_j^- = (\min l_{ij}, \min m_{ij}, \min u_{ij}) \quad (4)$$

เมื่อ

F_j^- คือ ค่าที่แย่ที่สุดของเกณฑ์ j

3.5 คำนวณระยะห่าง (S_i และ R_i)

1) การคำนวณระยะห่างรวมจากค่าที่ดีที่สุด (s_i) แสดงในสมการที่ 5

$$s_i = \left(\sum_{j=1}^n w_j \cdot d(\tilde{r}_{ij}, F_j^*) \right) \quad (5)$$

เมื่อ

s_i คือ ระยะห่างรวมจากค่าที่ดีที่สุดของทางเลือก i
 w_j คือ น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ j
 $d(\tilde{r}_{ij}, F_j^*)$ คือ ระยะห่างระหว่าง $\tilde{r}_{ij}$ และ F_j^*

2) การคำนวณระยะห่างสูงสุดจากค่าที่ดีที่สุด (R_i) แสดงในสมการที่ 6

$$R_i = \max_j \{w_j \cdot d(\tilde{r}_{ij}, F_j^*)\} \quad (6)$$

บทความวิจัย (Research Article)

เมื่อ

R_i คือ ระยะห่างสูงสุดจากค่าที่ดีที่สุด
ของทางเลือก i

w_j คือ น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ j

$d(\tilde{r}_{ij}, F_j^*)$ คือ ระยะห่างระหว่างค่าที่
Normalize แล้ว $(\tilde{r}_{ij})$ และค่าที่ดีที่สุด
(F_j^*) สำหรับเกณฑ์ j

$\max_j$ คือ เลือกค่าสูงสุดจากทุกเกณฑ์ j

3.6 คำนวณค่าดัชนี VIKOR (Q_i)

การคำนวณค่าดัชนี VIKOR แสดงในสมการที่ 7

$$Q_i = v \cdot \frac{s_i - s^*}{s^- - s^*} + (1-v) \cdot \frac{R_i - R^*}{R^- - R^*} \quad (7)$$

เมื่อ

Q_i คือ ค่าดัชนี VIKOR ทางเลือก i

s^*, s^- คือ ค่าดีที่สุดและแย่ที่สุดของ s_i

R^*, R^- คือ ค่าดีที่สุดและแย่ที่สุดของ R_i

v คือ พารามิเตอร์ความ
ประนีประนอม
(ค่าเริ่มต้น $v = 0.5$)

3.7 การวิเคราะห์ผลลัพธ์

จัดลำดับทางเลือกโดยใช้ค่า Q_i ทางเลือกที่มีค่า
 Q_i ต่ำที่สุดจะถูกพิจารณาว่าเหมาะสมที่สุดข้อ
ได้เปรียบที่ยอมรับได้ (Acceptable Advantage)
แสดงในสมการที่ 8

$$Q_i(A_2) - (A_1) \geq \frac{1}{m-1} \quad (8)$$

หากไม่ผ่านเงื่อนไขนี้ ทางเลือกอันดับ 1 และ 2
อาจต้องพิจารณาร่วมกัน

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการกำหนดปัญหาและเกณฑ์

4.1.1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไฟ

เกณฑ์ (Criteria) ที่จะใช้ในการตัดสินใจ มีดังนี้
ต้นทุนการผลิต (C1) การตลาด (C2) การสนับสนุน
จากภาครัฐ วิจัยและนวัตกรรม (C3) ความร่วมมือ
ระหว่างชุมชนและผู้ประกอบการ (C4) ความยั่งยืน
และสิ่งแวดล้อม (C5) มีทางเลือก (Alternatives) ดังนี้
ผลิตภัณฑ์ในครัวเรือน (A1) เฟอร์นิเจอร์และของ
ตกแต่ง (A2) เครื่องมือและอุปกรณ์ (A3) งาน
หัตถกรรมและของที่ระลึก (A4) ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตร
ต่อสิ่งแวดล้อม (A5) ผลิตภัณฑ์ในงานก่อสร้าง (A6)
ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม (A7) และ
ผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม (A8) และใช้
ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย ด้านวิชาการ 3 คน ด้าน
อุตสาหกรรม 1 คน และพัฒนาผลิตภัณฑ์ 1 คน [3]

4.1.2. เลือกประเภทของเกณฑ์

Benefit คือ ค่ายิ่งมากยิ่งดี คือ การตลาด (C2)
การสนับสนุนจากภาครัฐ วิจัยและนวัตกรรม (C3)
ความร่วมมือระหว่างชุมชนและผู้ประกอบการ (C4)
ความยั่งยืนและสิ่งแวดล้อม (C5)

Cost คือ ค่ายิ่งน้อยยิ่งดี คือ ต้นทุนการผลิต (C1)

บทความวิจัย (Research Article)

4.2 กำหนด Linguistic Variables

4.2.1 น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ (Importance Weights) และคะแนนของทางเลือก (Ratings) แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การกำหนดน้ำหนักความสำคัญ

Linguistic Term	ความสำคัญของเกณฑ์	Triangular Fuzzy Number (TFN)
Very Low (VL)	มีความสำคัญน้อยมาก	(0, 0, 0.1)
Low (L)	มีความสำคัญน้อย	(0, 0.1, 0.3)
Medium Low (ML)	มีความสำคัญปานกลางค่อนข้างต่ำ	(0.1, 0.3, 0.5)
Medium (M)	มีความสำคัญปานกลาง	(0.3, 0.5, 0.7)
Medium High (MH)	มีความสำคัญปานกลางค่อนข้างสูง	(0.5, 0.7, 0.9)
High (H)	มีความสำคัญสูง	(0.7, 0.9, 1)
Very High (VH)	มีความสำคัญสูงมาก	(0.9, 1, 1)

4.3 นอร์มอลไลซ์ข้อมูลในเมทริกซ์การตัดสินใจ

การคำนวณน้ำหนักของเกณฑ์ โดยใช้ MCDMaker-software แสดงในตารางที่ 2 - 5

ตารางที่ 2 น้ำหนักของเกณฑ์

Weights of criteria	C1	C2	C3	C4	C5
D1	0.9,1,1	0.7,0.9,1	0.7,0.9,1	0.9,1,1	0.7,0.9,1
D2	0.9,1,1	0.7,0.9,1	0.7,0.9,1	0.9,1,1	0.7,0.9,1
D3	0.9,1,1	0.7,0.9,1	0.7,0.9,1	0.9,1,1	0.7,0.9,1
D4	0.9,1,1	0.7,0.9,1	0.7,0.9,1	0.9,1,1	0.7,0.9,1
D5	0.9,1,1	0.7,0.9,1	0.7,0.9,1	0.9,1,1	0.7,0.9,1

บทความวิจัย (Research Article)

ตารางที่ 3 คะแนนผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ป้อนเข้าใน MCDMaker-software

Decision maker	Alternatives /Criteria	C1	C2	C3	C4	C5
D1	A1	0.5, 0.7, 0.9	0.3, 0.5, 0.7	0.3, 0.5, 0.7	0.5, 0.7, 0.9	0.3, 0.5, 0.7
	A2	0.3, 0.5, 0.7	0.1, 0.3, 0.5	0.1, 0.3, 0.5	0.7, 0.9, 1	0.1, 0.3, 0.5
	A3	0.1, 0.3, 0.5	0.1, 0.3, 0.5	0.1, 0.3, 0.5	0.3, 0.5, 0.7	0.1, 0.3, 0.5
	A4	0, 0.1, 0.3	0, 0.1, 0.3	0, 0.1, 0.3	0.3, 0.5, 0.7	0, 0.1, 0.3
	A5	0, 0, 0.1	0.7, 0.9, 1	0.5, 0.7, 0.9	0.9, 1, 1	0.3, 0.5, 0.7
	A6	0, 0.1, 0.3	0, 0, 0.1	0, 0, 0.1	0.1, 0.3, 0.5	0, 0, 0.1
	A7	0.7, 0.9, 1	0.5, 0.7, 0.9	0.3, 0.5, 0.7	0.7, 0.9, 1	0.3, 0.5, 0.7
	A8	0.7, 0.9, 1	0.7, 0.9, 1	0.5, 0.7, 0.9	0.9, 1, 1	0.5, 0.7, 0.9
D2	A1	0.7, 0.9, 1	0.3, 0.5, 0.7	0.3, 0.5, 0.7	0.5, 0.7, 0.9	0.1, 0.3, 0.5
	A2	0.7, 0.9, 1	0, 0.1, 0.3	0.5, 0.7, 0.9	0.7, 0.9, 1	0.1, 0.3, 0.5
	A3	0.3, 0.5, 0.7	0.1, 0.3, 0.5	0.1, 0.3, 0.5	0.3, 0.5, 0.7	0, 0.1, 0.3
	A4	0, 0.1, 0.3	0, 0, 0.1	0, 0.1, 0.3	0.3, 0.5, 0.7	0, 0, 0.1
	A5	0, 0, 0.1	0.7, 0.9, 1	0.7, 0.9, 1	0.9, 1, 1	0.5, 0.7, 0.9
	A6	0.1, 0.3, 0.5	0, 0, 0.1	0, 0.1, 0.3	0.1, 0.3, 0.5	0, 0, 0.1
	A7	0.5, 0.7, 0.9	0.3, 0.5, 0.7	0.3, 0.5, 0.7	0.7, 0.9, 1	0.5, 0.7, 0.9
	A8	0.7, 0.9, 1	0.5, 0.7, 0.9	0.5, 0.7, 0.9	0.7, 0.9, 1	0.5, 0.7, 0.9
D3	A1	0.5, 0.7, 0.9	0.3, 0.5, 0.7	0.1, 0.3, 0.5	0.5, 0.7, 0.9	0.1, 0.3, 0.5
	A2	0.1, 0.3, 0.5	0.1, 0.3, 0.5	0.1, 0.3, 0.5	0.3, 0.5, 0.7	0, 0.1, 0.3
	A3	0.3, 0.5, 0.7	0.1, 0.3, 0.5	0.1, 0.3, 0.5	0.3, 0.5, 0.7	0.1, 0.3, 0.5
	A4	0, 0.1, 0.3	0, 0.1, 0.3	0.1, 0.3, 0.5	0.3, 0.5, 0.7	0, 0, 0.1
	A5	0, 0, 0.1	0.5, 0.7, 0.9	0.5, 0.7, 0.9	0.7, 0.9, 1	0.7, 0.9, 1
	A6	0.1, 0.3, 0.5	0, 0.1, 0.3	0, 0.1, 0.3	0.1, 0.3, 0.5	0, 0, 0.1
	A7	0.5, 0.7, 0.9	0.3, 0.5, 0.7	0.5, 0.7, 0.9	0.7, 0.9, 1	0.3, 0.5, 0.7
	A8	0.7, 0.9, 1	0.5, 0.7, 0.9	0.5, 0.7, 0.9	0.7, 0.9, 1	0.5, 0.7, 0.9

บทความวิจัย (Research Article)

ตารางที่ 3 คะแนนผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ป้อนเข้าใน MCDMaker-software (ต่อ)

Decision maker	Alternatives /Criteria	C1	C2	C3	C4	C5
D4	A1	0.5, 0.7, 0.9	0.3, 0.5, 0.7	0.1, 0.3, 0.5	0.5, 0.7, 0.9	0, 0.1, 0.3
	A2	0.3, 0.5, 0.7	0, 0.1, 0.3	0.1, 0.3, 0.5	0.5, 0.7, 0.9	0, 0.1, 0.3
	A3	0.3, 0.5, 0.7	0.1, 0.3, 0.5	0.1, 0.3, 0.5	0.3, 0.5, 0.7	0.1, 0.3, 0.5
	A4	0, 0.1, 0.3	0, 0.1, 0.3	0, 0.1, 0.3	0.3, 0.5, 0.7	0, 0.1, 0.3
	A5	0, 0, 0.1	0.7, 0.9, 1	0.5, 0.7, 0.9	0.9, 1, 1	0.7, 0.9, 1
	A6	0, 0.1, 0.3	0, 0, 0.1	0, 0, 0.1	0.1, 0.3, 0.5	0, 0, 0.1
	A7	0.5, 0.7, 0.9	0.3, 0.5, 0.7	0.5, 0.7, 0.9	0.7, 0.9, 1	0.5, 0.7, 0.9
	A8	0.7, 0.9, 1	0.5, 0.7, 0.9	0.5, 0.7, 0.9	0.7, 0.9, 1	0.7, 0.9, 1
D5	A1	0.5, 0.7, 0.9	0.3, 0.5, 0.7	0.1, 0.3, 0.5	0.7, 0.9, 1	0.1, 0.3, 0.5
	A2	0.1, 0.3, 0.5	0, 0.1, 0.3	0.1, 0.3, 0.5	0.1, 0.3, 0.5	0.1, 0.3, 0.5
	A3	0.3, 0.5, 0.7	0.1, 0.3, 0.5	0, 0.1, 0.3	0.3, 0.5, 0.7	0, 0.1, 0.3
	A4	0, 0, 0.1	0, 0.1, 0.3	0, 0.1, 0.3	0.3, 0.5, 0.7	0, 0.1, 0.3
	A5	0, 0, 0.1	0.7, 0.9, 1	0.7, 0.9, 1	0.9, 1, 1	0.5, 0.7, 0.9
	A6	0, 0.1, 0.3	0, 0, 0.1	0, 0, 0.1	0, 0.1, 0.3	0, 0, 0.1
	A7	0.5, 0.7, 0.9	0.3, 0.5, 0.7	0.3, 0.5, 0.7	0.7, 0.9, 1	0.3, 0.5, 0.7
	A8	0.7, 0.9, 1	0.5, 0.7, 0.9	0.3, 0.5, 0.7	0.7, 0.9, 1	0.3, 0.5, 0.7

ตารางที่ 4 รวมนำหนักเมตริกซ์การตัดสินใจ

C1	C2	C3	C4	C5
0.90,1.00,1.00	0.70,0.90,1.00	0.70,0.90,1.00	0.90,1.00,1.00	0.70,0.90,1.00
0.9,1,1	0.7,0.9,1	0.7,0.9,1	0.9,1,1	0.7,0.9,1
0.9,1,1	0.7,0.9,1	0.7,0.9,1	0.9,1,1	0.7,0.9,1
0.9,1,1	0.7,0.9,1	0.7,0.9,1	0.9,1,1	0.7,0.9,1
0.9,1,1	0.7,0.9,1	0.7,0.9,1	0.9,1,1	0.7,0.9,1

สมศักดิ์ ทองแก้ว และคณะ, การประยุกต์ใช้วิธี Fuzzy VIKOR ในการตัดสินใจเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้

บทความวิจัย (Research Article)

ตารางที่ 5 รวมเมตริกซ์การตัดสินใจกลุ่ม

Alternatives/Criteria	C1	C2	C3	C4	C5
A1	0.54,0.74,0.92	0.30,0.50,0.70	0.18,0.38,0.58	0.54,0.74,0.92	0.12,0.30,0.50
A2	0.30,0.50,0.68	0.04,0.18,0.38	0.18,0.38,0.58	0.46,0.66,0.82	0.06,0.22,0.42
A3	0.26,0.46,0.66	0.10,0.30,0.50	0.08,0.26,0.46	0.30,0.50,0.70	0.06,0.22,0.42
A4	0.00,0.08,0.26	0.00,0.08,0.26	0.02,0.14,0.34	0.30,0.50,0.70	0.00,0.06,0.22
A5	0.00,0.00,0.10	0.66,0.86,0.98	0.58,0.78,0.94	0.86,0.98,1.00	0.54,0.74,0.90
A6	0.04,0.18,0.38	0.00,0.02,0.14	0.00,0.04,0.18	0.08,0.26,0.46	0.00,0.00,0.10
A7	0.54,0.74,0.92	0.34,0.54,0.74	0.38,0.58,0.78	0.70,0.90,1.00	0.38,0.58,0.78
A8	0.70,0.90,1.00	0.54,0.74,0.92	0.46,0.66,0.86	0.74,0.92,1.00	0.50,0.70,0.88

4.4 ผลการคำนวณค่าที่ดีที่สุดและแย่ที่สุดของเกณฑ์

ผลการคำนวณค่าที่ดีที่สุดและแย่ที่สุดของเกณฑ์ แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าที่ดีที่สุดและแย่ที่สุดของเกณฑ์

Best/ Worst	C1	C2	C3	C4	C5
F ⁺	0.00,0.00,0.10	0.66,0.86,0.98	0.58,0.78,0.94	0.86,0.98,1.00	0.54,0.74,0.90
F ⁻	0.70,0.90,1.00	0.00,0.02,0.14	0.00,0.04,0.18	0.08,0.26,0.46	0.00,0.00,0.10

4.5 ผลการคำนวณระยะห่าง (S และ R)

ผลการระยะห่างรวม และระยะห่างสูงสุด แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ระยะห่างรวม และระยะห่างสูงสุด

S and R values	S	R
A1	2.47, 2.56, 2.37	0.69, 0.82, 0.91
A2	2.61, 2.85, 2.77	0.66, 0.73, 0.71
A3	2.80, 3.04, 2.98	0.65, 0.67, 0.63
A4	2.72, 3.20, 3.23	0.70, 0.84, 0.86

บทความวิจัย (Research Article)

ตารางที่ 7 ระยะห่างรวม และระยะห่างสูงสุด (ต่อ)

<i>S and R values</i>	<i>S</i>	<i>R</i>
A5	0.00, 0.00, 0.00	0.00, 0.00, 0.00
A6	3.05, 3.90, 4.31	0.90, 1.00, 1.00
A7	1.67, 1.71, 1.56	0.69, 0.82, 0.91
A8	1.36, 1.41, 1.20	0.90, 1.00, 1.00

ตารางที่ 8 ผลการคำนวณ S^* , S^- , R^* และ R^-

S^*	S^-	R^*	R^-
0.00,0.00,0.00	3.05,3.90,4.31	0.00,0.00,0.00	3.05,3.90,4.31

ตารางที่ 9 ผลการคำนวณค่าดัชนี

Alternatives	<i>Q</i>
A1	0.81, 0.66, 0.55
A2	0.86, 0.73, 0.64
A3	0.92, 0.78 ,0.69
A4	0.89, 0.82, 0.75
A5	0.00, 0.00, 0.00
A6	1.00, 1.00, 1.00
A7	0.55, 0.44, 0.36
A8	0.45, 0.36, 0.28

อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาความใกล้เคียงกับคำตอบในอุดมคติ (Ideal Solution) ผ่านดัชนี Q ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดจากตารางพบว่า ผลลัพธ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (A5) มีค่า $Q = 0.00, 0.00, 0.00$ ซึ่งเป็นค่าต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่า (A5) เป็นทางเลือกที่ใกล้เคียงกับคำตอบในอุดมคติมากที่สุด และควรถูกเลือกเป็นแนวทางหลักในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ ทางเลือกอันดับรอง (A8) ผลลัพธ์อาหารและเครื่องดื่ม ได้ค่า $Q = 0.45, 0.36, 0.28$ ซึ่งเป็นค่าต่ำรองลงมา แสดงว่า A8 มีความเหมาะสมเป็นอันดับที่ 2 และทางเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม (A7) ได้ค่า $Q = 0.55, 0.44, 0.36$ อันดับที่ 3 ตามลำดับ

จากตารางที่ 9 การประยุกต์ใช้ Fuzzy VIKOR ในการตัดสินใจเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ ช่วยให้สามารถจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกได้

บทความวิจัย (Research Article)

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบการจัดลำดับความสำคัญ

Alternatives	S_i	Ranking	R_i	Ranking	Q_i	Ranking
A1	0.81	5	2.49	4	0.67	4
A2	0.71	3	2.77	5	0.74	5
A3	0.65	2	2.97	6	0.79	6
A4	0.81	4	3.09	7	0.82	7
A5	0.00	1	0.00	1	0.00	1
A6	0.97	7	3.79	8	1.00	8
A7	0.81	5	1.66	3	0.45	3
A8	0.97	7	1.34	2	0.36	2

จากตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี Fuzzy VIKOR พบว่า ทางเลือกผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (A5) เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดเนื่องจากมีค่า S_i , R_i และ Q_i ต่ำที่สุด



รูปที่ 2 ผลการวิเคราะห์การประยุกต์ใช้วิธี Fuzzy VIKOR

จากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่าทางเลือกนี้ใกล้เคียงกับคำตอบในอุดมคติมากที่สุด ควรถูกพิจารณาเป็นแนวทางหลักในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ ทางเลือกอื่น ทางเลือกผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม (A8) และทางเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม (A7) ควรถูกพิจารณาเป็นทางเลือกสำรองในกรณีที่เกิดข้อจำกัดในการดำเนินการทางเลือกผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (A5)

5. อภิปรายและสรุปผล

งานวิจัยนี้นำเสนอเทคนิค MCDM แบบผสมผสานในการตัดสินใจเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ โดยเริ่มต้นจากการกำหนดเกณฑ์ที่สำคัญตามความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไม้ 5 เกณฑ์ตัดสินใจที่ระบุในงานวิจัยนี้คือ ต้นทุนการผลิต (C1) การตลาด (C2) การสนับสนุนจากภาครัฐ วิจัย และนวัตกรรม (C3) ความร่วมมือระหว่างชุมชนและ

บทความวิจัย (Research Article)

ผู้ประกอบการ (C4) ความยั่งยืนและสิ่งแวดล้อม (C5) มีทางเลือก (Alternatives) 8 ทางเลือก คือ ผลิตภัณฑ์ในครัวเรือน (A1) เฟอร์นิเจอร์และของตกแต่ง (A2) เครื่องมือและอุปกรณ์ (A3) งานหัตถกรรมและของที่ระลึก (A4) ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (A5) ผลิตภัณฑ์ในงานก่อสร้าง (A6) ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม (A7) และ ผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม (A8) และใช้ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย ด้านวิชาการ 3 คน ด้านอุตสาหกรรม 1 คน และพัฒนาผลิตภัณฑ์ 1 คน

จากนั้นป้อนข้อมูลในคำนวณโดยใช้ MCDMaker-software เป็นซอฟต์แวร์ออนไลน์ที่ช่วยแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM) ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี Fuzzy VIKOR พบว่า ทางเลือกผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (A5) เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดเนื่องจากมีค่า $S_i = 0.00$, $R_i = 0.00$ และ $Q_i = 0.00$ ต่ำที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทางเลือกนี้ใกล้เคียงกับคำตอบในอุดมคติมากที่สุด ควรถูกพิจารณาเป็นแนวทางหลักในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ และทางเลือกผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม (A8) มีค่า $S_i = 0.97$, $R_i = 1.34$ และ $Q_i = 0.36$ และทางเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม (A7) มีค่า $S_i = 0.81$, $R_i = 1.66$ และ $Q_i = 0.45$ ตามลำดับ ส่วนทางเลือกที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุดคือ ผลิตภัณฑ์ในงานก่อสร้าง (A6) มีค่า $S_i = 0.97$, $R_i = 3.79$ และ $Q_i = 1.00$ สูงที่สุด ข้อดีของเทคนิคการจัดการข้อมูลที่มีความคลุมเครือที่นำเสนอสามารถช่วยในการตัดสินใจเลือกแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ การใช้วิธี Fuzzy VIKOR ทำให้สามารถจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกได้อย่าง

ชัดเจน และการจัดการกับความไม่แน่นอนและความคลุมเครือช่วยในการตัดสินใจที่มีความซับซ้อนหลายเกณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับงานวิจัยในอนาคตผู้วิจัยแนะนำเทคนิค MCDM เช่น TOPSIS, MOORA, WASPAS, EDAS, CODAS, MARCOS และ COBRA สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในปัญหาการเลือกผลิตภัณฑ์ที่ซับซ้อนอื่น ๆ ทั้งยังสามารถเพิ่มเกณฑ์การตัดสินใจและทางเลือกได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ปลูกไผ่อำเภอลำทะเกียบ ตำบลท่าตะเกียบ อำเภอลำทะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ และทุนวิจัยจากงบประมาณเพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund; FF) จัดสรรงบประมาณจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทสว.)

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Seuring and M. Müller, "From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management," *Journal of Cleaner Production*, vol. 16, no. 15, pp. 1699–1710, 2008.
- [2] รักพงษ์ วงศ์รอด, "ความต้องการการส่งเสริมการผลิตไม้ตงของเกษตรกรในอำเภอลำทะเกียบ จังหวัดฉะเชิงเทรา," วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตร

บทความวิจัย (Research Article)

- ศาสตรมหาบัณฑิต ,
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2562.
- [3] R. Shankar and K. Ghosh, "A systematic review on supply chain management in prefabricated house-building research," *Buildings*, vol. 12, no. 1, p. 40, 2022.
- [4] S. Opricovic and G. H. Tzeng, "Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS," *European Journal of Operational Research*, vol. 156, no. 2, pp. 445–455, 2004.
- [5] R. Rostamzadeh, K. Govindan, A. Esmaeili, and M. Sabaghi, "Application of fuzzy VIKOR for evaluation of green supply chain management practices," *Ecological Indicators*, vol. 49, pp. 188–203, 2015.
- [6] R. M. Zulqarnain, H. L. Dai, W. X. Ma, I. Siddique, S. Askar, and H. Naveed, "Supplier selection in green supply chain management using correlation-based TOPSIS in a q-rung orthopair fuzzy soft environment," *Heliyon*, vol. 10, no. 1, e20924, 2024.
- [7] MCDM Software - Fuzzy VIKOR Tool. [Online]. Available: <https://mcdmaker-software.web.app/app.html>. [Accessed: Dec. 14, 2024].
- [8] J. Liang and P. Liu, "Shared manufacturing service evaluation based on intuitionistic fuzzy VIKOR," *Heliyon*, vol. 10, no. 8, e22024, 2024.
- [9] A. Shemshadi, H. Shirazi, M. Toreihi, and M. J. Tarokh, "A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting," *Expert Systems with Applications*, vol. 38, no. 10, pp. 12160–12167, 2011.
- [10] M. Gul, E. Celik, N. Aydin, A. T. Gumus, and A. F. Guneri, "A state of the art literature review of VIKOR and its fuzzy extensions on applications," *Applied Soft Computing*, vol. 46, pp. 60–89, 2016.
- [11] A. K. Sahu, S. Datta, and S. S. Mahapatra, "Evaluation and selection of resilient suppliers in fuzzy environment: Exploration of fuzzy-VIKOR," *Benchmarking: An International Journal*, vol. 23, no. 3, pp. 651–673, 2016.
- [12] A. Mardani, E. K. Zavadskas, K. Govindan, A. Amat Senin, and A. Jusoh, "VIKOR technique: A systematic review of the state of the art literature on methodologies and applications," *Sustainability*, vol. 8, no. 1, p. 37, 2016.
- [13] M. Akram, C. Kahraman, and K. Zahid, "Group decision-making based on complex spherical fuzzy VIKOR approach," *Knowledge-Based Systems*, vol. 216, p. 106793, 2021.

บทความวิจัย (Research Article)

- [14] A. Sain, A. Gaur, P. Somani, J. S. Khichad, and G. Balotiya, "Characterization and evaluation of bamboo species for construction applications incorporating TOPSIS, AHP and VIKOR," *Arabian Journal for Science and Engineering*, pp. 1–17, 2024.
- [15] A. Syidanova, H. Gokcekus, and D. Uzun Ozsahin, "Superior types of bamboo as a construction material with MCDM methods," in *Application of Multi-Criteria Decision Analysis in Environmental and Civil Engineering*, pp. 65–86, 2021.
- [16] Y. A. Solangi, S. A. A. Shah, H. Zameer, M. Ikram, and B. O. Saracoglu, "Assessing the solar PV power project site selection in Pakistan: based on AHP-fuzzy VIKOR approach," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 26, pp. 30286–30302, 2019.
- [17] P. Nasawat, S. Talangkun, S. Arunyanart, and N. Wichapa, "Selection of suitable rice weevil disinfestation method using hybrid FAHP-FTOPSIS," *Pathumwan Academic Journal*, vol. 10, no. 29, pp. 65–80, 2020.
- [18] 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. 63–80, 2019.
- [19] B. Wang, J. Song, J. Ren, K. Li, and H. Duan, "Selecting sustainable energy conversion technologies for agricultural residues: A fuzzy AHP-VIKOR based prioritization from life cycle perspective," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 142, pp. 78–87, 2019.
- [20] C.-N. Wu, H.-P. Fan, H.-P. Ho, V. T. Nguyen, and A. S. Ansari, "A model for selecting a biomass furnace supplier based on qualitative and quantitative factors," *Computers, Materials & Continua*, vol. 69, no. 2, pp. 2097–2115, 2021.
- [21] Mojaver, S. Khalilarya, and A. Chitsaz, "Multi-objective optimization and decision analysis of a system based on biomass fueled SOFC using couple method of entropy/VIKOR," *Energy Conversion and Management*, vol. 203, p. 112260, 2020.
- [22] Priyanka and Rajneesh, "A fuzzy VIKOR model for selection of optimal biomass usage in India," in *2016 IEEE 1st International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES)*, Jul. 2016, pp. 1–6.
- [23] N. Wichapa, P. Nasawat, N. Kanchanaruangrong, and A. Choopool, "A

บทความวิจัย (Research Article)

combined DEAV-BWM approach for effective evaluation and ranking of biomass materials in charcoal briquette production," *MethodsX*, p. 103075, 2024.