



วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

**การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน
ในแขวงสะหวันนะเขต สปป.ลาว โดยการบูรณาการวิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย**

**Suitable site selection of sustainable renewable resource industrial zone development in
Savannakhet province, Lao PDR by using the integrated MADM method.**

เอกศิษฐ์ เมธาธิระสวัสดิ์¹ พงกฤษณ คลังบุญครอง^{2*} ณัฐพงศ์ ปัตตุลี¹

¹ นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ศาสตราจารย์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Aekasith Meathathirasawad¹ Pongrid Klungboonkrong^{2*} Nuthaphong Pattulee¹

¹ Student of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University.

² Professor, Sustainable Infrastructure Research and Development Center, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University.

* Corresponding author.

E-mail: ponklung@gmail.com

วันที่รับบทความ 27 ตุลาคม 2565; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 28 มกราคม 2566; วันที่ตอบรับบทความ 19 มีนาคม 2566

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเพื่อคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืนในแขวงสะหวันนะเขต สปป.ลาว โดยการประยุกต์ใช้การบูรณาการวิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย ซึ่งประกอบด้วย วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process, AHP) วิธี Fuzzy Scoring Method (FSM) และวิธี Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS) ในการคัดเลือกพื้นที่นี้ได้พิจารณาปัจจัยหลัก 3 ปัจจัยภายใต้ปรัชญาการพัฒนายั่งยืน (SDGs) ได้แก่ ปัจจัยด้านการพัฒนาเศรษฐกิจ ปัจจัยด้านความรับผิดชอบต่อสังคม และปัจจัยด้านการปกป้องสภาพแวดล้อม รวมทั้งปัจจัยรองและปัจจัยย่อยที่เกี่ยวข้องอีก 6 และ 12 ปัจจัยตามลำดับ งานวิจัยนี้พบว่าพื้นที่ที่เหมาะสม 3 ลำดับแรก ได้แก่ (1) บ้านแดนสะหวัน เมืองเซโปน มีค่าคะแนนรวมสูงที่สุดเท่ากับ 0.7473 (2) บ้านดง เมืองเซโปน (0.7331) และ (3) บ้านเซโน เมืองอุทุมพอน (0.5279) ตามลำดับ ซึ่งการศึกษาดังกล่าวผู้วิจัยหวังว่าจะเป็นแนวทางในการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน และการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม สำหรับการศึกษาอื่นๆต่อไป

คำสำคัญ

การคัดเลือกพื้นที่ การพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียน

Abstract

This research article was conducted to select suitable sites for the development of sustainable renewable resource industrial zones in Savannakhet Province, Lao PDR. Applying the integrated MADM including methods Analytical Hierarchical Process (AHP), Fuzzy Scoring Method (FSM) and Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS). Based on the concept of Sustainable Development (SD), the three main factors consisting of economic development, social responsibility and environmental protection an association with 6 minor criteria and 12 sub-criteria. It was found that the top three most suitable sites are (1) Ban Dansavanh Sepon City (having the highest score of 0.7473),

followed by (2) Ban Dong, Muang Sepon (0.7331) and (3) Ban Xeno, Uthumphon City (0.5279), respectively. The researchers hope this research to be a guideline for development of a sustainable renewable resource industrial zone and selection of suitable areas for further studies.

Keywords

site selection, sustainable renewable resource industrial zone, AHP, FSM, TOPSIS.

1. บทนำ

แนวคิดการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน เป็นทางเลือกใหม่ที่สามารถพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไปสู่ความยั่งยืนเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปและมีการขับเคลื่อนทั้งจากภาครัฐและภาคธุรกิจทั่วโลก [1] หลายภาคส่วนเริ่มหันมาใช้นโยบายดังกล่าวนี้ ด้วยการเปลี่ยนวัฏจักรทางธุรกิจของตนให้หมุนเวียนด้วยตัวเองให้ได้มากที่สุด และเป็นไปได้ว่าเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) จะเข้ามาแทนที่ระบบเศรษฐกิจดั้งเดิมที่เป็นแบบเส้นตรง (Linear Economy) ที่มุ่งเน้นการบริโภคและใช้ทรัพยากรอย่างไม่หยุดยั้ง ยังผลให้เกิดภัยอันตรายและผลเสียหายต่อประชาคมโลกเป็นอันมาก การเกิดขยะจากการผลิตและการบริโภค (ทั้งชนิดที่เป็นพิษและอันตราย และไม่เป็นอันตราย) ที่เพิ่มสูงขึ้นนั้น อนุสัญญาบาเซลว่าด้วยการควบคุมการเคลื่อนย้ายและการกำจัดของเสียอันตรายข้ามแดน (Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal) [2] ได้ถือกำเนิดขึ้นเมื่อปี 1989 เพื่อเป็นการควบคุม การนำเข้าและส่งออก รวมถึงการส่งผ่านขยะเป็นพิษและอันตราย ไปกำจัดให้เกิดความปลอดภัย และวัฏจักรชีวิตชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลผลิตจากอุตสาหกรรมและการบริโภคของประชาชน ประกอบกับในปัจจุบัน สถานการณ์สงครามระหว่างรัสเซียและยูเครนเริ่มปะทุขึ้น เป็นการสร้างความไม่แน่นอนของเศรษฐกิจโลกที่กำลังฟื้นตัวจากสถานการณ์แพร่ระบาดของโควิด 19 ทำให้มีแนวโน้มที่ภาคอุตสาหกรรมนั้นๆจะขาดแคลนทรัพยากรที่เป็นส่วนสำคัญในอุตสาหกรรม จึงมีแนวคิดในการสนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากวัสดุใช้แล้ว หรือที่เรียกกันว่าเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน คือเขตอุตสาหกรรม ที่สนับสนุนอุตสาหกรรมการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากวัสดุใช้แล้วอันได้แก่วัฏจักรชีวิตชนิดต่าง ๆ [3] ซึ่งเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืนนั้น จะถูกควบคุมให้เป็นไปตามกฎหมายภายในประเทศและ

อนุสัญญาระหว่างประเทศ (BASEL Protocol) ซึ่งเป็นหัวใจหลักในการพัฒนาอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน

เนื่องจากการกำจัดกากอุตสาหกรรมและวัฏจักรชีวิต เป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่จะทำให้เกิดการอนุรักษ์วัสดุ และสิ่งแวดล้อมอย่างครบวงจร มีความอ่อนไหวต่อปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ ทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพื่อหาเกณฑ์กำหนดพร้อมทั้งวิธีการที่เหมาะสมในการคัดเลือกพื้นที่ในการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบที่จะทำให้เกิดการดำเนินการได้อย่างสมดุลและยั่งยืน โดยพิจารณาจากปัจจัยด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม เป็นสำคัญ ซึ่งหากได้พื้นที่ที่ไม่เหมาะสม อาจส่งผลกระทบต่อผลการดำเนินการของภาคอุตสาหกรรม ไม่มีความสะดวกไม่คุ้มค่าการลงทุน หรือ อาจเกิดปัจจัยอันเป็นผลกระทบต่อภาคสังคมและสิ่งแวดล้อมให้ได้รับความเสียหาย โดยเฉพาะปัญหามลพิษทางน้ำและอากาศ ที่ท้ายที่สุดก็ต้องหยุดการดำเนินการ ส่งผลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ คือการยกระดับรายได้และความเป็นอยู่ประชาชนในสังคมนั้น และเพื่อให้การพัฒนาเขตเศรษฐกิจพิเศษเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากที่สุด กระบวนการในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาเป็นเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน จึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากในแต่ละพื้นที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น การดึงดูดการลงทุนของแต่ละพื้นที่ ผลกระทบต่อสังคมและชุมชน ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม และอื่น ๆ ซึ่งกระบวนการตัดสินใจดังกล่าวมีขั้นตอนที่ไม่มีโครงสร้างการตัดสินใจที่แน่นอน (Uncertain Structure decision making process) เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่หลากหลาย (Multiple criteria) มีจำนวนทางเลือกที่แน่นอน และเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ดังนั้นจึงเหมาะสมกับการประยุกต์ใช้วิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย (Multiple Attribute Decision Making, MADM) [4]

มีการศึกษาวิจัยหลายเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการวิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย (MADM) ในการคัดเลือกพื้นที่สำหรับพัฒนาเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนอย่างยั่งยืน โดยส่วนใหญ่จะเป็นการประยุกต์ใช้วิธีการ AHP, Analytic Network Process (ANP), TOPSIS และอื่นๆ [5-19] เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่น่าเชื่อถือ มีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย และให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง มีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกพื้นที่พัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียน เช่น การศึกษาและคัดเลือกพื้นที่ตั้งโรงงานรีไซเคิลของเสียจากอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ [7] โดยประยุกต์ใช้วิธี MADM ได้แก่ AHP, ANP, Elimination and Choice Expressing REality (ELECTRE) และ Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) และการศึกษาและคัดเลือกพื้นที่ฝังกลบของเสียที่มีเสถียรภาพจากอุตสาหกรรมการย้อมผ้าและชุบโลหะด้วยไฟฟ้าและสารเคมีตกค้างในของเสีย [5] โดยประยุกต์ใช้วิธี AHP และ Geographic Information System (GIS) การศึกษาและคัดเลือกมาตรการสำหรับการแก้ปัญหาที่เกิดจากการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากปัญหาการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมและปัญหาสุขภาพของมนุษย์ที่เกิดจากการบำบัดขยะไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (WEEE) โดยประยุกต์ใช้วิธี AHP ซึ่งการศึกษาที่กล่าวมานั้นมีปัจจัยที่คล้ายกันหลายปัจจัย เช่น ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ ระยะทางของที่ตั้งถึงโรงงานอุตสาหกรรมและท่าเรือหลัก มูลค่าการลงทุนและการก่อสร้าง [10] ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พื้นที่หลุมฝังกลบและเตาเผาขยะ [11] ซึ่งผลการเปรียบเทียบวิธีการจากหลายการศึกษาที่กล่าวมานั้น พบว่าวิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย (MADM) จะมีรากฐานทางทฤษฎี ข้อจำกัด ข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน [12-14] จึงมักจะทำให้การจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกที่พิจารณา มีความแตกต่างกัน แต่มีบางวิธีการ อาจให้ผลการเปรียบเทียบทางสถิติไม่แตกต่างกันได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้บูรณาการวิธี MADM ต่างๆ ที่มีรากฐานทางทฤษฎีที่ดี มีขั้นตอนการตัดสินใจที่ง่ายและไม่ซับซ้อนและคาดว่าเมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง แม่นยำและดีกว่าวิธีการดั้งเดิม วิธีการ MADM ที่ถูกนำมาบูรณาการประกอบด้วย (1) AHP ใช้สำหรับการหาความน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย เนื่องจาก AHP

มีโครงสร้างการตัดสินใจที่แน่นอนสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย (Simplicity) อาศัยการตัดสินใจโดยใช้ดุลพินิจ (Judgment) ของผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ประสบการณ์และสามารถวัดความสอดคล้อง (Consistency) (2) FSM ใช้สำหรับการหาค่าคะแนน เนื่องจาก FSM สามารถเปลี่ยนข้อมูลที่คลุมเครือ (Fuzzy) เช่นคำพูด (น้อย ปานกลาง มาก) ให้เป็นค่าตัวเลขที่แน่นอน (Crisp) ได้ และ (3) TOPSIS ใช้สำหรับการหาค่าคะแนนรวมของแต่ละทางเลือก เนื่องจาก TOPSIS มีแนวคิดมาจากการหาทางเลือกที่ดีที่สุดจากค่าสัมประสิทธิ์เข้าใกล้ค่าอุดมคติที่สุด (Ci) เป็นต้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืนในแขวงสะหวันนะเขต สปป.ลาว ที่ โดยการใช้การบูรณาการ วิธี AHP, FSM และ วิธี TOPSIS

3. พื้นที่ศึกษา

เขตเศรษฐกิจพิเศษสะหวันนะเขต ที่ตั้งอยู่บนในพื้นที่แนวระเบียงเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก (East-West Economic Corridor, EWEC) เกิดจากการรวมตัวกันของเขตเศรษฐกิจพิเศษสะหวัน-เซโน (ด้านติดชายแดนไทย-ลาว) และเขตการค้าชายแดนบ้านแดนสะหวัน (ด้านติดชายแดนลาว-เวียดนาม) ตามมติของ รัฐบาล สปป.ลาว เพื่อให้มีความเป็นเอกภาพและประสิทธิผลที่ดีในการส่งเสริมการลงทุนมีขอบเขตครอบคลุมพื้นที่ตลอดทางหลวงหมายเลข 9 จากชายแดนไทยไปจนถึงเขตชายแดนเวียดนาม ซึ่งจะเป็นหน่วยงานยุทธศาสตร์ของชาติ ในการส่งเสริมการลงทุนในภาคอุตสาหกรรม การค้าและการขนส่ง พร้อมทั้งการลงทุน ด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยหลังจากการสำรวจตามเกณฑ์เบื้องต้นแล้ว ได้คัดกรองพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งสอดคล้องกับแผนการพัฒนาหลัก โดยคัดเลือกพื้นที่ทางเลือกได้ 8 พื้นที่ ได้แก่ (1) เขตอุตสาหกรรมสะหวันปาร์ค (2) เขตพัฒนาที่พักอาศัยผู้ประกอบการ (3) บ้านนาจะริด เมืองอุทุมพอน (4) เขตอุตสาหกรรมโซน B-1 บ้านเซโน เมืองอุทุมพอน (5) เขตอุตสาหกรรมโซน B สำหรับนักลงทุนญี่ปุ่น (6) เขต

ติดกับสนามบินเซโน (7) บ้านดง เมืองเซโปน และ (8) บ้านแดนสะหวັນ เมืองเซโปน ดังแสดงในรูปที่ 1

4. วิธีการวิจัย

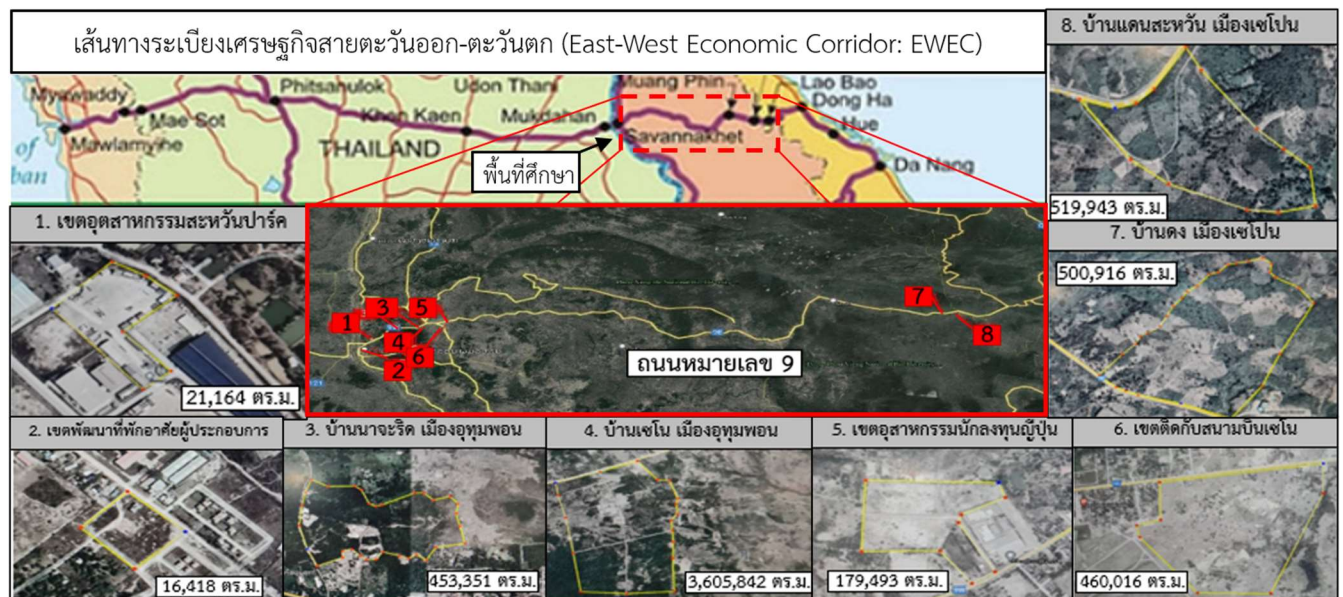
ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2 โดยขั้นตอนต่าง ๆ สามารถอธิบายพอสังเขปได้ดังนี้

- ☐ ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียน
- ☐ กำหนดพื้นที่ศึกษา: ในการกำหนดพื้นที่ศึกษา ได้กล่าวไว้ในหัวข้อพื้นที่ศึกษา
- ☐ กลั่นกรองพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น: การคัดกรองพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมแก่การพัฒนาเป็นเขตวัสดุหมุนเวียน
- ☐ กำหนดปัจจัยในการวิเคราะห์ศักยภาพของแต่ละพื้นที่: ในการศึกษาได้จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญโดยตรง
- ☐ คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียน: ในการศึกษาได้ การคัดเลือก

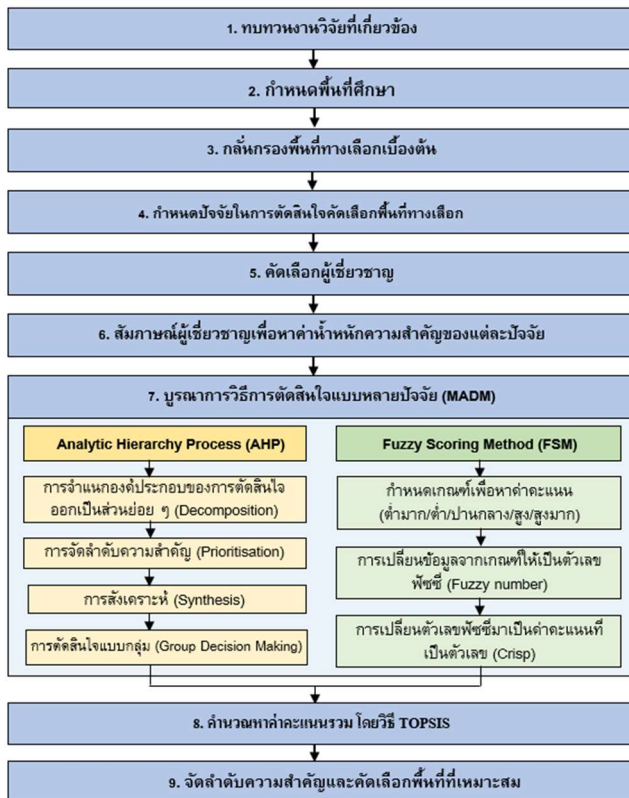
ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ค่าน้ำหนักความสำคัญ 12 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องจากฝั่งประเทศไทย และจากฝั่ง สปป. ลาว

- ☐ สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย
- ☐ การคัดเลือกพื้นที่สำหรับพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียน ได้จากการประยุกต์ใช้ระบบการบูรณาการ ซึ่งประกอบด้วย

- (1) AHP: ใช้สำหรับหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย ตรวจสอบความสอดคล้องในการตัดสินใจ
- (2) FSM: ใช้สำหรับหาค่าคะแนนที่เป็นตัวเลขของ ต่ำ ปานกลาง สูง
- (3) TOPSIS: ใช้สำหรับการบูรณาการค่าคะแนนรวมของแต่ละพื้นที่เพื่อจัดลำดับความสำคัญ



รูปที่ 1 แสดงพื้นที่ทางเลือกที่มีศักยภาพในการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนอย่างยั่งยืน

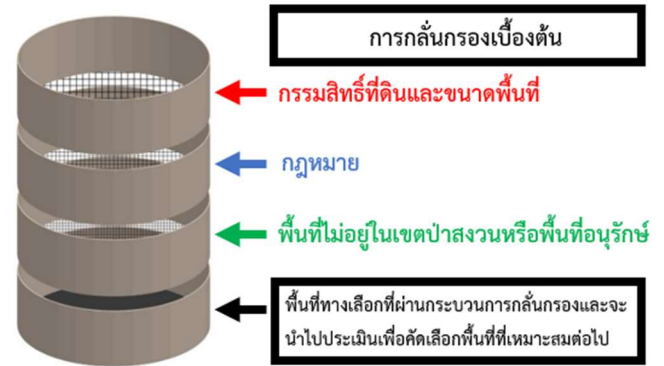


รูปที่ 2 ขั้นตอนการคัดเลือกพื้นที่เพื่อการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนอย่างยั่งยืน

5. ผลการวิจัย

5.1 การกลั่นกรองพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น

ในขั้นตอนการกลั่นกรองพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น จะเป็นการกลั่นกรองพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน โดยการระบุเกณฑ์ในการกลั่นกรอง ซึ่งจะพิจารณาจากปัจจัยที่สำคัญในด้าน กรรมสิทธิ์ที่ดินของรัฐ และมีขนาดเหมาะสม ซึ่งต้องเป็นพื้นที่ไม่อยู่เขตป่าสงวนหรือพื้นที่อนุรักษ์ หรือไม่อยู่ในเขตหวงห้ามตามกฎหมายและไม่ขัดต่อข้อกำหนดของการพัฒนา รวมทั้งไม่มีปัญหาและอุปสรรคเมื่อมีการดำเนินการพัฒนาเป็นเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน ซึ่งในรูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการกลั่นกรองพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น และในตารางที่ 1 แสดงผลการกลั่นกรองพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น



รูปที่ 3 ขั้นตอนการกลั่นกรองพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น

ตารางที่ 1 ผลการกลั่นกรองพื้นที่ศึกษาเบื้องต้น

เกณฑ์การพิจารณา	พื้นที่ที่ไม่ผ่านการพิจารณา
1. กรรมสิทธิ์ที่ดินและขนาดพื้นที่	เขตติดกับสนามบินเชโน (หมายเลข 6) ไม่ผ่านเกณฑ์ที่พิจารณา เนื่องจากเป็นพื้นที่ในกรรมสิทธิ์ของเอกชนเพื่อทำกิจกรรม
2. กฎหมาย	เขตพัฒนาที่פקอาศัยผู้ประกอบการ (หมายเลข 2) ไม่ผ่านเกณฑ์ที่พิจารณา เนื่องจากเป็นเขตพัฒนาที่פקอาศัยสำหรับผู้ประกอบการในเขต ฯ และเขตอุตสาหกรรมสำหรับนักลงทุนญี่ปุ่น (หมายเลข 5) ไม่ผ่านเกณฑ์ที่พิจารณา เนื่องจากมีข้อจำกัดในการขยายพื้นที่เป็นเขตพัฒนาอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนในอนาคต
3. พื้นที่ไม่อยู่ในเขตป่าสงวนหรือพื้นที่อนุรักษ์	ไม่มี

ดังนั้นพื้นที่ทางเลือกที่ผ่านการกลั่นกรองเบื้องต้นและจะนำไปพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน 5 พื้นที่ ได้แก่ (1) เขตอุตสาหกรรมสะพานปาร์ค, (3) บ้านนาจะริด เมืองอุทุมพอน (4) เขตอุตสาหกรรมโซน B-1บ้านเชโน เมืองอุทุมพอน, (7) บ้านดง เมืองเชโปน และ (8) บ้านแดนสะพาน เมืองเชโปน

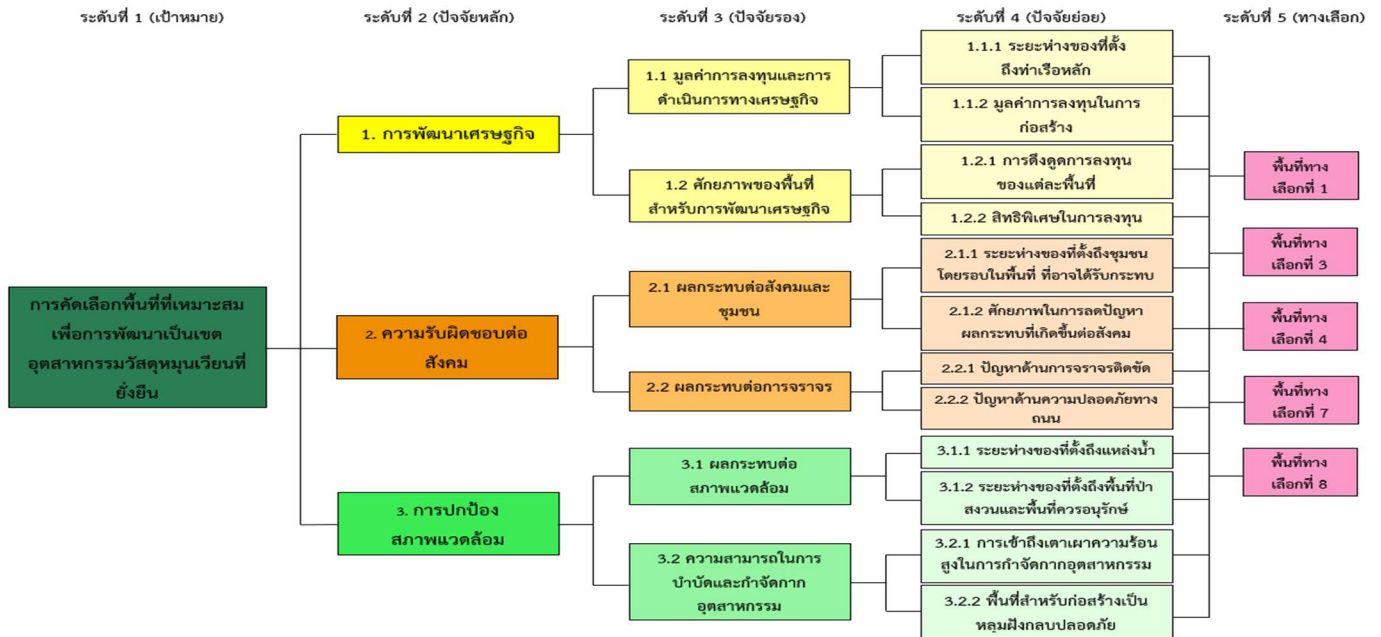
5.2 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process, AHP)

AHP ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ (1) การจำแนกองค์ประกอบของการตัดสินใจออกเป็น ส่วนย่อย ๆ (Decomposition), (2) การจัดลำดับความสำคัญ

(Prioritization) และ (3) การสังเคราะห์ (Synthesis) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ [16]

(1) การจำแนกองค์ประกอบของการตัดสินใจออกเป็น ส่วนย่อย ๆ (Decomposition) ผู้ตัดสินใจมีจะต้องจำแนก ปัจจัยการตัดสินใจ ออกเป็นส่วนๆ เพื่อจัดรูปแบบโครงสร้าง

การตัดสินใจ (Hierarchy structure) จากระดับบนจนถึงระดับล่าง ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งโครงสร้างดังกล่าวได้จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยต่างๆ และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญโดยตรง ซึ่งรายละเอียดของแต่ละปัจจัยย่อยได้แสดงไว้ในตารางที่ 2



รูปที่ 4 โครงสร้างการตัดสินใจคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียน

เมตริกซ์การตัดสินใจปัจจัย (A) โดยเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ เป็นคู่ (Pairwise comparisons) ในระดับชั้นเดียวกัน เพื่อหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยการตัดสินใจต่าง ๆ จากสมการ $AW = \lambda_{\max} W$ จึงสามารถคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่พิจารณาโดยใช้วิธีของ Normalized Principle Right Eigen vector ($W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}^T$) ในงานวิจัยนี้ใช้วิธี Normalization of the Geometric Mean of the Row (NGM) ในการคำนวณหา Principle Right Eigen vector (W) และค่า Largest Eigenvalue ($\lambda_{\max}$) ของจัตุรัส A [23] ดัชนีที่ใช้พิจารณาความสอดคล้องที่เกิดขึ้นในการตัดสินใจของเมตริกซ์ A คือดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index, CI) คือ $CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$ โดยที่ดัชนีความสอดคล้องสุ่ม (Random Consistency Index, RCI) คือค่าอัตราส่วนระหว่างค่า CI และ RCI เรียกว่า อัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) โดยทั่วไปค่า CR จะยอมรับได้เมื่อมีค่าน้อยกว่า 0.10 [22] ตารางที่ 4 เป็น

ตัวอย่างการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยหลัก โดยผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 พบว่ามีค่า CR น้อยกว่า 0.1

(2) การจัดลำดับความสำคัญ (Prioritization) หลังจากพัฒนาโครงสร้างลำดับชั้น ขั้นตอนต่อไปเป็นการหาค่าน้ำหนักความสำคัญในแต่ละลำดับชั้นของโครงสร้างลำดับชั้น โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ของปัจจัยต่างๆ โดยใช้วิธีการให้อัตราส่วน (Ratio scale) โดยมีอัตราส่วนตั้งแต่ 1 (สำคัญเท่ากัน) ไปถึง 9 (สำคัญสูงสุด) [16]

(3) การสังเคราะห์ (Synthesis) เมื่อได้คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยเรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนการสังเคราะห์ ของวิธี AHP จะอาศัยหลักการ “Principle of Hierarchy Composition” ในการสังเคราะห์เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญ ซึ่งเป็นน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์รวม (Global Relative Importance) [23] ในงานวิจัยนี้การตัดสินใจแบบกลุ่ม (Group Decision Making) จะประยุกต์ใช้วิธีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean Method, GMM) ซึ่งได้ถูกใช้ในการบูรณาผลการตัดสินใจแบบกลุ่ม [24]

ตารางที่ 2 สรุปปัจจัยย่อยที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน

ปัจจัยย่อย	ตัวชี้วัด (หน่วย)	ผลกระทบต่อการคัดเลือกพื้นที่	อ้างอิง
1.1.1 ระยะห่างของที่ตั้งถึงท่าเรือหลัก	ระยะห่างของที่ตั้งถึงท่าเรือหลัก (กิโลเมตร)	เขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียน ที่มีระยะทางในการขนส่งที่แตกต่างกัน จะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขนส่งสินค้า โดยพื้นที่ที่มีระยะทางที่ใกล้กว่าจะทำให้มูลค่าการขนส่งสินค้าที่ถูกกว่าพื้นที่ที่อยู่ไกลท่าเรือหลัก	[10]
1.1.2 มูลค่าการลงทุนในการก่อสร้าง	มูลค่าการลงทุนในการก่อสร้าง (บาท/ตารางเมตร)	ในแต่ละพื้นที่จะมีต้นทุนในการดำเนินการก่อสร้างที่แตกต่างกัน ทั้งราคาที่ดิน ค่าขนส่งวัสดุในการก่อสร้าง ค่าตัด-ถมดินในการปรับระดับพื้นที่ ในกรณีพื้นที่ที่มีความลาดชันมาก ซึ่งต้นทุนเหล่านี้ ก็จะส่งผลต่อมูลค่าการลงทุนในการก่อสร้างของแต่ละพื้นที่ให้แตกต่างกัน	[10] [17]
1.2.1 การดึงดูดการลงทุนของแต่ละพื้นที่	ปัจจัยที่ช่วยในการดึงดูดการลงทุน	ยิ่งพื้นที่ที่มีศักยภาพในการดึงดูดการลงทุนสูง ทั้งการมีโครงสร้างพื้นฐาน และสาธารณูปโภคที่พร้อมสำหรับเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน ก็จะส่งผลให้มีการดึงดูดการลงทุนในอัตราที่สูง ซึ่งส่งผลต่อความก้าวหน้าในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศโดยภาพรวม	[11]
1.2.2 สิทธิพิเศษในการลงทุน	สิทธิพิเศษต่างๆ ในการลงทุนของแต่ละพื้นที่	พื้นที่ที่ตั้งอยู่ในบริเวณเขต ICD หรือเขตเศรษฐกิจพิเศษ จะได้รับสิทธิพิเศษในการลงทุนด้วยการลดหย่อนภาษีและอากรประเภทต่าง ๆ พร้อมทั้งช่วยอำนวยความสะดวกในการขนส่ง ด้านพิธีการศุลกากร และการปฏิบัติตามอนุสัญญาบาเซลว่าด้วยการเคลื่อนย้ายผ่านแดนของของเสียอันตรายและการกำจัด	[18]
2.1.1 ระยะห่างของที่ตั้งถึงชุมชนโดยรอบในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ	ระยะห่างของที่ตั้งถึงชุมชนโดยรอบในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ (กิโลเมตร)	พื้นที่ที่ชุมชนโดยรอบเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน เป็นพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบมากที่สุด ระยะห่างชุมชนมากขึ้น ยิ่งเป็นการลดผลกระทบทางตรงต่อชุมชนได้ดีขึ้น ซึ่งการคำนึงถึงปัจจัยดังกล่าวถือเป็นสิ่งความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับปัจจัยด้านความรับผิดชอบต่อสังคม	[10] [18]
2.1.2 ศักยภาพในการลดปัญหาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสังคม	โครงการหรือนโยบายสนับสนุนด้านสังคมจากภาครัฐของแต่ละพื้นที่	พื้นที่ที่มีการพัฒนาจะมีการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานด้านสาธารณูปโภคต่าง ๆ พร้อมการให้สิทธิประโยชน์ต่อผู้ลงทุน และส่งเสริมการจ้างแรงงานในพื้นที่ ตลอดจน มีการให้บริการแบบจุดเดียวเบ็ดเสร็จ (One stop service) ทำให้กระบวนการต่าง ๆ ที่ต้องดำเนินการตามกฎหมายทำได้ในระยะเวลาอันสั้น เป็นผลให้การดำเนินการโครงการต่าง ๆ รวมถึงการแก้ไขปัญหาผลกระทบที่เกิดขึ้นสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะส่งผลดีต่อสภาพสังคมโดยรอบ	[19] [20]
2.2.1 ปัญหาด้านการจราจรติดขัด	สภาพการจราจรของแต่ละพื้นที่	เมื่อมีการพัฒนามากขึ้น ก็จะทำให้เกิดปริมาณการจราจรจากการเดินทางและการขนส่งวัสดุของงานอุตสาหกรรมในพื้นที่เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งผลที่ตามมาคือ ปัญหาด้านการจราจรติดขัด	[20]
2.2.2 ปัญหาด้านความปลอดภัยทางถนน	(ค่าคะแนนจากการพิจารณาสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ปลอดภัยทางถนน)	เมื่อมีการพัฒนามากขึ้น ทำให้เกิดการเกิดการเดินทางและขนส่งสินค้ามากขึ้น ส่งผลมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุทางถนนได้มากขึ้นเช่นกัน	[8]
3.1.1 ระยะห่างของที่ตั้งถึงแหล่งน้ำ	ระยะทางจากพื้นที่ทางเลือกถึงแหล่งน้ำ (กิโลเมตร)	ในวัตถุดิบหรือกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนนั้น อาจมีสารปนเปื้อนซึ่งเป็นพิษต่อสภาพแวดล้อมหลุดออกมาสู่สภาพแวดล้อม หากมีการขนส่ง จัดเก็บไม่เหมาะสม และเกิดการชะล้างด้วยน้ำฝน แล้วไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบ	[5]
3.1.2 ระยะห่างของที่ตั้งถึงพื้นที่ป่าสงวนและพื้นที่ควรอนุรักษ์	ระยะทางจากพื้นที่ทางเลือกถึงพื้นที่ป่าสงวนและพื้นที่ควรอนุรักษ์ (กิโลเมตร)	กระบวนการแปรรูปกากอุตสาหกรรม อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ หากมีระยะห่างป่าสงวนและพื้นที่ควรอนุรักษ์มาก ก็จะช่วยลดความเสี่ยงปัญหาผลกระทบจากสารพิษที่ปนเปื้อนต่อระบบนิเวศ	[5] [21]
3.2.1 การเข้าถึงเตาเผาความร้อนสูงในการกำจัดกากอุตสาหกรรม	ระยะทางจากพื้นที่ทางเลือกถึงเตาเผาซีเมนต์ (กิโลเมตร)	การกำจัดของเสียจากอุตสาหกรรมโดยการเผาในเตาปูนซีเมนต์มีความสำคัญอย่างมากในกระบวนการกำจัดกากอุตสาหกรรม ยิ่งพื้นที่ที่อยู่ใกล้เตาปูนซีเมนต์ก็จะมีส่งเสริมกระบวนการดังกล่าวได้ดีกว่า	[11]
3.2.2 พื้นที่สำหรับก่อสร้างเป็นหลุมฝังกลบปลอดภัย	พื้นที่ว่างสำหรับทำเป็นหลุมฝังกลบ (ไร่)	พื้นที่ทางเลือก มีพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับก่อสร้างเป็นหลุมฝังกลบปลอดภัย (SECURED LANDFILL) จะช่วยส่งเสริมกิจกรรมการบำบัดและกำจัดกากอุตสาหกรรมได้ในต้นทุนที่ต่ำกว่า	[11]

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้องจากการสุ่มตัวอย่าง

ปัจจัย	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RCI	0.00	0.00	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.49

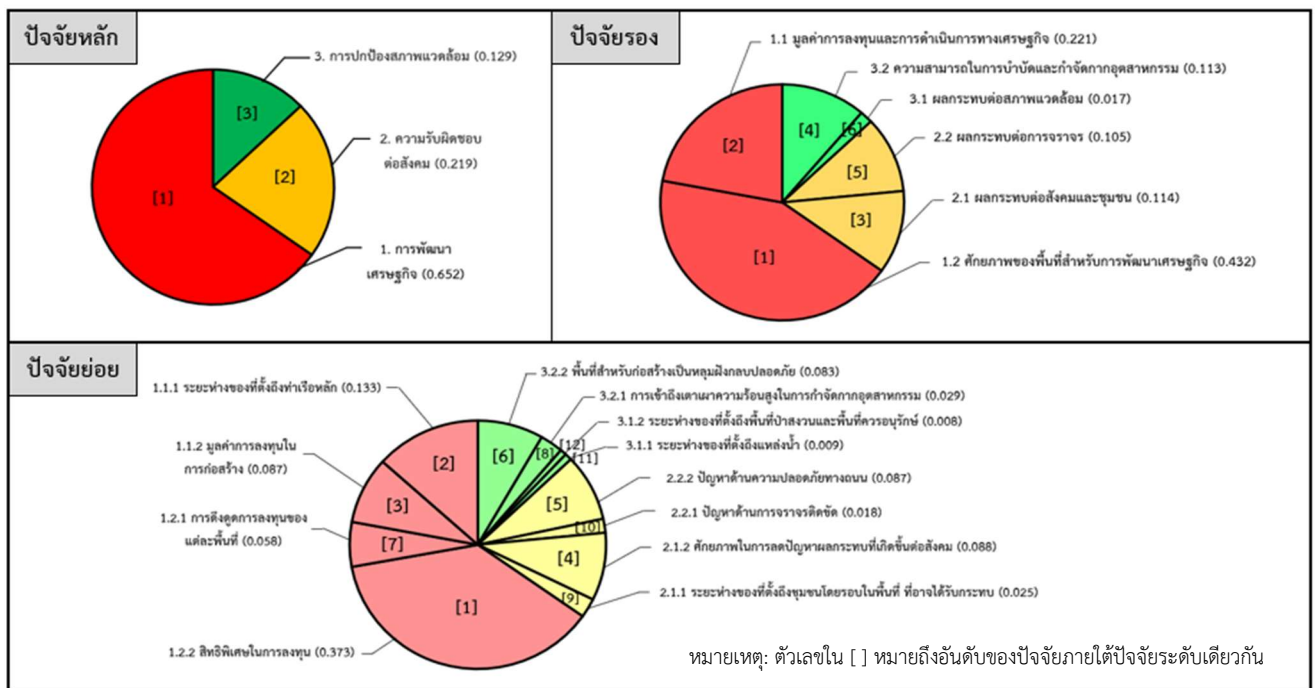
ตารางที่ 4 ตัวอย่างการให้น้ำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยหลัก

ปัจจัยหลัก	(1)	(2)	(3)	ค่าน้ำหนัก
(1) การพัฒนาเศรษฐกิจ	1	1/3	3	0.258
(2) ความรับผิดชอบต่อสังคม	3	1	5	0.637
(3) การปกป้องสภาพแวดล้อม	1/3	1/5	1	0.105

$\lambda_{max} = 3.039$, CI = 0.019 และ CR = 0.037

ผลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 12 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนที่เหมาะสมจากประเทศไทย

และจาก สปป.ลาว โดยอาศัยวิธี AHP จะสามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก ปัจจัยรองและปัจจัยย่อย ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก ปัจจัยรองและปัจจัยย่อย

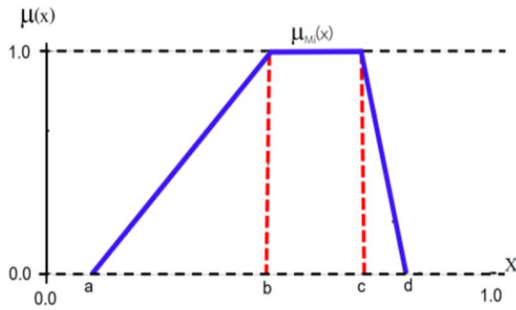
การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 12 คน เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ พบว่าปัจจัยหลักด้าน (1) การพัฒนาเศรษฐกิจ (0.592) มีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุด รองลงมาคือ (2) ความรับผิดชอบต่อสังคม (0.241) และ (3) การปกป้องสภาพแวดล้อม (0.168) ตามลำดับ โดยผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เห็นว่าการเป็นพื้นที่ของอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน จะสนับสนุนการสามารถพัฒนาเศรษฐกิจได้ดี และหากทำสำเร็จ ภายใต้การวางแผนพัฒนาที่ดีให้รอบด้านจะสามารถลดผลกระทบต่อสังคมได้ และหากมีการนำเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัย มีการจัดการที่เหมาะสม จะสามารถป้องกันผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพได้

5.3 วิธี Fuzzy Scoring Method (FSM)

วิธี FSM [26] เป็นวิธีที่พัฒนาขึ้นเพื่อที่จะปรับเปลี่ยนข้อมูลที่คลุมเครือ (Fuzzy scores) เช่นคำพูด (น้อย ปานกลาง มาก) ให้เป็นค่าตัวเลขฟัซซี่ (Fuzzy Number) และมีการใช้วิธี FSM ในการประมาณค่าตัวเลขฟัซซี่ ให้เป็นค่าตัวเลขที่แน่นอน (Crisp scores) [26]

ต่อมาในปี 1995 Liu และ Chen [26] ได้แสดงค่าตัวเลขฟัซซี่ สามารถแสดงให้อยู่ในรูปแบบสี่เหลี่ยมคางหมู ดังรูปที่ 6 ($Mtpz = (a, b, c, d)$) ค่าคะแนนอรรถประโยชน์รวม ($\mu_T(i)$) สามารถคำนวณได้โดยง่ายจากสมการที่ 1 และเมื่อคำนวณค่าคะแนนอรรถประโยชน์รวม ($\mu_T(i)$) สำหรับตัวเลขฟัซซี่ 5

ระดับ (ต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง สูง และสูงมาก) จะได้ค่าคะแนนอรรถประโยชน์ดังแสดงในตารางที่ 5



รูปที่ 6 ตัวอย่างค่าคะแนนที่เป็นตัวเลขฟัซซี่ [22]

$$\mu_T(i) = C = \frac{1}{2} \left(\frac{d}{(1-c+d)} + \frac{b}{(b-a+1)} \right) \quad (1)$$

ตารางที่ 5 การประมาณอรรถประโยชน์รวมสำหรับ 5 ระดับคำพูด [26]

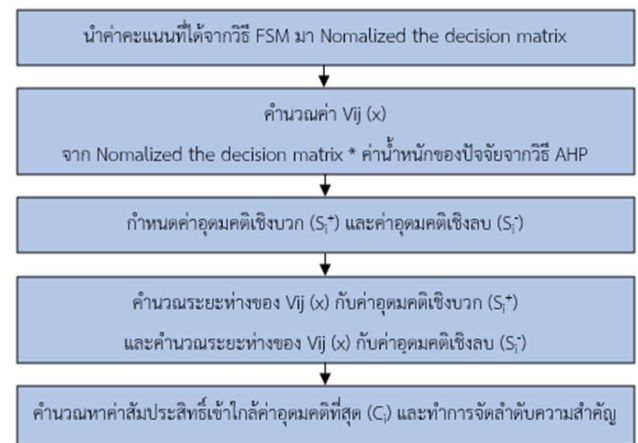
ตัวเลขฟัซซี่ M (i)	องค์ประกอบของ $M_{tpz}(i)$				ค่าคะแนนอรรถประโยชน์รวม	ค่าคะแนนอรรถประโยชน์รวมที่ปรับค่าแล้ว
	a	b	c	d	$\mu_T(i)$	
ต่ำมาก	0	0	0.1	0.2	0.0909	0.1000
ต่ำ	0.1	0.25	0.25	0.4	0.2826	0.3109
ปานกลาง	0.3	0.5	0.5	0.7	0.5000	0.5500
สูง	0.6	0.75	0.75	0.9	0.7174	0.7891
สูงมาก	0.8	0.9	1.0	1.0	0.9091	1.000

การแบ่งเกณฑ์ช่วงคะแนน ต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง สูง และสูงมาก ที่ได้กล่าวมานั้น จะใช้วิธีทางสถิติจัดกลุ่ม (Cluster Analysis) ในการแบ่งเกณฑ์ช่วงค่าคะแนนที่เป็นตัวเลขจริงให้เป็นค่าคะแนนที่เป็นคำพูดดังกล่าวข้างต้น ดังแสดงในตารางที่ 6 ซึ่งเป็นการสรุปหลักเกณฑ์การแบ่งช่วงค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยย่อยในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาเป็นเขตวิสาหชุมชนแบบยั่งยืน เมื่อพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมของแต่ละพื้นที่ทางเลือกจะสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลดังกล่าวเป็นค่าคะแนนที่เป็นคำพูดดังแสดงในตารางที่ 7

และจะถูกเปลี่ยนเป็นตัวเลขฟัซซี่ ซึ่งค่าที่ได้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นค่าคะแนนอรรถประโยชน์รวมที่เป็นตัวเลขจริง

5.4 วิธี Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS)

TOPSIS ได้รับการพัฒนาโดย Hwang และ Yoon [27] เป็นเทคนิคการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย เป็นแนวทางการคัดเลือกจากทางเลือกที่ดีที่สุดที่มีระยะทางที่ใกล้ที่สุดนั้นคือค่าอุดมคติเชิงบวก (S_i^+) และค่าอุดมคติเชิงลบ (S_i^-) จากนั้นทำการเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด โดยมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ขั้นตอนการทำงานของวิธีการ TOPSIS [27]

ในตารางที่ 8 แสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่าคำนวณระยะห่างแบบ Euclidean distance ของระยะห่างของ $V_{ij}(x)$ กับค่าอุดมคติเชิงบวก (S_i^+) และคำนวณระยะห่างของ $V_{ij}(x)$ กับค่าอุดมคติเชิงลบ (S_i^-) ของพื้นที่ทางเลือกที่ 1 เขตอุตสาหกรรมสะพานปาร์ค ซึ่งเมื่อได้ค่าอุดมคติเชิงบวกและอุดมคติเชิงลบของทุกทางเลือกแล้ว จะนำมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์เข้าใกล้ค่าอุดมคติที่สุด (C_i) จากสมการ $C_i = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-)$ โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 9 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์เข้าใกล้ค่าอุดมคติที่สุดดังกล่าว คือค่าคะแนนรวมของแต่ละพื้นที่สำหรับการจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาเขตวิสาหชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

ตารางที่ 6 การแบ่งเกณฑ์ช่วงคะแนนแต่ละปัจจัยในการคัดเลือกสถานที่สำหรับพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียน

ปัจจัยย่อย	หน่วย	เกณฑ์ค่าคะแนน				
		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
1.1.1 ระยะห่างของที่ตั้งถึงท่าเรือหลัก	กิโลเมตร	≥ 484	483 - 471	470 - 461	460 - 268	≤ 267
1.1.2 มูลค่าการลงทุนในการก่อสร้าง	บาท/ตารางเมตร	≥ 340	339 - 331	330 - 326	326 - 275	≤ 274
1.2.1 การดึงดูดการลงทุนของแต่ละพื้นที่ ¹	n/a	พื้นที่การดึงดูดการลงทุนต่ำมาก	พื้นที่การดึงดูดการลงทุนต่ำ	พื้นที่การดึงดูดการลงทุนปานกลาง	พื้นที่การดึงดูดการลงทุนสูง	พื้นที่การดึงดูดการลงทุนสูงมาก
1.2.2 สิทธิพิเศษในการลงทุน ²	n/a	สิทธิพิเศษในการลงทุนต่ำมาก	สิทธิพิเศษในการลงทุนต่ำ	สิทธิพิเศษในการลงทุนปานกลาง	สิทธิพิเศษในการลงทุนสูง	สิทธิพิเศษในการลงทุนสูงมาก
2.1.1 ระยะห่างของที่ตั้งถึงชุมชนโดยรอบในพื้นที่อาจได้รับกระทบ	กิโลเมตร	≥ 1.95	1.94 - 1.71	1.70 - 1.21	1.20 - 0.51	≤ 0.50
2.1.2 ศักยภาพในการลดปัญหาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสังคม ³	n/a	มีนโยบายสนับสนุนด้านสังคมต่ำมาก	มีนโยบายสนับสนุนด้านสังคมต่ำ	มีนโยบายสนับสนุนด้านสังคมปานกลาง	มีนโยบายสนับสนุนด้านสังคมสูง	มีนโยบายสนับสนุนด้านสังคมสูงมาก
2.2.1 ปัญหาด้านการจราจรติดขัด ⁴	n/a	เกิดปัญหาการจราจรสูงมาก	เกิดปัญหาการจราจรสูง	เกิดปัญหาการจราจรปานกลาง	เกิดปัญหาการจราจรต่ำ	เกิดปัญหาการจราจรต่ำมาก
2.2.2 ปัญหาด้านความปลอดภัยทางถนน ⁵	n/a	เกิดปัญหาความปลอดภัยทางถนนสูงมาก	เกิดปัญหาความปลอดภัยทางถนนสูง	เกิดปัญหาความปลอดภัยทางถนนปานกลาง	เกิดปัญหาความปลอดภัยทางถนนต่ำ	เกิดปัญหาความปลอดภัยทางถนนต่ำมาก
3.1.1 ระยะห่างของที่ตั้งถึงแหล่งน้ำ	กิโลเมตร	≥ 7.5	7.4 - 6.1	6.0 - 5.1	5.0 - 3.1	≤ 3.0
3.1.2 ระยะห่างของที่ตั้งถึงพื้นที่ป่าสงวนและพื้นที่ควรอนุรักษ์	กิโลเมตร	≥ 28	27 - 21	20 - 18	17 - 11	≤ 10
3.2.1 การเข้าถึงเตาเผาความร้อนสูงในการกำจัดกากอุตสาหกรรม	กิโลเมตร	≥ 197	196 - 171	170 - 159	158 - 155	≤ 154
3.2.2 พื้นที่สำหรับก่อสร้างเป็นหลุมฝังกลบปลอดภัย	ไร่	0 - 14	15 - 69	70 - 129	130 - 379	≥ 380

หมายเหตุ

¹ เกณฑ์ค่าคะแนนด้านการดึงดูดการลงทุนของแต่ละพื้นที่ พิจารณาจากปัจจัยที่ช่วยในการดึงดูดการลงทุน เช่น สภาพภูมิประเทศ ความสะดวกในการทำธุรกรรมขออนุญาตปลูกสร้างอาคาร ความชัดเจนและรวดเร็ว ในการอนุมัติแผน IEE-EIA และการออกเอกสารรับรองผลิตภัณฑ์เพื่อส่งออก รวมถึงความสะดวกรวดเร็วในการชำระบัญชีและภาษีอากรต่าง ๆ

² เกณฑ์ค่าคะแนนด้านสิทธิพิเศษในการลงทุน พิจารณาจากสิทธิพิเศษในการลงทุนต่างๆ เช่น สิทธิพิเศษในการยกเว้นภาษีนำเข้า – ส่งออก สิทธิพิเศษในการยกเว้นภาษีกำไร การให้สิทธิการเช่าที่ดินเพิ่มเติม จัดการรวมศูนย์ทำธุรกรรมแบบเบ็ดเสร็จในจุดเดียว (One Stop Service)

³ เกณฑ์ค่าคะแนนด้านศักยภาพในการลดปัญหาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสังคม พิจารณาจากโครงการหรือนโยบายสนับสนุนด้านสังคมจากภาครัฐ เช่น โครงการได้รับอนุมัติจัดตั้งให้ดำเนินการภายใต้กฎหมายเขตเศรษฐกิจพิเศษ มีงบประมาณเฉพาะ ในการดูแลและแก้ไขปัญหา มีกำลังคน และเครื่องจักร-เครื่องมือเฉพาะ มาตรการฉุกเฉินเมื่อเกิดเหตุผลกระทบต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผน EIA และมีหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อม ทำการตรวจสอบและประเมินผลอย่างต่อเนื่อง

⁴ เกณฑ์ค่าคะแนนด้านปัญหาด้านการจราจรติดขัด พิจารณาสภาพการจราจรในสภาพปัจจุบันว่ามีสภาพการจราจรเป็นการไหลแบบอิสระ คงตัวหนาแน่น หรือมีสภาพการจราจรที่ติดขัด

⁵ เกณฑ์ค่าคะแนนด้านปัญหาด้านความปลอดภัยทางถนน พิจารณาจากค่าคะแนนจากการพิจารณาสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ปลอดภัยทางถนน เช่น อุปกรณ์อำนวยความสะดวก สภาพทางเท้าทางจักรยาน ความเร็วรถ ขนาดเขตทาง เกาะกลาง และอื่นๆ

ตารางที่ 7 สรุปค่าคะแนนของปัจจัยย่อยต่างๆ สำหรับแต่ละพื้นที่ทางเลือก

ปัจจัย	พื้นที่ศึกษา	การแบ่งช่วงคะแนนของแต่ละพื้นที่				
		(1) เขต อุตสาหกรรม สะพานปาร์ค	(3) บ้านนา จะริต เมืองอุ ทุมพอน	(4) บ้านเขโน เมืองอุทุม พอน	(7) บ้านดง เมืองเซโปน	(8) บ้านแดน สะพาน เมืองเซโปน
1.1.1 ระยะห่างของที่ตั้งถึงท่าเรือหลัก (กิโลเมตร)		484	469	467	270	258
1.1.2 มูลค่าการลงทุนในการก่อสร้าง (บาท/ตารางเมตร)		342	300	324	132.2	131.9
1.2.1 การดึงดูดการลงทุนของแต่ละพื้นที่		สูงมาก	ปานกลาง	สูงมาก	สูง	สูง
1.2.2 สิทธิพิเศษในการลงทุน		สูงมาก	สูง	สูงมาก	สูงมาก	สูงมาก
2.1.1 ระยะห่างของที่ตั้งถึงชุมชนโดยรอบในพื้นที่ ที่อาจได้รับกระทบ (กิโลเมตร)		0.45	1.5	1.9	0.1	0.8
2.1.2 ศักยภาพในการลดปัญหาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสังคม		สูงมาก	สูง	สูงมาก	สูงมาก	สูงมาก
2.2.1 ปัญหาด้านการจราจรติดขัด		ปานกลาง	สูงมาก	สูงมาก	สูงมาก	สูง
2.2.2 ปัญหาด้านความปลอดภัยทางถนน		ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
3.1.1 ระยะห่างของที่ตั้งถึงแหล่งน้ำ (กิโลเมตร)		5.6	2.1	7.3	1.5	1.1
3.1.2 ระยะห่างของที่ตั้งถึงพื้นที่ป่าสงวนและพื้นที่ควรรอนุรักษ์ (กิโลเมตร)		7.7	15.9	21.1	10	10
3.2.1 การเข้าถึงเตาเผาความร้อนสูงในการกำจัดกากอุตสาหกรรม (กิโลเมตร)		169	154	152	191	202
3.2.2 พื้นที่สำหรับก่อสร้างเป็นหลุมฝังกลบปลอดภัย (ไร่)		20.4	5.2	0	197	209
หมายเหตุ		ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	สูงมาก

ตารางที่ 8 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าอุดมคติเชิงบวก (Si+) และค่าอุดมคติเชิงลบ (Si-) ของพื้นที่ทางเลือกที่ 1

ปัจจัยย่อย	ค่าน้ำหนัก Nomalized	V_j^+	V_j^-	$(V_{ij} - V_j^+)^2$	$(V_{ij} - V_j^-)^2$
1.1.1 ระยะห่างของที่ตั้งถึงท่าเรือหลัก	0.00882	0.08824	0.00882	0.00631	0.00000
1.1.2 มูลค่าการลงทุนในการก่อสร้าง	0.00712	0.07121	0.00712	0.00411	0.00000
1.2.1 การดึงดูดการลงทุนของแต่ละพื้นที่	0.06371	0.06371	0.03504	0.00000	0.00082
1.2.2 สิทธิพิเศษในการลงทุน	0.10093	0.10093	0.07964	0.00000	0.00045
2.1.1 ระยะห่างของที่ตั้งถึงชุมชนโดยรอบในพื้นที่ ที่อาจได้รับกระทบ	0.02646	0.02646	0.00823	0.00000	0.00033
2.1.2 ศักยภาพในการลดปัญหาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสังคม	0.04791	0.04791	0.03780	0.00000	0.00010
2.2.1 ปัญหาด้านการจราจรติดขัด	0.00472	0.00858	0.00472	0.00001	0.00000
2.2.2 ปัญหาด้านความปลอดภัยทางถนน	0.04903	0.04903	0.02771	0.00000	0.00045
3.1.1 ระยะห่างของที่ตั้งถึงแหล่งน้ำ	0.00567	0.01031	0.00320	0.00002	0.00001
3.1.2 ระยะห่างของที่ตั้งถึงพื้นที่ป่าสงวนและพื้นที่ควรรอนุรักษ์	0.00622	0.00622	0.00193	0.00000	0.00002
3.2.1 การเข้าถึงเตาเผาความร้อนสูงในการกำจัดกากอุตสาหกรรม	0.01843	0.03350	0.00335	0.00023	0.00002
3.2.2 พื้นที่สำหรับก่อสร้างเป็นหลุมฝังกลบปลอดภัย	0.02196	0.05573	0.00706	0.00114	0.00022
รวม				0.10871	0.05135
ค่าอุดมคติเชิงบวก (S_i^+), อุดมคติเชิงลบ (S_i^-)				$(S_i^+) = 0.10871$	$(S_i^-) = 0.05135$

ตารางที่ 9 การหาค่าสัมประสิทธิ์เข้าใกล้ค่าอุดมคติที่สุด (C_i)

พื้นที่ทางเลือก	ค่าอุดมคติเชิงบวก (S_i^+)	อุดมคติเชิงลบ (S_i^-)	(S_i^+) + (S_i^-)	ค่าสัมประสิทธิ์เข้าใกล้ค่า อุดมคติที่สุด (C_i)
1 เขตอุตสาหกรรมสะพานปาร์ค	0.1087	0.0514	0.1601	0.3208 (5)
3 บ้านนาจะริด เมืองอุทุมพอน	0.0756	0.0620	0.1377	0.4507 (4)
4 บ้านเซโน เมืองอุทุมพอน	0.0709	0.0793	0.1502	0.5279 (3)
7 บ้านดง เมืองเซโปน	0.0389	0.1069	0.1458	0.7331 (2)
8 บ้านแดนสะพาน เมืองเซโปน	0.0397	0.1175	0.1572	0.7473 (1)

หมายเหตุ ตัวเลขใน () หมายถึงค่าลำดับความสำคัญของพื้นที่ทางเลือก

6. อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่บ้านแดนสะพาน เมืองเซโปน (พื้นที่ทางเลือกที่ 8) มีค่าคะแนนรวมมากที่สุด สอดคล้องกับพื้นที่ที่กำหนดให้เป็นศูนย์โลจิสติกส์ ผังขยายแดนเวียดนามของแขวงสะหวันนะเขต สปป.ลาว ในอนาคต รองลงมาคือ บ้านดงเมืองเซโปน (พื้นที่ทางเลือกที่ 7) และบ้านเซโน เมืองอุทุมพอน (พื้นที่ทางเลือกที่ 4) ตามลำดับ จากงานวิจัย สามารถสรุปได้ว่าตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมนั้น เป็นผลจากปัจจัยทางด้านการพัฒนาเศรษฐกิจเป็นหลัก และเมื่อพิจารณาจากคะแนนน้ำหนักของแต่ละปัจจัยย่อย ผู้เชี่ยวชาญได้ให้คะแนนปัจจัยด้านสิทธิพิเศษการลงทุนมากที่สุด (0.217), ระยะทางซึ่งห่างจากท่าเรือหลัก (0.132), มูลค่าการลงทุนในการก่อสร้าง (0.122) และการดึงดูดการลงทุนของแต่ละพื้นที่ (0.120) ตามลำดับ อธิบายได้ว่าการที่จะคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมอุตสาหกรรมเวียดนามแบบยั่งยืน ให้เกิดสัมฤทธิ์ผลของโครงการนั้น ต้องคำนึงถึงสิทธิพิเศษการลงทุนเพื่อส่งเสริมให้เกิดความน่าดึงดูดใจในการลงทุนเป็นหลักสำคัญ คู่ขนานมากับการเลือกทำเลที่ตั้งที่มีระยะใกล้ท่าเรือเพื่อให้ค่าขนส่งและโลจิสติกส์อยู่ในระดับต่ำ การที่พื้นที่ทางเลือกอยู่ในชัยภูมิที่ดีตามกรอบปัจจัยที่กำหนด จะทำให้มีค่าลงทุนที่ต่ำ ลดผลกระทบต่อสังคมรอบข้าง อันจะสร้างบรรยากาศในการดึงดูดการลงทุนให้ดีขึ้นอีกด้วย ซึ่งในการศึกษานี้ได้มีการพิจารณาเพิ่มเติม ถึงความเป็นไปได้มากที่สุดภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดทางกฎหมายระหว่างประเทศรวมถึงความสะดวกในการขนส่งผ่านแดน ซึ่งได้ข้อสรุปในเชิงลึกจากเจ้าหน้าที่ระดับสูงของเขตฯโดยตรงได้บ่งชี้ว่าท่าเรือดานัง ได้รับการคัดเลือกเป็นท่าเรือหลักเพื่อการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมอุตสาหกรรมเวียดนามแบบยั่งยืนดังกล่าว

เขตอุตสาหกรรมอุตสาหกรรมเวียดนามแบบยั่งยืนนั้น จะถูกควบคุมให้เป็นไปตามกฎหมายภายในประเทศของ สปป.ลาว และอนุสัญญาระหว่างประเทศ (BASEL PROTOCOL) ซึ่งเป็นหัวใจหลักในการพัฒนาอุตสาหกรรมอุตสาหกรรมเวียดนามแบบยั่งยืน เพราะ สปป.ลาว ไม่มีแหล่งวัตถุดิบ (กากอุตสาหกรรม) ในประเทศที่เพียงพอ ต้องพึ่งพาการนำเข้าจากประเทศอื่น ๆ แต่สภาพพื้นที่มีความเหมาะสมด้วยเป็นพื้นที่ปลอดภัยพิบัติ มีความมั่นคงทางด้านการเมืองสูง และมีนโยบายในการส่งเสริมที่ชัดเจน ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลโดยตรงต่อความอยู่รอดและยั่งยืนของธุรกิจ จากผลการวิจัย ปัจจัยในการพัฒนาเศรษฐกิจมีผลสำคัญมากที่สุด ต่อการตัดสินใจลงทุนของผู้ประกอบการ เพราะเป็นปัจจัยที่จะกำหนดความเป็นไปได้ของกิจการ นั่นคือผลกำไรและระยะเวลาการคืนทุนของกิจการ อีกทั้งการที่ตั้งอยู่ในเขตเศรษฐกิจพิเศษ ทำให้สามารถสร้างระเบียบปฏิบัติเฉพาะที่สั้นกระชับและชัดเจนง่ายต่อการดำเนินการ ส่งเสริมให้เกิดการความสะดวกในการปฏิบัติให้ถูกต้องตามระเบียบและกฎหมาย ส่วนปัจจัยด้านความรับผิดชอบต่อสังคม และการปกป้องสภาพแวดล้อม ทั้งผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสังคม ระยะห่างของที่ตั้งถึงแหล่งน้ำ ป่าสงวนและพื้นที่ควรอนุรักษ์ การเข้าถึงเตาเผาความร้อนสูงในการกำจัดกากอุตสาหกรรม พื้นที่สำหรับก่อสร้างเป็นหลุมฝังกลบปลอดภัย และอื่นๆ ก็เป็นปัจจัยสำคัญเช่นกัน แต่จะส่งผลภายหลังการเริ่มดำเนินกิจการ ซึ่งโครงการจะมีแผนป้องกันและรองรับปัญหาของปัจจัยทั้งสองด้าน ให้เป็นไปตามข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้องทั้งของ สปป.ลาวและกฎหมายสากลอย่างเคร่งครัด เพื่อให้อุตสาหกรรมอุตสาหกรรมเวียดนามนี้มีมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับในระดับสากลต่อไป

7. สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิจัยเพื่อคัดเลือกพื้นที่ทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาเป็นเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน ในแขวงสะหวันนะเขต สปป.ลาว โดยประยุกต์ใช้วิธีการบูรณาการวิธีการต่าง ๆ ได้แก่

(1) AHP ถูกนำมาประยุกต์ใช้คำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยย่อยต่างๆ ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยย่อยต่างๆ โดยเรียงลำดับจากสูงไปต่ำคือ (1) สิทธิพิเศษในการลงทุน (0.217) (2) ระยะห่างของที่ตั้งถึงท่าเรือหลัก (0.132) (3) มูลค่าการลงทุนในการก่อสร้าง (0.122) (4) การดึงดูดการลงทุนของแต่ละพื้นที่ (0.120) (5) ศักยภาพในการลดปัญหาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสังคม (0.103) (6) พื้นที่สำหรับก่อสร้างเป็นหลุมฝังกลบปลอดภัย (0.085) (7) ปัญหาด้านความปลอดภัยทางถนน (0.074) (8) การเข้าถึงเตาเผาความร้อนสูงในการกำจัดกากอุตสาหกรรม (0.052) (9) ระยะห่างของที่ตั้งถึงชุมชนโดยรอบในพื้นที่ ที่อาจได้รับกระทบ (0.046) (10) ระยะห่างของที่ตั้งถึงแหล่งน้ำ (0.019) (11) ปัญหาด้านการจราจรติดขัด (0.017) และ (12) ระยะห่างของที่ตั้งถึงพื้นที่ป่าสงวนและพื้นที่ควมอนุรักษ์ (0.012)

(2) FSM ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาค่าคะแนนที่เป็นตัวเลขจากค่าคะแนนที่เป็นคำพูด ได้แก่ ต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง สูง และสูงมาก

(3) TOPSIS ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาค่าคะแนนรวมของพื้นที่ทางเลือกต่างๆ โดยการหาค่าจากระยะใกล้ในทางเลือกเชิงบวก (ค่าอุดมคติเชิงบวก) และระยะไกลสุดของแนวคิดที่เป็นในเชิงลบ (ค่าอุดมคติเชิงลบ) จากนั้นทำการคัดเลือกพื้นที่ทางเลือกที่ดีที่สุด เพื่อการพัฒนาเป็นเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน และผลจากการประยุกต์ใช้วิธี TOPSIS เพื่อจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ทางเลือกที่มีค่าคะแนนสูงสุด 3 อันดับแรกได้แก่ (1) บ้านแดนสะหวัน เมืองเซโปน (0.7473) (2) บ้านดง เมืองเซโปน (0.7331) และ (3) บ้านเซโน เมืองอุทุมพอน (0.5279) ดังแสดงในรูปที่ 8

จากการศึกษา พบว่าค่าน้ำหนักความสำคัญที่ได้มีความสอดคล้องกับการเลือกพื้นที่จริงของเขตเศรษฐกิจพิเศษสะหวันเขต ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าน้ำหนักที่ได้สามารถใช้เป็นเกณฑ์คัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมได้ โดย ปัจจัยหลักที่มีค่า

น้ำหนักมากที่สุดคือ (1) การพัฒนาเศรษฐกิจ (0.592) เพราะเป็นปัจจัยที่จะกำหนดความเป็นไปได้ของกิจการ นั่นคือผลกำไรและระยะเวลาการคืนทุนของกิจการ อีกทั้งการที่ตั้งอยู่ในเขตเศรษฐกิจพิเศษ ทำให้สามารถสร้างระเบียบปฏิบัติเฉพาะที่ สั้นกระชับและชัดเจนง่ายต่อการดำเนินการ ส่งเสริมให้เกิดการความสะดวกในการปฏิบัติให้ถูกต้องตามระเบียบและกฎหมาย และแม้ว่าค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย (2) ความรับผิดชอบต่อสังคม (0.241) และ (3) การปกป้องสภาพแวดล้อม (0.168) จะมีค่าประมาณร้อยละ 24 และ 17 ตามลำดับก็ตาม แต่เนื่องจากอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืน เป็นกิจการซึ่งถูกเพ่งเล็งเป็นพิเศษในด้านการส่งผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม จึงต้องมีมาตรการเฉพาะเพื่อ กำกับดูแลประเด็นดังกล่าว



รูปที่ 8 การจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ทางเลือกที่มีค่าคะแนนรวมสูงสุด 3 อันดับแรก

เพื่อสร้างต้นแบบในการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืนที่เหมาะสม และมีระบบการจัดการที่ได้มาตรฐาน มีการเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องต่อสาธารณชน และให้เป็นที่ยอมรับของสังคม ทางคณะกรรมการบริหารเขตเศรษฐกิจพิเศษได้ลงมติให้เริ่มพัฒนาที่จุดบ้านเซโน เมืองอุทุมพอน (พื้นที่ทางเลือกที่ 4) ซึ่งได้คะแนนรวมเป็นลำดับที่ 3 ก่อน ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่พัฒนาเขตอุตสาหกรรมของเขตเศรษฐกิจพิเศษสะหวันเขตใน

ปัจจุบัน มีความพร้อมของพื้นที่ที่สามารถดำเนินการได้เลย อีกทั้งศักยภาพของพื้นที่ ยังเอื้ออำนวยต่อการจำกัดผลกระทบทั้งต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนสะดวกต่อเจ้าหน้าที่รัฐในการการวางรากฐานและสร้างกฎระเบียบที่จำเป็นในการดำเนินการให้เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนในลำดับถัดไป เมื่อพัฒนาจนได้ผลดีและเป็นที่ยอมรับแล้ว จึงจะสามารถนำพื้นที่ดังกล่าวเป็นต้นแบบในการพัฒนาพื้นที่ที่เหมาะสมอื่น ส่วนพื้นที่ทางเลือกที่ 1 ได้มีการเตรียมข้อมูลสำรวจ และวางแผนในการดำเนินการ โดยอ้างอิงรูปแบบและการดำเนินการจากพื้นที่ต้นแบบ (พื้นที่ทางเลือกที่ 4) ในการขยายพื้นที่ให้บริการในระยะต่อไป

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนแบบยั่งยืนเบื้องต้น โดยใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมหมุนเวียน ยังมีปัจจัยอีกหลายด้านที่ไม่ได้นำมาพิจารณาด้วย เช่น ระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม ข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และอื่น ๆ ซึ่งในงานวิจัยในอนาคตควรทำการศึกษาและนำเอาปัจจัยเหล่านี้มาพิจารณาประกอบ เพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ทั้งควรมีการประยุกต์ใช้วิธีการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย ด้วยวิธีอื่น เช่น ANP, SAW, VIKOR, EDAS, ELECTRE, PROMETHEE และอื่น ๆ ที่เข้ามาใช้เพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาวิจัยนี้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทางด้านข้อมูลอย่างดียิ่งจากคณะกรรมการบริหารเขตเศรษฐกิจพิเศษสะพานมิตรภาพไทย-ลาว ด่านพรมแดน ดงหลวง จังหวัดบึงกาฬ หัวหน้าคณะบริหารเขตฯ และท่านศิลาเพชร แก้วดวงศรี รองหัวหน้าคณะบริหารเขตฯ ตลอดจน ศูนย์วิชาการการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแห่งชาติเวียงจันทน์ (EMAC) โดย ดร. ดาวอน แก้วมณี ผู้อำนวยการศูนย์ฯ ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ในงานวิจัยนี้ และต้องขอขอบพระคุณ ทางศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทางด้านองค์ความรู้ด้าน MADM และแนวทางในการวิจัยจนสัมฤทธิ์ผล ซึ่งเป็นคุณูปการสำหรับการพัฒนาเขตอุตสาหกรรมวัสดุหมุนเวียนอย่างยั่งยืน ในแขวงสะหวันนะเขต สปป. ลาว ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มตช. 2562. แนวทางการใช้หลักเศรษฐกิจหมุนเวียนในองค์กร. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม; 2562.
- [2] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. สิทธิประโยชน์จากการเข้าร่วมเป็นภาคีสมาชิกตามอนุสัญญาบาเซล. กลุ่มประชาสัมพันธ์ กรมโรงงานอุตสาหกรรม. เข้าถึงได้จาก: http://reg3.diw.go.th/diw_info/infographic [เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 กันยายน 2564.]
- [3] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มตช. 2562. แนวทางการใช้หลักเศรษฐกิจหมุนเวียนในองค์กร. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม; 2562.
- [4] Klungboonkrong P. A decision support tool for the fuzzy multicriteria environmental sensitivity evaluation of urban road networks. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*. 1997; 2(6): 1961-1980.
- [5] Charnpratheep K, Zhou O, Garner B. Preliminary landfill site screening using fuzzy geographical information systems. *Waste Management & Research*. 1997;15(2): 197-215.
- [6] An D, Yang Y, Chai X, Xi B, Dong L, Ren J. Mitigating pollution of hazardous materials from WEEE of China: portfolio selection for a sustainable future based on multi- criteria decision making. *Resources, Conservation and Recycling*. 2015; 105: 198-210.
- [7] Müfide B, Kara TG, Özkan A. Plant site selection for recycling plants of waste electrical and electronic equipment in Turkey by using multicriteria decision making methods. *Environmental Engineering and Management Journal*. 2014;13 (1): 163-172.
- [8] United Nations *The Millennium Development Goals Report 2015*. New York. United Nations, 2015.
- [9] Nguyen LC, Notteboom T. A multi - criteria approach to dry port location in developing economies with application to Vietnam. *The*

- Asian Journal of Shipping and Logistics*. 2016;32 (1): 23-32.
- [10] Bentaleb F, Mabrouki C, Semma E. Dry port location problem: a hybrid multi - criteria approach. *Journal of ETA Maritime Science*. 2016;4 (1): 73-90.
- [11] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. สิทธิประโยชน์จากการเข้าร่วมเป็นภาคีสมาชิกตามอนุสัญญาบาเซล. กลุ่มประชาสัมพันธ์ กรมโรงงานอุตสาหกรรม. เข้าถึงจาก: http://reg3.diw.go.th/diw_info/infographic [เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 กันยายน 2564.]
- [12] Widianta MMD, Rizaldi T, Setyohadi DPS, Riskiawan HY. Comparison of multi - criteria decision support methods (AHP, TOPSIS, SAW & PROMETHEE) for employee placement. *The 2nd International Joint Conference on Science and Technology (IJCST) 2017*. 27–28 September 2017, Bali, Indonesia; 2017.
- [13] Andayani S, Sumarno HMB, Waryanto NH. Comparison of PROMETHEE – TOPSIS method based on SAW and AHP weighting for school e - learning readiness evaluation. *The 3rd International Seminar on Innovation in Mathematics and Mathematics Education (ISIMMED 2019)*. 3 - 4 October 2019, Yogyakarta, Indonesia; 2019.
- [14] Navarro IJ, Yepes V, Martí JV. A Review of multicriteria assessment techniques applied to sustainable infrastructure design. *Advances in Civil Engineering*. 2019.
- [15] Klungboonkrong P. Sustainable urban transportation planning: principle and practice. sustainable infrastructure research and development center, Faculty of civil engineering KhonKaen University. 2018; 349-385.
- [16] Monortey AG, Soh FT. Dry port location along the douala – ndjamena corridor. *International Journal of Novel Research in Interdisciplinary Studies*. 2018; 5(2): 1-7.
- [17] Santos AG, Machado R. Multiple - criteria analysis model to the location of dry ports in urban areas: a case study in Garuva City, Santa Catarina State. *Scientific Article*. 2020;12:1-17.
- [18] Bian KA. Application of fuzzy AHP and ELECTRE to China dry port location selection. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*. 2011; 27(2): 331-354.
- [19] Čekerevac Z, Maletić J. Some aspect of site selection for the dry port terminals. *Mechanics Transport Communications Academic Journal*. 2017;15 (3): 26-31.
- [20] Wang CH, Wei JY. Research on the dry port location of Tianjin port based on analytic network process. *2008 International Seminar on Business and Information Management*. 19-19 December 2008. Wuhan, China. 76-78.
- [21] Saaty TL. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York; London: McGraw- Hill International Book Co; 1980. Boston, MA: Springer US; 2001.
- [22] Zadeh LA. Fuzzy sets. *Information and Control*. 1965;8(3):338-353.
- [23] Tzeng G, Huang J. *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*. CRC Press, Taylor and Francis Group, A Chapman & Hall Book, Boca Raton; 2011.
- [24] พนกฤษณ คลังบุญครอง. การประยุกต์ใช้ AHP ในการวางแผนการขนส่งในเขตเมือง. การวางแผนการขนส่งในเขตเมืองอย่างยั่งยืน: หลักการและปฏิบัติการ. 2562; 349-385.
- [25] Chen SJ, Hwang CL. *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1992.
- [26] Hwang CL, Yoon K. Methods for multiple attribute decision making. In: *Multiple Attribute Decision Making*;1981. p.58 –191.
- [27] Andayani S, Sumarno HMB, Waryanto NH. Comparison of PROMETHEE – TOPSIS method based on SAW and AHP weighting for school e-

learning readiness evaluation. *The 3rd International Seminar on Innovation in Mathematics and Mathematics Education (SIMMED 2019)*. 3-4 October 2019, Yogyakarta, Indonesia; 2019.