

การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น

เชษฐพงษ์ แสงแก้ว¹ และศิริวดี อธิวนารณ^{1*}
theadthapong.sha@kkumail.com¹, sirawadee@kku.ac.th^{1*}

Received	: 21-Sep-2022
Revised	: 18-Dec-2022
Accepted	: 19-Dec-2022

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบนั้น มีหลายปัจจัยที่ใช้ประกอบการพิจารณาหรือใช้ประกอบการตัดสินใจ งานวิจัยนี้มีเป้าหมายคือ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจ จากการทบทวนวรรณกรรมและสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ แล้วนำมารวบรวมและคัดกรองปัจจัย รวมถึงให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยนักวิชาการ หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องในการกำกับดูแล ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมหรือนักธุรกิจ และประชาชนหรือผู้แทนชุมชน ทำการคัดเลือกปัจจัย จากนั้นประยุกต์ใช้วิธีการใช้จุดเซนทรอยด์จากการจัดลำดับ (Rank-order Centroid : ROC) ในการคำนวณน้ำหนักสัมพัทธ์ พบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดต่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบ คือ การยอมรับและความต้องการของชุมชนในพื้นที่ รองลงมาคือ การมีส่วนร่วมของประชาชน แหล่งน้ำธรรมชาติ พื้นที่ที่มีข้อร้องเรียน ความห่างไกลจากแหล่งชุมชน กฎระเบียบเกี่ยวกับผังเมือง และเส้นทางคมนาคม ตามลำดับ เป้าหมายที่สองของงานวิจัยนี้ คือการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงงานดังกล่าวในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น โดยงานวิจัยนี้ใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) ในการหาคำตอบโดยผลลัพธ์ที่ได้ คือ พื้นที่ตำบลกุดน้ำใสมีความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมาคือ พื้นที่ตำบลโคกสูง และพื้นที่ตำบลม่วงหวาน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังใช้วิธีการจัดอันดับความพึงพอใจโดยใช้ความคล้ายคลึงกับผลเฉลยในอุดมคติ (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution : TOPSIS) เพื่อเปรียบเทียบคำตอบกับวิธี AHP ผลปรากฏว่าผลลัพธ์ที่ได้สอดคล้องกับวิธี AHP คือ พื้นที่ตำบลกุดน้ำใสยังมีความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมาคือ พื้นที่ตำบลม่วงหวาน และพื้นที่ตำบลโคกสูง ตามลำดับ

คำสำคัญ: กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ท็อปซิส การใช้จุดเซนทรอยด์จากการจัดลำดับ โรงงานฝังกลบของเสียอันตราย การเลือกตำแหน่งที่ตั้ง

Secure Landfill Site Selection for Hazardous Waste Disposal in Khon Kaen Province

Cheadthapong Shawengkaew¹ and Sirawadee Arunyanart^{1*}

cheadthapong.sha@kkumail.com¹, sirawadee@kku.ac.th^{1*}

Received	: 21-Sep-2022
Revised	: 18-Dec-2022
Accepted	: 19-Dec-2022

¹ Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University

Abstract

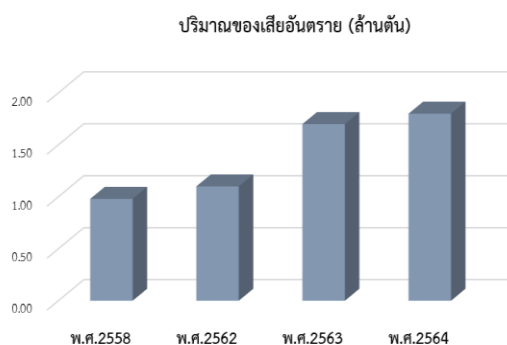
Selecting the location of a hazardous waste landfill consists of several factors to be considered in a decision. The purpose of this research is to determine factors affecting site selection for hazardous waste disposal in landfill. The important factors were selected by experts or people involved, consisting of academicians, government agencies involved in supervision, industrial entrepreneurs or businessmen, and people or community representatives. The Rank-order Centroid (ROC) method was then applied to calculate the relative weight of important factors. It was found that the most important factor for the selection of a location for hazardous waste landfill is the acceptance and needs of local communities, followed by public participation, natural water sources, areas with complaints, distance from community, rules of city plan, and transportation routes, respectively. The second purpose of this research is to select a suitable area to locate the disposal plant in Khon Kaen Province. Analytic Hierarchy Process (AHP) method was used to solve the problem. Kut Nam Sai subdistrict was found to be the most appropriate site, followed by Khok Sung subdistrict and Muang Wan subdistrict, respectively. Furthermore, Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) method was also used to find the result in order to compare with the AHP method. The result was consistent with the AHP, i.e., Kut Nam Sai subdistrict was the most appropriate. This was followed by Muang Wan subdistrict and Khok Sung subdistrict, respectively.

Keywords: AHP, TOPSIS, ROC, secure landfill factory, site selection

1. บทนำ

ประเทศที่มีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมเพื่อเป้าหมายในการเจริญเติบโตทางสถานะเศรษฐกิจย่อมก่อให้เกิดปัญหาในด้านต่างๆ ที่ส่งผลกระทบเกิดขึ้นด้วยปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นหนึ่งในปัญหาที่ตามมาพร้อมกับการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมเสมอ ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการใช้สารเคมีหรือสารอันตรายในภาคอุตสาหกรรม หากไม่ได้รับการจัดการที่เหมาะสม [1] การใช้พลังงานและทรัพยากรในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก นอกจากผลิตภัณฑ์ที่ได้แล้วพบว่าในกระบวนการผลิตยังก่อให้เกิดกากของเสียหรือวัสดุไม่ใช้แล้วและยังอาจเกิดปัญหามลพิษขึ้นได้ [2]

ในประเทศไทยแนวโน้มการลักลอบทิ้งกากอุตสาหกรรมยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับการจัดการที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการและกฎหมาย จากข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2558 ของเสียที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการโรงงานที่เป็นของเสียอันตราย เกิดขึ้นจำนวน 0.98 ล้านตัน พ.ศ. 2562 จำนวน 1.1 ล้านตัน พ.ศ. 2563 จำนวน 1.7 ล้านตัน และพ.ศ. 2564 จำนวน 1.8 ล้านตัน [3] ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณของเสียอันตรายมีอัตราที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 ปริมาณของเสียอันตราย

การจัดการของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบนิรภัย (Secure Landfill) อาจกล่าวได้ว่าเป็นแหล่งเก็บกักของเสียอันตรายขั้นสุดท้ายที่มีความสำคัญยิ่งต่อระบบการจัดการของเสียอันตราย [4] อย่างไรก็ตามโรงงานกำจัดของเสียอันตรายในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีจำนวนน้อย ในขณะที่ผู้ประกอบการโรงงานที่เป็นผู้ก่อกำเนิดของเสีย มีความจำเป็นต้องนำกากอุตสาหกรรมไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ ซึ่งปัจจุบัน

ต้องทำการขนส่งของเสียไปกำจัดกับผู้รับบำบัดหรือกำจัดกากอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคกลางหรือภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้เกิดต้นทุนเกี่ยวกับการขนส่งเพิ่มขึ้น

จังหวัดขอนแก่น เป็นศูนย์กลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและเป็นจุดพื้นที่เชิงยุทธศาสตร์ของระบบการคมนาคมขนส่งทั้งทางบกและอากาศ [5] จึงเป็นสถานที่ที่น่าสนใจในการตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ก่อกำเนิดของเสีย หรือเป็นทางเลือกในการลงทุนตั้งโรงงานฝังกลบของเสียอันตราย

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น เพื่อส่งเสริมให้มีการจัดการกากอุตสาหกรรมที่ถูกต้อง และส่งผลกับผู้ประกอบกิจการธุรกิจรับกำจัดของเสียในการวางแผนตั้งโรงงาน รวมถึงรองรับการขยายตัวภาคอุตสาหกรรมและสนับสนุนให้เกิดการจัดการอุตสาหกรรมที่ดี

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและคัดเลือกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการตั้งโรงงานฝังกลบของเสียอันตราย และหาพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น และในส่วนของการเลือกนั้น ตามบทบัญญัติของกฎหมายว่าด้วยการผังเมือง มีการกำหนดให้แต่ละพื้นที่สามารถใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน ซึ่งจังหวัดขอนแก่นมีการบังคับใช้กฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2560 [6] ผู้วิจัยจึงได้กำหนดพื้นที่ 3 ทางเลือกประกอบด้วย A1 คือ ตำบลม่วงหวาน อำเภอโนนพอง A2 คือ ตำบลกุดน้ำใส อำเภอน้ำพอง และ A3 คือ ตำบลโคกสูง อำเภออุบลรัตน์ ที่จะนำมาพิจารณา เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวนั้นถูกกำหนดให้ใช้ประโยชน์เป็นที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า ใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อประกอบการอุตสาหกรรมหรือเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากการพิจารณาหรือการตัดสินใจเลือกที่ตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตราย โดยวิธีการฝังกลบมีหลายปัจจัยที่ต้องพิจารณา ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ช่วยให้การตัดสินใจเหล่านั้นให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ในการวิจัยนี้ ใช้วิธีการ ROC (Rank-order Centroid) ในการ

กำหนดค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ (Weighting) ของปัจจัย จากนั้นทำการตัดสินใจคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุด ภายใต้ทฤษฎีการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multiple criteria decision analysis) ด้วยวิธีการหาลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process) และ วิธี Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) เพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาระหว่าง 2 วิธี

2.1 โรงงานฝังกลบของเสียอันตราย

การฝังกลบอย่างปลอดภัย (Secure landfill) เป็นการฝังกลบของเสียอันตราย (Hazardous waste) ที่ผ่านกระบวนการทำลายฤทธิ์ หรือการปรับเสถียร (Stabilization) และทำก้อนแข็ง (Solidification) โครงสร้างของหลุมฝังกลบจะต้องมีการป้องกันการรั่วซึมของน้ำ และสารอันตรายอย่างรัดกุมมากที่กั้นหลุมและด้านข้างหลุมมีการบดอัดด้วยดินเหนียวต่อจากนั้นจึงปูด้วยแผ่นยางหรือแผ่นพลาสติก เมื่อฝังกลบกากของเสียจนเต็มหลุมแล้วต้องทำการปิดหลุมด้วยดินอัดแน่น ต่อจากนั้นปูแผ่นยางหรือแผ่นพลาสติกสังเคราะห์และปูทับด้วยดินอีกชั้นแล้วปลูกพืชคลุมดินไว้เพื่อลดการชะล้างการพังทลายของหน้าดินไป นอกจากนี้ด้านบนของหลุมฝังกลบจะต้องมีท่อระบายอากาศเพื่อระบายก๊าซที่เกิดขึ้นภายในออกสู่ภายนอกเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการอัดตัวของก๊าซจนดันหลุมฝังกลบให้มีรอยแตกได้ ด้านข้างของหลุมฝังกลบทั้ง 2 ด้านต้องมีบ่อติดตามตรวจสอบเป็นบ่อสังเกตการณ์การรั่วไหลออกสู่ภายนอก โดยต้องทำการเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อทั้งสองด้านมาตรวจสอบปริมาณสารปนเปื้อนอยู่เสมอ [7]

2.2 การใช้จุดเซนทรอยด์จากการจัดลำดับ (Rank-order Centroid)

ในการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์สามารถหาค่าน้ำหนักของเกณฑ์ได้หลายวิธี วิธีการกำหนดน้ำหนักของเกณฑ์โดยอาศัยข้อมูลอันดับความสำคัญของเกณฑ์ (Rank-based weighting methods) เป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับการนิยมนิยมซึ่งเป็นการเปลี่ยนค่าจากข้อมูลอันดับ (ordinal data) ไปเป็นค่าน้ำหนัก มีบทความวิจัยหลายฉบับที่บ่งชี้ว่าวิธีการดังกล่าวมีข้อดีที่เหนือกว่าวิธีอื่นๆ ที่กำหนดให้ผู้ตัดสินใจเป็นผู้กำหนดค่าน้ำหนักลงไปโดยตรง โดยได้ให้เหตุผลคือ

ผู้ตัดสินใจอาจจะมีความไม่แน่ใจที่จะกำหนดค่าน้ำหนักของเกณฑ์เป็นตัวเลขที่แน่นอนด้วยตนเอง ดังนั้น ผลการตัดสินใจอาจจะเกิดความไม่น่าเชื่อถือขึ้น และในขณะเดียวกันการพิจารณาเพียงแค่อันดับความสำคัญของเกณฑ์นั้นสามารถทำได้ง่ายกว่า เมื่อผู้ตัดสินใจเกิดความมั่นใจที่จะกำหนดเพียงอันดับของเกณฑ์ ค่าน้ำหนักที่คำนวณออกมานั้นจึงมีความน่าเชื่อถือมากกว่า และยังพบว่า มีหลากหลายวิธีการที่สามารถเปลี่ยนลำดับความสำคัญเป็นค่าน้ำหนักของเกณฑ์เช่น Rank sum (RS), Rank Reciprocal (RR), ROC เป็นต้น โดยมีงานวิจัยหลายงานที่ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการต่างๆ เหล่านี้ ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งล้วนพบว่า ROC เป็นวิธีการที่ให้ผลแม่นยำเที่ยงตรง เชื่อถือได้ และตรงกับใจของผู้ตัดสินใจมากที่สุด [8]

วิธี ROC เป็นหนึ่งวิธีที่ง่ายต่อการนำมาประยุกต์ใช้ เนื่องจากผู้ตัดสินใจเพียงแค่ทำการเรียงลำดับความสำคัญของเกณฑ์ทั้งหมด จากนั้นนำลำดับที่ได้มาไปคำนวณเป็นค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ของเกณฑ์ นอกจากนี้ในกรณีของการตัดสินใจแบบกลุ่มที่มีบุคคลที่ต้องกำหนดน้ำหนักร่วมกันหลายคน การกำหนดน้ำหนักด้วยวิธีนี้ยังให้โอกาสในการได้รับผลที่เห็นพ้องต้องกันสูงกว่าวิธีอื่นๆ จึงถือเป็นการลดความขัดแย้งกันในกรณีของการตัดสินใจแบบกลุ่มได้เป็นอย่างดี [9]

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธีการ ROC ในการคำนวณหาค่าน้ำหนักของเกณฑ์หรือปัจจัย (W_j) ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยใช้สมการที่ 1

$$W_j(ROC) = \frac{1}{n} \sum_{j=n}^1 \frac{1}{r_j} \quad (1)$$

โดย n = จำนวนของเกณฑ์ที่พิจารณาทั้งหมด

r_j = อันดับของเกณฑ์ที่ j โดยที่ j คือเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา

$r_j = 1$ คืออันดับของเกณฑ์ที่สำคัญมากที่สุด

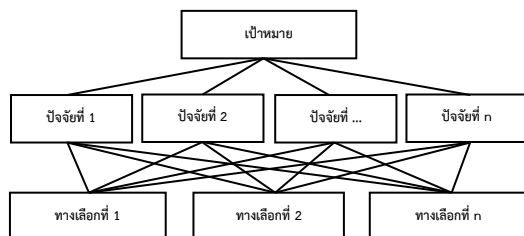
$r_j = n$ คืออันดับของเกณฑ์ที่สำคัญน้อยที่สุด

2.3 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

วิธีการ AHP เป็นอีกหนึ่งวิธีที่มีความนิยมถูกพัฒนาขึ้นมาโดย Thomas L. Saaty ในช่วงปี 1970 ซึ่ง

โดยทั่วไปพื้นฐานของ AHP การคือแบ่งโครงสร้างของสิ่งที่ต้องการหาออกเป็นชั้นๆ โดยชั้นแรกคือการกำหนดเป้าหมาย แล้วทำการกำหนดปัจจัยและทางเลือกที่มีตามลำดับ หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบปัจจัยที่ละคู่และสุดท้ายทำการวิเคราะห์ทางเลือก วิธีการของ AHP มีขั้นตอน ดังนี้ [10]

1. การจัดโครงสร้างลำดับชั้นการตัดสินใจ เป็นการจำแนกโครงสร้างออกเป็นลำดับชั้น โดยลำดับชั้นแรกคือการกำหนดเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งจะมีแค่เป้าหมายเดียวเท่านั้น ลำดับชั้นต่อมาคือปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจ ลำดับชั้นสุดท้ายคือทางเลือกที่นำมาพิจารณาซึ่งสามารถดูตัวอย่างของโครงสร้างตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภูมิโครงสร้างลำดับชั้นของ AHP

2. การเปรียบเทียบความสำคัญของทางเลือกทั้งหมดโดยพิจารณาทีละปัจจัย จากที่จำแนกโครงสร้างเสร็จแล้ว เป็นขั้นตอนการเปรียบเทียบทางเลือกที่อยู่ในโครงสร้างลำดับชั้นเดียวกันทีละคู่ (Pairwise Comparison Matrix) ซึ่งสามารถใช้ตารางเมทริกซ์ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เมทริกซ์การเปรียบเทียบเชิงคู่

	C_1	C_2	...	C_n
C_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
C_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
C_n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nn}

โดยที่ a_{ij} คือ อัตราส่วนที่ใช้แสดงถึงระดับความเข้มข้นของการพอใจมากกว่า หรือการให้ความสำคัญมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับความสำคัญของเกณฑ์ในแถวที่

$i(w_i)$ กับความสำคัญของเกณฑ์ในคอลัมน์ที่ $j(w_j)$ โดยที่ $i, j = 1, 2, \dots, n$ สเกลวัดอัตราส่วนที่เป็นที่นิยมได้แก่สเกล 1-9 ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สเกล 1-9 ที่นิยมใช้ในการเปรียบเทียบทางเลือก

อัตราส่วนความพอใจมากกว่าและค่านิยาม	
1	มีความพอใจเท่ากัน
3	มีความพอใจมากกว่าเล็กน้อย
5	มีความพอใจมากกว่าอย่างมาก
7	มีความพอใจมากกว่าอย่างชัดเจน
9	มีความพอใจมากกว่าอย่างสมบูรณ์

และหากต้องการทราบจำนวนครั้งของการเปรียบเทียบสามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$N = \frac{n^2 - n}{2} \quad (2)$$

โดยที่ N = จำนวนครั้งในการพิจารณาเปรียบเทียบ
 n = จำนวนปัจจัยที่ถูกนำมาเปรียบเทียบทั้งหมด
 3. คำนวณหาเวกเตอร์ของสมรรถนะของทางเลือกแต่ละทางเลือกภายใต้เกณฑ์แต่ละเกณฑ์ และทำการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้ ด้วยการหาค่า Consistency Ratio (CR) จากสมการต่อไปนี้

$$CR = \frac{CI}{RCI} \quad (3)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{AW_{\max}}{W_{\max}} \quad (5)$$

โดย A คือ ตารางเมทริกซ์ที่ถูก Normalized แล้ว
 W คือ Eigenvector ที่แสดงน้ำหนักความสำคัญ
 RCI คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม
 CI คือ ค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง
 $\lambda_{\max}$ คือ ถ้าการให้ข้อมูลมีความสมเหตุสมผล $\lambda_{\max}$ จะมีค่าเท่ากับ n

หากค่า $CR \leq 0.10$ แสดงว่าการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยมีความสมเหตุสมผล และหากค่า $CR > 0.10$ แสดงว่าการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยมีความไม่สมเหตุสมผล ต้องมีการเปรียบเทียบปัจจัยใหม่จึงจะเป็นการให้คะแนนที่สามารถยอมรับได้

4. รวมค่าสมรรถนะของทางเลือกแต่ละทางจากปัจจัยทั้งหมดเข้าด้วยกันด้วยวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting : SAW) หรือ ด้วยวิธีผลคูณแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighting Product Method : WPM) โดยใช้ค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ของแต่ละปัจจัย หลังจากนั้นใช้ผลที่ได้ในการเรียงลำดับทางเลือก และเลือกทางเลือกที่มีสมรรถนะโดยรวมสูงที่สุด [9]

AHP เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพ โดยสามารถใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและทำให้สามารถตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยหลายเรื่องในสาขาต่างๆ เช่น ด้านวิศวกรรม อุตสาหกรรม เศรษฐศาสตร์ และการจัดการสิ่งแวดล้อม [11]

2.4 กรณีมีผู้ตัดสินใจหลายคน

การตัดสินใจที่ส่งผลกระทบต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวนมากจำเป็นต้องอาศัยการระดมความคิดเห็นจากหลายฝ่าย โดยใช้ผู้ร่วมตัดสินใจหลายคนร่วมกันพิจารณาเพื่อให้แน่ใจว่าได้ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้ การตัดสินใจที่ประกอบด้วยผู้ตัดสินใจหลายคนจะต้องนำความคิดเห็นของผู้ตัดสินใจทุกท่านมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เป็นแนวทางสำหรับการตัดสินใจ การประยุกต์ใช้ AHP เมื่อมีผู้ตัดสินใจหลายคน สามารถทำได้ด้วยการประมาณค่าแบบจุด (Point Estimate) โดยวิธีหาค่าเฉลี่ยเวกเตอร์ T_s ทำได้โดยให้ผู้ตัดสินใจแต่ละท่านใช้ AHP จนได้เวกเตอร์ T_s ของตนเอง แล้วจึงนำค่าคะแนนทางเลือกของแต่ละท่านมาหาค่าเฉลี่ย โดยสมมติให้ T_s^d แทนเวกเตอร์ T_s ของผู้ตัดสินใจที่ d ตามสมการที่ 6 [12]

$$T_s^d = \begin{bmatrix} t_1^d \\ t_2^d \\ \vdots \\ t_m^d \end{bmatrix} \quad (6)$$

โดยที่ t_i^d = คะแนนของทางเลือก i โดยผู้ตัดสินใจที่ d

$$d = \{1, 2, \dots, K\}$$

K = จำนวนผู้ตัดสินใจทั้งหมด

หาเวกเตอร์เฉลี่ย $\bar{T}_s$ ของ T_s^d , $d = \{1, 2, \dots, K\}$

โดยที่คะแนนเฉลี่ยของทางเลือก i ตามสมการที่ 7

$$(\bar{t}_i) = \frac{\sum_{d=1}^K (t_i^d)}{K}, i = \{1, 2, \dots, m\} \quad (7)$$

2.5 วิธีการจัดอันดับความพึงพอใจโดยใช้ความคล้ายคลึงกับผลเฉลยในอุดมคติ (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

วิธีการ TOPSIS เป็นอีกวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดโดยอาศัยแนวคิดที่ว่าทางเลือกที่สมควรได้รับการคัดเลือกนั้นควรมีค่าสมรรถนะภายใต้เกณฑ์แต่ละเกณฑ์ใกล้เคียงกับค่าที่ดีที่สุดของกลุ่มมากที่สุด และควรมีค่าของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์ห่างไกลจากค่าที่แย่ที่สุดของกลุ่มมากที่สุด แนวคิดดังกล่าวได้รับการพัฒนามาเป็นวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาดัชนีผสมของทางเลือก a_i แต่ละทางเลือกซึ่งเรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียงแนวคิดในอุดมคติที่สุด (Closeness Coefficient : CC_i) โดยทางเลือกที่มีค่า CC สูงที่สุดนั้นสามารถกล่าวได้ว่าเป็นทางเลือกที่มีสมรรถนะโดยรวมใกล้เคียงกับค่าที่ดีที่สุด รวมทั้งห่างไกลจากค่าที่แย่ที่สุดในภาพรวม โดยวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์ วิธีการ TOPSIS ทำการจัดลำดับทางเลือกโดยอาศัยข้อมูลการประเมินผลของทางเลือกแต่ละทางบนเกณฑ์แต่ละเกณฑ์ ซึ่งจำเป็นต้องเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ [9] และยังพบว่ามี การนำเทคนิควิธีการ TOPSIS ไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจในอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นจำนวนมาก [13]

สำหรับการคำนวณค่าดัชนีผสมของทางเลือก a_i หรือค่า CC_i นั้น ข้อมูลผลการประเมินทางเลือกแต่ละทางในเมทริกซ์การตัดสินใจต้องได้รับการปรับค่าให้เป็นบรรทัดฐานเดียวกันมาก่อนโดยขั้นตอนในการหาค่า CC_i มีดังต่อไปนี้ [9]

1. หลังจากข้อมูลผลการประเมินทางเลือกทุกทางเลือกบนเกณฑ์แต่ละเกณฑ์ถูกปรับค่ามาแล้ว (r_{ij})

ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของเกณฑ์เชิงผลประโยชน์ทั้งหมดตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เมทริกซ์การตัดสินใจเมื่อพิจารณาทางเลือก a_i จำนวน m ทางเลือก บนเกณฑ์ C_j จำนวน n เกณฑ์

	C_1	C_2	...	C_n
a_1	r_{11}	r_{12}	...	r_{1n}
a_2	r_{21}	r_{22}	...	r_{2n}
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
a_n	r_{n1}	r_{n2}	...	r_{nn}

จากนั้นให้คูณข้อมูลเหล่านั้นกับค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์ ตามสมการที่ 8 โดย V_{ij} แทนข้อมูลผลการประเมินของทางเลือก a_i บนเกณฑ์ C_j ที่ได้รับการถ่วงน้ำหนักแล้ว (w_j แทนค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ของเกณฑ์ C_j)

$$V_{ij} = w_j r_{ij} \quad (8)$$

2. หาค่าผลเฉลี่ยในอุดมคติเชิงบวก (Positive Ideal Solution : PIS) และค่าผลเฉลี่ยในอุดมคติเชิงลบ (Negative Ideal Solution : NIS) ของเกณฑ์การตัดสินใจทั้งหมด ตามสมการที่ 9 และ 10 แสดงเซตของค่า PIS และ NIS ของเกณฑ์ทั้งหมดโดยที่ PIS_j คือค่าที่ดีที่สุดของเกณฑ์ C_j เมื่อเปรียบเทียบทางเลือกทั้งหมดที่มีอยู่ หรือ $PIS_j =$ ค่าที่มากที่สุดของ V_{ij} ทุกตัว ($V_{1j}, V_{2j}, \dots, V_{mj}$) และ NIS_j คือค่าของเกณฑ์ C_j ที่แย่ที่สุดของกลุ่ม หรือ $NIS_j =$ ค่าที่น้อยที่สุดของ V_{ij} ทุกตัว

$$PIS = \{PIS_1, PIS_2, \dots, PIS_n\} \quad (9)$$

$$NIS = \{NIS_1, NIS_2, \dots, NIS_n\} \quad (10)$$

3. คำนวณระยะห่างจากค่าผลเฉลี่ยในอุดมคติเชิงบวก (S_{PIS}) และระยะห่างจากค่าผลเฉลี่ยในอุดมคติเชิงลบ (S_{NIS}) ของทางเลือก a_i แต่ละทาง จากสมการที่ 11 และ 12 ตามลำดับ

$$S_{PIS_i} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - PIS_j)^2} \quad (11)$$

$$S_{NIS_i} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - NIS_j)^2} \quad (12)$$

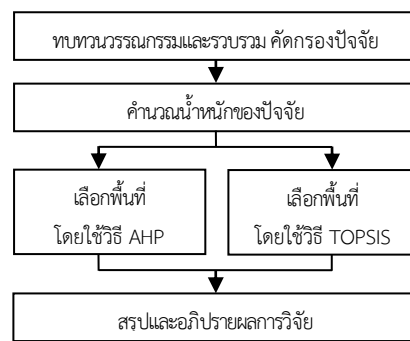
4. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ใกล้เคียงแนวคิดในอุดมคติที่สุด CC_i ของทางเลือก a_i แต่ละทางเลือกจากสมการที่ 13

$$CC_i = \frac{S_{NIS_i}}{S_{PIS_i} + S_{NIS_i}} \quad (13)$$

5. จัดลำดับทางเลือกจากค่า CC_i ที่คำนวณได้โดยเลือกทางเลือกที่มีค่า CC_i สูงที่สุด

3. วิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงานแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

โดยรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

3.1 ทบทวนวรรณกรรมและรวบรวมปัจจัยที่เกี่ยวข้องจากหลายแหล่งข้อมูล โดยรวบรวมปัจจัยในการตั้งโรงงานฝังกลบของเสียอันตรายและปัจจัยในการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่ใกล้เคียง จากนั้นทำการคัดกรองปัจจัยที่มีความหมายเหมือนกันหรือมีความหมายซ้ำซ้อนกัน หลังจากนั้นทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญหรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง จำนวน 22 ท่าน โดยแบ่งได้เป็น 4 กลุ่มเป้าหมายที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเลือกที่ตั้งโรงงานฝังกลบของเสียอันตรายประกอบด้วย กลุ่มนักวิชาการ เช่น ภาวศิศวกร วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย จำนวน 5 ท่าน กลุ่มหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องในการกำกับดูแลตรวจสอบโรงงาน เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด ส่วนกำกับดูแลโรงงานที่ดำเนินธุรกิจอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งโรงงานตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคกลาง จำนวน 6 ท่าน กลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรม

หรือนักธุรกิจ เช่น สภาอุตสาหกรรม หอการค้า จำนวน 5 ท่าน และกลุ่มประชาชนหรือผู้แทนชุมชน เช่น ผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชนในพื้นที่เป้าหมาย จำนวน 6 ท่าน เพื่อประเมินคะแนนของปัจจัยในแต่ละปัจจัยว่ามีความสำคัญมากน้อยเพียงใด โดยแบบประเมินการให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจตั้งโรงงานฝังกลบของเสียอันตราย มีการกำหนดค่าคะแนนแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ตามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จากนั้นทำการคัดเลือกปัจจัยที่มีคะแนนเฉลี่ยที่มีผลต่อการตัดสินใจในระดับมากที่สุด ตามหลักการแบ่งช่วงพิสัย เพื่อให้ได้ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่ตั้งโรงงานฝังกลบของเสียอันตราย

3.2 หาค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย โดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญหรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง 4 กลุ่มเป้าหมาย กลุ่มเป้าหมายละ 4 ท่าน ประกอบด้วย กลุ่มนักวิชาการ เช่น สภาวิศวกร วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย กลุ่มหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องในการกำกับดูแลตรวจสอบโรงงาน เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด โดยเพิ่มผู้เชี่ยวชาญ 1 ท่านจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นหน่วยงานพิจารณาอนุญาตการตั้งโรงงานและกำกับดูแลโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยตรง กลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรมหรือนักธุรกิจ เช่น สภาอุตสาหกรรม หอการค้า และกลุ่มประชาชนหรือผู้แทนชุมชน เช่น ผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน รวมทั้งหมด จำนวน 17 ท่าน โดยกำหนดให้ลำดับที่ 1 มีความสำคัญสูงสุด เพื่อจัดลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ได้รับการคัดเลือกมา หลังจากนั้นประยุกต์การประเมินค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย ด้วยวิธี ROC

3.3 คัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น โดยวิธี AHP และใช้ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซึ่งได้จากขั้นตอนที่ 3.2 ส่วนการตัดสินใจเปรียบเทียบทางเลือกทีละคู่ภายใต้ปัจจัยแต่ละปัจจัยนั้น ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีผู้ตัดสินใจ ประกอบด้วย ผู้แทนโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ในพื้นที่ A1 และ A2 พื้นที่ละ 1 คน แต่เนื่องจากพื้นที่ A3 ไม่มีโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ผู้วิจัยจึงได้เลือกผู้ตัดสินใจจากผู้แทนโรงงานอุตสาหกรรม

ขนาดใหญ่ในพื้นที่ใกล้เคียง 1 คน และผู้แทนโรงงานที่เป็นประเภทอุตสาหกรรมที่มีความใกล้เคียงกับโรงงานฝังกลบของเสีย 1 คน รวมมีผู้ตัดสินใจ จำนวน 4 คน โดยกำหนดให้ใช้ระดับคะแนน 1-9 ในการเปรียบเทียบเชิงคู่ จากนั้นคำนวณหาเวกเตอร์ค่าสมรรถนะของทางเลือกแต่ละทางภายใต้ปัจจัยแต่ละปัจจัย แล้วรวมค่าสมรรถนะทางเลือกแต่ละทางจากปัจจัยทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยใช้วิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย และใช้ค่าน้ำหนักสัมพัทธ์ของปัจจัยที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.2 ในการถ่วงน้ำหนัก โดยมีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้จากผู้ตัดสินใจแต่ละคนในแต่ละปัจจัยตามสมการที่ 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

3.4 คัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น โดยใช้วิธี TOPSIS โดยใช้ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลของแต่ละปัจจัยจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ โดยข้อมูลของแต่ละปัจจัยต้องถูกปรับค่าซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของปัจจัยเชิงผลประโยชน์ทั้งหมด

4. ผลการวิจัย

4.1 การหาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการตั้งโรงงานฝังกลบของเสียอันตราย

ผู้วิจัยได้รวบรวมจากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัย บทความ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง มากกว่า 50 บทความ พบว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากถึง 71 ปัจจัย โดยโครงการที่มุ่งเน้นการเฝ้าระวังผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ครอบคลุม 4 มิติประกอบด้วย ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านกายภาพ ด้านสังคมและด้านเศรษฐกิจ [14] ทั้งนี้ การตั้งโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทหรือโครงการบางอย่างในบางครั้งอาจไม่ได้เกิดจากการตัดสินใจของภาคเอกชนหรือนักธุรกิจเพียงเท่านั้น แต่อาจเกิดจากนโยบายหรือความต้องการของภาครัฐ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการแบ่งกลุ่มของปัจจัยออกเป็น 5 ด้าน ประกอบด้วย ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเทคนิคและกายภาพ ด้านสังคมและชุมชน ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านนโยบายภาครัฐและท้องถิ่น เพื่อให้มีความง่ายสำหรับการคัดกรอง และคัดเลือกปัจจัยที่มีความซ้ำซ้อน หรือมีความหมายเดียวกันเหลือเพียง 35 ปัจจัย และจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องทั้ง

22 คน พบว่าปัจจัยที่ผู้เชี่ยวชาญหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องให้ความสำคัญมากที่สุดหรือมีคะแนนเฉลี่ยที่มีผลต่อการตัดสินใจในระดับมากที่สุด ตามหลักการแบ่งช่วงพิสัย มีจำนวน 7 ปัจจัย ดังนี้ ความห่างไกลจากแหล่งชุมชน, การยอมรับและความต้องการของชุมชนในพื้นที่, พื้นที่ที่มีข้อร้องเรียน, การมีส่วนร่วมของประชาชน, กฎระเบียบเกี่ยวกับผังเมือง, เส้นทางคมนาคม และแหล่งน้ำธรรมชาติ เมื่อได้ปัจจัยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยด้วยวิธี ROC โดยให้ผู้เชี่ยวชาญหรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง จำนวน 17 คน ให้คะแนนในแต่ละปัจจัยว่ามีความสำคัญมากน้อยเพียงใด โดยวิธีการจัดลำดับความสำคัญของ 7 ปัจจัย ในแบบประเมิน โดยให้ระบุลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยระบุลำดับ 1-7 (ลำดับ 1 มีความสำคัญสูงสุด) จากนั้นแปลงค่าน้ำหนักของผู้เชี่ยวชาญหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องในแต่ละท่านโดยใช้สมการที่ 1 ต่อมาหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักในแต่ละปัจจัยและทำการจัดลำดับใหม่จากค่าเฉลี่ยของน้ำหนักในแต่ละปัจจัย สุดท้ายคำนวณหาค่าน้ำหนักของปัจจัย (w) โดยใช้สมการที่ 1 อีกครั้ง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

ลำดับ	ปัจจัย	ค่าน้ำหนัก
1	ความห่างไกลจากแหล่งชุมชน	0.073
2	การยอมรับและความต้องการ	0.370
3	พื้นที่ที่มีข้อร้องเรียน	0.109
4	การมีส่วนร่วมของประชาชน	0.228
5	กฎระเบียบเกี่ยวกับผังเมือง	0.044
6	เส้นทางคมนาคม	0.020
7	แหล่งน้ำธรรมชาติ	0.156

4.2 การเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งโรงงาน

กำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบ

4.2.1 วิธี AHP

ผู้วิจัยได้พิจารณาคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ตามขั้นตอนของวิธีการ AHP หลังจากได้ดำเนินการตามขั้นตอน ได้ผลลัพธ์ในการรวมค่าสมรรถนะของทางเลือก ทั้ง 3 แห่ง จากผู้ตัดสินใจจำนวน 4 คน ทั้งนี้ ได้มีการคำนวณความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ที่ได้

ของผู้ตัดสินใจแต่ละคน ในแต่ละปัจจัยจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข $CR \leq 0.10$ ผลลัพธ์ที่ได้ตามที่แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลรวมค่าสมรรถนะของทางเลือก ทั้ง 3 แห่ง

ปัจจัย (w)		A1	A2	A3	CR
1 (0.073)	ผู้ตัดสินใจคนที่ 1	0.085	0.304	0.610	0.059
2 (0.370)		0.607	0.119	0.272	0.064
3 (0.109)		0.260	0.106	0.633	0.033
4 (0.228)		0.095	0.692	0.212	0.034
5 (0.044)		0.200	0.600	0.200	0.000
6 (0.020)		0.692	0.212	0.095	0.034
7 (0.156)		0.096	0.566	0.337	0.046
ผลรวม		0.319	0.355	0.326	
1 (0.073)	ผู้ตัดสินใจคนที่ 2	0.255	0.073	0.671	0.062
2 (0.370)		0.075	0.242	0.682	0.011
3 (0.109)		0.073	0.255	0.671	0.062
4 (0.228)		0.095	0.692	0.212	0.034
5 (0.044)		0.637	0.266	0.095	0.009
6 (0.020)		0.679	0.242	0.078	0.067
7 (0.156)		0.069	0.285	0.645	0.043
ผลรวม		0.129	0.342	0.529	
1 (0.073)	ผู้ตัดสินใจคนที่ 3	0.710	0.070	0.219	0.055
2 (0.370)		0.078	0.679	0.242	0.067
3 (0.109)		0.073	0.671	0.255	0.062
4 (0.228)		0.070	0.713	0.215	0.016
5 (0.044)		0.242	0.682	0.075	0.011
6 (0.020)		0.073	0.671	0.255	0.062
7 (0.156)		0.078	0.679	0.242	0.067
ผลรวม		0.129	0.642	0.229	
1 (0.073)	ผู้ตัดสินใจคนที่ 4	0.707	0.091	0.201	0.083
2 (0.370)		0.630	0.090	0.279	0.072
3 (0.109)		0.778	0.068	0.152	0.035
4 (0.228)		0.089	0.662	0.247	0.055
5 (0.044)		0.739	0.177	0.083	0.097
6 (0.020)		0.722	0.201	0.075	0.011
7 (0.156)		0.722	0.067	0.210	0.074
ผลรวม		0.550	0.221	0.229	

ในครั้งนี้มีผู้ตัดสินใจหลายคนจึงได้นำค่าผลรวมสมรรถนะของทางเลือกแต่ละทางของผู้ตัดสินใจแต่ละท่านมาหาค่าเฉลี่ย ตามสมการที่ 6 และ 7 ตามลำดับ พบว่าทางเลือก A1 คือ $((0.319+0.129+0.129+0.550)/4) = 0.282$, A2 คือ $((0.355+0.342+0.642+0.221)/4) = 0.390$ และ A3 คือ $((0.326+0.529+0.229+0.229)/4) = 0.328$ ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าสมรรถนะเฉลี่ยของทางเลือก ทั้ง 3 แห่ง

ทางเลือก	A1	A2	A3
ค่าสมรรถนะเฉลี่ย	0.282	0.390	0.328
ลำดับความเหมาะสม	3	1	2

จากตารางที่ 6 ค่าสมรรถนะเฉลี่ยของทางเลือก A2 มีค่ามากที่สุด ดังนั้น จากวิธีการ AHP ทางเลือก A2 จึงเป็นพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดในการตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น รองลงมา คือ ทางเลือก A3 และ A1 ตามลำดับ

4.2.2 วิธี TOPSIS

ในการคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น โดยใช้วิธี TOPSIS ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลและประเมินผลโดยแยกตามปัจจัยต่างๆ จากการสืบค้นข้อมูลเชิงปริมาณ พบว่า พื้นที่ A1 เนื้อที่ 85.20 ตารางกิโลเมตร ระยะรวมเส้นทางที่เป็นถนนลาดยาง ถนนคอนกรีต และถนนลูกรัง รวม 89.50 กิโลเมตร ประชากร 10,121 คน แหล่งน้ำธรรมชาติ 9 แห่ง [15] จำนวนโรงงาน 21 โรงงาน สถิติเกี่ยวกับการร้องเรียนด้านสิ่งแวดล้อม ในช่วง 1 ปีย้อนหลัง จำนวน 1 เรื่อง [16] พื้นที่ A2 เนื้อที่ 48.00 ตร.กม. ระยะรวมเส้นทางฯ รวม 82.42 กม. ประชากร 8,382 คน แหล่งน้ำธรรมชาติ 14 แห่ง [17] จำนวนโรงงาน 10 โรงงาน สถิติเกี่ยวกับการร้องเรียนฯ จำนวน 2 เรื่อง [16] และ พื้นที่ A3 เนื้อที่ 91.00 ตร.กม. ระยะรวมเส้นทางฯ รวม 76.00 กม. ประชากร 8,942 คน แหล่งน้ำธรรมชาติ 20 แห่ง [18] จำนวนโรงงาน 3 โรงงาน สถิติเกี่ยวกับการร้องเรียนฯ จำนวน 1 เรื่อง [16] ผู้วิจัยทำการกำหนดหน่วยในแต่ละปัจจัย จากข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการศึกษา โดยปัจจัย 1 คือ ความห่างไกลจากแหล่งชุมชนเป็นปัจจัยเชิงต้นทุน พิจารณาจากจำนวนประชากรต่อเนื้อที่ของพื้นที่ ปัจจัย 2 คือ การยอมรับและความต้องการของชุมชนในพื้นที่ เป็นปัจจัยเชิงผลประโยชน์ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 คน เพื่อประเมินคะแนนโดยใช้มาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ จากนั้นใช้ค่าเฉลี่ยทั้ง 4 คนเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ปัจจัย 3 คือ พื้นที่ที่มีข้อร้องเรียน เป็นปัจจัยเชิงต้นทุน พิจารณาจากสถิติเกี่ยวกับการร้องเรียนด้านสิ่งแวดล้อม 1 ปีย้อนหลังต่อจำนวนโรงงานของพื้นที่ ปัจจัย 4 คือ การมีส่วนร่วมของประชาชน เป็นปัจจัยเชิงผลประโยชน์ ใช้วิธีการเช่นเดียวกับปัจจัยที่ 2

ปัจจัย 5 คือ ภาวะเสี่ยงเกี่ยวกับผังเมือง เนื่องจากพื้นที่ทั้ง 3 แห่ง ถูกกำหนดให้ใช้ประโยชน์เป็นที่ดินประเภทอุตสาหกรรมและคลังสินค้า ตามกฎหมายเกี่ยวกับผังเมือง จึงได้กำหนดให้มีคะแนนเท่ากัน ปัจจัย 6 คือ เส้นทางคมนาคมเป็นปัจจัยเชิงผลประโยชน์ พิจารณาจากระยะรวมเส้นทางที่เป็นถนนลาดยาง ถนนคอนกรีตและถนนลูกรัง ต่อเนื้อที่ของพื้นที่ และ ปัจจัย 7 คือ แหล่งน้ำธรรมชาติ เป็นปัจจัยเชิงต้นทุน พิจารณาจากจำนวนแหล่งน้ำธรรมชาติต่อเนื้อที่ของพื้นที่เป้าหมาย

ตารางที่ 7 ข้อมูลของทำเลที่ตั้งโรงงาน จำนวน 3 แห่ง

ปัจจัย	A1	A2	A3
1	118.791	174.625	98.263
2	3.25	4.75	1.75
3	0.047	0.200	0.333
4	2.75	5.00	1.75
5	1	1	1
6	1.050	1.717	0.835
7	0.105	0.291	0.219

จากตารางที่ 7 ทำการปรับข้อมูลของแต่ละปัจจัยที่อยู่ในหน่วยที่แตกต่างกันให้มีมาตรฐานเดียวกัน เช่น ปัจจัย 1 คือ ความห่างไกลจากแหล่งชุมชน พิจารณาจากจำนวนประชากรต่อเนื้อที่ของพื้นที่ โดยคำนวณได้จาก $(10,121/85.20) = 118.791$ จากนั้นทำการปรับค่าให้เป็นบรรทัดฐานเดียวกัน

ตารางที่ 8 ผลคูณน้ำหนักของปัจจัยกับข้อมูลที่ผ่านมาการปรับค่าให้เป็นบรรทัดฐานแล้ว

ปัจจัย	<i>W</i>	A1	A2	A3
1	0.073	0.0253	0.0172	0.0306
2	0.370	0.1233	0.1803	0.0664
3	0.109	0.0789	0.0188	0.0113
4	0.228	0.0660	0.1200	0.0420
5	0.044	0.0147	0.0147	0.0147
6	0.020	0.0058	0.0095	0.0046
7	0.156	0.0847	0.0307	0.0407

จากตารางที่ 8 เป็นข้อมูลของทำเลที่ตั้งโรงงานจำนวน 3 แห่ง ที่ผ่านการปรับค่าให้เป็นบรรทัดฐานแล้วคูณกับค่าน้ำหนักที่ได้จากวิธี ROC ของแต่ละปัจจัย เช่น ปัจจัย 1 ความห่างไกลจากแหล่งชุมชน เป็นปัจจัยเชิงต้นทุน ผ่านการปรับค่าให้เป็นบรรทัดฐานแล้วได้ค่า 0.346 แล้วนำไปคูณกับค่าน้ำหนักที่ได้จากวิธี ROC โดยสามารถคำนวณได้จาก $(0.346 * 0.073) = 0.0253$

จากนั้นหาค่าผลเฉลี่ยในอุดมคติเชิงบวกและเชิงลบของปัจจัย ในแต่ละปัจจัย ได้ผลดังนี้

$$PIS = (0.0306, 0.1803, 0.0789, 0.1200, 0.0147, 0.0095, 0.0847)$$

$$NIS = (0.0172, 0.0664, 0.0113, 0.0420, 0.0147, 0.0046, 0.0307)$$

ต่อมาคำนวณค่าระยะห่างจากค่าผลเฉลี่ยในอุดมคติเชิงบวกและเชิงลบของแต่ละทางเลือกจากสมการที่ 11 และ 12 ตามลำดับ และคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียงแนวคิดในอุดมคติที่สุด (CC) ของทางเลือกแต่ละทางเลือกจากสมการที่ 13 ผลลัพธ์ที่ได้ตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ระยะห่างจากค่าอุดมคติและค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียงแนวคิดในอุดมคติที่สุดของทางเลือก

ทางเลือก	A1	A2	A3
$SPIS$	0.078	0.081	0.159
$SNIS$	0.106	0.138	0.016
CC	0.575	0.628	0.094
ลำดับความเหมาะสม	2	1	3

จากตารางที่ 9 ค่าระยะห่างจากค่าอุดมคติและค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้เคียงแนวคิดในอุดมคติที่สุดของทางเลือก A2 มีค่ามากที่สุด ดังนั้น จากวิธีการ TOPSIS ทางเลือก A2 จึงเป็นพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดในการตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น รองลงมาคือ ทางเลือก A1 และ A3 ตามลำดับ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเลือกที่ตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบ พบว่าการกำหนดปัจจัยที่หลากหลาย ผู้วิจัยจึงได้คัดกรองปัจจัยที่สื่อความหมายในทางเดียวกัน หรือที่ซ้ำซ้อนกัน จากจำนวน 71 ปัจจัย เหลือเพียง 35 ปัจจัย รวมถึงให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ทำการประเมินความสำคัญของปัจจัยทั้ง 35 ปัจจัย แล้วพบว่า 7 ปัจจัยที่มีความสำคัญมากในการตั้งโรงงานฝังกลบของเสียอันตราย ได้แก่ การยอมรับและความต้องการของชุมชนในพื้นที่ การมีส่วนร่วมของประชาชน แหล่งน้ำธรรมชาติ พื้นที่ที่มีข้อร้องเรียนความห่างไกลจากแหล่งชุมชน กฎระเบียบเกี่ยวกับผังเมือง และเส้นทางคมนาคม ตามลำดับ โดยเห็นได้ว่า 2 ลำดับแรก

ที่มีความสำคัญมากที่สุด เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับด้านสังคมและชุมชนเป็นหลัก ซึ่งมีความแตกต่างจากปัจจัยในการพิจารณาตั้งโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่น ที่ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์หรือความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นหลัก

การเลือกพื้นที่เหมาะสมในการตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ด้วยวิธี AHP เป็นการอาศัยความรู้สึกของผู้ตัดสินใจในการเปรียบเทียบเชิงคู่ของทางเลือกทั้งหมดบนปัจจัยที่ละปัจจัย รวมถึงมีการตรวจสอบความสอดคล้องกันของข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบเชิงคู่ ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดให้ผู้ตัดสินใจ จำนวน 4 ท่าน โดยทางเลือกที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือทางเลือกที่มีค่าเฉลี่ยผลรวมค่าสมรรถนะของทางเลือกสูงที่สุด ผลการวิจัย พบว่า พื้นที่ตำบลกุดน้ำใสมีความเหมาะสมในการตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบมากที่สุด รองลงมาคือ พื้นที่ตำบลโคกสูง และพื้นที่ตำบลม่วงหวาน ตามลำดับ ส่วนการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ด้วยวิธี TOPSIS นั้น สามารถตัดสินใจได้จากพื้นที่ที่มีค่าสัมประสิทธิ์เข้าใกล้แนวคิดในอุดมคติมากที่สุด ถือได้ว่าเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมที่สุด เมื่อรวมคะแนนจากทุกปัจจัยแล้ว ผลการวิจัย พบว่า พื้นที่ตำบลกุดน้ำใสมีค่าสมรรถนะโดยรวมที่ห่างไกลจากค่าอุดมคติเชิงลบมากที่สุดและมีความใกล้เคียงกับค่าอุดมคติเชิงบวกมากที่สุด จึงถือว่ามีสมรรถนะโดยรวมดีที่สุด โดยกระบวนการคัดเลือกด้วยวิธี TOPSIS นี้ ซึ่งเป็นวิธีการตัดสินใจที่อาศัยความรู้สึกน้อยกว่า ได้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับวิธี AHP

6. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

6.1 ในการเลือกที่ตั้งโรงงานกำจัดของเสียอันตรายโดยวิธีการฝังกลบ ต้องพิจารณาให้ความสำคัญแต่ละปัจจัยด้วยความละเอียด รอบคอบและครอบคลุม เนื่องจากหากมีการลงทุนแล้วและไม่มีการจัดการหรือวางแผนที่ดี อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมชั้นรุนแรง รวมถึงสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการจัดการย้อนหลังได้

6.2 หน่วยงานภาครัฐ หรือผู้ประกอบการภาคเอกชน ในธุรกิจฝังกลบของเสียอันตราย สามารถเพิ่ม

หรือลดปัจจัยที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ มาพิจารณาได้ตามความเหมาะสมในการวางแผนตั้งโรงงานฟั้กมลของเสียอันตรายในพื้นที่อื่นได้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Kitsiri K. Principle industrial waste management abroad with direction development in Thailand. Paper presented at: 1st TSRI Public forum articles; 2008 Aug 4; Bangkok, Thailand. (in Thai)

[2] Bangkokbiznews.org [Internet]. Economic New [cited 2021 Apr 26]. Available form: <https://www.bangkokbiznews.com/business/>.

[3] Department of Industrial Works.org [Internet]. Bangkok: Statistic waste [cited 2021 Nov 5]. Available form: <https://www.diw.go.th/webdiw/static-waste/>.

[4] Weerapon K. Secure Landfill Site Selection for Hazardous Waste Disposal in Southern of Thailand Using Geographic Information System [master's thesis]. Prince of Songkla: Prince of Songkla University; 2013. (in Thai)

[5] Apisak P, Kultida T. Factors for policy making on the development of a province towards an ICT city. Information Journal, :Khon Kaen University. 2016;23 (2):48-63. (in Thai)

[6] Real Estate Information Center.org [Internet]. News and Law real estate; 2021. Available form: <https://www.reic.or.th/News/PropertyLawGroup/1/>.

[7] Department of Industrial Works. Manual of Factory audit. Bangkok: Department of Industrial Works; 2009. (in Thai)

[8] Kawinpob S, Panitas S. Supplier selection using TOPSIS and ROC methods a case study of restaurant industry. KMUTT Research and Development Journal. 2017;40(3):385-403. (in Thai)

[9] Panitas S. Multiple criteria performance assessment and decision making. 1 ts. Khon Kaen: Khon Kaen University; 2021. (in Thai)

[10] Pattareeya K. Supplier selection for medical equipment using multicriteria decision making [master's thesis]. Khon Kaen: Khon Kaen University; 2018. (in Thai)

[11] Jirattinart T, Thavivongse S, Saowanee W. Analytic hierarchy process for stakeholder participation in integrated water resources management. Engineering Journal. 2017;21(7):87-103. (in Thai)

[12] Sathapom O. Multiple criteria decision making for business and logistics management: Theory and Applications. 2nd ed. Bangkok: Thammasat University; 2019. (in Thai)

[13] Walailak A. Ranking the suitable countries for investment in textile industry. The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok. 2021;31(1):71-81. (in Thai)

[14] Akealuk N, Pomtip P. Community environment planning for environment quality management in eco-industrial development zone in laem chabang municipality, si racha district, chonburi. Journal of Public Administration and Politics. 2021;10(1):74-91. (in Thai)

[15] Muang Wan Subdistrict Municipality. Local development plan 2018-2022.

[16] Khon Kaen Provincial Industry Office. Questionnaire number M-ENG-1/2565: Document receipt number 2629; 2022.

[17] Kut Nam Sai Subdistrict Municipality. Local development plan 2018-2021.

[18] Khok Sung Subdistrict Municipality. Local development plan 2018-2021.