

การเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 ด้วยกระบวนการ
วิเคราะห์ตามลำดับชั้น กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Temporary Shelter-Site Selection During PM 2.5 Air Pollution Disaster Via Analytic
Hierarchy Process: A Case Study of Chiang Mai University

ชวิศ บุญมี* ศิวัช แจ่มจรรยา และ ภูริชญา อัสวโกวิทพงศ์
Chawis Boonmee, Siwach Chamchanya, and Purichaya Atsawakowitphong

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University
*Corresponding author. E-mail address: chawis.boonmee@cmu.ac.th

(Received May 25, 2020, Revised: September 13, 2020, Accepted: November 23, 2020)

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะนำเสนอการเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM 2.5) ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) สำหรับกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในลำดับแรกได้เริ่มจากการกำหนดเกณฑ์ในการประเมินทางเลือก โดยได้ทำการสำรวจหาปัจจัยหลักและปัจจัยรองจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการสร้างศูนย์หลบภัย PM 2.5 และจากนั้นได้ทำการระบุตำแหน่งเบื้องต้นสำหรับการสร้างศูนย์หลบภัยชั่วคราว โดยได้จัดทำแบบสอบถามทั้งหมด 617 ชุด เพื่อที่จะค้นหาบริเวณที่มีความเหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้บริการ เมื่อทำการสำรวจบริเวณเบื้องต้นแล้วนั้น จึงได้ทำการค้นหาพื้นที่ที่มีความเป็นไปได้ในการสร้างศูนย์หลบภัยชั่วคราวออกมา 3 สถานที่ โดยทำการพิจารณาจากปัจจัยเบื้องต้นที่ได้มาจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและการเก็บข้อมูลของสถานที่ที่จำเป็นสำหรับการประเมินในปัจจัยต่าง ๆ ต่อมาได้ทำการประยุกต์ใช้ AHP สำหรับการเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราว ท้ายสุดทำการวิเคราะห์ผลและจัดสร้างแนวทางในการจัดสร้างศูนย์หลบภัยชั่วคราวเบื้องต้นจากสถานที่ที่มีคะแนนสูงสุด จากผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกลำดับ คือ ฟังก์ชันของห้อง ค่าใช้จ่าย การเข้าถึง ลักษณะของห้อง และสาธารณูปโภค ตามลำดับ ซึ่งสถานที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดภายในตัวเลือก 3 สถานที่นี้คือ หอสมุดกลางชั้น 4 จากการประยุกต์ใช้เทคนิค AHP พบว่า เทคนิคนี้สามารถที่จะช่วยผู้ตัดสินใจในการเลือกศูนย์หลบภัยชั่วคราวได้อย่างเหมาะสมภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการเลือกสถานที่ตั้งในกรณีศึกษาอื่น ๆ ได้

คำสำคัญ: กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ ศูนย์หลบภัยชั่วคราว

Abstract

This research aims to present the temporary shelter-site selection during fine-particulate matter with a diameter of 2.5 microns (PM 2.5) air pollution disaster via the Analytic Hierarchy Process (AHP) for Chiang Mai University case study. Firstly, the main criteria and sub-criteria for the evaluation of alternatives were set by interviewing the experts who have experiences about PM 2.5 shelter construction. Then, a suitable area for temporary shelter-sites was identified by distributing the 617 questionnaires in order to seek a suitable area based on the demand for services. After the survey of the suitable area, the three-temporary shelter-site candidates were sought based on the consideration of the criteria from the interview of the experts, and the preliminary data of three candidates were collected. Next, the AHP was applied for selecting the temporary shelter-site. Finally, the results were analyzed and the primary guideline of the temporary shelter which obtained the highest score was proposed for constructing the temporary shelter. The results of this research found that the main criteria consist of room function, cost, accessibility, room character, and public utility, respectively. The most suitable temporary shelter-site based on three candidates was the room on the 4th floor at CMU's main library. Owing to the application of AHP, we found that this technique can help the decision-makers to select the suitable temporary shelter under the specified criteria and this research method can apply to other cases for the location selection.

Keywords: Analytic Hierarchy Process (AHP), Air pollution disaster, Temporary shelter

1. คำนำ

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของภัยพิบัติมลพิษทางอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM 2.5) นั้น ทำให้เห็นถึงความอันตรายที่จะเกิดกับประชาชนทั่วไปโดยเฉพาะ เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ป่วย พบว่ามลพิษทางอากาศ PM 2.5 หรือฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มีขนาดเล็กมากพอที่จะหายใจเข้าไปสู่ปอดและซึมผ่านผนังปอดเข้าสู่กระแสเลือดดังนั้นแล้วผลที่เกิดขึ้นกับร่างกายจึงมีทั้งแบบ ‘เฉียบพลัน’ (เห็นผลใน 1 - 2 วัน) ซึ่งส่วนมากจะเกิดกับระบบทางเดินหายใจ คือ ไอ เจ็บคอ หายใจแล้วมีเสียงพืดพาด เลือดกำเดาไหล ซึ่งหากเลือดไหลลงคอก็จะทำให้เสมหะมีเลือดเจือปน หากเข้าตาจะทำให้เคืองตา ตาแดง และหากโดนผิวหนังก็จะทำให้เกิดผื่นคัน เป็นตุ่มได้ ส่วนผลแบบ ‘เรื้อรัง’ (ค่อย ๆ สะสม แล้วแสดงผลในระยะยาว) คือ เส้นเลือดหัวใจตีบตันทำให้หัวใจวาย หัวใจเต้นผิดปกติ เส้นเลือดไปเลี้ยงสมองตีบ ทำให้เกิดภาวะอัมพาตหรือเสียชีวิต การเป็นมะเร็งปอด เพราะฝุ่นขนาดเล็กจะมีสารก่อมะเร็ง Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) เป็นต้น ซึ่งผลกระทบเหล่านี้มีการยืนยันที่ตรงกันจากงานวิจัยทั่วโลก ดังนั้นแล้วทุกคนจึงควรป้องกันการรับฝุ่น PM 2.5 เข้าสู่ร่างกาย โดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยง คือ ผู้สูงอายุ

(อายุมากกว่า 60 ปี) รองลงมาคือเด็กอายุต่ำกว่า 10 ปี และอีกกลุ่มเสี่ยงที่ต้องระมัดระวังเป็นอย่างมากคือผู้ป่วยโรคปอดและโรคหัวใจ (Wiwatanadate, 2019)

จังหวัดเชียงใหม่เป็นอีกหนึ่งจังหวัดที่ต้องเผชิญกับปัญหาเหล่านี้ทุก ๆ ปีในช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคม ถึงแม้ว่าประชากรช่วงวัยรุ่นไม่ได้เป็นช่วงอายุที่มีความเสี่ยงมากนัก แต่ก็ถือว่าหากได้รับฝุ่น PM 2.5 เข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่มากแล้วนั้นก็สมารถทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิตเช่นเดียวกัน ซึ่งในปี 2563 ที่ผ่านมา จุดตรวจค่า PM 2.5 ในจังหวัดเชียงใหม่ สามารถวัดค่าฝุ่นสูงสุดได้ถึง 412 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (IQAir, 2020) จึงทำให้หลากหลายภาคส่วนให้ความสำคัญเกี่ยวกับภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 เป็นอย่างมาก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เป็นอีกหนึ่งองค์กรที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องนี้ ผู้บริหารจึงได้มีการรณรงค์ให้มีการป้องกันเกี่ยวกับภัยพิบัติที่เกิดขึ้น มีการหาแนวทางต่าง ๆ มากมายเพื่อป้องกันสุขภาพของบุคลากรและนักศึกษาในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้องหรือศูนย์หลบภัยในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 เป็นอีกหนึ่งแนวคิดที่จะช่วยป้องกันให้บุคลากรและนักศึกษาในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ปลอดภัยจากภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 นี้ได้ ในปัจจุบันห้องปลอดฝุ่นได้

ถูกจัดตั้งขึ้นในพื้นที่แต่ละคณะเป็นจำนวนพอสมควรแล้ว หากแต่พื้นที่ดังกล่าวยังไม่มี ความเพียงพอต่อความต้องการของบุคลากร และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปัญหาการเลือกที่ตั้ง (Location problem) เป็นอีกหนึ่งปัญหาที่มีความยุ่งยากและซับซ้อน เนื่องจากผู้ตัดสินใจต้องการพิจารณาจากปัจจัยหลายอย่างร่วมกัน หลากหลายเทคนิคได้ถูกนำมาใช้ประยุกต์ในการแก้ไขปัญหา ดังกล่าว อาทิเช่น การใช้หลักการการหาค่าที่ดีที่สุด (Optimization) (Boonmee et al., 2017) การจำลองสถานการณ์ (Simulation) (Kim et al., 2018) และการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multiple criteria decision making) (Awasthi et al., 2011) เป็นต้น การใช้เทคนิคตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multiple criteria decision making) เป็นอีกหนึ่งวิธีการที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการวิเคราะห์กระบวนการตัดสินใจ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจคัดเลือกสิ่งต่าง ๆ มากมายภายใต้หลักเกณฑ์ที่กำหนด กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) เป็นหนึ่งในวิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ ซึ่งจะใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือก หรือจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เมื่อมีเกณฑ์ในการพิจารณาหลายเกณฑ์ การประยุกต์ใช้วิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นนี้ ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในปัญหาการเลือกที่ตั้งหลาย ๆ ด้าน อาทิ เช่น การเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า (Vieira et al., 2017) การเลือกที่ตั้งโรงงาน (Chang & Lin, 2015) การที่เลือกที่ตั้งโรงพยาบาลชั่วคราว (Chatterjee & Mukherjee, 2013) การเลือกที่ตั้งศูนย์อพยพ (Boonmee et al., 2017) เป็นต้น จากการทบทวนวรรณกรรม ยังไม่มีงานวิจัยใดเลยที่ทำการประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นในปัญหาการเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะทำการประยุกต์ใช้วิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นในการเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 เพิ่มเติมที่เหมาะสมสำหรับกรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ งานวิจัยชิ้นนี้จะทำให้ทราบถึงปัจจัยหรือเกณฑ์ที่มีความสำคัญต่อการคัดเลือกหรือพิจารณาศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 และจะเป็นประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัยที่จะช่วยในการพิจารณาในการสร้างศูนย์หลบภัยในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 เพิ่มเติมให้นักศึกษาและบุคลากรสำหรับการป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นต่อสุขภาพต่าง ๆ รวมถึงเป็นแนวทางเบื้องต้นในการเลือก

และจัดเตรียมศูนย์หลบภัยในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 ให้กับกรณีศึกษาอื่น ๆ ต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ส่วนนี้เป็นการอธิบายถึงทฤษฎีเบื้องต้นที่ได้นำมาประยุกต์ใช้ใน งานวิจัยชิ้นนี้ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP)

AHP ได้ถูกคิดค้นและพัฒนาขึ้นเมื่อปลายปี คศ. 1970 โดย Thomas L. Saaty (Deng et al., 2014) วิธีการนี้เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในกระบวนการตัดสินใจได้เป็นอย่างดี ซึ่งได้รับความนิยมอย่างมากและเป็นที่ยอมรับกันในระดับสากลอย่างแพร่หลาย โดยเทคนิคนี้จะทำการแบ่งองค์ประกอบของปัญหาออกเป็น ส่วนๆ ในรูปของแผนภูมิตามลำดับชั้น จากนั้นมีการให้ค่าน้ำหนักของแต่ละองค์ประกอบแล้วนำมาคำนวณค่าน้ำหนัก เพื่อนำไปสู่ค่าลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก ว่าทางเลือกใดมีค่าสูงสุด ซึ่งจะสามารถนำมาประกอบการตัดสินใจได้เป็นอย่างดี เนื่องจากโครงสร้างของ AHP เป็นการเลียนแบบกระบวนการคิดของมนุษย์ ดังนั้นเทคนิคนี้จึงเหมาะสำหรับทั้งการตัดสินใจที่เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ขั้นตอนของ AHP นั้น มีดังต่อไปนี้

1. ทำการจัดโครงสร้างลำดับชั้นในการวิเคราะห์ ประกอบไปด้วยเป้าหมาย, เกณฑ์หลัก, เกณฑ์ย่อยและทางเลือก

2. เปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ในการตัดสินใจด้วยวิธีการ Pairwise Comparison โดยทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้คะแนนในแต่ละเกณฑ์และทำการเปรียบเทียบหาความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ เกณฑ์ในการให้คะแนนแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

- 1 ความสำคัญเท่ากัน (Equally Preferred)
- 2 ความสำคัญมากกว่าปานกลาง (Moderately Preferred)
- 3 ความสำคัญมากกว่าค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)
- 4 ความสำคัญมากกว่ามาก (Very Strongly Preferred)
- 5 ความสำคัญมากกว่ามากที่สุด (Extremely)

3. หาค่าน้ำหนักเกณฑ์ โดยคำนวณหาค่า Eigenvector ของเมตริกในแต่ละแถวโดยการหา Normalized จากนั้นคำนวณหา ลำดับความสำคัญของระดับชั้นถัดไปลงมา

4. การคำนวณ ค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R) โดยการคำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (consistency Index: C.I.) ดังสมการที่ 1

$$C.I. = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) \quad (1)$$

จากนั้นเปิดตารางค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index: R.I.) ดังตารางที่ 1 และคำนวณค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล โดยคำนวณได้จากอัตราส่วนเปรียบเทียบระหว่างค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกับค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม ดังสมการที่ 2 ถ้า $C.R. \leq 0.1$ แสดงว่าค่าปัจจัยมีความสอดคล้องกัน สามารถนำค่า Eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนักได้ ถ้า $C.R. > 0.1$ แสดงว่าค่าปัจจัยไม่มีความสอดคล้องกัน ต้องปรับหรือให้ค่าปัจจัยใหม่ เพื่อคำนวณค่า $C.R. \leq 0.1$ ถึงจะนำค่า Eigenvector ไปใช้งานได้

$$C.R. = C.I./R.I. \quad (2)$$

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index:)

N	1	2	3	4	5	6	7	8
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.42

5. หาค่าน้ำหนักของเกณฑ์รองและทำการประเมินทางเลือกให้สอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดมาเบื้องต้น ด้วยวิธีการดังขั้นตอนที่ 2 ถึง 4

2.2 การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงด้วยวิธีการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องแบบ IOC

การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงด้วยวิธีการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องแบบ IOC เป็นวิธีการที่ใช้ในการประเมินแบบสอบถามเบื้องต้นว่ามีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบสอบถามหรือไม่ (Turner & Carlson, 2003) โดยผู้ประเมินจะทำการให้คะแนนในหัวข้อคำถามต่าง ๆ โดยที่ (+1) หมายความว่าแน่ใจว่าคำถามของแบบสอบถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (1) หมายความว่าไม่แน่ใจว่าคำถามของแบบสอบถามนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และ (-1) หมายความว่าแน่ใจว่าคำถามของแบบสอบถามนั้นไม่สอดคล้องกับ

วัตถุประสงค์ เมื่อทำการให้คะแนนแล้วนั้นก็จะนำคะแนนมาคำนวณดังสมการที่ 3

$$IOC = \Sigma R/n \quad (3)$$

โดยที่

IOC แทนดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถามกับวัตถุประสงค์

ΣR แทนผลรวมของคะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

n แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

กรณีที่ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านจะใช้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป หากการประเมินในข้อใดที่ค่า IOC ต่ำกว่าที่กำหนดก็จะถูกตัดทิ้งออกไปจากแบบสอบถาม

2.3 การกำหนดขนาดกลุ่มจำนวนประชากร

การกำหนดขนาดกลุ่มจำนวนประชากรมีหลากหลายวิธีที่จะสามารถใช้ในการคำนวณหาขนาดกลุ่มจำนวนประชากรได้ ซึ่งวิธีการของทาโร ยามาเน เป็นอีกหนึ่งวิธีการที่นิยมเป็นอย่างมาก (Singh & Masuku, 2014) โดยสามารถทำการคำนวณดังสมการที่ 4

$$n = N/(1+Ne^2) \quad (4)$$

โดยที่

n ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

N ขนาดของประชากร

e ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้

3. วิธีการศึกษา

ในการประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สำหรับการเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 ประกอบไปด้วยทั้งหมด 6 ขั้นตอนหลักๆ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลของภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 และกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่เบื้องต้น

ทำการศึกษาปัญหาที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ PM 2.5 แนวทางเบื้องต้นสำหรับการรับมือกับภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ

PM 2.5 วิธีการสร้างศูนย์หลบภัยเบื้องต้น รวมถึงทำการศึกษาศูนย์หลบภัยในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทั้งลักษณะความสามารถในการจัดตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราวและความต้องการของผู้ใช้ศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 เป็นต้น

3.2 การกำหนดเกณฑ์ในการประเมิน

ศึกษาเกณฑ์ที่มีความจำเป็นต่อการประเมินสำหรับการเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 โดยเกณฑ์เหล่านี้จะได้อาจจากการสอบถามและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญผู้มีประสบการณ์ด้านการจัดการมลพิษทางอากาศ PM 2.5 ผู้เชี่ยวชาญการสร้างห้องปลอดฝุ่นและผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพ เป็นต้น โดยเกณฑ์ที่กำหนดจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือเกณฑ์ปัจจัยหลัก (Main criteria) และเกณฑ์ปัจจัยย่อย (Sub-criteria)

3.3 การระบุตำแหน่งเบื้องต้นสำหรับการสร้างศูนย์หลบภัยชั่วคราว

ทำการสำรวจบริเวณพื้นที่เบื้องต้น เพื่อให้ทราบถึงบริเวณความต้องการของการใช้พื้นที่เพิ่มเติมของกรณีศึกษา โดยพื้นที่ที่จะถูกคัดเลือกมาเพื่อใช้ในการสำรวจนั้นจะต้องถูกคัดกรองมาเบื้องต้นว่ามีความเป็นไปได้ในการสร้างศูนย์หลบภัยชั่วคราวตามปัจจัยเบื้องต้นในหัวข้อที่ 3.2 แบบสอบถามได้ถูกสร้างขึ้นและถูกทำการประเมินถึงความสอดคล้องระหว่างคำถามรายข้อกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยใช้การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงด้วยวิธีการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องแบบ IOC หลังจากประเมินแบบสอบถามเสร็จเรียบร้อยแล้วจะทำการสำรวจโดยการสุ่มสัมภาษณ์นักศึกษาและบุคลากร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยอ้างอิงการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างประชากรจากสูตรหาขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกรณีทราบขนาดของประชากรของหาโร ยามาเน่ จากนั้นทำการสุ่มบริเวณพื้นที่ที่มีความต้องการให้สร้างศูนย์หลบภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 ในพื้นที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ท้ายสุดทำการค้นหาพื้นที่ที่มีความเป็นไปได้ในการสร้างศูนย์หลบภัยชั่วคราวในบริเวณดังกล่าว โดยทำการพิจารณาจากปัจจัยที่ได้รับจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญตามหัวข้อที่ 3.2 เป็นเกณฑ์ในการคัดกรองเบื้องต้น และทำการเก็บข้อมูลของสถานที่ที่จำเป็นสำหรับการประเมินในปัจจัยต่าง ๆ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแต่ละสถานที่

3.4 การประยุกต์ใช้ AHP สำหรับการเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราว

วิธีการของการใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นั้นประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ซึ่งจะถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการหาค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ทั้งเกณฑ์หลักและเกณฑ์รอง รวมไปถึงการประเมินทางเลือกของศูนย์หลบภัยชั่วคราว โดยมีขั้นตอนดังข้อมูลที่กล่าวไปในหัวข้อที่ 2.1

3.5 การวิเคราะห์ผลและจัดสร้างแนวทางในการจัดสร้างศูนย์หลบภัยชั่วคราวเบื้องต้น

วิเคราะห์ผลจากการประยุกต์ใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยสถานที่ที่มีค่าคะแนนสูงที่สุดจะแสดงให้เห็นถึงพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการจัดตั้งเป็นศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5

3.6 สรุปผลการศึกษา

สรุปผลการดำเนินงานและเสนอข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนางานวิจัยในอนาคต

4. ผลการศึกษา

จากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลของภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 และกรณีศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่เบื้องต้นแล้วนั้น จึงได้ทำการดำเนินงานวิจัยตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ซึ่งสามารถแสดงผลของการศึกษางานวิจัยออกมาได้ดังต่อไปนี้

4.1 การกำหนดเกณฑ์ในการประเมิน

การกำหนดเกณฑ์ในการประเมินครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดเกณฑ์จากการทบทวนวรรณกรรมและการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญ ที่มีประสบการณ์ด้านการจัดการภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 โดยได้รับความกรุณาจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทั้งในด้านการจัดทำห้องปลอดฝุ่น ผู้วิเคราะห์ถึงผลกระทบ PM 2.5 และผู้มีความรู้ด้านสุขภาพเกี่ยวมลพิษทางอากาศ PM 2.5 โดยผู้ทำวิจัยได้ทำการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกห้องที่เหมาะสมสำหรับจัดทำที่ตั้งศูนย์หลบภัยในช่วงสถานการณ์มลพิษทางอากาศ PM 2.5

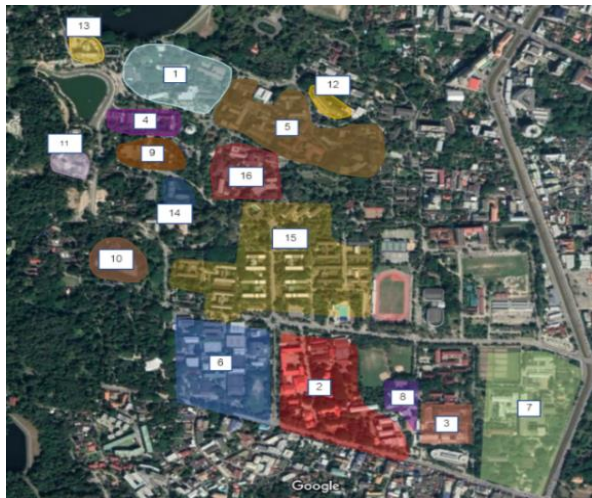
หลังจากทำการสอบถามผู้เชี่ยวชาญครบทั้ง 5 ท่าน สามารถสร้างปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเลือกห้องสำหรับจัดทำที่ตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงสถานการณ์มลพิษทางอากาศ PM. 2.5 มีดังนี้ (1) ฟังก์ชันของห้อง (2) ลักษณะของห้อง (3) ค่าใช้จ่าย (4) การเข้าถึง และ (5) สาธารณูปโภค โดยในแต่ละปัจจัยหลักก็จะมีปัจจัยรองดังนี้ ปัจจัยรองของปัจจัยหลักฟังก์ชันของห้องได้แก่ ความจุ ความสะดวกสบายและเครื่องปรับอากาศ ปัจจัยรองของปัจจัยหลักลักษณะของห้องได้แก่ ขนาดของห้องและความสว่าง ปัจจัยรองของปัจจัยหลักค่าใช้จ่ายได้แก่ ค่าติดตั้งและค่าเครื่องกรองอากาศ ปัจจัยรองของปัจจัยหลักการเข้าถึงได้แก่ การเดินทางด้วยการขับรถการเดินทางด้วยการเดินและที่จอดรถ และปัจจัยรองของปัจจัยหลักสาธารณูปโภคได้แก่ ห้องน้ำและร้านสะดวกซื้อ ซึ่งคำนียามเกณฑ์ต่าง ๆ เหล่านี้ได้แสดงดังตารางที่ 2

4.2 การระบุตำแหน่งที่มีความเป็นไปได้ในการสร้างศูนย์หลบภัยชั่วคราวเพิ่มเติม

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสำรวจหาบริเวณที่บุคคลากรและนักศึกษามีความประสงค์ที่ต้องการจัดสร้างศูนย์หลบภัยชั่วคราวเพิ่มเติมในช่วงมลพิษทางอากาศ PM. 2.5 โดยได้ทำการออกแบบสำรวจสำหรับบุคคลากรและนักศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ถึงความต้องการดังกล่าวโดยทำการแบ่งพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ออกเป็น 16 ส่วนโดยแบ่งตามคณะต่าง ๆ พื้นที่ส่วนกลางและพื้นที่ส่วนหอพักนักศึกษา ดังรูปที่ 1 การออกแบบแบบสอบถามเพื่อในการสำรวจนี้ได้ใช้หลักการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงด้วยวิธีการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องแบบ IOC โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแบบสอบถามทั้งหมด 3 ท่าน หลังจากการประเมินและการคำนวณตามสมการที่ 1 พบว่า ในแต่ละส่วนนั้นมีค่า IOC มากกว่า 0.5 ทั้งหมด ดังนั้นแบบสอบถามที่ได้ทำการออกแบบมานั้นสามารถนำไปใช้ในการสำรวจได้อย่างเหมาะสม จำนวนในการสำรวจครั้งนี้สามารถทำการคำนวณมาจากสูตรสมการที่ 2 โดยได้ทำการกำหนดขนาดประชากรมีค่าเท่ากับ 47,252 คน และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้อยู่ที่ร้อยละ 4 จากการคำนวณพบว่า จำนวนที่ต้องทำการสำรวจมีทั้งสิ้น 617 คน ซึ่งวิธีการสำรวจทำโดยการแจกแบบสอบถามทั้งแบบออนไลน์และแบบสอ โดยตรงกับนักศึกษาและบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

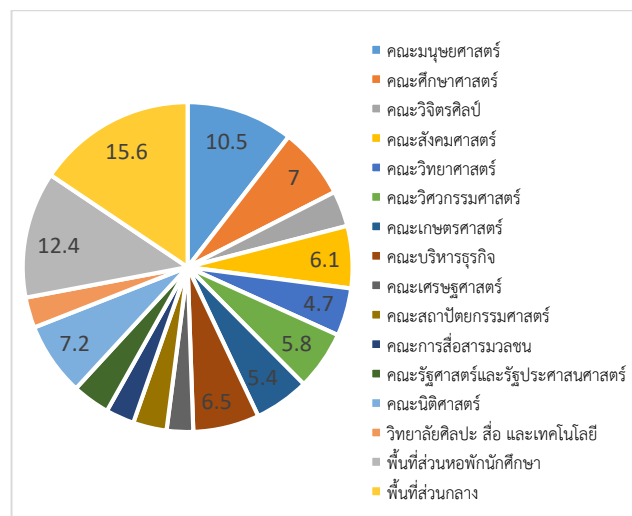
ตารางที่ 2 คำนียามเกณฑ์การเลือกศูนย์หลบภัยชั่วคราว

เกณฑ์หลัก	เกณฑ์ย่อย	คำนียาม
ฟังก์ชันของห้อง	ความจุ	ความสามารถในการรองรับผู้ใช้งานห้องหลบภัย (จำนวนที่นั่ง)
	ความสะดวกสบาย	ลักษณะโต๊ะ เก้าอี้ และ สิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ภายในห้อง เช่น คอมพิวเตอร์ เป็นต้น
	เครื่องปรับอากาศ	เครื่องปรับอากาศภายในห้อง
ลักษณะของห้อง	ขนาดของห้อง	ความกว้าง ความยาว และความสูงของห้อง
	ความสว่าง	ความสามารถในการให้แสงสว่างของอุปกรณ์ภายในห้องที่ทำให้สามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ภายในห้องได้อย่างปกติ
ค่าใช้จ่าย	ค่าติดตั้ง	ค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดตั้งเพื่อให้ผู้คนสามารถเข้าไปในห้องได้และเพื่อกรองฝุ่น
	ค่าเครื่องกรองอากาศ	ค่าจัดซื้อเครื่องกรองอากาศสำหรับกรองฝุ่นภายในห้อง
การเข้าถึง	การเดินทางด้วยการขับรถ	ความสามารถในการเข้าถึงห้องหลบภัยโดยรถต่าง ๆ
	การเดินทางด้วยการเดิน	ความสามารถในการเข้าถึงห้องหลบภัยโดยการเดินทางของผู้ใช้ที่ไม่มีรถในการเข้าถึงห้องหลบภัยจึงจำเป็นต้องเดินมา
	ที่จอดรถ	ที่จอดรถสำหรับผู้ใช้งานห้องหลบภัยรวมถึงที่จอดรถสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ที่จำเป็น
สาธารณูปโภค	ห้องน้ำ	ระยะทางระหว่างห้องน้ำบริเวณใกล้เคียงกับห้องหลบภัยรวมถึงจำนวนห้องน้ำและความสามารถในการใช้งานของห้องน้ำ
	ร้านสะดวกซื้อ	ระยะทางระหว่างร้านขายของบริเวณใกล้เคียงกับห้องหลบภัย



พื้นที่ 1 - คณะมนุษยศาสตร์ พื้นที่ 2 - คณะศึกษาศาสตร์ พื้นที่ 3 - คณะวิศวกรรมศาสตร์
พื้นที่ 4 - คณะสังคมศาสตร์ พื้นที่ 5 - คณะวิทยาศาสตร์ พื้นที่ 6 - คณะศิลปกรรมศาสตร์
พื้นที่ 7 - คณะเกษตรศาสตร์ พื้นที่ 8 - คณะบริหารธุรกิจ พื้นที่ 9 - คณะเศรษฐศาสตร์
พื้นที่ 10 - คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ พื้นที่ 11 - คณะการสื่อสารมวลชน
พื้นที่ 12 - คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ พื้นที่ 13 - คณะนิติศาสตร์
พื้นที่ 14 - วิทยาลัยศิลปะ สื่อและเทคโนโลยี พื้นที่ 15 - พื้นที่ส่วนหอพักนักศึกษา
พื้นที่ 16 - พื้นที่ส่วนกลาง

รูปที่ 1 พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ส่วน 16



รูปที่ 2 สัดส่วนความต้องการการเพิ่มศูนย์หลบภัย PM 2.5 ในแต่ละพื้นที่

จากการสำรวจพบว่า บริเวณที่นักศึกษาและบุคลากรต้องการเพิ่มเติมพื้นที่สำหรับสร้างศูนย์หลบภัยในช่วงสถานการณ์มลพิษทางอากาศ PM. 2.5 นั้น พื้นที่อันดับหนึ่งอยู่ในบริเวณพื้นที่ 16

คือพื้นที่ส่วนกลาง (15.6%) อันดับสองอยู่ในบริเวณพื้นที่ 15 คือพื้นที่ส่วนหอพักนักศึกษา (12.4%) และอันดับสามอยู่ในบริเวณพื้นที่ 1 คือพื้นที่คณะมนุษยศาสตร์ (10.5%) ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2 ทำให้เห็นได้ว่านักศึกษาและบุคลากรส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับพื้นที่ส่วนกลางของมหาวิทยาลัยเป็นอันดับหนึ่ง และให้ความสนใจหอพักนักศึกษาเป็นอันดับสอง ก่อนที่จะเลือกพื้นที่ในคณะต่าง ๆ เป็นอันดับต่อมา หลังจากนั้นได้ทำการสำรวจพื้นที่ส่วนกลางเพื่อทำการค้นหาห้องที่มีความสามารถในการสร้างเป็นศูนย์หลบภัยในช่วงสถานการณ์มลพิษทางอากาศ PM. 2.5 จากทำการสำรวจพบว่าห้องที่มีความเหมาะสมในเบื้องต้นนั้นมีทั้งหมด 3 พื้นที่ได้แก่ หอสมุดกลางชั้น 4 ITSC Conner และ AIS Playground ซึ่งแต่ละพื้นที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปดังต่อไปนี้

1. หอสมุดกลางชั้น 4

มีความกว้าง 13 เมตร ความยาว 29 เมตร ความสูง 3 เมตร ปริมาตรของห้อง 1,131 ลูกบาศก์เมตร จากจำนวนที่นั่งภายในสามารถจุคนได้ประมาณ 100 – 120 คน มีความสว่างที่ต่ำที่สุดเมื่อวัดจากโต๊ะเท่ากับ 159 ลักซ์ (Lux) และมีความสว่างที่สูงที่สุดเมื่อวัดจากโต๊ะเท่ากับ 419 ลักซ์ (Lux) ถ้าหากเครื่องกรองอากาศสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ 35 ตารางเมตรโดยอ้างอิงจากเครื่องกรองอากาศที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป จะใช้เครื่องกรองอากาศทั้งหมด 11 เครื่อง เมื่อเครื่องกรองมีราคาเครื่องละประมาณ 5,000 จะมีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเครื่องกรองอากาศอยู่ที่ 55,000 บาท ในส่วนของระยะห่างจากห้องถึงถนนเส้นหลักจะมีระยะทางอยู่ที่ 50 เมตร ระยะห่างจากห้องถึงที่จอดรถโดยสารมหาวิทยาลัยอยู่ที่ 50 เมตร และที่จอดรถมีพื้นที่ 600 ตารางเมตรสำหรับห้องน้ำของห้องที่หอสมุดชั้น 4 มีห้องน้ำอยู่ภายในในส่วน of ร้านสะดวกซื้อบริเวณใกล้เคียงภายในหอสมุดชั้น 4 จะมีร้านกาแฟ ทรูคอฟฟี่ (True Coffee) อยู่ภายในชั้น 1 ของห้องกลางหอสมุดชั้น 4 ข้อจำกัดของหอสมุดกลางชั้น 4 คือสภาพเครื่องปรับอากาศค่อนข้างที่จะเก่าดังนั้นอาจจะต้องมีอุปกรณ์เสริมเพื่อช่วยในการกรองอากาศให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงการโยกย้ายชั้นหนังสืออาจจะต้องหาพื้นที่รองรับชั้นหนังสือดังกล่าวเพื่อให้พื้นที่สามารถใช้การได้มากยิ่งขึ้น โดยภาพรวมของสถานที่ หอสมุดกลางชั้น 4 ได้แสดงดังรูปที่ 3

2. ITSC Corner

มีความกว้าง 17 เมตร ความยาว 20 เมตร ความสูง 5.2 เมตร ปริมาตรของห้อง 1768 ลูกบาศก์เมตร จากจำนวนที่นั่งภายในสามารถจุคนได้ประมาณ 120 – 150 คน มีความสว่างที่ต่ำที่สุดเมื่อวัดจากโต๊ะเท่ากับ 125 ลักซ์ (Lux) และมีความสว่างที่สูงที่สุดเมื่อวัดจากโต๊ะเท่ากับ 325 ลักซ์ (Lux) ถ้าหากเครื่องกรองอากาศสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ 35 ตารางเมตรโดยอ้างอิงจากเครื่องกรองอากาศที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป จะใช้เครื่องกรองอากาศทั้งหมด 10 เครื่อง หากเครื่องกรองมีราคาเครื่องละประมาณ 5,000 จะมีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเครื่องกรองอากาศอยู่ที่ 50,000 บาท ในส่วนของระยะห่างจากห้องถึงถนนเส้นหลัก ITSC Corner จะอยู่ติดกับถนนเส้นหลักระยะห่างจากห้องถึงที่จอดรถโดยสารมหาวิทยาลัยอยู่ที่ 40 เมตร และที่จอดรถมีพื้นที่ 600 ตารางเมตร สำหรับห้องน้ำของ ITSC Corner มีห้องน้ำอยู่ติดกับ ITSC Corner แต่ต้องเดินออกสู่ภายนอกเพื่อเข้าใช้งาน ในส่วนของร้านสะดวกซื้อบริเวณใกล้เคียง ภายใน ITSC Corner จะมีร้านกาแฟ คาเฟ่ อเมซอน (Cafe Amazon) โดยมีประตูเชื่อมสู่ ITSC Corner ส่วนข้อจำกัดคือโต๊ะทุกตัวมีคอมพิวเตอร์ติดตั้งอยู่ ซึ่งจะทำให้การใช้พื้นที่ในโถ่นั้น ๆ ไม่สะดวกเท่าที่ควรหากต้องการย้ายคอมพิวเตอร์ทั้งหมดอาจจะต้องหาพื้นที่สำรองที่จะรองรับคอมพิวเตอร์เหล่านั้นได้อย่างเพียงพอ เนื่องจากโต๊ะต่าง ๆ เป็นโต๊ะที่สร้างขึ้นแบบถาวรทำให้ไม่สามารถจัดผังห้องได้ใหม่ได้โดยภาพรวมของสถานที่ ITSC Corner ได้แสดงดังรูปที่ 4

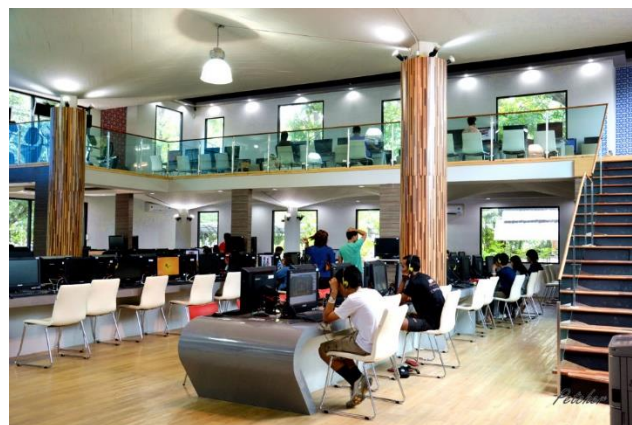
3. AIS Playground

มีความกว้าง 5.5 เมตร ความยาว 22 เมตร ความสูง 3 เมตร ปริมาตรของห้อง 363 ลูกบาศก์เมตร จากจำนวนที่นั่งภายในสามารถจุคนได้ประมาณ 40 – 50 คน มีความสว่างที่ต่ำที่สุดเมื่อวัดจากโต๊ะเท่ากับ 1,000 ลักซ์ (Lux) และมีความสว่างที่สูงที่สุดเมื่อวัดจากโต๊ะเท่ากับ 1,400 ลักซ์ (Lux) ถ้าหากเครื่องกรองอากาศสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ 35 ตารางเมตร โดยอ้างอิงจากเครื่องกรองอากาศที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป จะใช้เครื่องกรองอากาศทั้งหมด 4 เครื่อง เมื่อมีราคาเครื่องละประมาณ 5,000 บาท จะมีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเครื่องกรองอากาศอยู่ที่ 20,000 บาท ในส่วนของระยะห่างจากห้องถึงถนนเส้นหลักอยู่ที่ 70 เมตร ระยะห่างจากห้องถึงที่จอดรถโดยสารมหาวิทยาลัยอยู่ที่ 90 เมตร และที่จอดรถมีพื้นที่ 600 ตารางเมตร สำหรับห้องน้ำ

ของ AIS Playground ไม่มีห้องน้ำในตัวจำเป็นต้องไปใช้ห้องน้ำบริเวณใกล้เคียง โดยห้องน้ำที่มีระยะใกล้ที่สุดมีระยะห่างประมาณ 40 เมตร และไม่มีร้านสะดวกซื้อที่ใกล้ที่สุดมีระยะห่าง 30 เมตร ข้อจำกัดของ AIS Playground มีพื้นที่ขนาดเล็ก และมีอุปกรณ์ค่อนข้างมากรวมถึงมีห้องขนาดเล็กจำนวนมากในพื้นที่ดังกล่าว ทำให้การจัดสรรพื้นที่ห้องอาจจะไม่สะดวกมากนัก โดยภาพรวมของสถานที่ดังกล่าวได้แสดงดังรูปที่ 5 จากการสำรวจสถานที่ทั้ง 3 สถานที่เบื้องต้นแล้วนั้น ทั้ง 3 สถานที่ที่มีความเหมาะสมที่จะเป็นตัวเลือกในการสร้างเป็นศูนย์หลบภัยชั่วคราวสำหรับภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 จากการสำรวจนี้จะนำไปสู่การประยุกต์ใช้ AHP เพื่อทำการคัดเลือกสถานที่ต่อไป



รูปที่ 3 ลักษณะสถานที่หอสมุดกลางชั้น 4



รูปที่ 4 ลักษณะสถานที่ ITSC Corner

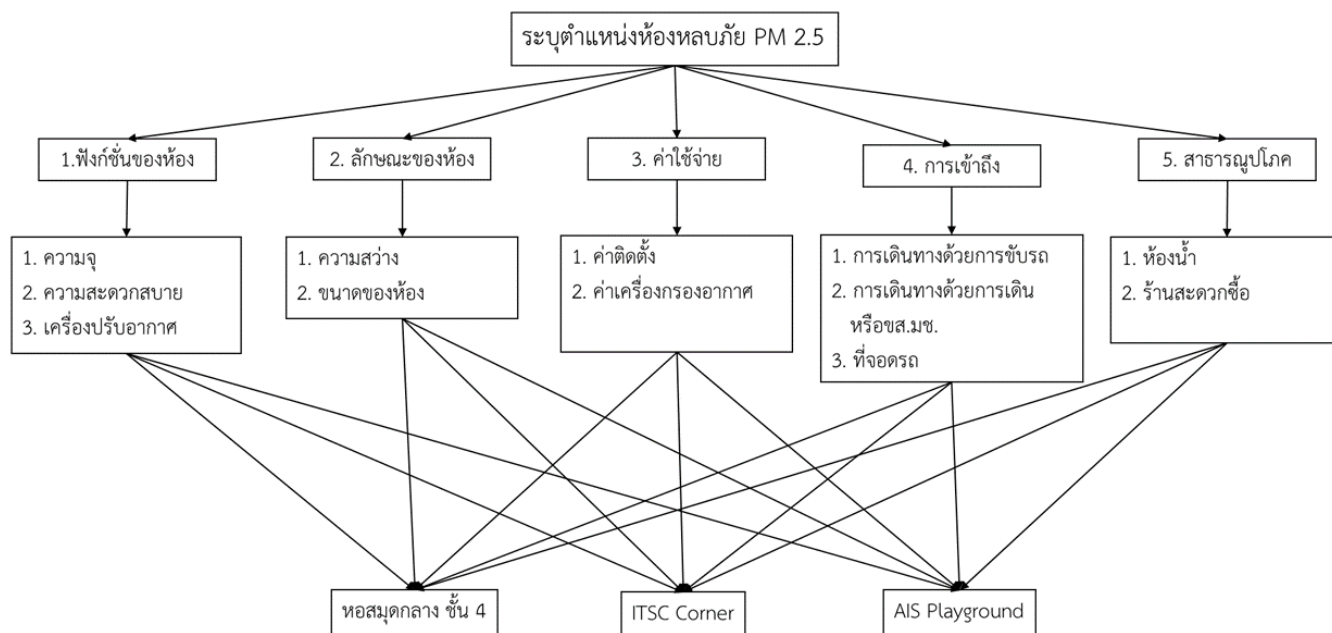


รูปที่ 5 ลักษณะสถานที่ AIS Playground

4.3 การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สำหรับการเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราว

หลังจากที่ได้ทำการสำรวจหาบริเวณและพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการตั้งศูนย์หลบภัยในช่วงสถานการณ์มลพิษทางอากาศ PM. 2.5 แล้ว งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สำหรับการเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยดังกล่าว ลำดับแรกได้ทำการจัดโครงสร้างลำดับชั้นในการวิเคราะห์โดยเป้าหมายในการตัดสินใจคือการระบุตำแหน่งห้องหลบภัย ในช่วงสถานการณ์มลพิษทางอากาศ PM. 2.5 ซึ่งเกณฑ์ที่มีอิทธิพลต่อเป้าหมายในการตัดสินใจได้แสดงดังหัวข้อที่ 3.2 ซึ่งจะนำไปสู่ทางเลือกทั้งหมด 3 แห่งได้แก่ (1) หอสมุดกลางชั้น 4 (2)

ITSC Conner (3) AIS Playground ดังรูปที่ 6 จากนั้นได้ทำการประเมินปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการคัดเลือกทางเลือก โดยให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านทำการประเมินด้วยการทำการเปรียบเทียบหาความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ตามระดับความสำคัญ 5 ระดับที่ได้กล่าวไปในเบื้องต้นในหัวข้อที่ 2.4 จากนั้นทำการคำนวณหาค่า Eigenvector ของเมตริกในแต่ละแถวโดยการหา Normalized จากตารางที่ 3 ได้ทำการแสดงผลการคำนวณค่า Eigenvector ของการประเมินของผู้เชี่ยวชาญที่ 1 ท้ายสุดได้ทำการตรวจสอบค่าความสอดคล้องกันของเหตุผลดังสมการที่ 3 และ 4 ตามลำดับ เมื่อทำการคำนวณหาค่า Eigenvector ของการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทุกท่านมาแล้ว ก็จะสามารถแสดงผลการประเมินปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการคัดเลือกสำหรับสร้างศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงสถานการณ์มลพิษทางอากาศ PM. 2.5 ได้ดังตารางที่ 4 จาก ตารางดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการประมวลผลจากอัตราความสอดคล้อง ได้แสดงความสอดคล้องทุก ๆ ค่า้น้อยกว่า 0.10 ทำให้สรุปได้ว่าผู้ตัดสินใจได้ทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ของปัจจัยต่าง ๆ ได้อย่างสอดคล้องกัน จากผลลัพธ์เห็นว่าปัจจัยหลักที่มีความสำคัญอันดับหนึ่งคือ ฟังก์ชันของห้อง มีค่าน้ำหนักอยู่ที่ 0.317 อันดับสองคือค่าใช้จ่าย มีค่าน้ำหนักอยู่ที่ 0.258 อันดับสามคือการเข้าถึง มีค่าน้ำหนักอยู่ที่ 0.165 อันดับสี่คือลักษณะของห้อง มีค่าน้ำหนักอยู่ที่ 0.163 ส่วนอันดับสุดท้ายคือสาธารณูปโภค มีค่าน้ำหนักอยู่ที่ 0.098



รูปที่ 6 การแสดงรายละเอียดในแผนภูมิลำดับชั้น

ตารางที่ 3 ตัวอย่างผลการคำนวณปัจจัยหลักของผู้ประเมินคนที่ 1

	ฟังก์ชันห้อง	ลักษณะของห้อง	ค่าใช้จ่าย	การเข้าถึง	สาธารณูปโภค	Pi	Eigenvector	ผลคูณ	สัดส่วน
ฟังก์ชันของห้อง	1	4	2	4	2	2.297	0.398	2.06	5.18
ลักษณะของห้อง	1/4	1	1/2	2	2	0.871	0.151	0.81	5.37
ค่าใช้จ่าย	1/2	2	1	2	2	1.320	0.229	1.17	5.13
การเข้าถึง	1/4	1/2	1/2	1	1/3	0.461	0.080	0.42	5.21
สาธารณูปโภค	1/2	1/2	1/2	3	1	0.822	0.142	0.77	5.41
อัตราความสอดคล้อง Consistency Ratio: CR						0.092			

ตารางที่ 4 ผลการประเมินปัจจัยหลักจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน

ลำดับ	ปัจจัยหลัก	ผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม	ค่าเฉลี่ย Eigenvalue	ลำดับ
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	ฟังก์ชันของห้อง	0.398	0.182	0.477	0.266	0.260	1.583	0.317	1
2	ลักษณะของห้อง	0.151	0.108	0.265	0.162	0.127	0.813	0.162	4
3	ค่าใช้จ่าย	0.229	0.365	0.087	0.412	0.197	1.290	0.258	2
4	การเข้าถึง	0.080	0.277	0.049	0.096	0.323	0.825	0.165	3
5	สาธารณูปโภค	0.142	0.068	0.121	0.065	0.094	0.490	0.098	5
อัตราความสอดคล้อง Consistency Ratio : CR		0.092	0.089	0.093	0.098	0.048	ผลรวม	1.000	

ตารางที่ 5 สรุปผลการประเมินความสำคัญของปัจจัยที่มีอิทธิพลในการคัดเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราว

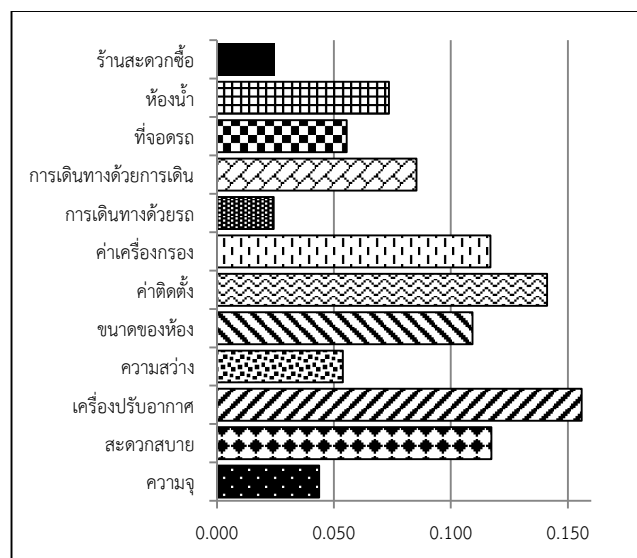
ปัจจัยหลัก	คะแนน (ปัจจัยหลัก) A	ปัจจัยรอง	คะแนน (ปัจจัยรอง) B	คะแนน (ปัจจัยหลักและรอง) C = A x B	ผลการประเมินทางเลือก		
					หอสมุดกลาง ชั้น 4	ITSC Conner	AIS Playground
ฟังก์ชันของห้อง	0.317	ความจุ	0.138	0.044	0.020	0.014	0.010
		สะดวกสบาย	0.370	0.117	0.042	0.050	0.025
		เครื่องปรับอากาศ	0.492	0.156	0.036	0.075	0.045
ลักษณะของห้อง	0.163	ความสว่าง	0.330	0.054	0.019	0.011	0.024
		ขนาดของห้อง	0.670	0.109	0.061	0.035	0.013
ค่าใช้จ่าย	0.258	ค่าติดตั้ง	0.547	0.141	0.059	0.037	0.045
		ค่าเครื่องกรอง	0.453	0.117	0.036	0.037	0.043
การเข้าถึง	0.165	การเดินทางด้วยรถ	0.147	0.024	0.007	0.010	0.008
		การเดินทางด้วยเดิน	0.517	0.085	0.030	0.030	0.026
		ที่จอดรถ	0.336	0.055	0.018	0.018	0.018
สาธารณูปโภค	0.098	ห้องน้ำ	0.750	0.074	0.040	0.022	0.011
		ร้านสะดวกซื้อ	0.250	0.025	0.005	0.012	0.008
ผลรวมค่าถ่วงน้ำหนัก					0.38	0.35	0.27
ลำดับ					1	2	3

ต่อจากนั้นก็ได้นำการหาค่าน้ำหนักของปัจจัยย่อยในแต่ละเกณฑ์หลัก ซึ่งมีลักษณะขั้นตอนเช่นเดียวกับการหาค่าน้ำหนักของปัจจัยหลัก ท้ายที่สุดก็จะสามารถสรุปผลค่าน้ำหนักคะแนนของปัจจัยที่มีอิทธิพลในการคัดเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงสถานการณ์มลพิษทางอากาศ PM. 2.5 ได้ผลตามที่แสดงในตารางที่ 5 (คอลัมน์ที่ 1-5) สุดท้ายเป็นการประเมินเปรียบเทียบปัจจัยทางเลือกสำหรับที่ตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราวที่ได้ทำการจัดหามาเบื้องต้นทั้ง 3 สถานที่ โดยการประเมินในครั้งนี้ ได้ใช้ผู้ประเมินทั้งหมด 5 ท่าน ในการประเมิน โดยวิธีการประเมินได้ใช้หลักการเดียวกันกับการประเมินค่าคะแนนของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อย โดยผลลัพธ์ได้แสดงดังตารางที่ 5 (คอลัมน์ที่ 6-8) จากการคำนวณลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก พบว่าพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการสร้างเป็นศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM. 2.5 อันดับหนึ่งคือห้องในหอสมุดกลางชั้น 4 มีระดับคะแนน 0.373 อันดับสองคือ ITSC Conner มีระดับคะแนน 0.351 และอันดับสาม คือ AIS Playground มีระดับคะแนน 0.276 ตามลำดับ

4.4 การวิเคราะห์ผลและจัดสร้างแนวทางในการจัดสร้างศูนย์หลบภัยชั่วคราวเบื้องต้น

จากน้ำหนักของปัจจัยหลักนั้น จะเห็นได้ว่าผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับฟังก์ชันของห้องเป็นอันดับแรก เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญให้คำนึงถึงการใช้งานของห้องเป็นหลัก ทำให้คะแนนในส่วนฟังก์ชันของห้องเป็นอันดับหนึ่ง ต่อจากนั้นผู้เชี่ยวชาญจะให้ความสำคัญกับปัจจัยในเรื่องของค่าใช้จ่าย การเข้าถึง และลักษณะของห้อง ตามลำดับ โดยที่จะให้ความสำคัญกับสาธารณูปโภคเป็นอันดับสุดท้ายเนื่องจากผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าสาธารณูปโภคมีความจำเป็นแต่ไม่ได้ส่งผลกับการใช้งานศูนย์หลบภัยชั่วคราวเท่ากับปัจจัยหลักอื่น ๆ เมื่อทำการพิจารณาถึงปัจจัยย่อยในแต่ละเกณฑ์หลัก จากการสรุปผลเกณฑ์รองดังรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญของปัจจัยรองเครื่องปรับอากาศ เป็นปัจจัยรองที่มีความสำคัญที่สุด เนื่องจากในการสร้างศูนย์หลบภัยชั่วคราวหรือห้องหลบภัย PM 2.5 นั้น เครื่องปรับอากาศ จะเป็นองค์ประกอบหลักในการทำให้ห้อง ๆ นั้นมีอากาศที่ดีขึ้นในระดับหนึ่งและส่งผลให้ห้องหลบภัยมี

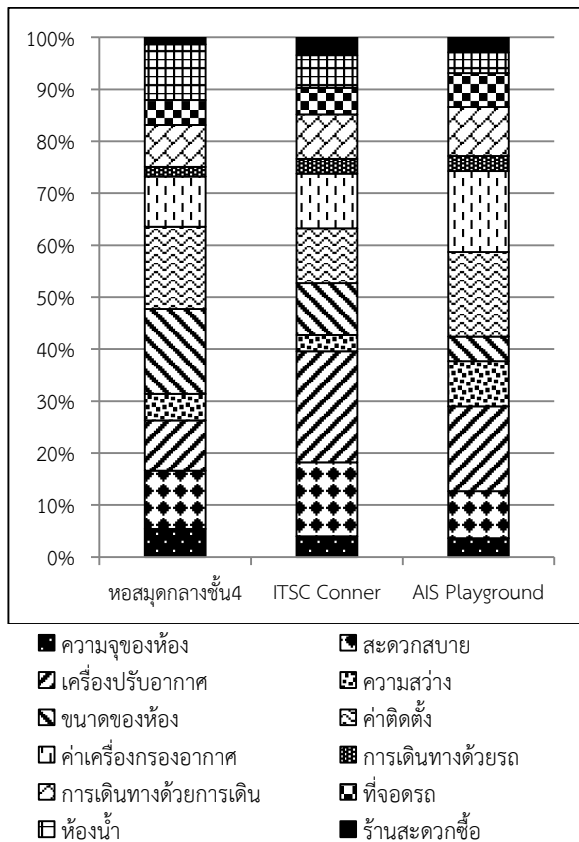
อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอาศัยอยู่ของผู้พลภัยฝุ่น PM 2.5 ส่วนเกณฑ์ที่รองลงมา คือ ค่าติดตั้งและค่าเครื่องกรองอากาศภายในศูนย์หลบภัย ซึ่งปัจจัยนี้ค่อนข้างมีความสำคัญ เนื่องจากการติดตั้งแต่ละครั้งนั้นอาจจะต้องทำการติดตั้งด้วยต้นทุนที่สูงพอควร และจากนั้นก็จะเป็นตามมาด้วยเกณฑ์เกี่ยวกับความสะดวกสบาย การเดินทางด้วยการเดิน ตามลำดับ ส่วนการเดินทางด้วยรถถือว่าเป็นเกณฑ์ที่ถูกให้ความสำคัญเป็นลำดับสุดท้าย เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญคิดว่ายังไม่มีความจำเป็นมากเท่าไรต่อการเลือกศูนย์หลบภัยมลพิษทางอากาศ PM. 2.5



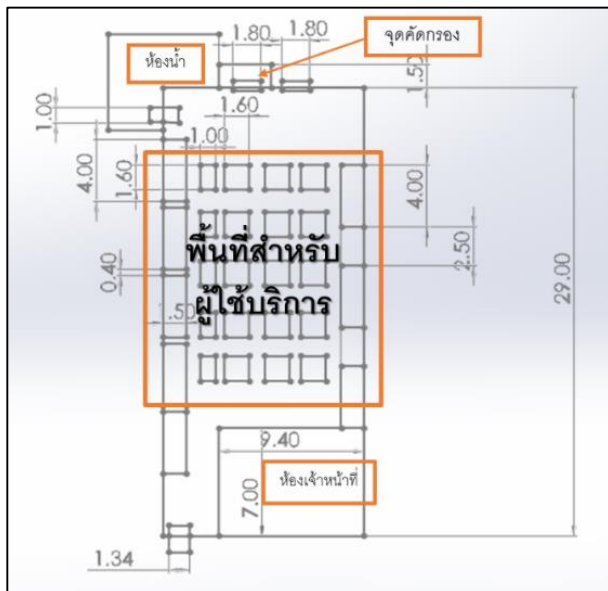
รูปที่ 7 สรุปผลเกณฑ์ย่อยที่มีอิทธิพลในการคัดเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM. 2.5

หลังจากที่ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการประเมินคะแนนทางเลือกทั้ง 3 พื้นที่แล้วนั้น จะเห็นได้ว่าแต่ละพื้นที่จะมีข้อเด่นและข้อด้อยที่แตกต่างกันออกไป โดยได้แสดงดังรูปที่ 8 จากกราฟดังกล่าวแสดงให้เห็นได้ว่า หอสมุดกลางชั้น 4 มีจุดเด่นในส่วนของการปัจจัยเรื่อง

ของความจุ ขนาดห้อง ค่าติดตั้งอุปกรณ์ การเดินทางด้วยการเดินถึง ที่จอดรถและห้องน้ำ ซึ่งห้องสมุดกลางชั้น 4 นี้ มีพื้นที่ห้องกว้างสามารถรองรับคนได้จำนวนมาก จำนวนโต๊ะ เก้าอี้และปลั๊กไฟมีหลายจุดทำให้ผู้ใช้บริการมีความสะดวกสบายในการใช้งาน มีแสงสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งาน ห้องอยู่ติดกับห้องน้ำในขณะที่มีข้อด้อยในส่วนของการปัจจัยเครื่องปรับอากาศ ค่าเครื่องกรองอากาศ การเดินทางด้วยรถและร้านสะดวกซื้อ ซึ่งเครื่องปรับอากาศภายในห้องนั้นเป็นแบบท่อทำให้ง่ายต่อการปรับปรุง เนื่องจากห้องมีเนื้อที่มากทำให้ต้องมีการลงทุนเครื่องกรองอากาศที่จำนวนมากและร้านสะดวกซื้อนั้นก็อยู่ไกลจากพื้นที่ดังกล่าว ในส่วนพื้นที่ ITSC Conner มีจุดเด่นคือ ปัจจัยความสะดวกสบาย เครื่องปรับอากาศ การเดินทางด้วยทางเท้าและรถที่จอดรถและร้านสะดวกซื้อ ซึ่งภายใน ITSC Conner มีขนาดห้องที่ค่อนข้างกว้าง มีคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้บริการสามารถใช้งานได้ มีเครื่องปรับอากาศหลายตัวทำให้ห้องมีระบบถ่ายเทอากาศที่ดีห้องอยู่ติดกับร้านสะดวกซื้อ ส่วนจุดด้อยนั้นมีเพียงแค่ความสว่างและค่าติดตั้งเพียงเท่านั้น โดยที่ห้องใช้ไฟหลอดเล็กในการให้แสงสว่างจึงทำให้ความสว่างในห้องน้อย และในส่วนของ AIS Playground จะมีจุดเด่นคือ ความสว่าง ค่าเครื่องกรองอากาศและที่จอดรถ พื้นที่นี้เป็นห้องกระจกทำให้ได้รับแสงจากภายนอกห้องจึงสว่างกว่าทั้ง 2 ห้อง เนื่องจากห้องมีขนาดเล็กทำให้สามารถดูแลเรื่องการควบคุมฝุ่นและเครื่องกรองอากาศได้ง่าย ในขณะที่จุดด้อยคือ ความจุ ความสะดวกสบาย ขนาดห้อง การเดินทางด้วยทางเดินและห้องน้ำ โดยพื้นที่ดังกล่าวจะสามารถรองรับคนได้น้อยมีพื้นที่ใช้สอยน้อยเนื่องจากขนาดห้องที่เล็กและไม่มีห้องน้ำในตัวจำต้องเดินทางไปใช้ห้องน้ำที่ตึกอื่นแทน แต่สุดท้ายแล้ว เมื่อทำการพิจารณาร่วมกับค่าคะแนนน้ำหนักในแต่ละเกณฑ์แล้วนั้นห้องสมุดกลางชั้น 4 ถือว่าเป็นห้องที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการสร้างเป็นศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM. 2.5 ภายใต้เกณฑ์พิจารณาที่ได้กล่าวไปนี้



รูปที่ 8 สรุปผลการประเมินความสำคัญของปัจจัยที่มีอิทธิพลในการคัดเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM. 2.5



รูปที่ 9 แผนผังจัดพื้นที่ภายในห้องสมุดชั้น 4 เบื้องต้น

แนวทางในการปรับปรุงพื้นที่ห้องสมุดกลางชั้น 4 ให้เป็นศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM. 2.5 พื้นที่ดังกล่าวควรทำการอุดรอยรั่วและปิดช่องบริเวณประตู เพื่อไม่ให้ฝุ่นสามารถเข้าได้หรือเข้าไปได้น้อยที่สุด และปิดกระจกหน้าต่างที่มีติดจนไม่พบเจอรอยรั่ว นอกจากประตูที่พบว่ามีความสูงจากพื้นห้องทำให้ฝุ่นสามารถเข้ามาภายในห้องได้ควรทำการซื้อเทปซีลติดช่องว่างประตูมาติดตั้งสำหรับประตูทางเข้าและประตูที่เชื่อมไปถึงพื้นที่อื่น ๆ ทั้งนี้ควรจำกัดทางเข้าออก ซึ่งจะช่วยให้ลดโอกาสในการเข้าของฝุ่น PM 2.5 เนื่องจากการเข้าออกหลายทางของผู้เข้าใช้บริการ เมื่อทำการปิดรอยรั่วต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วควรจะมีการทดลองนำเครื่องฟอกอากาศเข้าไปที่ละเครื่องแล้วทำการวัดค่าฝุ่น PM 2.5 จนกว่าค่าฝุ่น PM 2.5 จะอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมซึ่งหากคำนวณจากพื้นที่ภายในห้องแล้ว ถ้าหากเครื่องกรองอากาศสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ 35 ตารางเมตร โดยอ้างอิงจากเครื่องกรองอากาศที่ขายตามท้องตลาดทั่วไป จะใช้เครื่องกรองอากาศทั้งหมด 11 เครื่อง ซึ่งจะเสียต้นทุนประมาณ 55,000 บาท (กำหนดราคาประมาณเครื่องละ 5,000 บาท) ทั้งนี้จำนวนเครื่องกรองอากาศอาจจะมีค่าไม่คงคงที่ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณฝุ่นภายในห้องในขณะนั้น การดูแลห้อง ควรหมั่นเช็คค่าฝุ่นภายในห้องทุกเช้าก่อนทำการเปิดใช้งานเครื่องกรองฝุ่น PM 2.5 หากพบว่าค่าฝุ่น PM 2.5 สูงขึ้นเกินกว่าที่ยอมรับได้ให้ทำการตรวจสอบรอยรั่วห้องอีกครั้ง เนื่องจากอาจมีจุดรอยรั่วเกิดขึ้น

5. สรุปผล

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นศึกษาการประยุกต์ใช้วิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น (AHP) สำหรับการเลือกที่ตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ การศึกษาดังกล่าวทำให้ทราบถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อการคัดเลือกศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกนั้น ประกอบไปด้วย ความจุ สะดวกสบาย เครื่องปรับอากาศ ความสว่าง ขนาดของห้อง ค่าติดตั้ง ค่าเครื่องกรองการเดินทางด้วยรถ การเดินทางด้วยการเดิน ที่จอดรถ ห้องน้ำและร้านสะดวกซื้อ จากกรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สามารถที่จะทำการประยุกต์ใช้วิธีการ AHP ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากทางเลือกทั้ง 3 ทางเลือก สถานที่ที่เหมาะสมมากที่สุดภายใต้การประเมินของผู้เชี่ยวชาญและเกณฑ์การพิจารณา คือ ห้องสมุดกลางชั้น 4

สถานที่ดังกล่าวเป็นสถานที่ที่มีพื้นที่ห้องกว้างขวางสามารถรองรับคนได้จำนวนมาก จำนวนโต๊ะ เก้าอี้และปลั๊กไฟมีหลายจุดทำให้ผู้ใช้บริการมีความสะดวกสบายในการใช้งาน มีแสงสว่างที่เพียงพอการใช้งาน รวมไปถึงสามารถเข้าห้องน้ำได้อย่างสะดวกสบายอีกด้วย ทั้งนี้ยังได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงสถานที่เบื้องต้น ให้มีลักษณะเป็นห้องปลอดฝุ่นมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นการพัฒนางานวิจัยในอนาคต ควรที่จะมีการระบุวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนเกี่ยวข้องข้อกำหนดที่สำคัญของศูนย์หลบภัยชั่วคราวต้องการในลักษณะใดก่อน เพื่อเป็นการจำแนกกระหว่างคุณลักษณะของสถานที่ที่จำเป็นต้องมี กับคุณลักษณะที่จะใช้เปรียบเทียบเพื่อหาสถานที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เพื่อเป็นการจำกัดขอบเขตของสถานที่ที่จะใช้เป็นทางเลือกให้เหลือเฉพาะที่มีลักษณะตรงตามข้อกำหนดเท่านั้นก่อน หลังจากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการการคัดเลือกและเปรียบเทียบต่อไป แต่อย่างไรก็ตามการดำเนินการตามวิธีการของงานวิจัยนี้ก็สามารถทำได้ หากสามารถพิจารณาแล้วว่าสถานที่ทุกส่วนของมหาวิทยาลัยมีสถานที่ที่เหมาะสมกับคุณลักษณะเบื้องต้นในการตั้งศูนย์หลบภัยชั่วคราว งานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ตัดสินใจที่จะช่วยในการตัดสินใจเลือกสถานที่ในการสร้างศูนย์หลบภัยชั่วคราวในช่วงภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 ได้ และสามารถนำไปประยุกต์กับการคัดเลือกศูนย์หลบภัยชั่วคราวกับพื้นที่ประสบปัญหาภัยพิบัติมลพิษทางอากาศ PM 2.5 ในสถานที่อื่น ๆ ได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนวิจัย Murata Science Foundation ประจำปี 2562 ในการสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- Awasthi, A., Chauhan, S. S., & Goyal, S. K. (2011). A multi-criteria decision-making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty. *Mathematical and Computer Modelling*, 53(1-2), 98-109.
- Boonmee, C., Arimura, M., & Asada, T. (2017). Facility location optimization model for emergency humanitarian logistics. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24, 485-498.
- Boonmee, C., Ikutomi, N., Asada, T., & Arimura, M. (2017). An integrated multi-model optimization and fuzzy AHP for shelter site selection and evacuation planning. *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)*, 73(5), 225-240.
- Chang, P. Y., & Lin, H. Y. (2015). Manufacturing plant location selection in logistics network using Analytic Hierarchy Process. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 8(5), 1547-1575.
- Chatterjee, D., & Mukherjee, B. (2013). Potential hospital location selection using AHP: a study in rural India. *International Journal of Computer Applications*, 71(17).
- Deng, X., Hu, Y., Deng, Y., & Mahadevan, S. (2014). Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers. *Expert Systems with Applications*, 41(1), 156-167.
- IQAir. (2020, May 24). *Chiang Mai air quality and weather daily forecast*. <https://www.iqair.com/thailand/chiang-mai>
- Kim, S., Kim, S., & Kiniry, J. R. (2018). Two-phase simulation-based location-allocation optimization of biomass storage distribution. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 86, 155-168.
- Singh, A., & Masuku, M. (2014). Sampling Techniques & Determination of Sample Size in Applied Statistics Research: an Overview *International Journal of Commerce and Management*, 2(11), 1-22.
- Turner, R. C., & Carlson, L. (2003). Indexes of item-objective congruence for multidimensional items. *International journal of testing*, 3(2), 163-171.
- Vieira, J. G. V., Toso, M. R., da Silva, J. E. A. R., & Ribeiro, P. C. C. (2017). An AHP-based framework for logistics operations in distribution centres. *International Journal of Production Economics*, 187, 246-259.
- Wiwatanadate, P. (2019, May 24). *The Effect of PM 2.5*. <http://healthydee.moph.go.th>

8 .ประวัติ



ชวิศ บุญมี

อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ศิวัช แจ่มจรรยา

นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



ณัฐญา อัสวโกวิทพงศ์

นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่