

การคัดเลือกผู้รับเหมาโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ สำหรับงานติดตั้งระบบดับเพลิงในอาคารสูง

Supplier Selection Using Analytic Hierarchy Process for Installation Fire Protection System in High-Rise Building

เชษฐ์ ตั้งทรงจิตรากุล¹ ศุภลักษณ์ ใจเรือง¹ อนุชา หิรัญวัฒน์² และลักขณา ฤกษ์เกษม^{3*}

Chet Tangsongjitakul¹, Supalux Jairueng¹, Anucha Hirunwat² and Lakkana Ruekkasaem^{3*}

¹สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

¹Department of Technology Management, Faculty of Industrial Technology, Phranakhon Rajabhat University.

²ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

²Department of Materials Handling and Logistics Engineering, Faculty of Engineering,

King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

³สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

³Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science and Technology,

Thammasat University, Rangsit Campus.

*Corresponding author: lakkana@mathstat.sci.tu.ac.th

Received: January 25, 2024

Revised: May 21, 2024

Accepted: May 27, 2024

บทคัดย่อ

วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) นั้นได้ถูกใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพช่วยในการตัดสินใจแบบหลายวัตถุประสงค์ โดยสามารถที่จะใช้ช่วยในการกำหนดระดับความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ และการประเมินทางเลือกต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ในงานวิจัยนี้ได้มีการประยุกต์นำเอาวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์มาใช้ในการแก้ปัญหาการตัดสินใจเลือกผู้รับเหมางานติดตั้งระบบดับเพลิงในอาคารสูง และนำเสนอการประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหาการตัดสินใจในการเลือกผู้รับเหมางานติดตั้งระบบดับเพลิงในอาคารสูง โดยพิจารณาจากปัจจัยหลัก 5 ประการ ได้แก่ มาตรฐานการปฏิบัติงาน สิ่งแวดล้อมและสังคม ความน่าเชื่อถือของบริษัท คุณภาพของสินค้า และด้านการเงิน ด้วยการใช้แบบสอบถามกับผู้ที่มีส่วนในการจัดซื้อ ซึ่งปัจจัยด้านมาตรฐานการปฏิบัติงานเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการคัดเลือกผู้รับเหมา มีค่าน้ำหนักความสำคัญร้อยละ 33.00 การคัดเลือกผู้รับเหมาด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมมีค่าน้ำหนักความสำคัญอยู่ที่ร้อยละ 12.00 การวิเคราะห์ด้านความน่าเชื่อถือของบริษัทมีค่าน้ำหนักความสำคัญอยู่ที่ร้อยละ 16.00 ด้านคุณภาพของสินค้าน้ำหนักความสำคัญอยู่ที่ร้อยละ 31.00 ส่วนด้านการเงินมีค่าน้ำหนักความสำคัญอยู่ที่ร้อยละ 8.00 จากนั้นจึงนำมาทำการคัดเลือกผู้รับเหมางานติดตั้งระบบดับเพลิงในอาคารสูงที่เหมาะสมที่สุด ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน ด้านคุณภาพสินค้า มีความสำคัญสูงเป็น 2 ลำดับแรกสำหรับการพิจารณาคัดเลือกผู้รับเหมา โดยผู้รับเหมารายที่ 1 ได้รับการคัดเลือกให้เป็นผู้รับเหมาที่เหมาะสมที่สุด คะแนนรวมเท่ากับ 4.40 เนื่องจากมีค่าน้ำหนักความสำคัญด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน และด้านคุณภาพของสินค้ามากที่สุด

คำสำคัญ: วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ การคัดเลือกผู้รับเหมางานติดตั้งระบบดับเพลิง การตัดสินใจ

Abstract

The Analytic Hierarchy Process–AHP is an efficient technique for making decisions with multiple objectives. This technique helps determine the significance of aspects in decision-making and allows for a systematic and efficient evaluation of different possibilities. This research utilizes the Analytic Hierarchy Process–AHP to manipulate decision-making issues related to the selection of contractors for the installation of fire suppression systems in high-rise buildings. The study examines five key factors: work standards, environment and society, company credibility, product quality, and financial issues. The assessment of these factors was conducted through the administration of a questionnaire to those who are engaged in the procurement process. According to the investigation, work standards were shown to be the most crucial element, contributing to 33.00% of the overall significance in the selection of contractors. The weight of environmental and social issues was 12.00%, but the study of company credibility contributed 16.00%. The weight assigned to product quality was 31.00%, while the weight assigned to financial issues was 8.00%. Following the investigation, the first supplier was chosen as the most suitable candidate for installing fire suppression systems in high-rise buildings. The total score was 4.40. This decision was based on its superior performance in appropriating work standards and its consistent commitment to product quality factors.

Keywords: analytic hierarchy process, fire protection supplier selection, decision making



บทนำ

สังคมเมืองในยุคปัจจุบันของประเทศไทยได้มีการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าทั้งทางด้านเศรษฐกิจและเทคโนโลยี ทั้งนี้เพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่จะพัฒนาองค์กรของแต่ละผู้ประกอบการ รวมถึงทางภาครัฐก็ได้มีนโยบายสำหรับการลงทุนทางด้านโครงสร้างพื้นฐานอย่างทั่วถึง ทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการคมนาคมขนส่งและอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ทำให้มีการกระจายความเจริญก้าวหน้าไปสู่พื้นที่ปริมณฑลและต่างจังหวัดมากขึ้น ส่งผลทำให้มีการก่อสร้างอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษจำนวนมาก โดยเฉพาะคอนโดมิเนียม หอพัก โรงแรม อาคารสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า เพื่อรองรับการขยายตัวของเมืองรวมถึงการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้ใช้แรงงานที่จะต้องเข้ามาทำงานในพื้นที่ดังกล่าว

อาคารคอนโดมิเนียมหรือที่นิยมเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “อาคารชุด” นั้น มีนิยามตามพระราชบัญญัติอาคารชุด พ.ศ. 2522 หมายความว่า อาคารที่บุคคลสามารถแยกการ

ถือกรรมสิทธิ์ออกได้เป็นส่วน ๆ โดยแต่ละส่วนจะประกอบไปด้วยกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินส่วนบุคคลและกรรมสิทธิ์ร่วมในทรัพย์สินส่วนกลาง ซึ่งมีกฎหมายและข้อบัญญัติในการกำกับและควบคุม ตั้งแต่ในขั้นตอนของการออกแบบ การก่อสร้าง การขออนุญาตใช้อาคารและการตรวจสอบอาคารประจำปี นอกจากนั้น ความปลอดภัยในด้านต่าง ๆ ตามมาตรฐานที่กำหนด

กรณีศึกษาในงานวิจัยฉบับนี้เป็นบริษัทที่ให้บริการจัดการอสังหาริมทรัพย์แบบครบวงจร มีหน้าที่ในการควบคุมดูแล วางแผน ดำเนินการส่วนกลางให้กับหอพัก คอนโด หมู่บ้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระบบรักษาความปลอดภัย กล้องวงจรปิด การจัดหาพนักงานรักษาความปลอดภัย การบำรุงรักษาระบบอาคาร เช่น ระบบน้ำ ระบบป้องกันอัคคีภัย ระบบไฟฟ้า ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบลิฟต์ การจัดงานจราจร การเข้า-ออกของลูกบ้าน สถานที่จอดรถ การจัดการขยะสิ่งปฏิกูล รวมถึงการให้บริการความสะดวกให้กับลูกบ้าน โดยในปัจจุบันทางบริษัทได้มีการดำเนินการ

วางแผน ควบคุมดูแลส่วนกลางให้กับอาคารชุดมากกว่า 400 โครงการ เพื่อให้ได้ผลงานที่มีประสิทธิภาพตอบสนอง ความพึงพอใจของลูกค้าอย่างสูงสุดและบริษัทก้าวไปสู่การ เป็นผู้นำในด้านการบริหารจัดการอสังหาริมทรัพย์อีกด้วย จากการเก็บข้อมูลพบว่าปัญหาในการดูแลอาคารต่าง ๆ ที่ เกิดขึ้นนั้น ระบบที่มีความสำคัญในการดูแลอาคารสูงมาก ที่สุดคือ ระบบซ่อมบำรุงในระบบต่าง ๆ โดยเฉพาะระบบ แฉ่งเหตุหนีไฟและระบบดับเพลิงในอาคาร ความปลอดภัย ในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ ระบบแฉ่งเหตุเพลิงไหม้เป็นระบบ ที่มีความสำคัญอย่างมาก จะต้องมีการแฉ่งเตือนในหลากหลายสัญญาณ ได้แก่ สัญญาณแสงและสัญญาณเสียง รวมถึงระบบที่เกี่ยวข้องกับการส่งสัญญาณผ่านโทรศัพท์มือถือ เพราะว่าเป็นระบบที่มีความจำเป็นอย่างสูงและเข้าถึงผู้พักอาศัยในอาคารได้ง่ายและรวดเร็ว ในการออกแบบอาคาร ขนาดใหญ่ผู้ออกแบบจะออกแบบให้คำนึงถึงมาตรฐาน หรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องข้อกำหนดและความปลอดภัย ต่าง ๆ ดังนั้นผู้รับเหมาที่ดูแลระบบนี้ต้องเป็นผู้รับเหมาที่มี ประสิทธิภาพ และมีทักษะความชำนาญในระดับสูงเพราะ มีผลต่อทรัพย์สินและความปลอดภัยของผู้พักอาศัย ซึ่งจะมี การว่าจ้างผู้รับเหมาภายนอกเข้ามาบริหารจัดการ โดย ผู้รับเหมาปรับปรุงอาคารนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นหลากหลายขนาด และหลายรูปแบบ ประกอบด้วย บริษัทขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก ไปจนถึงบุคคลทั่วไปที่รับจ้าง ทำงาน ด้วยเหตุนี้จึงเป็นสาเหตุของปัญหา เช่น การทำงาน ไม่ทำงานต่อจนจบ วัสดุที่ใช้ไม่ตรงตามรายละเอียดของข้อ ตกลง และแบบในการปรับปรุง สัญญาณคลุมเครือไม่ชัดเจน สัดส่วนการเบิกเงิน จำนวนที่มงาน การไม่มีมาตรฐานใน การปฏิบัติงาน และช่วงระยะเวลาในการรับประกันผลงาน เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นของผู้บริหารอาคารที่จะต้อง มีระบบการคัดเลือกผู้รับเหมาที่ดีและเหมาะสม เพื่อให้ งานซ่อมบำรุงสามารถทำงานให้แล้วเสร็จตรงตามเวลา และมีคุณภาพที่ดีตามข้อตกลง

จากการเก็บข้อมูลพบว่า หลักเกณฑ์เดิมที่ใช้ในการ ประเมินหาผู้รับเหมาที่เหมาะสมนั้นจะให้น้ำหนักคะแนน เท่ากันในทุก ๆ เกณฑ์ ซึ่งก็จะมีข้อดีคือ มีความง่ายใน การประเมิน ขั้นตอนและระยะเวลาในการคัดเลือกผู้รับ เหมาจะลดลง เพราะไม่ต้องมาทำการพิจารณาถึงน้ำหนัก คะแนนของแต่ละเกณฑ์ อย่างไรก็ตาม ข้อเสียที่พบคือทำให้

ปัจจัยบางปัจจัยที่มีความสำคัญมากอาจได้คะแนนน้อย ในทางเดียวกันปัจจัยที่มีความสำคัญน้อยอาจได้คะแนนมาก ทำให้เกิดความไม่ยุติธรรมในการประเมินหาผู้รับเหมาที่มี ความเหมาะสม และมีโอกาสที่จะตัดสินใจเลือกผู้รับเหมา ที่มีปัจจัยความเสี่ยงสูงกว่าเข้ามาร่วมงาน ซึ่งอาจจะส่งผล เสียต่อการปฏิบัติงานหรือชื่อเสียงและความน่าเชื่อถือของ บริษัท ด้วยเหตุนี้จึงควรมีการปรับปรุงหลักเกณฑ์การประเมิน หาผู้รับเหมาที่เหมาะสม โดยให้น้ำหนักคะแนนของแต่ละ เกณฑ์ตามระดับความสำคัญ ตัวอย่างเช่น เกณฑ์ด้านมาตรฐาน การปฏิบัติงาน เกณฑ์ด้านคุณภาพ เกณฑ์ด้านสิ่งแวดล้อม และสังคม ซึ่งการคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วย ให้หลักเกณฑ์การประเมินหาผู้รับเหมาที่เหมาะสมมีความ น่าเชื่อถือและได้รับการยอมรับจากทุกฝ่าย จากปัญหาดัง ที่กล่าวถึงข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดซื้อและการคัดเลือก ผู้ส่งมอบมีความสำคัญต่อความน่าเชื่อถือ ภาพลักษณ์ของ บริษัทและความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารเป็นอย่างมาก ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการคัดเลือกผู้รับเหมาให้มีความเหมาะสมที่สุด โดยในงานวิจัยนี้ได้นำวิธีการกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับ ชั้น (AHP) มาประยุกต์ใช้สำหรับหาระดับความสำคัญของ ปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกผู้รับเหมางานติดตั้งระบบดับ เพลิงในอาคารสูง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวกับการคัดเลือกผู้รับเหมา สำหรับงานติดตั้งระบบดับเพลิงในอาคารสูง
2. เพื่อศึกษาลำดับความสำคัญและคัดเลือกผู้รับเหมา สำหรับงานติดตั้งระบบดับเพลิงในอาคารสูง

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้ทางคณะผู้วิจัยได้ดำเนินงานวิจัยประกอบ ด้วยการศึกษขั้นตอนการจัดซื้อและการคัดเลือกซัพพลายเออร์ เทคนิคในการคัดเลือกซัพพลายเออร์ วิธีการกระบวนการ วิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) เกณฑ์และปัจจัยที่ใช้ในการ ประเมินผู้รับเหมา

การจัดซื้อ

การจัดซื้อ เป็นส่วนที่เชื่อมต่อการปฏิบัติงานระหว่างผู้จัดส่งวัตถุดิบและการดำเนินงานของระบบการผลิตในองค์กร การจัดซื้อจึงถือเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดการปฏิบัติงานที่สอดคล้องประสานกันต่อเป้าหมายของกลยุทธ์การดำเนินการโดยรวมขององค์กร นอกจากนี้การจัดซื้อยังเป็นช่องทางที่องค์กรจะได้รับรู้ข้อมูลสำคัญต่าง ๆ เช่น แหล่งวัตถุดิบหรือผู้จัดส่งวัตถุดิบรายใหม่ ๆ เทคโนโลยีใหม่ ๆ ในอุตสาหกรรม แนวโน้มของตลาด และอุตสาหกรรมที่ดำเนินการอยู่ เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้มีความสำคัญต่อกลยุทธ์การดำเนินงานขององค์กร ข้อมูลข่าวสารด้านแหล่งวัตถุดิบใหม่ ๆ ที่ได้มาจะเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้องค์กรสามารถค้นหาผู้จัดส่งได้หลากหลาย และมีความเหมาะสมที่จะพัฒนาความสัมพันธ์ในการดำเนินงานต่อกัน ในลักษณะพันธมิตรเชิงกลยุทธ์ต่อไปในอนาคต (Waters, 2003) ประเภทของการจัดซื้อ โดยหลักการแล้วจำแนกออกได้ 6 ประเภท (Leenders et.al., 2006) ได้แก่ ส่วนประกอบ (component part) วัตถุดิบ (raw material) สินค้าที่ใช้ในการดำเนินงาน (operating supplies) อุปกรณ์สนับสนุน (support equipment) อุปกรณ์ดำเนินการ (process equipment) และ การให้บริการ (service)

การคัดเลือกซัพพลายเออร์

การจัดหา (sourcing) คือ การคัดเลือกซัพพลายเออร์เพื่อซื้อสินค้าและบริการได้อย่างมีคุณภาพ ราคาสมเหตุสมผล สามารถจัดส่งสินค้าและบริการได้ตรงตามเวลาที่กำหนดไว้ หากบริษัทซื้อสินค้าและบริการจากซัพพลายเออร์ที่มีศักยภาพไม่เหมาะสม ผลที่จะเกิดขึ้นตามต่อมาก็คือ ความเสี่ยงในการจัดส่งสินค้าที่ด้อยคุณภาพ ลำช้า ส่งผลให้ลูกค้าไม่พอใจและขาดความเชื่อมั่น Dickson (1996) ได้นำเสนอปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจในการคัดเลือกซัพพลายเออร์ทั้งหมด 23 ปัจจัย ซึ่งเป็นปัจจัยที่ได้นำมาใช้อย่างแพร่หลาย

เทคนิคในการคัดเลือกซัพพลายเออร์

การตัดสินใจโดยการใช้วิธีแบบหลายหลักเกณฑ์ คือ การหาวิธีในการค้นหาทางเลือกของการตัดสินใจทางเลือกที่ดีที่สุดจะได้รับการคุณค่าถ่วงน้ำหนักกับหลักเกณฑ์

ที่เลือกใช้ โดยทางเลือกที่มีค่าผลรวมคุณมากที่สุดถือเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด วิธีที่สะดวกที่สุด คือ วิธีการจัดลำดับแต่มีข้อจำกัดระวัง คือหลักเกณฑ์บางอย่างมีลำดับความสำคัญแตกต่างกัน (Wongsakul, 2019)

1. การประเมินแบบน้ำหนักเท่ากัน (equal weight) หมายถึง การประเมินโดยให้น้ำหนักหรือความสำคัญเท่ากันกับเกณฑ์การประเมินแต่ละข้อ ไม่ว่าเกณฑ์การประเมินแต่ละข้อจะมีความสำคัญมากหรือน้อยก็ตาม

2. การประเมินแบบน้ำหนักไม่เท่ากัน (unequal weight) หมายถึง การประเมินโดยให้น้ำหนักหรือความสำคัญไม่เท่ากันกับเกณฑ์การประเมินแต่ละข้อ ขึ้นอยู่กับความสำคัญของเกณฑ์การประเมินแต่ละข้อ

วิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process--AHP)

วิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น เป็นหนึ่งวิธีในการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (multiple criteria decision making) ซึ่งก็คือ การตัดสินใจเลือกทางเลือกหรือจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกเมื่อต้องเลือกในการพิจารณาหลายเกณฑ์โดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพและมีความสะดวกในการจัดลำดับความสำคัญ อีกทั้งยังช่วยทำให้เกิดการตัดสินใจที่ดีที่สุดในสถานการณ์ที่ต้องมีการเลือก ซึ่งสามารถใช้ได้กับการตัดสินใจที่มีความยุ่งยากซับซ้อนโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นไม่เพียงแต่จะเป็นการช่วยให้ผู้ที่ทำการตัดสินใจได้ตัดสินใจในสิ่งที่ดีที่สุดแล้วยังแสดงถึงเหตุผลอย่างชัดเจนว่าทำไมจึงตัดสินใจในสิ่งที่เลือกนั้น (Niwrat, 2008)

ขั้นตอนที่ 1 ข้อจำกัดของกระบวนการวิเคราะห์ตามระดับชั้น ในการเก็บข้อมูลค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน และใช้เวลาค่อนข้างมากในการเก็บข้อมูลเนื่องจากต้องอธิบายการให้ระดับความสำคัญอย่างละเอียดและชัดเจนให้เข้าใจตรงกันสำหรับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล อีกทั้งใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์ผลค่อนข้างมาก หากมีปัจจัยมากก็จะก่อให้เกิดความยุ่งยาก ซับซ้อนมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 ประโยชน์ของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP)

2.1 เป็นกระบวนการที่ง่ายต่อการเข้าใจและยืดหยุ่นความซับซ้อน

2.2 แยกโครงสร้างที่ซับซ้อนออกมาเป็นส่วน ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ

2.3 สามารถตรวจสอบการวินิจฉัยหาความสำคัญ มีเหตุผลสอดคล้องกันหรือไม่

2.4 ช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถทำให้กรอบของปัญหาสมบูรณ์ขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพของการวินิจฉัยโดยการทบทวนซ้ำแล้วซ้ำอีกได้

2.5 พิจารณาถึงลำดับความสำคัญเปรียบเทียบของปัจจัยต่าง ๆ ในระบบและช่วยให้ผู้ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดตรงตามเป้าหมาย

2.6 ไม่เน้นเรื่องการลงประชามติ แต่จะเน้นเรื่องการสังเคราะห์ข้อมูลที่มาจากการวินิจฉัยของทุก ๆ คนในกลุ่ม

2.7 สามารถวัดคุณสมบัติที่เป็นนามธรรมและมีผลอยู่ในรูปของลำดับความสำคัญ

ขั้นตอนที่ 3 การดำเนินการในส่วนของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นนั้น สามารถสรุปการดำเนินการตามกระบวนการในภาพที่ 1

3.1 การสลายปัญหาที่ซับซ้อน (decomposition) ให้มาอยู่ในรูปลักษณะของตัวแผนภูมิโครงสร้างที่เป็นลำดับชั้น (hierarchy structure) ซึ่งในแต่ละระดับชั้นจะประกอบไปด้วยเกณฑ์ในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ ซึ่งระดับชั้นบนสุดจะถูกเรียกว่า เป้าหมายโดยรวม ซึ่งมีเพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น ระดับชั้นที่ 2 อาจมีหลายปัจจัยขึ้นอยู่กับว่าแผนภูมินั้นมีทั้งหมดกี่ระดับชั้น ที่สำคัญที่สุดปัจจัยต่าง ๆ ในระดับชั้นเดียวกันต้องมีความสำคัญทัดเทียมกัน ถ้ามีความสำคัญแตกต่างกันมากควรแยกเอาปัจจัยที่มีความสำคัญน้อยกว่าลงไปอยู่ระดับชั้นที่อยู่ถัดลงไป ตัวอย่างแผนภูมิชั้นโครงสร้าง AHP แสดงดังภาพ 2 (Viriyapab, 2014)

3.2 การหาลำดับความสำคัญ (prioritization) โดยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ทีละคู่ (pairwise comparisons) จากปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจในแต่ละระดับชั้นโครงสร้างโดยใช้วิธี Principle of Hierarchic Composition การวินิจฉัยจะแสดงออกมาในรูปของมาตราส่วนของระดับความพึงพอใจที่เป็นตัวเลข 1 ถึง 9 ในตารางเมทริกซ์เนื่องจากตารางเมทริกซ์คือเครื่องมือที่เหมาะสมที่สุดในการเปรียบเทียบในลักษณะเป็นคู่ ๆ หรือจับคู่ ดังตาราง 1

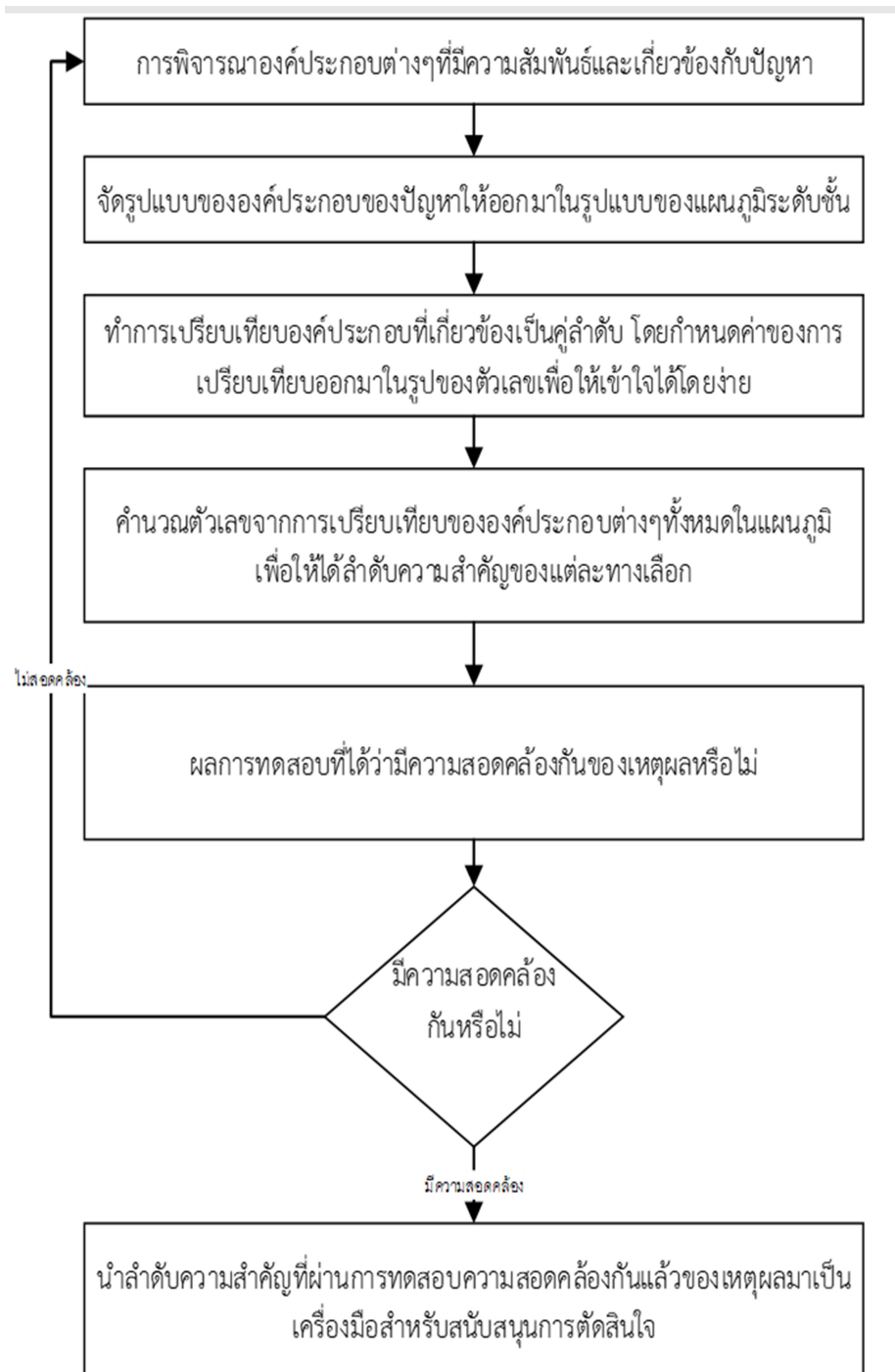
3.3 การสังเคราะห์ (synthesis) โดยการพิจารณาจากลำดับความสำคัญทั้งหมดจากการเปรียบเทียบว่าทางเลือกใดควรได้รับเลือกจาก เมทริกซ์การให้น้ำหนัก (Sangpaen, 2013) ดังแสดงในภาพ 3

จากตาราง 2 ภายใต้เป้าหมายการตัดสินใจ หลักเกณฑ์ A1 ที่อยู่ในแถวซ้ายมือบนสุดจะถูกเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ A2 ถึง A1 ที่อยู่ในแถวบน A1 ของการเปรียบเทียบก็ดำเนินการเช่นเดียวกันในแถวบนที่ 2 การวิเคราะห์ Geometric Mean Method หรือ ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต (v) โดยค่าเฉลี่ยเรขาคณิตจะเกิดจากการนำเอาตัวเลขที่ต้องการหาค่าเฉลี่ยมาคูณกัน แล้วนำเอาผลคูณนั้นมาถอดรากตามจำนวนตัวเลขนั้น ด้วยสมการที่ (1)

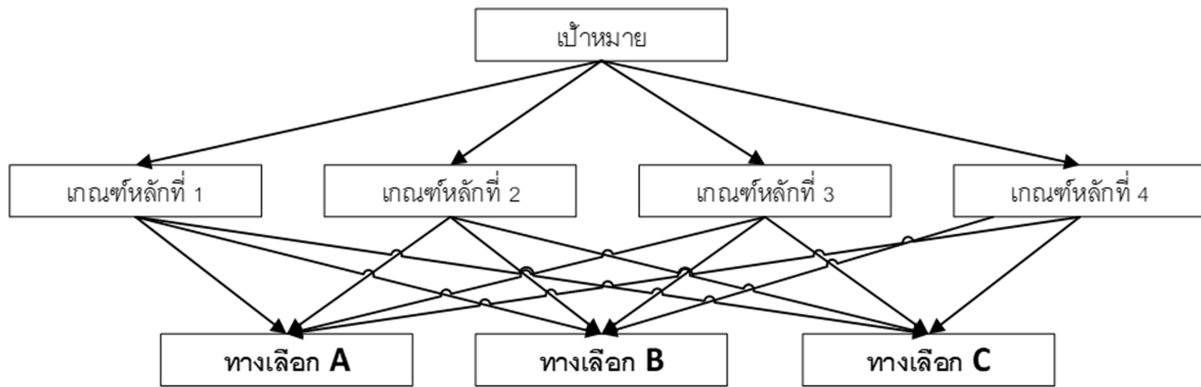
$$v = (\prod_{j=1}^n a_{ij})^{1/n} \quad (1)$$

การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักคะแนนของรูปแบบแต่ละทางเลือก (W) คือ การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักคะแนนของแต่ละรูปแบบทางเลือกนั้น เกิดจากการสังเคราะห์ข้อมูลแต่ละรูปแบบทางเลือก ด้วยสมการที่ (2)

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1.0 \quad (2)$$



ภาพ 1 แผนภูมิขั้นตอนกระบวนการ AHP



ภาพ 2 โครงสร้างลำดับชั้น AHP

$$\begin{array}{c}
 \text{เกณฑ์การตัดสินใจ} \quad [C_1 \quad C_2 \quad \dots \quad C_n] [Factor] \\
 A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_n \end{bmatrix}
 \end{array}$$

ภาพ 3 รูปแบบเมทริกซ์การให้น้ำหนัก

โดยที่ C_n = เกณฑ์การตัดสินใจ

A_n = ปัจจัยหรือองค์ประกอบต่าง ๆ ในลำดับชั้นที่จะทำการเปรียบเทียบทีละคู่ C_i กับ A_i

ดังนั้นการคำนวณหาลำดับความสำคัญกระทำในรูปแบบของตารางเมทริกซ์ขนาด $n \times m$ จะได้นิยามเมทริกซ์

$A = [a_{ij}]$ โดยที่ i และ $j = 1, 2, 3, \dots, n$

ตาราง 1

ระดับความสำคัญและค่าแสดงเป็นตัวเลขของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

ระดับความสำคัญ	ค่าแสดงเป็นตัวเลข
เท่ากัน (equally preferred)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (equally to moderately preferred)	2
ปานกลาง (moderately preferred)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (moderately to strongly preferred)	4
ค่อนข้างมาก (strongly preferred)	5
ค่อนข้างมากถึงมากกว่า (strongly to very strongly preferred)	6
มากกว่า (very strongly preferred)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (very strongly to extremely preferred)	8
มากที่สุด (extremely preferred)	9

ตาราง 2

เมทริกซ์ที่ใช้เปรียบเทียบหลักเกณฑ์เป็นคู่ (pairwise comparison)

เป้าหมายการตัดสินใจ	หลักเกณฑ์			
	A_1	A_2	$\rightarrow$	A_n
A_1	1	3	-	-
A_2	1/3	1	-	-
$\downarrow$	-	-	-	-
A_n	-	-	-	1

การวิเคราะห์ความสอดคล้อง วิธีในการคำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผลในการให้คะแนน โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ทีละคู่ของหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกกำหนด โดยการนำเอาผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละหลักเกณฑ์ที่อยู่ในแถวตั้ง แต่ละแถวมาคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยในแถวอนแต่ละแถวแล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์ก็จะมีค่าเท่ากับจำนวนหลักเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกนำมาทำการเปรียบเทียบ ซึ่งผลรวมนี้จะถูกเรียกว่า Eigen Values สูงสุด (λ_{max}) ด้วยสมการที่ (3)

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n [\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j] \quad (3)$$

ถ้าตารางเมทริกซ์ที่ได้มีความสอดคล้องกันของเหตุผลสมบูรณ์ 100 % $\lambda_{max} =$ จำนวนหลักเกณฑ์ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ (n)

ถ้าตารางเมทริกซ์ไม่ได้มีความสอดคล้องกัน $\lambda_{max} >$ จำนวนหลักเกณฑ์ที่ได้จะถูกนำมาทำการเปรียบเทียบค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index--CI) ด้วยสมการที่ (4)

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

เมื่อ $n =$ จำนวนของหลักเกณฑ์

อัตราส่วนความสอดคล้องของเหตุผล (Consistency Ratio--CR) ด้วยสมการที่ (5)

$$CR = \frac{CI \text{ จากจำนวน}}{RI \text{ จากการสุ่มตัวอย่าง}} \quad (5)$$

ค่า CR ที่ได้จะมีเกณฑ์ในการวินิจฉัยว่ามีความสอดคล้องของเหตุผล โดยดูจากจำนวนปัจจัย ดังนี้

จำนวนปัจจัย 3 ปัจจัย ค่า CR ไม่ควรเกิน 5%

จำนวนปัจจัย 4 ปัจจัย ค่า CR ไม่ควรเกิน 9%

จำนวนปัจจัยเกินกว่า 5 ปัจจัย ค่า CR ไม่ควรเกิน 10%

ถ้าค่า CR ที่ได้มีค่าเกินกว่ามาตรฐานดังกล่าว ก็จะแสดงว่าความสอดคล้องกันของเหตุผลไม่มีความสอดคล้องกัน ผู้ที่ทำการวินิจฉัยจะต้องทำการทบทวนการวินิจฉัยที่ได้ทำไปแล้วใหม่ ซึ่งแนวทางในการแก้ปัญหาของความไม่สอดคล้องกัน คือ การเรียงลำดับปัจจัยตามค่าน้ำหนักที่ได้จากผลการวินิจฉัยในครั้งแรก ต่อจากนั้นก็ทำการสร้างตารางเมทริกซ์เพื่อทำการวินิจฉัยหาลำดับความสำคัญใหม่ โดยการดูว่าอันดับมีการเปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่ ซึ่งถ้ามีการเปลี่ยนไปในทางที่เป็นเหตุผลและตรงกับสถานการณ์ของปัญหาก็ย่อมจะหมายถึง ความสอดคล้องกันของเหตุผล ก็จะมีค่าสูงขึ้น

ค่า Random Index--RI จะได้มาจากการทดลองโดยการสุ่มตัวอย่างจากตารางเมทริกซ์จำนวน 64,000 ตัวอย่างโดย Saaty (1980) ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3

ค่า RI ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง

ขนาดของตารางเมทริกซ์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ค่า RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Note. From *The Analytic Hierarchy Process* by T. L. Saaty, 1980 Copyright McGraw-Hill, New York

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้วิธีของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นสำหรับการคัดเลือกผู้ส่งมอบนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างงานวิจัยของ Sonong et al. (2022) ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์สำหรับคัดเลือกผู้ให้บริการขนส่งสินค้าแช่แข็ง โดยเกณฑ์ปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกผู้ให้บริการขนส่งสินค้าแช่แข็งประกอบด้วย ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านการบริการ ปัจจัยด้านคุณภาพ ปัจจัยด้านการส่งมอบ ปัจจัยด้านความน่าเชื่อถือ และปัจจัยด้านความปลอดภัย ผลการประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น พบว่าบริษัทกรณีศึกษาสามารถเลือกผู้ส่งมอบที่เหมาะสมได้จากการพิจารณาค่าน้ำหนักของความสำเร็จ งานวิจัยของ Vadee and Suraraksa (2022) ได้ประเมินปัจจัยในการเลือกผู้ให้บริการขนส่งโดยคำนึงถึงความยั่งยืน ในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ผลการพิจารณาจากมุมมองโดยคำนึงถึงความยั่งยืนแสดงให้เห็นว่าปัจจัยจากด้านเศรษฐกิจมีค่าน้ำหนักโดยรวมสูงสุด (83.76%) รองลงมา คือ ด้านสังคม (12.23%) และด้านสิ่งแวดล้อม (4.00%) ดังนั้นผู้ให้บริการขนส่งควรให้ความสำคัญต่อการกำหนดกลยุทธ์และวางแผนการดำเนินงานโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านความยั่งยืนเพื่อยกระดับการบริการให้มีมาตรฐาน และงานวิจัยของ Borisutiyane and Phruksaphanrat (2016) ได้ศึกษาการจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรคในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับโซ่อุปทาน โดยใช้บริษัทกรณีศึกษาจำนวน 10 บริษัท แบ่งเป็นบริษัทในภาคการผลิต 5 บริษัท และบริษัทภาคบริการและการขายจำนวน 5 บริษัท ผลการศึกษาพบว่าการจัดลำดับความสำคัญของอุปสรรคในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับโซ่อุปทาน ทั้งในภาคการผลิตและภาคบริการ คือ หลักเกณฑ์อุปสรรคด้านบุคคล โดยการขาด

การอบรมและให้ความรู้ ซึ่งผลที่ได้จะเป็นแนวทางสำหรับการป้องกันและแก้ไขปัญหายุ่งยากที่อาจเกิดขึ้นต่อไปได้ งานวิจัยของ Jewpanya et al. (2020) ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์เพื่อเลือกสถานประกอบการปฏิบัติสหกิจศึกษาของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดตาก โดยพิจารณาปัจจัยที่ใช้สำหรับการเลือกสถานประกอบการทั้งหมด 4 ปัจจัย คือ ภูมิภาค สายงาน ประเภทธุรกิจ และสวัสดิการ ผลลัพธ์ของผลการวิเคราะห์ AHP คือ รายชื่อสถานประกอบการที่สอดคล้องกับความต้องการของนักศึกษา การศึกษาใช้ข้อมูลของการออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาของสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดตาก จำนวน 36 คน และมีสถานประกอบการที่ใช้ในการพิจารณาทั้งสิ้น 30 บริษัท แยกออกเป็น 3 ประเภทธุรกิจ ได้แก่ ประเภทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และผลิตภัณฑ์วิศวกรรม จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาหลังจากที่นักศึกษาแต่ละคนทราบรายชื่อบริษัทตามการวิเคราะห์ AHP พบว่า ร้อยละ 5.56 มีความพึงพอใจระดับปานกลาง ร้อยละ 41.67 มีความพึงพอใจระดับมาก และ ร้อยละ 52.78 มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด และงานวิจัยของ Niemsakul and Niemsakul (2019) ได้วิเคราะห์เกณฑ์การประเมินผู้ส่งมอบ และเพื่อคัดเลือกผู้ส่งมอบที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มผู้ส่งมอบตามประเภทของวัตถุดิบผลการวิจัยพบว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมินผู้ส่งมอบตามลำดับคือ คุณภาพ (0.317) ความตรงต่อเวลาในการส่งมอบ (0.241) ราคาวัตถุดิบ (0.213) การให้เครดิตในการจ่ายเงิน (0.152) และสถานที่ตั้งของผู้ส่งมอบ (0.077) และผลการคัดเลือกผู้ส่งมอบที่มีค่าคะแนนความสำคัญสูงสุดแบ่งเป็น 3 กลุ่ม

คือ กลุ่มผู้ส่งมอบวัตถุดิบประเภทโลหะ ได้แก่ บริษัท S (0.291) กลุ่มผู้ส่งมอบวัตถุดิบประเภทสี ได้แก่ บริษัท A (0.412) และกลุ่มผู้ส่งมอบวัตถุดิบประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้า และเบ็ดเตล็ด ได้แก่ บริษัท R (0.520)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นจะเห็นได้ว่าได้มีการประยุกต์ใช้วิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่หลากหลาย เนื่องจากวิธีการของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมีแนวคิดมาจากการเลียนแบบการคิดของมนุษย์ เพื่อลดความเอนเอียง วิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นนี้มีโปรแกรมสำเร็จรูปที่ช่วยในการวิเคราะห์และสรุปผลที่ได้รับความนิยมอย่างมาก เช่น โปรแกรม Expert Choice (www.expertchoice.com) และ โปรแกรม Super decision (www.superdecisions.com) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์วิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ซึ่งทำให้บริษัทสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์เกณฑ์การประเมินได้เองในอนาคต ด้วยเหตุนี้ทางคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาลำดับความสำคัญของปัจจัยในการเลือกผู้รับเหมาสำหรับงานบริหารงานติดตั้งระบบดับเพลิงในอาคารสูง

กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยของคัดเลือกผู้รับเหมาสำหรับงานติดตั้งระบบดับเพลิงในอาคารสูงโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ จะประกอบไปด้วย (1) ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (2) ทฤษฎี เครื่องมือและการวิเคราะห์ผล และ (3) ผลลัพธ์โดยกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัย ดังแสดงตามภาพ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลได้มาจากการสอบถามผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้องในการบริหารงานอาคารของบริษัท กรณีศึกษา เพื่อให้ได้มาซึ่งปัญหาที่พบจริงของบริษัท รวมถึงการเข้าถึงประเภทของผู้รับเหมาแต่ละบริษัท สำหรับการพิจารณาประเมินเลือกผู้รับเหมาได้อย่างเหมาะสมกับ

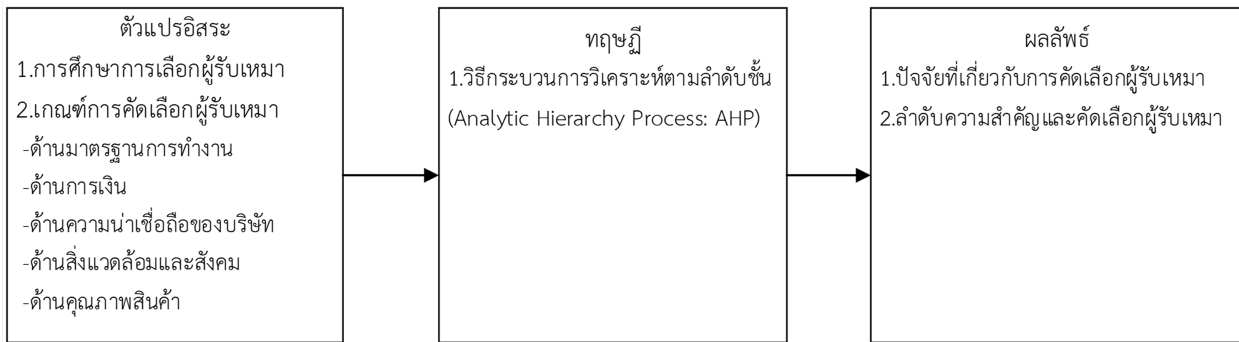
ความชำนาญงานของผู้รับเหมาแต่ละบริษัท

2. ศึกษาทฤษฎีการประเมินผู้รับเหมา และเกณฑ์การประเมินผู้รับเหมาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. ทำการนำเสนอเสนอเกณฑ์ที่ได้ศึกษาและสรุปออกมา นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย ที่ปรึกษาของบริษัทที่มีคุณวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก และผู้บริหารของบริษัทที่มีคุณวุฒิการศึกษา ระดับปริญญาเอก จำนวน 3 ท่าน และวุฒิวิศวกรสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จำนวน 1 ท่าน และสามัญวิศวกรสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จำนวน 1 ท่าน ในการประเมินเกณฑ์การประเมินผู้รับเหมาและข้อเสนอแนะ

4. สรุปเกณฑ์การประเมินผู้รับเหมา และสามารถจำแนกได้ 5 ด้าน ได้แก่ ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน ด้านการเงิน ด้านความน่าเชื่อถือของบริษัท ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม และด้านคุณภาพสินค้า นอกจากนั้นภายใต้ปัจจัยใหญ่แต่ละด้านประกอบด้วยปัจจัยย่อย ดังแสดงข้อมูลในตาราง 4 ถึง 8

5. หลังจากได้ศึกษาปัจจัยในการประเมินผู้รับเหมา ในขั้นตอนต่อไปเป็นขั้นตอนการประเมินผู้รับเหมา ด้วยวิธีการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยมีโครงสร้างของลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ดังแสดงในภาพ 5 โดยผู้ตอบแบบประเมินผู้รับเหมาด้วยวิธีการของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ในงานวิจัยนี้ได้ให้ผู้มีประสบการณ์และผู้มีอำนาจในการเลือกผู้รับเหมาของบริษัท กรณีศึกษา จำนวน 10 ราย ประกอบด้วยผู้จัดการอาคาร วิศวกรอาคาร และพนักงานแผนกจัดซื้อ อายุงาน 5 ปี ขึ้นไป



ภาพ 4 กรอบแนวคิดการวิจัยของคัดเลือกผู้รับเหมาสำหรับงานติดตั้งระบบดับเพลิงในอาคารสูง

ตาราง 4

ปัจจัยในการประเมินผู้รับเหมาด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน

ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน (A)	คำอธิบาย	อ้างอิง
การจัดการความเสี่ยง (A1)	การลดลำดับความความเสียหายความสูญเสียหรือการบริหารเหตุการณ์ความไม่แน่นอนในอนาคต	(Sri-udomchai & Thawesaengskulthai, 2012)
ความพร้อมของบุคลากร (A2)	บุคลากรมีความสามารถและมีปริมาณบุคลากรเหมาะสมกับปริมาณงาน	(Mooleng, 2018)
ความตรงต่อเวลาและระยะเวลาการส่งมอบ (A3)	ความสามารถในการทำงานได้เสร็จสิ้นตามระยะเวลาที่ตกลงกันในสัญญา	(Sawangwongsin, 2012)
ความรับผิดชอบและการรักษาสัญญา (A4)	สามารถทำงานที่ได้รับมอบหมาย ไม่มีประวัติการทิ้งงาน ไม่ถูกระบุไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของกรมบัญชีกลาง	(Maksomboon, 2018)

ตาราง 5

ปัจจัยในการประเมินผู้รับเหมา ด้านการเงิน

ด้านการเงิน (B)	คำอธิบาย	อ้างอิง
การมีเครดิตเงื่อนไขการชำระเงิน (B1)	มีการชำระเงินที่หลากหลายมีเครดิตผ่อนจ่ายหรือจ่ายเป็นงวด ๆ	(Damrongkul, 2020)
ทุนการจดทะเบียน (B2)	ทุนจดทะเบียนบริษัทถูกต้องตามกฎหมาย มีมูลค่าเทียบเท่ากับมูลค่างาน	อ้างอิงจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
งบการเงินย้อนหลัง (B3)	ตรวจสอบงบการเงินย้อนหลังได้เพื่อเช็คสภาพความคล่องทางการเงินของบริษัท	(Sawangwongsin, 2012)
งบประมาณการพัฒนาบริษัท (B4)	มีการวางแผนการพัฒนาบริษัทในด้านต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพ	อ้างอิงจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 6

ปัจจัยในการประเมินผู้รับเหมา ด้านความน่าเชื่อถือของบริษัท

ด้านความน่าเชื่อถือของบริษัท (C)	คำอธิบาย	อ้างอิง
ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO (C1)	มีอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบที่มีมาตรฐาน อุปกรณ์ที่นำมาตรวจสอบจะต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน	(Chonviriyakun & Suraraksa, 2023)
ชื่อเสียงบริษัท ความเชี่ยวชาญ เทคนิคการก่อสร้างและ ผลงานในอดีต (C2)	มีชื่อเสียงในทางที่ดี ไม่มีประวัติทำงาน มีเทคนิค มีความเชี่ยวชาญในงาน	(Suriyacharoen, 2019)
ระยะเวลาที่เปิดบริษัท (C3)	ระยะเวลาที่เปิดดำเนินการกิจการหากเปิดมานานก็มีความน่าเชื่อถือมาก	อ้างอิงจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
ทำเลที่ตั้งของบริษัท (C4)	สามารถเดินทางมาทำงานได้สะดวก ต้นทุนในด้านโลจิสติกส์เหมาะสม	(Sirirak et al. 2021)

ตาราง 7

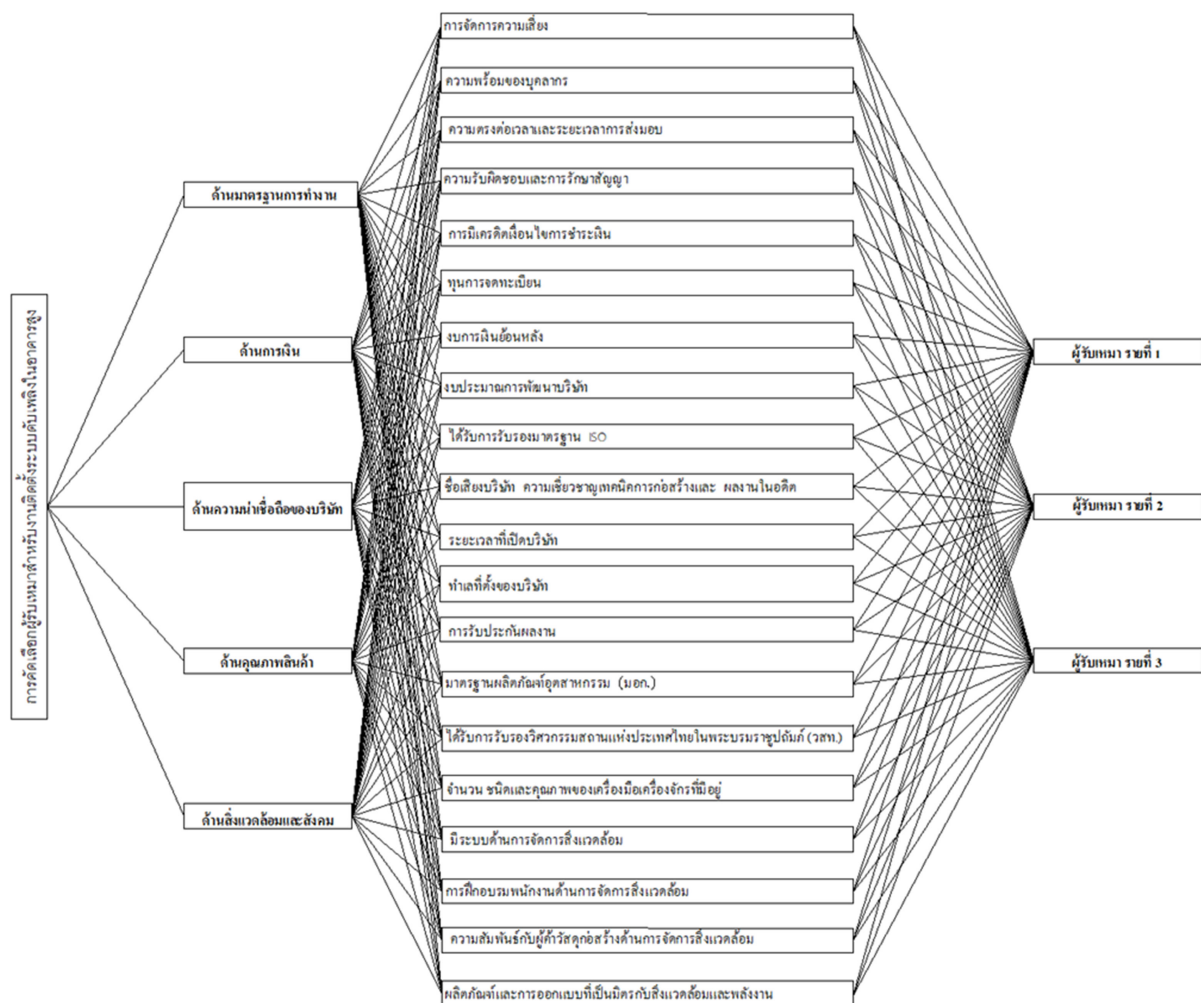
ปัจจัยในการประเมินผู้รับเหมา ด้านคุณภาพสินค้า

ด้านคุณภาพสินค้า (D))	คำอธิบาย	อ้างอิง
การรับประกันผลงาน (D1)	การรับรอง การรับประกันผลงานหลังส่งมอบ	(Hemaboot, 2017)
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) (D2)	ใช้สินค้าที่มีคุณภาพและมีการรับรองจากมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)	(Chonviriyakun, 2022)
ได้รับการรับรองวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) (D3)	มีการรับรองมาตรฐานจากวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)	(Muamkhuntod, 2012)
จำนวน ชนิดและคุณภาพของ เครื่องมือเครื่องจักรที่มีอยู่ (D4)	มีการใช้เครื่องมือ เทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์และเหมาะสม กับงาน	(Hemaboot, 2017)

ตาราง 8

ปัจจัยในการประเมินผู้รับเหมา ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม

ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม (E)	คำอธิบาย	อ้างอิง
มีระบบด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม (E1)	มีนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม บริษัทมีการทำประโยชน์ต่อ สิ่งแวดล้อม	(Hemaboot, 2017)
การฝึกอบรมพนักงานด้านการ จัดการสิ่งแวดล้อม (E2)	พนักงานมีความรู้ และมีแนวทางปฏิบัติไปในทิศทางเดียวกัน และตระหนักถึงกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	(Sirirak, 2021)
ความสัมพันธ์กับผู้ค้าวัสดุก่อสร้าง ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม (E3)	มีความสัมพันธ์อันดีกับบริษัทผู้ร่วมดำเนินการ ทำให้การ ปฏิบัติงาน การเจรจาธุรกิจดำเนินไปได้อย่างราบรื่น	(Muamkhuntod, 2012)
ผลิตภัณฑ์และการออกแบบที่เป็น มิตรกับสิ่งแวดล้อมและพลังงาน (E4)	มีการเลือกใช้วัสดุและเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	(Hemaboot, 2017)



ภาพ 5 โครงสร้างของลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของการคัดเลือกผู้รับเหมา

จากทุกปัจจัยที่มีการเปรียบเทียบค่าของค่า CR ไม่ควรเกิน 10 % หรือมีค่าเท่ากับ 0.1 ซึ่งสอดคล้องกับการคำนวณการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลแบบกลุ่มด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (geometric mean method) ที่มีอัตราส่วนความสอดคล้องของกลุ่มมีค่า CR น้อยกว่า 0.10 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลค่าน้ำหนักความสำคัญจากการสัมภาษณ์ที่ได้มีความสอดคล้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ ดังตัวอย่างการคำนวณ CR และ Eigen Values โดยประยุกต์ใช้สมการที่ 1 และ 2 ดังแสดงในตาราง 9-10

หาผลรวมแนวตั้ง และนำผลรวมแนวตั้งแต่ละหลัก เพื่อ Normalize matrix ดังตาราง 10 หลังจากนั้นประยุกต์ใช้สมการที่ 3 หาค่า Eigen Values (λ_{max}) มีค่าเท่ากับ 5.06 คำนวณค่า Consistency Index--CI จากสมการที่ 4 ได้ค่า $CI = 0.016$ คำนวณค่า CR จากสมการที่ 5 โดยใช้ค่า RI จากตาราง 3 มีค่าเท่ากับ 1.12 ดังนั้นค่า

CR มีค่าเท่ากับ 0.01 ค่าการคำนวณของ CR ที่ได้มีค่าเท่ากับค่ามาตรฐานดังกล่าว แสดงว่ามีความสอดคล้องกันของเหตุผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ หลังจากนั้น คำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยหลัก ได้ค่าน้ำหนักปัจจัยหลักดังตาราง 11 และปัจจัยย่อยได้ดังตาราง 12

6. ประเมินผู้รับเหมาสำหรับงานติดตั้งระบบดับเพลิงในอาคารสูงในโครงการ ตึกสูง 25 ชั้น จำนวน 3 ราย ในงานวิจัยนี้ได้ให้ผู้มีประสบการณ์และผู้มีอำนาจในการเลือกผู้รับเหมาของบริษัท กรณีศึกษา จำนวน 10 ราย ประกอบด้วยผู้จัดการอาคาร วิศวกรประจำอาคาร และพนักงานแผนกจัดซื้อ อายุการทำงาน 5 ปี ขึ้นไป

7. คัดเลือกผู้รับเหมาที่ได้คะแนนการประเมินที่มากที่สุด คือ 4.40 เป็นผู้รับเหมาที่ 1 ได้รับการคัดเลือกลำดับแรกสำหรับผู้รับเหมาสำหรับงานติดตั้งระบบดับเพลิงในอาคารสูง

ตาราง 9

ตารางเมตริกแสดงการเปรียบเทียบเกณฑ์ใช้ในการตัดสินใจรายคู่โดยใช้ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต (geometric mean method)

ปัจจัยหลัก	A	B	C	D	E
A	1.00	3.16	2.58	2.91	1.06
B	0.32	1.00	0.38	0.56	0.33
C	0.39	2.66	1.00	1.30	0.45
D	0.34	1.78	0.77	1.00	0.35
E	0.94	3.00	2.22	2.88	1.00
ผลรวมแนวตั้ง	2.99	11.60	6.95	8.65	3.19

ตาราง 10

ตารางเมตริกแสดงการเปรียบเทียบเกณฑ์ใช้ในการตัดสินใจรายคู่เพื่อคำนวณหา Eigen Values

ปัจจัยหลัก	A	B	C	D	E	ผลรวมแนวนอน
A	0.33	0.27	0.37	0.34	0.33	1.65
B	0.11	0.09	0.05	0.06	0.10	0.42
C	0.13	0.23	0.14	0.15	0.14	0.79
D	0.11	0.15	0.11	0.12	0.11	0.60
E	0.32	0.26	0.32	0.33	0.31	1.54
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	

ตาราง 11

การคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก

ปัจจัยหลัก	A	B	C	D	E	ค่าน้ำหนักของปัจจัยหลัก
A	0.33	0.27	0.37	0.34	0.33	0.33
B	0.11	0.09	0.05	0.06	0.10	0.08
C	0.13	0.23	0.14	0.15	0.14	0.16
D	0.11	0.15	0.11	0.12	0.11	0.12
E	0.32	0.26	0.32	0.33	0.31	0.31
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	

ตาราง 12

ผลการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อย

ปัจจัยในการประเมินผู้รับเหมา	ค่าน้ำหนักของปัจจัยหลัก	ค่าน้ำหนักของปัจจัยย่อย
ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน (A)	0.33	
การจัดการความเสี่ยง (A1)		0.10
ความพร้อมของบุคลากร (A2)		0.35
ความตรงต่อเวลาและระยะเวลาการส่งมอบ (A3)		0.32
ความรับผิดชอบและการรักษาสัญญา (A4)		0.23
ด้านการเงิน (B)	0.08	
การมีเครดิตเงื่อนไขการชำระเงิน (B1)		0.09
ทุนการจดทะเบียน (B2)		0.52
งบการเงินย้อนหลัง (B3)		0.21
งบประมาณการพัฒนาบริษัท (B4)		0.18
ด้านความน่าเชื่อถือของบริษัท (C)	0.16	
ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO (C1)		0.41
ชื่อเสียงบริษัท ความเชี่ยวชาญเทคนิคการก่อสร้างและผลงานในอดีต (C2)		0.32
ระยะเวลาที่เปิดบริษัท (C3)		0.17
ทำเลที่ตั้งของบริษัท (C4)		0.10
ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม (D)	0.12	
มีระบบด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม (D1)		0.10
การฝึกอบรมพนักงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม (D2)		0.20
ความสัมพันธ์กับผู้ค้าวัสดุก่อสร้างด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม (D3)		0.21
ผลิตภัณฑ์และการออกแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและพลังงาน (D4)		0.50
ด้านคุณภาพสินค้า (E)	0.31	
การรับประกันผลงาน (E1)		0.12
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) (E2)		0.43
ได้รับการรับรองวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) (E3)		0.32
จำนวน ชนิดและคุณภาพของเครื่องจักร อุปกรณ์เครื่องมือที่มีอยู่ (E4)		0.12

ตาราง 13

สรุปคะแนนในภาพรวมคุณสมบัติของแต่ละทางเลือก

ผู้รับเหมา	ปัจจัยหลักในการประเมินผู้รับเหมา					คะแนนการประเมินรวม
	A	B	C	D	E	
1	$= (0.33 \times 3.70) + (0.08 \times 3.70) + (0.16 \times 4.60) + (0.12 \times 3.40) + (0.31 \times 5.00)$					4.40
2	$= (0.33 \times 3.70) + (0.08 \times 3.00) + (0.16 \times 4.00) + (0.12 \times 3.00) + (0.31 \times 4.60)$					4.08
3	$= (0.33 \times 3.70) + (0.08 \times 3.40) + (0.16 \times 4.00) + (0.12 \times 3.40) + (0.31 \times 4.60)$					4.11

ผลการวิจัย

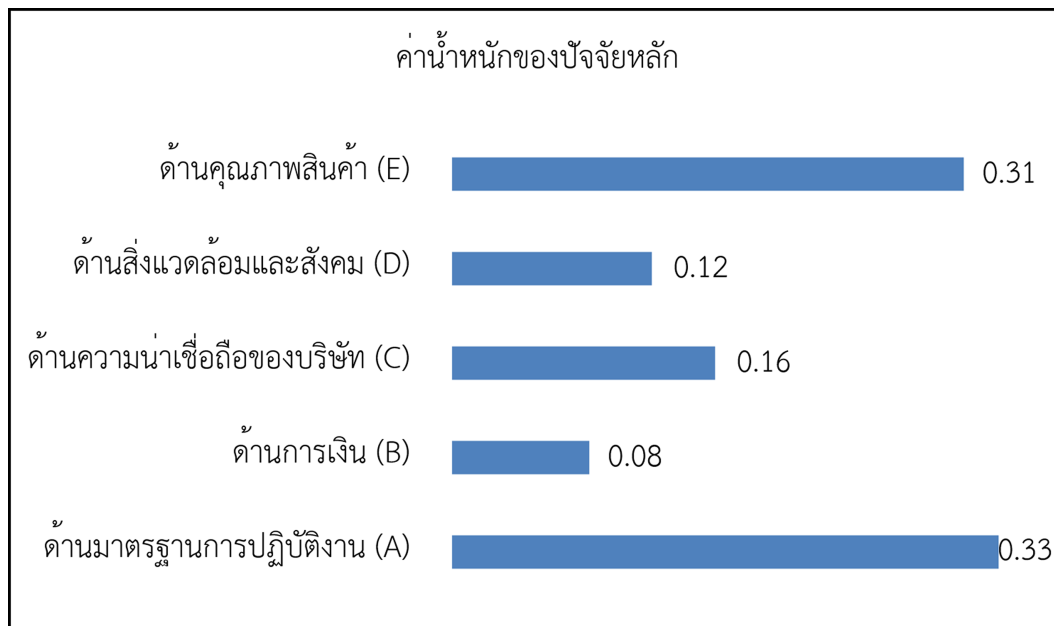
ผลการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยหลักในการประเมินผู้รับเหมาทั้ง 5 ด้าน และค่าน้ำหนักของปัจจัยย่อยในแต่ละด้าน ดังแสดงในตาราง 12 จะแสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกผู้รับเหมาที่มีระดับคะแนนมากที่สุดก็คือ ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน (0.33) รองลงมาคือ ด้านคุณภาพสินค้า (0.31) และด้านความน่าเชื่อถือของบริษัท (0.16) ด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม (0.12) ด้านการเงิน (0.08) ตามลำดับ และถ้าหากพิจารณาปัจจัยย่อยในปัจจัยหลักแต่ละด้าน พบว่า ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน ปัจจัยเรื่องความพร้อมของบุคลากรมีคะแนนมากที่สุด ด้านการเงิน ทุนจดทะเบียนของผู้รับเหมาที่มีความสำคัญมากที่สุด ด้านความน่าเชื่อถือของบริษัท การได้รับรองมาตรฐาน ISO มีคะแนนมากที่สุด ด้านสิ่งแวดล้อม ผลิตภัณฑ์และการออกแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและพลังงาน มีคะแนนสูงสุด และด้านคุณภาพสินค้า การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) มีความสำคัญมากที่สุด

จากการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้อง (CR) ของปัจจัยหลักในโปรแกรม Expert Choice พบว่า ค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของปัจจัยหลักมีค่า 0.01 หรือเพียง 1 % เท่านั้น ซึ่งหากจำนวนปัจจัยตั้งแต่ 5 ปัจจัยขึ้นไป ค่า CR จะไม่ควรเกิน 10% แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน การประเมินและคัดเลือกซัพพลายเออร์เพื่อแก้ไขปัญหาแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision-Making Problems-- MCDM) ที่ต้องพิจารณาทั้งเกณฑ์เชิงคุณภาพกับเกณฑ์เชิงปริมาณ พบว่า การนำกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process--AHP) มาประเมินและคัดเลือกงานติดตั้งระบบดับเพลิงในอาคารสูง เพราะอุปกรณ์ดับเพลิงเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้พักอาศัย หลังจาก

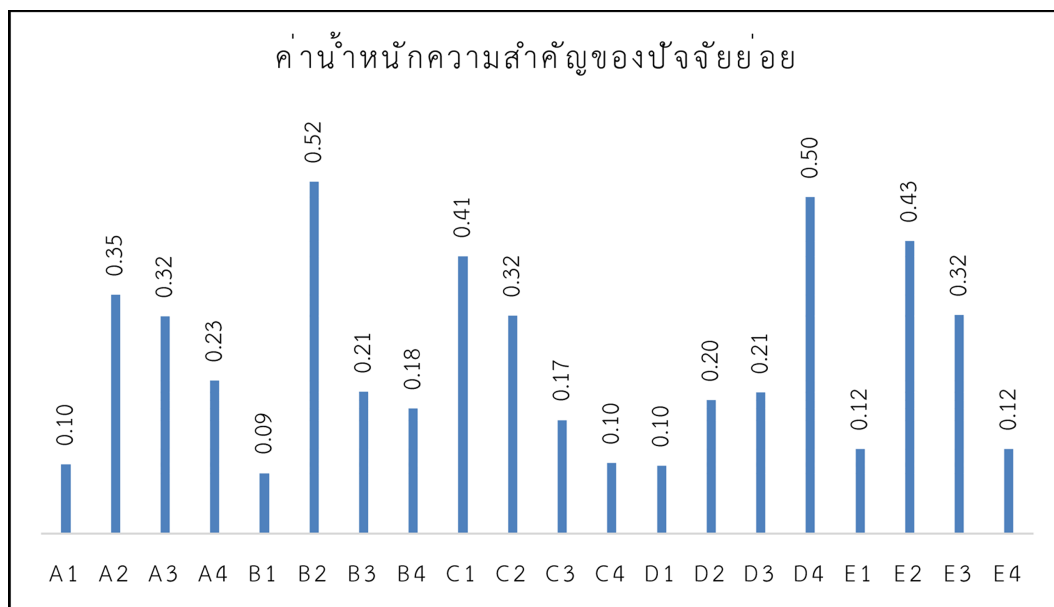
การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและระบุเกณฑ์การประเมินและคัดเลือกจัดทำแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในกรณีศึกษาและสร้างแผนภูมิลำดับชั้นหลังจากประมวลผลการคำนวณจากค่าการวินิจฉัยที่ได้จากแบบสอบถาม ผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดซื้อจำนวน 10 คน จาก 5 อาคารสูง พิจารณาจากปัจจัยหลัก 5 ประการ ได้แก่ มาตรฐานการปฏิบัติงาน สิ่งแวดล้อมและสังคม ความน่าเชื่อถือของบริษัท คุณภาพของสินค้า และด้านการเงิน พบว่า ผลการเปรียบเทียบผู้รับเหมาทั้งหมด 3 รายคือ ผู้รับเหมารายที่ 1, 2 และ 3 ผลการคำนวณพบว่า ผู้รับเหมารายที่ 1 ได้คะแนนรวมสูงสุด ดังตาราง 13 ข้อได้เปรียบของผู้รับเหมารายที่ 1 เป็นผู้นำเข้าสินค้าบางประเภทจากต่างประเทศเอง และมีผลงานในอาคารสูงที่มากพอสมควร มีมาตรฐานการปฏิบัติงานและระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดีและมีประสิทธิภาพ

การอภิปรายผล

จากภาพ 6 จะเห็นได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการคัดเลือกผู้รับเหมาที่มีระดับคะแนนมากที่สุด ก็คือ ด้านมาตรฐานการปฏิบัติงาน (0.33) รองลงมาคือ ด้านคุณภาพสินค้า (0.31) ซึ่งมีคะแนนใกล้เคียงกัน และหากพิจารณาภาพ 7 ก็จะพบว่าคะแนน 5 อันดับแรกของปัจจัยย่อยนั้นจะอยู่ภายใต้ปัจจัยหลักด้านมาตรฐานการปฏิบัติงานและด้านคุณภาพสินค้า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Suwanarat (2020) ที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการคัดเลือกผู้ขายในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านคุณภาพของสินค้ามีความสำคัญเป็นอันดับแรก และงานวิจัยของ Niemsakul and Niemsakul (2019) ได้วิเคราะห์เกณฑ์การประเมินผู้ส่งมอบ และเพื่อคัดเลือกผู้ส่งมอบที่เหมาะสมในแต่ละกลุ่มผู้ส่งมอบตามประเภทของวัตถุประสงค์ผลการวิจัยพบว่าค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมินผู้ส่งมอบมีค่ามากที่สุด คือ ด้านคุณภาพ



ภาพ 6 กราฟน้ำหนักของปัจจัยหลักสำหรับการประเมินผู้รับเหมา



ภาพ 7 กราฟน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยย่อยสำหรับการประเมินผู้รับเหมา

ข้อเสนอแนะ

การคัดเลือกผู้รับเหมา โดยใช้วิธีวิเคราะห์การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น มีข้อเสนอแนะ ประกอบด้วย การประยุกต์ใช้วิธีอื่นๆในการคัดเลือกผู้รับเหมา ยกตัวอย่าง เช่น กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (Fuzzy Analytical Hierarchy Process--FAHP) (Aungkulanon et.al., 2023) หรือ เทคนิคการเรียงลำดับตามอุดมคติ (Technique for Order Preference by Similarity to

Ideal Solution--TOPSIS) (Chakraborty, 2022) นำมาประยุกต์ใช้ อาจได้วิธีการในการหาค่าน้ำหนักปัจจัยที่อาจแตกต่างออกไป และการนำไปประยุกต์ใช้กับงานทางวิศวกรรมในด้านอื่น ๆ เช่น การประเมินผู้รับเหมาซ่อมบำรุงลิฟท์ หรือ ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารสูง จะทำให้ได้ผู้รับเหมาที่มีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ มาตรฐานการทำงานที่ดี และมีความรับผิดชอบ



References

- Aungkulanon, P., Atthirawong, W., & Luangpaiboon, P. (2023). Fuzzy analytical hierarchy process for strategic decision making in electric vehicle adoption. *Sustainability*, 15(8),7003.
<https://doi.org/10.3390/su15087003>
- Borisutiyanee, M., & Phruksaphanrat, B. (2016). The use of analytic hierarchy process for ranking the barriers of supply chain information technology adoption. *SWU Journal*, 11(2), 26-38. (in Thai).
- Buathong, P. (2020). *Machine selection method for intermittent manufacturing system design* (Master's thesis). Chulalongkorn University. Bangkok. (in Thai).
- Chakraborty, S., (2022). TOPSIS and Modified TOPSIS: A comparative analysis. *Decision Analytics Journal*, 2, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2021.100021>
- Chonviriyakun, P. (2022). *Developing sustainable supplier selection criteria: A case study of an automotive parts manufacture design* (Master's thesis). Burapha University. Chonburi (in Thai).
- Chonviriyakun, P., & Suraraksa, J. (2023). Developing sustainable supplier selection criteria: A case study of an automotive parts manufacturer. *RMUTT Global Business and Economics Review*, 18(1), 103-123. (in Thai).
- Damrongkul, S. (2020). *Multi-criteria decision making for selecting of wood chip shipping agents using Analytical Hierarchy Process (AHP) method* (Master's thesis). Dhurakij Pundit University. Bangkok. (in Thai).
- Dickson, G. W., (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing*, 2(1), 5-20. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.1966.tb00818.x>
- Hemaboot, S. (2017). *Supplier selection criteria of hard-disk drive manufacturers by using the principle of Triple Bottom Line (TBL)* (Master's thesis). Thammasat University. Pathum Thani. (in Thai).
- Jewpanya, P., Archanakrit, S., & Boonkrit, A. (2020). The application of the Analysis Hierarch Process to select the industry in the Cooperative Learning program, Faculty of Engineering, Rajamangala university of Technology Lanna Tak. *SWU Engineering Journal*, 15(1), 62-72. (in Thai).
- Leenders, M. R., Johnson, P. F., Flynn, A. E., & Fearon, H. E., (2006). *Purchasing and supply management: with 50 supply chain cases*. New York: McGraw-Hill.
- Maksomboon, P. (2018). *Supplier selection by using Analytic Hierarchy Process (AHP) case study: Raksanee Thai Massage and Spa* (Master's thesis). Sripatum University. Bangkok. (in Thai).
- Mooleng, T. (2018). *Location decision-making of agricultural distribution center in Yala Province with fuzzy topsis method* (Master's thesis). Sripatum University. Bangkok. (in Thai).
- Muamkhuntod, T. (2012). *Criteria for specifying infrastructure contractors in Sungnoen Municipality, Nakhon-Ratchasima* (Master's thesis). Suranaree University of Technology. Nakhon-Ratchasima (in Thai)

- Niemsakul, S., & Niemsakul, J. (2019). Supplier evaluation and selection by Analytical Hierarchy Process (AHP): A case study of metal production company. *Sripatum Chonburi Journal*, 15(3), 104-113. (in Thai).
- Niwrat, S. (2008). *Problem solving method selection in card inspection process using fuzzy AHP and fuzzy topsis techniques* (Master's thesis). Chiang Mai University. Chiang Mai (in Thai).
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- Sangpaen, N. (2013). *Selection of water diversion method by using value engineering and AHP* (Master's thesis). Chiang Mai University. Chiang Mai (in Thai).
- Sawangwongsin, N. (2012). *Application of AHP method for supplier evaluation: A case study of bathroom product retailer* (Master's thesis). Dhurakij Pundit University. Bangkok. (in Thai).
- Sirirak, W., Jantakard, H., Luesak, P., Jinta-amornchai, K., Pinchaimoon, A., Sanguanpang, S., & Seeta, C. (2021). The selection and evaluation of supplier: A review and perspective. *RMUTL Engineering Journal*, 6(1), 38-56. (in Thai)
- Sonong, S., Prasitwisad, W., Katkaew, A., & Kaewpanya, A. (2022). Application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) in the selection of frozen freight forwarders: A case study of Mali Ice Cream Store. *Journal of Administration and Social Science Review*, 5(4), 1-14. (in Thai)
- Sri-udomchai, C., & Thawesaengskulthai, N. (2012). Application of Analytical Hierarchy Process in decision support for innovation award. *The Conference of Industrial Engineering Network, 2012* (pp. 2010-2016). Bangkok: Industrial Engineering Network (in Thai)
- Suriyacharoen, C. (2019). *Selection of logistics service provider for business supermarket in Chiang Mai Province* (Master's thesis). Chiang Mai University. Chiang Mai. (in Thai)
- Suwanarat, K. (2020). *Application of AHP method for supplier evaluation of a company in food industry* (Master's thesis). Huachiew Chalermprakiet University. Bangkok. (in Thai)
- Vadee, T., & Juthathip, S. (2022). Evaluation of factors for transportation service providers selection considering sustainability. *Journal of Logistics and Supply Chain College*, 8(2), 95-111. (in Thai)
- Viriyapab, N. (2014). *Application of AHP for the selection of the water supply system of Rajamangala University of Technology Lanna (Doisaket)* (Master's thesis). Chiang Mai University. Chiang Mai. (in Thai)
- Waters, D. (2003). *Logistics: An introduction to supply chain management*. New York: Palgrave Macmillan.
- Wongsakul, T. (2019). Determining weights of criteria for decision Making. *Journal of Industrial Technology Buriram Rajabhat University*, 1(2), 63-71. (in Thai)

