บทความวิจัย

การจัดลำดับความสำคัญข้อบกพร่องด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ: กรณีศึกษาโรงงานสิ่งพิมพ์สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์

ลงเอย บูรณะเสน* และ กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์
หลักสูตรการจัดการเทคโนโลยีวิศวกรรม ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 06 2813 8882 อีเมล: S6403072810040@kmutnb.ac.th
DOI: 10.14416/j.bid.2024.12.02
รับเมื่อ 14 สิงหาคม 2567 แก้ไขเมื่อ 8 กันยายน 2567 ตอบรับเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2567 เผยแพร่ออนไลน์ 27 ธันวาคม 2567
© 2024 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการเสนอแนวทางการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องเพื่อนำไปสู่การแก้ไขประยุกต์ใช้ในกรณีศึกษาบริษัทงานพิมพ์เพื่ออุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ โดยใช้กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process :FAHP) ภายใต้แนวคิดการประเมินความเสี่ยง FMEA (Failure Mode and Effect Analysis :FMEA) ในข้อกำหนดของมาตรฐานของ IATF 16949 ซึ่งเป็นมาตรฐานการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ได้รับการยอมรับทั่วโลก โดยใช้เกณฑ์จาก AIAG&VDA FMEA Handbook ได้แก่ความรุนแรง (Severity: S) โอกาสเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence: O) และการตรวจจับข้อบกพร่อง (Detection: D) และ เกณฑ์ตัดสินใจรอง ได้แก่ สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 4M (Man, Machine, Method, Material) และสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 1E (Environment) เริ่มจากรวบรวมข้อมูลการเกิดของเสีย เลือกของเสียหรือข้อบกพร่องมาจัดลำดับโดยใช้เกณฑ์ S, O, D ด้วย FAHP ผู้ตัดสินใจเป็นผู้ร่วมประชุมที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์จำนวน 20 ท่าน จากหลากหลายหน่วยงาน นำผลลัพธ์ที่ได้เปรียบเทียบกับวิธีการเดิมของบริษัท ได้แก่วิธี Risk Priority Number (RPN) และวิธี Action Priority (AP) พบว่าผลลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องแตกต่างกันเล็กน้อย โดยวิธี FAHP ให้ผลลัพธ์ที่ได้รับการยอมรับมากกว่าเมื่อเทียบกับวิธีเดิม จากการคำนึงถึงน้ำหนักของเกณฑ์ และความคลุมเครือในการตัดสินใจของทีมงาน งานวิจัยนี้เน้นการประยุกต์ใช้เครื่องมือช่วยตัดสินใจแบบกลุ่ม (Group Decision Making) มีหลายหน่วยงานทำงานร่วมกันเป็นทีมงานข้ามสายงานภายในองค์กร (Cross Functional Team) แต่ละหน่วยงานคิดเห็นแตกต่างกันแต่ต้องตัดสินใจในเรื่องเดียวกัน เมื่อนำ FAHP มาช่วยในการตัดสินใจ ส่งผลให้ข้อสรุปได้รับการยอมรับมากขึ้น ลดการตัดสินใจแบบมีอคติ ลดความขัดแย้งระหว่างหน่วยงาน ในงานวิจัยพัฒนา Excel template ขึ้น ช่วยลดเวลาคำนวณและประมวลผลขั้นตอนที่ซับซ้อน สามารถวิเคราะห์และสรุปผลได้อย่างแม่นยำ รวดเร็วขึ้น

คำสำคัญ: การจัดลำดับความสำคัญ การตัดสินใจแบบกลุ่ม กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ อุตสาหกรรมยานยนต์

การอ้างอิงบทความ: ลงเอย บูรณะเสน และ กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์. (2567). การจัดลำดับความสำคัญข้อบกพร่องด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ: กรณีศึกษาโรงงานสิ่งพิมพ์สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์. *วารสารพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม, 4(3),* 13-32.

วารสารพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม ปีที่ 4, ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2567
Journal of Business and Industrial Development. Vol.4, No.3, Sep. – Dec. 2024

Research Article

Failure Mode Prioritization using Fuzzy Analytic Hierarchy Process: A Case Study in an Automotive Printing Factory

Longuey Buranasean* and Kanokporn Sripathomswat
Engineering Technology Management Program, Department of Industrial Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok.

*Corresponding Author, Tel. 06 2813 8882 E-mail: S6403072810040@kmutnb.ac.th DOI: 10.14416/j.bid.2024.12.002
Received 14 August 2024; Revised 8 September 2024; Accepted 28 November 2024; Published online: 27 December 2024
© 2024 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

This research aimed to propose a prioritization approach for identifying and addressing printing defects in the automotive component manufacturing industry. The proposed approach utilized the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) within the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) framework, adhering to the IATF 16949 global automotive component manufacturing standard. The decision-making criteria were based on the AIAG & VDA FMEA Handbook, encompassing severity (S), occurrence (O), and detection (D) for the main criteria and 4M (man, machine, method, material) and 1E (environment) for the sub-criteria. The occurring defects were collected from the case study factory, and defects were selected for prioritization using the S, O, D criteria. A group of 20 experts from various departments within the company evaluated the prioritization. The results were compared with those obtained using the traditional Risk Priority Number (RPN) and Action Priority (AP) methods. The findings revealed that all three prioritization methods yielded different results, with FAHP providing the most accurate and acceptable outcome due to its consideration of criteria weights and uncertainties in defect evaluation. The research emphasized the application of FAHP as a group decision-making tool, facilitating collaboration between cross-functional teams within the organization. Additionally, an Excel template was developed to streamline the calculation and analysis process, enabling efficient and accurate prioritization of printing defects.

Keywords: Prioritization, Group Decision-making, Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP), Automotive Industry

Please cite this article: Buranasean, L., & Sripathomswat, K. (2024). Failure Mode Prioritization using Fuzzy Analytic Hierarchy Process: A Case Study in an Automotive Printing Factory. *Journal of Business and Industrial Development, 4(3)*, 13-32.

1. บทนำ

ในปัจจุบันโรงงานสิ่งพิมพ์มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีการแข่งขันสูง ผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องหากลยุทธ์การแข่งขันและให้ความสำคัญกับการตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยเฉพาะด้านราคาและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ราคาที่ลดลงในขณะที่คุณภาพสูงขึ้น หลายครั้งที่การปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องมักเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยเฉพาะของเสีย ถ้าสามารถลดของเสียได้จะทำให้มีกำไรและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางการตลาดมากขึ้น ในงานวิจัยนี้ดำเนินงานกับโรงงานกรณีศึกษาที่เป็นโรงพิมพ์ในอุตสาหกรรมยานยนต์ พบปัญหาของเสียหลายประการที่ต้องแก้ไขตามลำดับขั้นตอนจึงมีความจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญข้อบกพร่องที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างครอบคลุมตามลำดับ ในโรงงานดังกล่าว มีหน่วยงานหลากหลายที่ร่วมประชุมปัญหาของเสีย เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ ฝ่ายคุณภาพ ฝ่ายวางแผน ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายบัญชีและฝ่ายขาย เป็นต้น ทำให้การวิเคราะห์และตัดสินใจ เป็นไปยากลำบาก ผลลัพธ์ที่ไม่เป็นที่ยอมรับจากบางหน่วยงาน ในปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษา ใช้การจัดเรียงความสำคัญจากการประเมินความเสี่ยง (FMEA: Failure Mode and Effect Analysis) [1] ตามข้อกำหนดของมาตรฐานของ IATF 16949 ซึ่งเป็นมาตรฐานการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่อง โดยอ้างอิงเกณฑ์ตาม AIAG&VDA FMEA Handbook [2-3] โดยกลุ่มปฏิบัติการอุตสาหกรรมยานยนต์ (AIAG) และสมาคมอุตสาหกรรมยานยนต์เยอรมนี (VDA) ด้วยวิธีการใช้ค่า Risk Priority Number (RPN) [2] เป็นการนำค่าคะแนนด้านความรุนแรง (Severity) โอกาสเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence) และ การตรวจจับข้อบกพร่อง (Detection) นำมาคูณกันและจัดเรียงลำดับความสำคัญจากคะแนน โดยความสำคัญแปรผันตามคะแนน ซึ่งวิธีนี้มีข้อจำกัดคือ คะแนนที่ได้เกิดจากผลคูณ ส่งผลให้เมื่อค่าใดค่าหนึ่งสูงเกินปกติ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่แม่นยำ และไม่มีการพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งแสดงว่าทุกเกณฑ์ตัดสินใจมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากัน ซึ่งในความเป็นจริงเกณฑ์ในการตัดสินใจมีค่าน้ำหนักไม่เท่ากันด้วยปัจจัยต่างๆ และ วิธีการใช้ค่า Action Priority (AP) [3] โดยใช้เกณฑ์ตารางตามช่วงคะแนนของค่า S,O,D โดยแสดงเป็นลำดับการตรวจสอบ ทบทวน และการดำเนินการสูงสุด (H),ปานกลาง (M), ต่ำ (L) ข้อจำกัดของวิธีนี้คือเมื่อปัญหาหรือข้อบกพร่องมีเกณฑ์ที่เท่ากันจะไม่สามารถวิเคราะห์หรือตัดสินใจในการแก้ไขตามความสำคัญ นอกจากนี้ในปัจจุบันการตัดสินใจจัดลำดับความสำคัญ ใช้ค่าเฉลี่ยจากการประเมินของผู้ตัดสินใจ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากความไม่ชัดเจนหรือความไม่แน่นอนของข้อมูลการตัดสินใจและผู้ตัดสินใจ เช่น ผู้ตัดสินใจที่มาจากหลายหน่วยงาน ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ ที่แตกต่างกัน ส่งผลให้การสรุปคำตอบมีความแตกต่างกัน

งานวิจัยนี้นำกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process :FAHP) [4] มาช่วยในการตัดสินใจจัดลำดับข้อบกพร่อง โดยนำมาประยุกต์กับการตัดสินใจแบบกลุ่ม (Group Decision Making) ที่ต้องมาร่วมกันจัดลำดับข้อบกพร่องเพื่อเลือกไปแก้ไขและป้องกันร่วมกัน แนวทางนี้สามารถช่วยตัดสินใจภายใต้ความไม่ชัดเจน ความไม่แน่นอนและความแตกต่าง เพื่อกำจัดความคลุมเครือที่เกิดขึ้น ลดปัญหาการตัดสินใจร่วมกันแบบมีอคติ ลดความขัดแย้งระหว่างหน่วยงาน เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ทุกหน่วยงานยอมรับมากขึ้น ทำให้เกิดความร่วมมือในการแก้ไขปัญหา

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลอัตราของเสียทั้งหมดของโรงงานตัวอย่าง ในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลของแผนกพิมพ์แบบม้วนมาทำการวิเคราะห์ โดยในเบื้องต้นแผนกได้ทำการแก้ไขปัญหาจากข้อบกพร่องในแผนกของตัวเองไปแล้ว แต่ต้องร่วมกันคัดเลือก

ข้อบกพร่องที่มีความสำคัญมาจัดเรียง เพื่อมาทำโครงการแก้ไขและป้องกันร่วมกันกับหน่วยงานอื่น ขั้นตอนแรกโรงงานกรณีศึกษาจัดเรียงข้อบกพร่องตามลำดับความรุนแรงและความถี่ของการเกิดโดยใช้กฎ 80/20 (Pareto's Principle) [5] และคัดเลือกมาจำนวน 8 รายการข้อบกพร่องที่มีความถี่สูงสุด นำมาประชุมร่วมกันเพื่อจัดลำดับข้อบกพร่อง หลังจากนั้นนำไปทำโครงการเพื่อแก้ไขป้องกันร่วมกัน ในงานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้ FAHP ในการจัดลำดับความสำคัญข้อบกพร่อง และทำการเปรียบเทียบกับวิธีเดิมที่โรงงานกรณีศึกษาใช้

2. วิธีการวิจัย

2.1 ขอบเขตการวิจัย

2.1.1 ผู้ประเมิน (ผู้ตัดสินใจ) 20 ท่าน เป็นผู้ร่วมตัดสินใจ

2.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP) และ Excel template ช่วยคำนวณความสอดคล้องของการตัดสินใจและผลสรุป

2.1.3 เกณฑ์การตัดสินใจหลัก ได้แก่ ความรุนแรง (Severity: S) โอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence: O) และการตรวจจับข้อบกพร่อง (Detection: D) ใช้แนวทางตาม IATF 16949 เกณฑ์ตัดสินใจรอง ได้แก่ สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 4M (Man, Machine, Method, Material) และสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 1E (Environment)

2.1.4 ข้อบกพร่อง 8 รายการ ได้แก่ แสงทะลุ พิมพ์ไม่ตรง สีเยิ้ม สีเลอะ ฝุ่น/ฝุ่นใย สีแตก สีด่าง จุดดำ

2.2 วิธีดำเนินการวิจัย

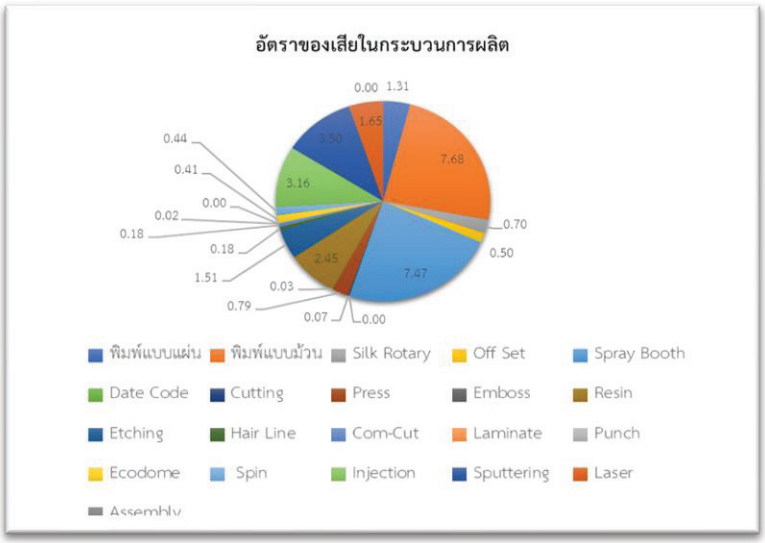
2.2.1 ศึกษาปัญหาของกรณีศึกษา

ข้อบกพร่องที่นำมาประเมิน ใช้แนวทางตามมาตรฐานการตรวจสอบงานพิมพ์ของโรงงาน รายละเอียดดังนี้

1) ระยะการตรวจสอบระหว่างชิ้นงานกับสายตาผู้ตรวจสอบ ใช้ระยะ 30 ถึง 50 เซนติเมตร
2) มุมมองการตรวจสอบ 45 องศา ทั้งด้านบน-ด้านล่าง, ด้านหน้า-ด้านหลัง, ด้านซ้าย-ด้านขวา
3) แสงสว่างที่ใช้ในการตรวจสอบ อยู่ระหว่าง 1000 - 2000 ลักซ์
4) หลอดไฟที่ใช้ในการตรวจสอบ ฟลูออเรสเซนต์ หรือ D65 ระยะห่างระหว่างหลอดไฟกับชิ้นงาน 50 ถึง 100 เซนติเมตร
5) งานที่เป็นช่องไฟที่ประกอบร่องงานแล้วมีแสงไฟลอดผ่าน ห้ามใช้ไฟบนตรวจสอบ ให้ตรวจสอบโดยใช้ไฟล่างหรือจิ๊กร่องไฟ หรือร่องไฟของลูกค้า

ปัจจุบันใช้การประเมินข้อบกพร่องเพื่อจัดลำดับโดยวิธี RPN และ AP โดยผู้ประเมินทั้ง 20 ท่านในที่ประชุมผลิตภัณฑ์และนำผลการประเมินมาหาค่าเฉลี่ย เห็นได้ชัดเจนว่าไม่มีการกำหนดค่าน้ำหนักของเกณฑ์ตัดสินใจ หรืออีกนัยหนึ่งคือเกณฑ์การตัดสินใจมีความสำคัญเท่ากัน ซึ่งไม่ตรงตามความเป็นจริง เมื่อได้ข้อสรุปจากค่าเฉลี่ยแล้วนำข้อบกพร่องมาจัดลำดับ ส่งผลให้ผู้ตัดสินใจที่ไม่เห็นด้วยในข้อสรุปไม่ให้ความร่วมมือในการแก้ไขปัญหา หรือเกิดปัญหาจากความขัดแย้งระหว่างหน่วยงาน และอีกปัญหาด้านความคลุมเครือ คือ ความไม่ชัดเจน หรือความไม่แน่นอน ของการตัดสินใจที่เกิดจากผู้ตัดสินใจ ทำให้ข้อสรุปอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้

เบื้องต้นทำการรวบรวมข้อบกพร่องของทั้งโรงงาน (ดังรูปที่ 1) นำข้อมูลของแผนกพิมพ์แบบม้วนซึ่งมีอัตราของเสียสูงสุด คือร้อยละ 7.68 จากค่าเฉลี่ย 8 เดือน ตั้งแต่เดือน มกราคม - สิงหาคม พ.ศ. 2566 มาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป



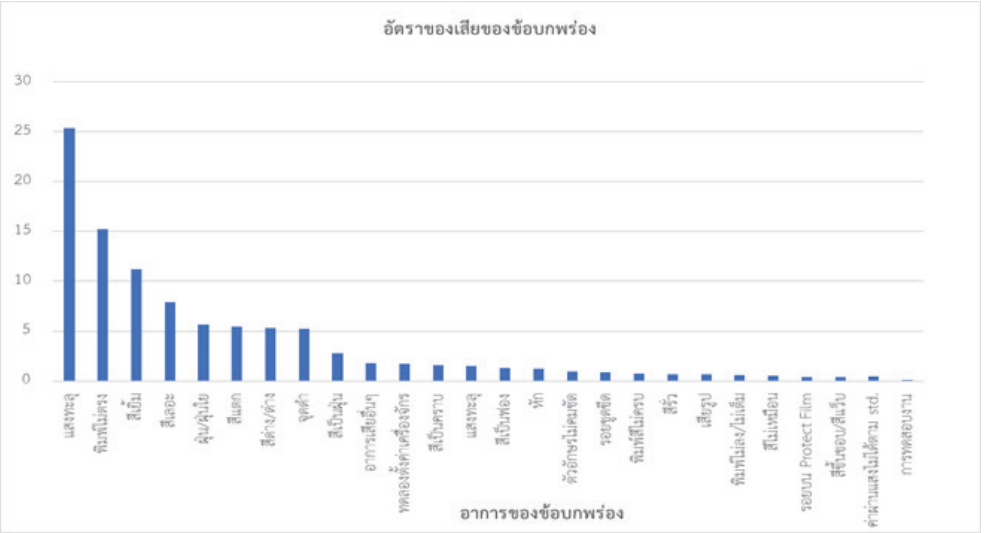
รูปที่ 1 อัตราของเสียในกระบวนการผลิตทั้งหมดในโรงงานกรณีศึกษา

นำข้อบกพร่องของแผนกพิมพ์แบบม้วนมาวิเคราะห์ด้วยความถี่ของข้อบกพร่องด้วยกฎ 80/20 (Pareto's Principle) โดยทำการคำนวณจากอัตราของเสียสะสม โดยคำนวณจาก (จำนวนของเสีย / จำนวนชิ้นทั้งหมด) x 100 พบว่า จากข้อบกพร่องทั้งหมด 26 รายการ (ดังรูปที่ 2) กรองข้อบกพร่องที่มีอัตราของเสียสะสมร้อยละ 80 ของข้อบกพร่องทั้งหมด จำนวน 8 รายการตามลำดับดังนี้ ได้แก่ แสงทะลุ (ร้อยละ 25.32) พิมพ์ไม่ตรง (ร้อยละ 15.25) สีเยิ้ม (ร้อยละ 11.25) สีเลอะ (ร้อยละ 7.95) ฝุ่น/ฝุ่นใย (ร้อยละ 5.69) สีแตก (ร้อยละ 5.45) สีด่าง (ร้อยละ 5.3) และจุดดำ (ร้อยละ 5.25) นำไปวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญในขั้นตอนต่อไป คำอธิบายลักษณะข้อบกพร่อง ทั้ง 8 รายการ รายละเอียดโดยสังเขปดังตารางที่ 1

2.2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1) การตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM)

การตัดสินใจควรได้รับการวิเคราะห์อย่างรอบคอบ และถี่ถ้วน โดยเลือกใช้ข้อมูลประกอบกับวิเคราะห์การตัดสินใจที่เหมาะสมเพื่อให้ได้แนวทางการตัดสินใจที่ส่งผลที่ดีที่สุดแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะกรณีที่ทางเลือกในการตัดสินใจมีความคล้ายคลึงจนยากในการเปรียบเทียบ การหาข้อมูลประกอบการตัดสินใจที่เป็นตัวเลขจะสามารถช่วยให้ทำการตัดสินใจได้ง่าย เห็นถึงความเป็นเหตุเป็นผลในกระบวนการวิเคราะห์ และสามารถลดความขัดแย้งจากความคิดที่แตกต่างกันได้เป็นอย่างดี ดังนั้น MCDM จึงเกี่ยวข้องกับปัญหาการตัดสินใจที่ผู้ตัดสินใจต้องเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ภายใต้การพิจารณาหลายเกณฑ์ร่วมกัน [6]



รูปที่ 2 ของเสียของแผนกพิมพ์ม้วนจำนวน 26 รายการ

ตารางที่ 1 คำอธิบายลักษณะข้อบกพร่อง

ข้อบกพร่อง	คำอธิบายลักษณะข้อบกพร่อง
แสงทะลุ	ชิ้นงานมีลักษณะโปร่งแสง ทำให้เมื่อส่องไฟแสงทะลุ และจะมีลักษณะสีที่บาง ความทึบสีจะไม่เท่ากันทั้งชิ้นงาน
พิมพ์ไม่ตรง	รายละเอียดของชิ้นงานไม่คมชัด หรือมีรายละเอียดบางส่วนขาดหายไปจากการพิมพ์ไม่ได้ศูนย์กลาง
สีเยิ้ม	มีสีส่วนเกินที่ไม่ต้องการ ทำให้เส้นไม่คมชัด หรือไม่ได้รูปร่างตามต้องการ
สีเลอะ	มีสีเปื้อนบริเวณชิ้นงาน ทำให้เห็นรายละเอียดไม่ชัดเจน
ฝุ่น/ฝุ่นใย	มีฝุ่น/ฝุ่นใย ซึ่งอาจจะมีลักษณะเป็นจุด หรือ เส้นใย ติดอยู่ที่ชิ้นงาน
สีแตก	บริเวณสีมีลักษณะเหมือนรอยแตกร้าว ทำให้ผิวไม่สม่ำเสมอ
สีด่าง	ชิ้นงานมีสีที่ไม่เท่ากันทั้งชิ้นงาน มีลักษณะคล้ายคราบ
จุดดำ	ชิ้นงานมีจุดสีดำ บริเวณที่โปร่งแสง ทำให้เห็นเป็นจุดดำ

2) การวิเคราะห์อัตราค่าความสอดคล้องของการประเมิน (Consistency ratio: CR)

การประเมินต้องทำการวิเคราะห์ความสอดคล้อง เพื่อดูการพิจารณาว่าผู้ตัดสินใจที่ได้ตอบคำถามในการเปรียบเทียบรายคู่ มีความถูกต้อง ความสอดคล้อง และความสมเหตุสมผลหรือไม่ [7] พิจารณาโดย ค่า CR Thomas L. Saaty [8] ได้ให้คำแนะนำว่า ถ้าค่า CR ไม่เกินร้อยละ 10 หรือ น้อยกว่า 0.1 สามารถสรุปได้ว่าความไม่สอดคล้องข้อมูลเป็นที่ยอมรับได้ หากพบว่าค่า CR มากกว่าร้อยละ 10 หรือ มากกว่า 0.1 แสดงว่ามีความไม่สอดคล้องของข้อมูลระดับหนึ่ง ควรทำการทบทวน และทำการประเมินใหม่ ก่อนจะนำไปวิเคราะห์ต่อไป

3) กระบวนการตัดสินใจแบบกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ความคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: FAHP)

เป็นการประยุกต์รวม Fuzzy logic กับ AHP [4] โดยนำตัวเลขฟัซซีถูกผสมผสานกับ AHP ทำให้การแสดงความคิดด้วยภาษาเหมาะสม [9] เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องบางประการของ AHP เนื่องจากความเป็นจริงมีความคลุมเครือ ความไม่แม่นยำ และความคลุมเครือ MCDM ดั้งเดิมจึงไม่สามารถจัดการกับปัญหาด้วยข้อมูลที่ไม่ถูกต้องได้ เพื่อจัดการกับปัญหา Zadeh (1965) [10] เสนอให้ใช้ทฤษฎีเซตคลุมเครือสำหรับระบบที่ซับซ้อน

FAHP ครั้งแรกถูกเสนอโดย Van Laarhoven และ Pedrycz (1983) [11] โดยใช้เลขฟัซซีสามเหลี่ยม (TFNs) ในเมตริกการเปรียบเทียบทีละคู่ ต่อมามีวิธีการอื่นๆ หลายวิธีที่ถูกเสนอโดยใช้ชนิดของจำนวนฟัซซีต่างๆ เช่น ฟังก์ชันสมาชิกแบบสี่เหลี่ยมคางหมู [12] ฟังก์ชันสมาชิกรูปสี่เหลี่ยม [13] เป็นต้น ดังนั้น FAHP จึงเหมาะสมที่จะใช้ในการแก้ปัญหาการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการประเมินซับซ้อน และปัจจัยนี้ในปัจจุบันเป็นหนึ่งในวิธี MCDM ที่ใช้มากที่สุดในสาขาธุรกิจ การจัดการ การผลิตและอุตสาหกรรมที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

4) การประเมินความเสี่ยง (FMEA Failure Mode and Effect Analysis: FMEA)

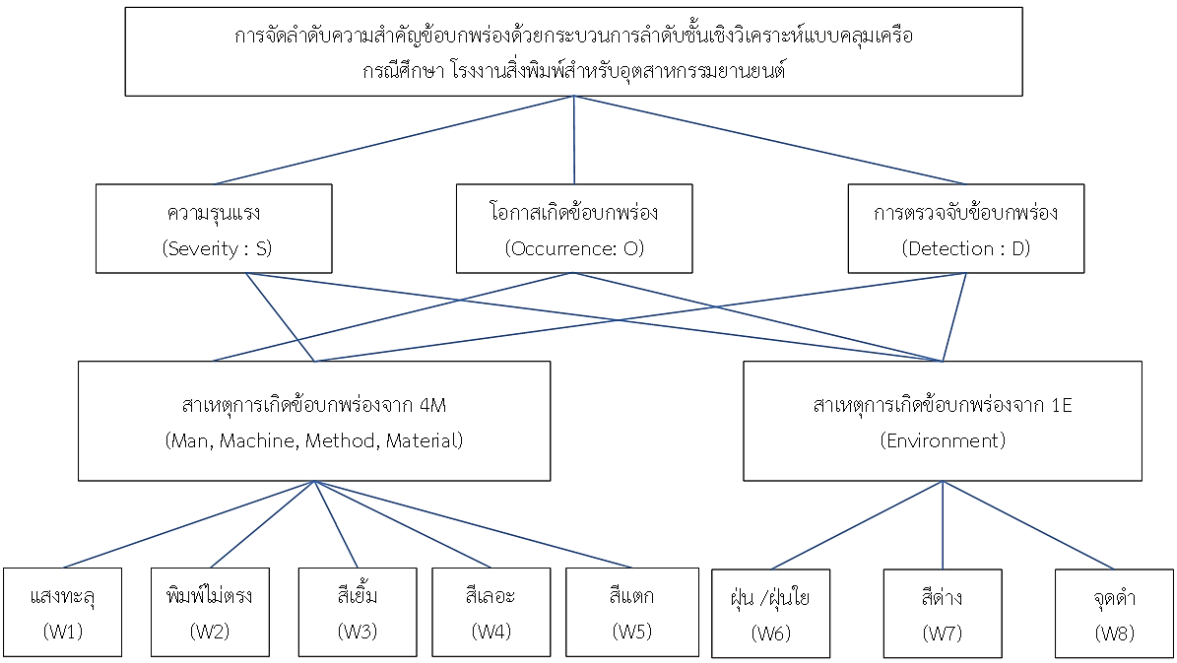
ในข้อกำหนดสำหรับองค์กรด้านอุตสาหกรรมยานยนต์ตามข้อกำหนด IATF 16949 เป็นมาตรฐานการจัดการสำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์และป้องกันความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจส่งผลกระทบให้ผลลัพธ์ของกระบวนการไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ซึ่งต้องมีการจัดทำกระบวนการอนุมัติชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ (Production Part Approval Process : PPAP) โดยผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ โดยหลักการของ FMEA เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้วิเคราะห์คาดการณ์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต และสาเหตุที่อาจทำให้เกิดปัญหาจากประสบการณ์ในอดีต เพื่อหาแนวทางป้องกันให้สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาไม่เกิดขึ้น

2.2.3 การจัดลำดับความสำคัญ

1) โครงสร้างของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

ในกรณีศึกษาโครงสร้างของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ [8] แบ่งเป็น 4 ลำดับ (ดังรูปที่ 3) ได้แก่
ลำดับชั้นที่ 1: เป้าหมายของปัญหา คือ ลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องเพื่อนำมาแก้ไข
ลำดับชั้นที่ 2: เกณฑ์ในการตัดสินใจหลัก ได้แก่ ความรุนแรง (S) โอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง (O) การตรวจจับข้อบกพร่อง (D)
ลำดับชั้นที่ 3: เกณฑ์ในการตัดสินใจรอง ได้แก่ สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 4M (Man, Machine, Method, Material) และสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 1E (Environment)

ลำดับชั้นที่ 4: ทางเลือก คือ ข้อบกพร่อง 8 รายการ ได้แก่ แสงทะลุ (W1), พิมพ์ไม่ตรง (W2), สีเยิ้ม (W3), สีเลอะ (W4), ฝุ่น/ฝุ่นใย (W5) ,สีแตก (W6) ,สีด่าง (W7) ,จุดดำ (W8)



รูปที่ 3 โครงสร้างลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของการจัดลำดับความสำคัญข้อบกพร่อง

2) การออกแบบการประเมิน

ผู้วิจัยจะทำการสัมภาษณ์รายบุคคลกับผู้ตัดสินใจ โดยผู้วิจัยจะทำการบันทึกลงใน Excel template โดยรูปแบบเป็นการเปรียบเทียบเชิงคู่ มีผู้ตัดสินใจ 20 ท่าน จากหน่วยงานต่างๆ ในโรงงานทั้งที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง (ผู้ประเมินอันดับที่ 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16) และไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง (ผู้ประเมินอันดับที่ 4, 5, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20) ดังตารางที่ 2

ในขั้นตอนนี้ เดิมโรงงานตัวอย่างใช้การพูดคุยตกลงร่วมกันในที่ประชุม เพื่อจัดลำดับข้อบกพร่องสำคัญ คัดเลือกนำไปทำโครงการแก้ไขและป้องกันร่วมกันทั้งโรงงาน เดิมโรงงานกรณีศึกษาใช้แนวทางของการประเมินด้วย FMEA และ AP แต่ในงานวิจัยนี้ จะประยุกต์ใช้การประเมินและวิเคราะห์ด้วย FAHP

การทำแบบประเมินแบ่งเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ 1. การประเมินลำดับความสำคัญจากการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี Risk priority number (RPN) และ Action Priority (AP) และ ชุดที่ 2. การประเมินลำดับความสำคัญโดยการเปรียบเทียบรายคู่ (เพื่อนำไปวิเคราะห์ FAHP)

ตารางที่ 2 ตำแหน่ง และประสบการณ์การทำงานของผู้ตัดสินใจ

ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวกับกระบวนการผลิตโดยตรง			ผู้เชี่ยวชาญที่ไม่เกี่ยวกับกระบวนการผลิตโดยตรง		
อันดับผู้ประเมิน	ตำแหน่ง	ประสบการณ์ (ปี)	อันดับผู้ประเมิน	ตำแหน่ง	ประสบการณ์ (ปี)
1	ผู้จัดการฝ่ายการผลิต	3	4	ผู้จัดการฝ่ายโปรเจค	3
2	ผู้จัดการฝ่ายวิจัยและพัฒนา	17	5	ผู้จัดการฝ่ายขาย	10
3	ผู้จัดการประกันคุณภาพ	3	10	หัวหน้าแผนกจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป	15
6	รองผู้จัดการฝ่ายผลิต	2	11	หัวหน้าแผนกวางแผนการผลิต	17
7	วิศวกรฝ่ายผลิต	10	12	หัวหน้าแผนกคลังสินค้า	19
8	วิศวกรฝ่ายประกันคุณภาพ	3	13	หัวหน้าแผนกจัดซื้อ	19
9	วิศวกรฝ่ายวิจัยและพัฒนา	7	17	ตัวแทนฝ่ายบริหารระบบ	2
14	หัวหน้าแผนกพิมพ์แบบแผ่น	23	18	หัวหน้าแผนกตัวอย่าง	15
15	หัวหน้าแผนกพิมพ์แบบม้วน	18	19	หัวหน้าแผนกควบคุมคุณภาพ	10
16	หัวหน้าแผนกฝ่ายคุณภาพ	8	20	หัวหน้าฝ่ายบัญชี	13

3) การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดลำดับความสำคัญโดยวิธี RPN และ AP

การวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินลำดับความสำคัญ ตามที่โรงงานใช้อยู่เดิม ใช้การประเมินจากเกณฑ์คะแนนของ AIAG & VDA FMEA Handbook [2], [3] ดังจะได้อธิบายตัวอย่างของผู้ตัดสินใจ คนที่ 1 (ดังตารางที่ 3) ต่อไป

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการประเมินผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ข้อบกพร่อง	คะแนน			RPN	AP
	S	O	D		
W1	4	3	6	72	L
W2	4	3	6	72	L
W3	4	3	6	72	L
W4	4	3	6	72	L
W5	3	3	6	54	L
W6	3	3	6	54	L
W7	4	3	6	72	L
W8	4	3	6	54	L

วิธี RPN ซึ่งเกิดจากค่า SxOxD โดยนำผลคูณเรียงลำดับความสำคัญจากสูงไปต่ำตามลำดับ ผลของผู้ตัดสินใจคนที่ 1 พบว่า แสงทะลุ(W1) พิมพ์ไม่ตรง(W2) สีเยิ้ม(W3) สีเลอะ(W4) และสีด่าง(W7) ทั้ง 5 ข้อบกพร่อง มี RPN เท่ากับ 72 และความสำคัญรองลงมา ได้แก่ สีแตก(W5) ฝุ่น/ฝุ่นใย(W6) และจุดดำ(W8) ทั้ง 3 ข้อบกพร่อง มี RPN เท่ากับ 54

วิธี AP เป็นการแสดงเป็นช่วงคะแนนอ้างอิงตามเกณฑ์ [3] โดยแสดงเป็นลำดับการตรวจสอบ ทวนทวน และการดำเนินการสูงสุด(H), ปานกลาง(M), ต่ำ(L) ผลของผู้ตัดสินใจคนที่ 1 พบว่า ทุกข้อบกพร่อง ค่า AP= L ซึ่งหมายถึงว่าข้อบกพร่องนั้นควรมีการตรวจสอบทวนทวนและการดำเนินการมีลำดับความสำคัญต่ำ แต่ไม่สามารถเรียงลำดับความสำคัญได้เนื่องจากมีค่า AP เท่ากัน

4) การวิเคราะห์อัตราค่าความสอดคล้องของการประเมิน (Consistency Ratio - CR)

ดังแสดงในตารางที่ 4 การคำนวณอัตราความสอดคล้องจากผู้ตัดสินใจคนที่ 1 ลำดับขั้นดังนี้

ตารางที่ 4 ตัวอย่างแบบประเมินจากผู้ตัดสินใจคนที่ 1 (เกณฑ์การตัดสินใจ)

	ระดับการให้ความสำคัญ AHP			
S	3			O
S		1		D
O			5	D

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณค่า principal Eigen value (λ_{max}) ซึ่งได้มาจากผลรวมของค่าประเมินในแต่ละแถวมาคูณด้วยผลรวมค่าเฉลี่ยในแถวแนวนอนแต่ละแถว จากสมการที่ (1) ผลดังตารางที่ 5

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

ตารางที่ 5 ผลการคำนวณขั้นตอนที่ 1 และผลรวมของค่าประเมิน (A)

เกณฑ์การตัดสินใจ	S	O	D
S	1	3	1
O	1/3	1	1/5
D	1	5	1
ผลรวม (A)	2.33	9.00	2.20

ในตารางที่ 6 เป็นการสร้าง Normalized decision matrix โดยการหารค่าแต่ละค่าด้วยผลรวมแต่ละแถว เช่น แถวที่ 1 คำนวณจาก 0.43 = 1/2.33, 0.14 = (1/3)/2.33, 0.43 = 1/2.33

หาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวนอน (B) เช่น แถวที่ 1 คำนวณจาก (0.43+0.33+0.45)/3 = 0.41

และคำนวณหาค่าดังตารางที่ 4 ได้ค่า λ_{max} = 3.035

ตารางที่ 6 การคำนวณหา λ_{max}

การคำนวณหา λ_{max}	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3
ผลรวมของแต่ละหลักเกณฑ์ในแถวแนวตั้ง (A)	2.33	9.00	2.20
ค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวแนวนอน (B)	0.41	0.11	0.48
AXB	0.95	1.03	1.06
ผลรวม (λ_{max})	0.95+1.03+1.06=3.035		

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency index: CI) ดังสมการที่ (2)

$$CI = \frac{\lambda_{max-n}}{n-1} \quad (2)$$

โดยค่า λ_{max} มาจากขั้นตอนที่ 1 และ n คือ ขนาดของเมทริกซ์

ดังนั้น $CI = \frac{3.035-3}{3-1} = 0.017$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่าอัตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency ratio: CR) ดังสมการที่ (3)

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

โดยค่า RI คือ ค่าดัชนีจากการสุ่มตัวอย่างดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าของดัชนีความสอดคล้องตามขนาดของเมตริกซ์ (Average Random Index: RI) ประยุกต์จาก Saaty [14]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

ดังนั้น ค่า RI ของเมทริกซ์ คือ 0.58

เมื่อแทนค่า $CR = \frac{0.017}{0.58} = 0.029$ หรือ ร้อยละ 2.93

ดังนั้นสรุปได้ว่าจากกรณีศึกษา จากการประเมิน CR เท่ากับ ร้อยละ 2.93 ซึ่งไม่เกินร้อยละ 10 หมายความว่า มีความสอดคล้องของข้อมูลเป็นที่ยอมรับได้

5. การวิเคราะห์ข้อมูลของกระบวนการ FAHP [4] โดยวิเคราะห์ทั้ง 3 ส่วน ได้แก่

5.1 เกณฑ์ตัดสินใจหลัก ได้แก่ ความรุนแรง (S) โอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง (O) และการตรวจจับข้อบกพร่อง (D)

5.2 เกณฑ์ตัดสินใจรอง ได้แก่ สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 4 M และ สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 1 E

5.3 ข้อบกพร่อง ทั้ง 8 รายการ ได้แก่ แสงทะลุ พิมพ์ไม่ตรง สีเยิ้ม สีเลอะ ฝุ่น/ฝุ่นใย สีแตก สีด่าง และจุดดำ

ตารางที่ 8 การแบ่งชั้นการแปลงตัวเลขแสดงระดับความสำคัญ [15]

ระดับการให้ความสำคัญ (Linguistic scale)	ตัวเลข AHP (AHP scale)	ตัวเลขฟัซซี่
สำคัญเท่ากัน	1	(1, 1, 3)
สำคัญมากกว่าเล็กน้อย	3	(1 ,3 ,5)
สำคัญมากกว่าปานกลาง	5	(3, 5, 7)
สำคัญกว่ามากๆ	7	(5, 7, 9)
ความสำคัญมากกว่ามากที่สุด	9	(7, 9, 9)

ตัวอย่างการคำนวณของเกณฑ์ตัดสินใจ จากการประเมินของผู้ตัดสินใจคนที่ 1

ขั้นตอนที่ 1 ทำการแปลงข้อมูลจากตัวเลขทั่วไปให้เป็นตัวเลขแบบฟัซซี่ของผู้ตัดสินใจซึ่งเรียกว่า กระบวนการ Fuzzification โดยเทียบค่าการตัดสินใจกับข้อมูลตัวเลขฟัซซี่ในตารางที่ 8 และสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบเป็นคู่แบบคลุมเครือ และสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบเป็นคู่แบบคลุมเครือ ได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการแปลงค่าผลประเมินลำดับความสำคัญของเกณฑ์ในการตัดสินใจ เป็นตัวเลขฟัซซี่ของผู้ตัดสินใจคนที่ 1

เกณฑ์ตัดสินใจ	S	O	D
S	(1, 1, 1)	(1 ,3 ,5)	(1, 1, 3)
O	$(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, \frac{1}{1})$	(1, 1, 1)	$(\frac{1}{7}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3})$
D	(1, 1, 1)	(3 ,5 ,7)	(1, 1, 1)

ขั้นตอนที่ 2 หาค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิตแบบคลุมเครือ (Geometric Mean) สำหรับแต่ละเกณฑ์ตัดสินใจดังสมการ (4)

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \times \tilde{a}_{i2} \times \ldots \times \tilde{a}_{in})^{1/n} \quad (4)$$

เช่น เกณฑ์ตัดสินใจด้านความรุนแรง (S) = $((1x1x1)^{1/3},(1x3x1)^{1/3}, (1x5x3)^{1/3})$

= (1,1.442,2.466)

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณน้ำหนักคลุมเครือ (Fuzzy Weight) โดยคำนวณจากสมการที่ (5) และ (6) ผลดังตารางที่ 10

$$\tilde{w}_i=\tilde{r}_i \times(\tilde{r}_1+\tilde{r}_2+\ldots+\tilde{r}_n)^{-1} \quad (5)$$

โดยที่ $\tilde{r}_k=(l_k,m_k,u_k)$ และ $(\tilde{r}_k)^{-1}=(1/u_k,1/m_k 1/l_k)$ (6)

เช่น เกณฑ์ตัดสินใจด้านความรุนแรง (S) = $(1,1.442,2.466) \times \left(\frac{1}{5.073}, \frac{1}{3.558}, \frac{1}{2.748}\right)$

= (0.197,0.405,0.897)

ตารางที่ 10 ผลลัพธ์การคำนวณ Fuzzy Geometric Mean และFuzzy Weight ของผู้ตัดสินใจคนที่ 1

เกณฑ์ตัดสินใจ	Fuzzy Geometric Mean	Fuzzy Weight
S	(1,1.442,2.466)	(0.197,0.405,0.897)
O	(0.306,0.405,0.693)	(0.060,0.114,0.252)
D	(1.442,1.710,1.913)	(0.284,0.481,0.696)

ขั้นตอนที่ 4 ทำการแปลงค่าตัวเลขฟัซซี่ ให้เป็นตัวเลขปกติ ซึ่งเรียกว่า Defuzzification โดยใช้วิธี Centre of area Method โดยใช้สมการที่ (7) ผลดังตารางที่ 11

$$\widetilde{W}_i = \frac{l_i + m_i + u_i}{3} \quad (7)$$

ตารางที่ 11 ผลลัพธ์ของการหา Fuzzy Weight และค่าเฉลี่ยของผู้ตัดสินใจคนที่ 1

เกณฑ์การตัดสินใจ	Fuzzy Weight	ค่าเฉลี่ย
S	(0.197,0.405,0.897)	(0.197+0.405+0.897)/3=0.500
O	(0.060,0.114,0.252)	(0.060+0.114+0.252)/3=0.142
D	(0.284,0.481,0.696)	(0.284+0.481+0.696)/3=0.487
ผลรวม		1.129

ขั้นตอนที่ 5 การทำ Normalization โดยใช้สมการที่ (8) ผลดังตารางที่ 12

$$W_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^{w} M_i} \quad (8)$$

ตารางที่ 12 ผลลัพธ์การหาค่า Normalization และอันดับความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจของผู้ตัดสินใจคนที่ 1

เกณฑ์การตัดสินใจ	Normalized weight	อันดับ
S	0.500/1.129 =0.443	1
O	0.142/1.129 =0.126	3
D	0.487/1.129 =0.431	2

จากตารางที่ 10 พบว่า เกณฑ์การตัดสินใจ ด้านความรุนแรง การตรวจจับข้อบกพร่อง และ โอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง มีความสำคัญตามลำดับ หลังจากนั้นทำการหาค่า Normalized Weight ของเกณฑ์ตัดสินใจรองและค่า Normalized Weight ของข้อบกพร่อง และทำการจัดเรียงความสำคัญจากค่าน้ำหนักโดยรวมที่คำนวณได้

2.2.4 การประเมินผล และการวิเคราะห์ข้อมูลในการจัดลำดับความสำคัญ

จากโครงสร้างลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของการจัดลำดับความสำคัญข้อบกพร่องดังรูปที่ 1 โดยจัดลำดับโครงสร้างตามโครงสร้างทั้งเป้าหมายของปัญหา เกณฑ์ในการตัดสินใจ ทางเลือก และทำการประเมินจากผู้ตัดสินใจ ผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจทุกคน ในเกณฑ์ตัดสินใจหลัก ดังตารางที่ 13 จากตาราง พบว่าค่าอัตราความสอดคล้องของเกณฑ์ตัดสินใจไม่เกิน 10 % สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อได้ ส่วนเกณฑ์การตัดสินใจรอง ได้แก่ สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก4M และ สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 1E พบว่า จากค่า RI ของ Thomas L. Saaty (ตารางที่ 7) มีจำนวนเกณฑ์ตัดสินใจ 2 เกณฑ์ ค่า RI = 0 จึงไม่มีความจำเป็นต้องหาค่าความสอดคล้อง

ตารางที่ 14 เป็นผลวิเคราะห์ความสอดคล้องของการตัดสินใจข้อบกพร่องของผู้ตัดสินใจทุกคน พบว่าค่าความสอดคล้องของเกณฑ์ตัดสินใจไม่เกิน 10 % สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อได้

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราความสอดคล้องของเกณฑ์ตัดสินใจหลัก

ผู้ตัดสินใจ	อัตราความสอดคล้อง (CR) %	ผู้ตัดสินใจ	อัตราความสอดคล้อง (%CR)
คนที่ 1	3.09	คนที่ 11	1.93
คนที่ 2	1.93	คนที่ 12	3.72
คนที่ 3	3.09	คนที่ 13	4.77
คนที่ 4	3.72	คนที่ 14	1.93
คนที่ 5	8.97	คนที่ 15	3.72
คนที่ 6	0.00	คนที่ 16	8.97
คนที่ 7	0.00	คนที่ 17	3.72
คนที่ 8	3.72	คนที่ 18	8.97
คนที่ 9	1.41	คนที่ 19	1.93
คนที่ 10	9.61	คนที่ 20	1.41

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราความสอดคล้องของข้อบกพร่อง

ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวกับการผลิตโดยตรง		ผู้เชี่ยวชาญที่ไม่เกี่ยวกับการผลิตโดยตรง	
ผู้ตัดสินใจคนที่	อัตราความสอดคล้อง (%CR)	ผู้ตัดสินใจคนที่	อัตราความสอดคล้อง (%CR)
1	0.00%	4	0.00%
2	3.09%	5	1.93%
3	9.09%	10	3.09%
6	8.97%	11	3.72%
7	3.72%	12	0.00%
8	6.73%	13	3.09%
9	3.72%	17	4.77%

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราความสอดคล้องของข้อบกพร่อง (ต่อ)

ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวกับการผลิตโดยตรง		ผู้เชี่ยวชาญที่ไม่เกี่ยวกับการผลิตโดยตรง	
ผู้ตัดสินใจคนที่	อัตราความสอดคล้อง (%CR)	ผู้ตัดสินใจคนที่	อัตราความสอดคล้อง (%CR)
14	3.09%	18	3.72%
15	3.09%	19	1.93%
16	8.97%	20	0.00%

ผลค่าน้ำหนักของเกณฑ์ในตัดสินใจด้วยกระบวนการ FAHP ได้แก่ ความรุนแรง (S) โอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง (O) และการตรวจจับข้อบกพร่อง (D) ดังตารางที่ 15 ในส่วนเกณฑ์ตัดสินใจรอง ได้แก่ สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 4M และสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 1E ดังตารางที่ 16 และ 17

ตารางที่ 15 ผลค่าน้ำหนักของเกณฑ์ตัดสินใจหลัก

เกณฑ์ตัดสินใจ	ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกระบวนการผลิตโดยตรง		ผู้เชี่ยวชาญที่ไม่เกี่ยวข้องกระบวนการผลิตโดยตรง	
	ค่าน้ำหนัก	อันดับ	ค่าน้ำหนัก	อันดับ
ความรุนแรง (S)	0.454	1	0.588	1
โอกาสเกิดข้อบกพร่อง (O)	0.245	3	0.139	3
การตรวจจับข้อบกพร่อง (D)	0.301	2	0.273	2

ตารางที่ 16 ค่าน้ำหนักของเกณฑ์ตัดสินใจรองที่ส่งผลต่อเกณฑ์ตัดสินใจ

เกณฑ์	ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกระบวนการผลิตโดยตรง		ผู้เชี่ยวชาญที่ไม่เกี่ยวข้องกระบวนการผลิตโดยตรง	
เกณฑ์หลัก / เกณฑ์รอง	สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 4M	สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 1E	สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 4M	สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 1E
ความรุนแรง (S)	0.718	0.288	0.614	0.386
โอกาสเกิดข้อบกพร่อง (O)	0.609	0.391	0.644	0.356
การตรวจจับข้อบกพร่อง (D)	0.621	0.379	0.639	0.361

ตารางที่ 17 ลำดับความสำคัญของเกณฑ์ตัดสินใจรอง (สาเหตุการเกิดข้อบกพร่อง)

สาเหตุการเกิดข้อบกพร่อง	ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง	ผู้เชี่ยวชาญที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง
สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 4M	0.325+0.149+0.187=0.660	0.361+0.089+0.175=0.625
สาเหตุการเกิดข้อบกพร่องจาก 1E	0.130+0.096+0.114=0.340	0.227+0.050+0.098=0.375

3. ผลการวิจัย

ผลการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่อง 8 รายการ จากผู้ตัดสินใจ 20 ท่าน จากหลากหลายหน่วยงานในองค์กร ที่นำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกระบวนการ FAHP [15] แสดงดังตารางที่ 18 และ 19 ผลลัพธ์การจัดลำดับโดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง เรียงลำดับความสำคัญได้ดังนี้ พิมพ์ไม่ตรง ฝุ่น/ฝุ่นใย แสงทะลุ สีเลอะ จุดดำ สีแตก สีเยิ้มและ สีด่าง ส่วนของผู้เชี่ยวชาญที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง เรียงลำดับความสำคัญ ได้ดังนี้ ฝุ่น/ฝุ่นใย แสงทะลุ พิมพ์ไม่ตรง สีเยิ้ม สีเลอะ จุดดำ และ สีแตกกับสีด่างมีลำดับความสำคัญเท่ากัน

ตารางที่ 18 ผลการจัดลำดับความสำคัญข้อบกพร่องของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง

ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง					
สาเหตุการเกิดข้อบกพร่อง	ค่าน้ำหนัก (A)	ข้อบกพร่อง	ค่าน้ำหนักเฉลี่ยข้อบกพร่อง (B)	น้ำหนักโดยรวม (AXB)	อันดับ
4 M	0.660	แสงทะลุ	0.239	0.158	3
		พิมพ์ไม่ตรง	0.291	0.192	1
		สีเยิ้ม	0.111	0.073	7
		สีเลอะ	0.200	0.132	4
		สีแตก	0.158	0.105	6
1E	0.340	ฝุ่น /ฝุ่นใย	0.489	0.166	2
		สีด่าง	0.180	0.061	8
		จุดดำ	0.331	0.113	5

ตารางที่ 19 การจัดลำดับความสำคัญข้อบกพร่องของผู้เชี่ยวชาญที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง

ผู้เชี่ยวชาญที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง					
สาเหตุการเกิดข้อบกพร่อง	ค่าน้ำหนัก (C)	ข้อบกพร่อง	ค่าน้ำหนักเฉลี่ยของเกณฑ์ตัดสินใจรอง (D)	น้ำหนักโดยรวม (CXD)	อันดับ
4 M	0.625	แสงทะลุ	0.296	0.185	2
		พิมพ์ไม่ตรง	0.238	0.149	3
		สีเยิ้ม	0.180	0.113	4
		สีเลอะ	0.156	0.098	5
		สีแตก	0.129	0.081	7
1E	0.375	ฝุ่น /ฝุ่นใย	0.545	0.204	1
		สีด่าง	0.216	0.081	7
		จุดดำ	0.239	0.090	6

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องด้วยวิธีการเดิมของโรงงานกรณีศึกษา ได้แก่ วิธี AP และ วิธี RPN กับวิธีการที่นำเสนอ ได้แก่วิธี FAHP ดังในตารางที่ 20 พบว่าการจัดลำดับข้อบกพร่องด้วยวิธีเดิมและวิธีที่นำเสนอ มีผลจัดลำดับความสำคัญที่แตกต่างกัน คือ วิธี RPN สามารถเรียงลำดับความสำคัญ ได้ดังนี้ จุดดำ สีด่าง สีเลอะ สีแตก พิมพ์ไม่ตรง ฝุ่น/ฝุ่นใย แสงทะลุ และสีเยิ้ม ส่วนวิธี AP ไม่สามารถเรียงลำดับความสำคัญได้ทุกข้อบกพร่องมี ลำดับความสำคัญอยู่ในเกณฑ์ต่ำทั้งหมด

ส่วนวีธี FAHP ที่นำเสนอสามารถเรียงลำดับความสำคัญ ดังค่าน้ำหนักในรูปที่ 2 โดยอ้างอิงตามค่าน้ำหนักของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวกับการผลิตโดยตรง เรียงลำดับความสำคัญได้ดังนี้ ดังนี้ พิมพ์ไม่ตรง ฝุ่น/ฝุ่นใย แสงทะลุ สีเลอะ จุดดำ สีแตก สีเยิ้มและ สีด่าง และอ้างอิงตามค่าน้ำหนักของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง เรียงลำดับความสำคัญ ได้ดังนี้ ฝุ่น/ฝุ่นใย แสงทะลุ พิมพ์ไม่ตรง สีเยิ้ม สีเลอะ จุดดำ และ สีแตกกับสีด่างมีลำดับความสำคัญเท่ากัน

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบการจัดลำดับด้วยวิธี RPN, AP และ กระบวนการ FAHP

ข้อบกพร่อง	วิธี AP		วิธี RPN		วิธี FAHP			
	เกณฑ์	อันดับ	ค่าน้ำหนัก	อันดับ	ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง		ผู้เชี่ยวชาญที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง	
					ค่าน้ำหนัก	อันดับ	ค่าน้ำหนัก	อันดับ
แสงทะลุ	L	-	53.1	7	0.158	3	0.185	2
พิมพ์ไม่ตรง	L	-	55.5	5	0.192	1	0.149	3
สีเยิ้ม	L	-	52.2	8	0.073	7	0.113	4
สีเลอะ	L	-	67.5	3	0.132	4	0.098	5
สีแตก	L	-	61.8	4	0.105	6	0.081	7
ฝุ่น /ฝุ่นใย	L	-	54	6	0.166	2	0.204	1
สีด่าง	L	-	76.2	2	0.061	8	0.081	7
จุดดำ	L	-	78.9	1	0.113	5	0.090	6

รูปที่ 2 การเปรียบเทียบการจัดลำดับของข้อบกพร่องด้วยวิธีต่างๆ

4. สรุปผลและอภิปรายผล

4.1 สรุปผล

จากการประเมินผู้เชี่ยวชาญทั้ง 20 ท่าน พบว่า มีอัตราความสอดคล้องไม่เกินร้อยละ 10 ซึ่งสามารถยอมรับผลการประเมินได้ และใช้วิธี FAHP คำนวณค่าน้ำหนัก พบว่า ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกระบวนการผลิตโดยตรง เรียงลำดับความสำคัญได้ดังนี้ ดังนี้ พิมพ์ไม่ตรง ฝุ่น/ฝุ่นใย แสงทะลุ สีเลอะ จุดดำ สีแตก สีเยิ้มและ สีด่าง ส่วนการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญที่ไม่เกี่ยวข้องกระบวนการผลิตโดยตรง เรียงลำดับความสำคัญ ได้ดังนี้ ฝุ่น/ฝุ่นใย แสงทะลุ พิมพ์ไม่ตรง สีเยิ้ม สีเลอะ จุดดำ และ สีแตกกับสีด่างมีลำดับความสำคัญเท่ากัน

เมื่อทำการเปรียบเทียบการจัดลำดับด้วยการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี RPN และ AP มีความแตกต่างกัน โดยวิธี RPN เรียงลำดับความสำคัญได้แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ พิมพ์ไม่ตรง สีเยิ้ม สีเลอะ สีด่าง และจุดดำ ทั้ง 5 ข้อบกพร่องนี้ มีลำดับความสำคัญเป็นอันดับแรก และรองลงมาคือกลุ่มที่ 2 ได้แก่ แสงทะลุ ฝุ่น/ฝุ่นใย และสีแตก ทั้ง 3 ข้อบกพร่อง และ วิธี APอยู่ในเกณฑ์ L ซึ่งหมายถึงว่า ข้อบกพร่องนั้นควรมีการตรวจสอบ ทบทวน และการดำเนินการมีลำดับความสำคัญต่ำ แต่ไม่สามารถเรียงลำดับความสำคัญได้เนื่องจากมีค่า AP เท่ากัน จากผลลัพธ์ดังกล่าวจะเห็นได้ชัดเจนว่า การจัดลำดับความสำคัญด้วยวิธี FAHP ทำให้สามารถเรียงลำดับการแก้ไขข้อบกพร่องตามลำดับความสำคัญได้อย่างเป็นระบบ มีเหตุมีผล มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีเดิมทั้งสองวิธี ลำดับถัดไป จากนี้ โรงงานกรณีศึกษาจะได้นำข้อบกพร่องไปจัดทำโครงการแก้ไขและป้องกันร่วมกันทุกหน่วยงาน เพื่อวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นรากเหง้าของปัญหาและนำไปสู่การแก้ไขและป้องกันตามลำดับ

4.2 การอภิปรายผล

จากที่ได้ดำเนินการในงานวิจัยนี้สรุปได้ว่า การจัดลำดับความสำคัญด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ สามารถกำจัดความคลุมเครือของการตัดสินใจของมนุษย์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนิตเชษฐ์ ดวงโสมา และคณะ (2566) [16] ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้เทคนิคฟัซซีเอเอชพีสำหรับการประเมินความปลอดภัยในงานก่อสร้าง และกระบวนการ FAHP สามารถแก้ไขปัญหาที่พบจากความไม่ชัดเจนในการคัดเลือกข้อบกพร่องไปดำเนินการตามลำดับ ทำได้อย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจาก มีการคำนึงถึงน้ำหนักของเกณฑ์ตัดสินใจที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ขวัญใจ อินหันต์ และคณะ (2559) [7]ได้ทำการศึกษาเรื่อง การจัดลำดับความมสำคัญข้อบกพร่องด้วยกระบวนการการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี่ : กรณีศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่มีการตัดสินใจ เพื่อกำจัดความคลุมเครือที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะการตัดสินใจแบบกลุ่ม (Group decision-making) ที่มีความคิดเห็นแตกต่างกัน ซึ่งอาจเกิดจาก หน้าที่ประสบการณ์ ที่แตกต่างกัน เป็นต้น ซึ่งต้องร่วมตัดสินใจในเรื่องเดียวกัน โดยสามารถนำไปศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีความแตกต่าง โดยศึกษาสาเหตุ วิเคราะห์การตัดสินใจ หรือ เมื่อมีทางเลือกในการตัดสินใจจำนวนมาก อาจมีการเพิ่มเกณฑ์ในการตัดสินใจย่อย เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบการตัดสินใจ

4.3 ข้อเสนอแนะ

4.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับโรงงานกรณีศึกษา

การใช้เครื่องมือการประเมินความเสี่ยง (FMEA : Failure Mode and Effect Analysis) ควรมีการศึกษาให้เข้าใจถึงรูปแบบการประยุกต์ใช้ในแต่ละกรณี และอาจนำเครื่องมือมาช่วยในการตรวจจับ หรือตรวจสอบความผิดปกติ เช่น เครื่อง Visual Mechanical Inspection หรือเครื่องตรวจอัตโนมัติ เช่น Automated Optical Inspection (AOI) เพื่อลดความผิดพลาดในการตรวจสอบ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตามสัญญาเลขที่ CIT-2022- GRAD -11

เอกสารอ้างอิง

[1] Ploypanichcharoen, K. (2008). *Failure Mode and Effect Analysis* (2nd ed.). Technology Promotion Association (Thai–Japan). (in Thai)

[2] Automotive Industry Action Group (AIAG). (2011). *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)* (4th ed.). United States: AIAG.

[3] Automotive Industry Action Group (AIAG) & Verband der Automobilindustrie (VDA). (2019). *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Handbook*. United States: AIAG.

[4] Emrouznejad, A., & Ho, W. (2018). *FAHP Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (1st ed.). CRC Press Taylor & Francis Group.

[5] Ivančić, V. (2014). Improving the Decision-Making Process Through the Pareto Principle Application. *Ekonomska Misao i Praksa, (2)*, 633–656.

[6] Opasanon, S. (2013). Multi Criteria Decision Making. *Logistics and Supply Chain Management, 35*(139), 1–4. (in Thai)

[7] Khuanchai, I. (2015). *Prioritization of Failure Modes by Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP): A Case Study of Electronics Part/Components Manufacturing Process* [Master of Engineering]. Thammasat University. (in Thai)

[8] Rangsikornphum, K. (2022). *Decision Analysis for Engineering* (1st ed.). Chulalongkorn University Press (CUPRINT). (in Thai)

[9] Calabrese, A., Costa, R., Levialdi, N., & Menichini, T. (2016). A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Method to Support Materiality Assessment in Sustainability Reporting. *Journal of Cleaner Production, 121*, 248–264. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.005

[10] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control, 8*, 338–353. https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X

[11] Van Laarhoven, P. J. M., & Pedrycz, W. (1983). A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory. *Fuzzy Sets and Systems, 11*(1–3), 229–241. https://doi.org/10.1016/S0165-0114(83)80082-7

[12] Buckley, J. J. (1985). Fuzzy Hierarchical Analysis. *Fuzzy Sets and Systems, 17*(3), 233–247.

[13] Onar, S. Ç., Büyüközkan, G., Öztayşi, B., & Kahraman, C. (2016). A New Hesitant Fuzzy QFD Approach: An Application to Computer Workstation Selection. *Applied Soft Computing, 46*, 1–16. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.04.023

[14] Saaty, T. L. (1994). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *Interfaces, 24*(6), 19–43.

[15] Metinee, J. (2016*). Green Supply Chain Management Triple Bottom Line and Organization Theory Prioritization with Fuzzy AHP Method* [Master of Engineering]. Thammasat University. (in Thai)

[16] Thanitchet, D. (2023). *Model Development Using the Fuzzy AHP Technique for Construction Safety Assessment, Phuket*. *The 28th National Convention on Civil Engineering, 28*, 1–9.