

การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือเพื่อ จัดลำดับความสำคัญของอะไหล่ในอุตสาหกรรมเครื่องตัด

ปิยะวัชร ลิขิตลือชา* และ ชุติศักดิ์ พรสิงห์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม,
มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม 73000

* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: likhitluecha_p@silpakorn.edu

วันที่รับบทความ: 25 มกราคม 2569; วันที่ทบทวนบทความ: 3 พฤษภาคม 2569; วันที่ตอบรับบทความ: 5 มิถุนายน 2569

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 19 สิงหาคม 2569

บทคัดย่อ: อุตสาหกรรมการผลิตและการบำรุงรักษาเครื่องตัดทั้งแบบบรรจุขวดและบรรจุกระป๋องต้องอาศัยความต่อเนื่องและความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร การบริหารจัดการคงคลังอะไหล่จึงมีความสำคัญต่อการเพิ่มความพร้อมของเครื่องจักรและลดความสูญเสีย อย่างไรก็ตามความหลากหลายของอะไหล่ทำให้จำเป็นต้องจัดลำดับความสำคัญ โดยคำนึงถึงทั้งปัจจัยเชิงปริมาณที่สามารถวัดได้และปัจจัยเชิงคุณภาพที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวิธีการจัดลำดับความสำคัญของอะไหล่ระหว่างกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ (Fuzzy Analytic Hierarchy Process: Fuzzy AHP) และการวิเคราะห์แบบ ABC (ABC Analysis) เพื่อพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการคงคลังอะไหล่ ข้อมูลการวิเคราะห์ครอบคลุมอะไหล่ 806 รายการ จากข้อมูลการใช้งานย้อนหลัง 60 เดือน พบว่าอะไหล่ที่ไม่เคลื่อนไหวเกิน 6 เดือนมี 448 รายการ คิดเป็นมูลค่า 53.77% ของทั้งหมด โดยผลการประเมินด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ ภายใต้เกณฑ์ทั้ง 5 ด้าน พบว่าสามารถจัดอะไหล่เป็นกลุ่ม A, B และ C ในสัดส่วน 20.10%, 29.90% และ 50.00% ขณะที่การวิเคราะห์แบบ ABC จัดได้ 19.48%, 21.09% และ 59.43% ตามลำดับ จากนั้นนำผลการจัดลำดับของทั้งสองวิธีไปกำหนดนโยบายคงคลังและจำลองการควบคุมอะไหล่คงคลังระยะเวลา 12 เดือน พบว่านโยบายที่อิงกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือมีระดับการให้บริการเฉลี่ย 81.00% สูงกว่านโยบายที่อิงการวิเคราะห์แบบ ABC ซึ่งมีค่า 79.86% (เพิ่มขึ้น 1.14 เปอร์เซนต์) มีจำนวนครั้งที่อะไหล่ขาดสต็อก 1,552 ครั้ง เทียบกับ 1,645 ครั้งของการวิเคราะห์แบบ ABC และช่วยลดมูลค่าสินค้าคงคลังรวมได้ 1.48% รวมทั้งลดต้นทุนการจัดการอะไหล่ได้ 235,209 บาท สะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือเหมาะสมกว่าสำหรับการจัดลำดับความสำคัญและกำหนดนโยบายอะไหล่คงคลัง

คำสำคัญ: การจัดการวัสดุคงคลัง; กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบคลุมเครือ; การวิเคราะห์แบบ ABC

An Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process for Spare Parts Prioritization in the Beverage Industry

Piyawat Likhitluecha* and Choosak Pornsing

Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Nakhon Pathom 73000

* Corresponding author, E-mail: likhitluecha_p@silpakorn.edu

Received: 25 January 2026; Revised 3 May 2026; Accepted: 5 June 2026

Online Published: 19 August 2026

Abstract: Beverage production and packaging operations, including both bottling and canning lines, rely heavily on the continuity and reliability of equipment, making effective spare parts inventory management critical for improving machine availability and reducing potential losses. However, the large variety of spare parts necessitates a rational prioritization approach that accounts for both quantitative and qualitative factors. This study aims to compare spare parts prioritization methods based on the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (fuzzy AHP) and conventional ABC analysis in order to develop improved spare parts inventory management policies. The analysis covers 806 spare part items based on 60 months of historical usage data. Items with no issuance for more than six months account for 448 items and represent 53.77% of the total inventory value. Using Fuzzy AHP under five evaluation criteria, the items were classified into A, B, and C classes with proportions of 20.10%, 29.90%, and 50.00%, respectively, compared with 19.48%, 21.09%, and 59.43% from traditional ABC analysis. The resulting priority classes from both methods were then used to define inventory policies and to simulate 12 months of inventory control. The fuzzy AHP-based policy achieved an average service level of 81.00%, higher than the 79.86% obtained under the ABC-based policy (an improvement of 1.14 percentage points), reduced stockout occurrences from 1,645 to 1,552, and reduced the total inventory value by 1.48% as well as spare parts management costs by 235,209 THB. These results indicate that fuzzy AHP is more suitable than standard ABC analysis for spare parts prioritization and inventory policy design in beverage production and packaging operations.

Keywords: Inventory Management; Fuzzy Analytic Hierarchy Process; ABC Analysis

1. บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องตีเป็นหนึ่งในภาคอุตสาหกรรมที่มีการเติบโตและมีแนวโน้มการขยายตัวของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ผู้ประกอบการจึงต้องเผชิญกับแรงกดดันจากต้นทุนวัตถุดิบที่สูงขึ้น ส่งผลให้การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเพื่อรักษาความสามารถในการแข่งขันกลายเป็นประเด็นสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมที่ใช้กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง ซึ่งความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความสำเร็จ

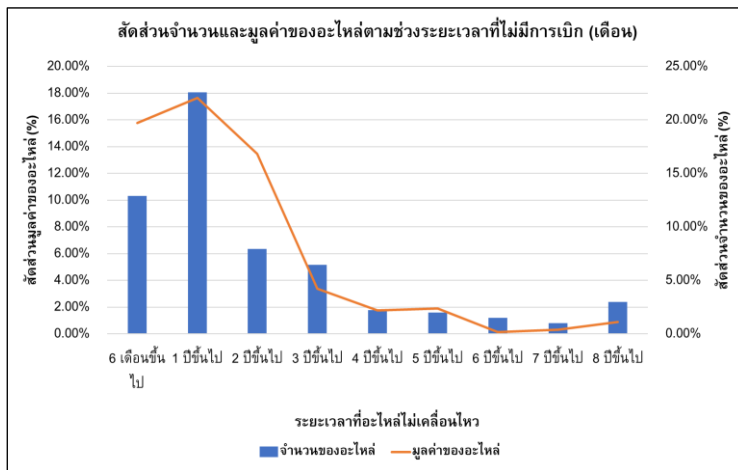
งานวิจัยหลายชิ้นได้แสดงให้เห็นว่าการหยุดเดินเครื่องโดยไม่คาดคิด ในอุตสาหกรรมที่ใช้กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องสามารถส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการผลิตลดลง และกระทบต่อความสามารถในการส่งมอบสินค้าได้ตรงเวลา Pintelon and Parodi-Herz (2008) รายงานว่าต้นทุนการหยุดผลิตโดยไม่วางแผนอาจสูงถึงร้อยละ 5–20 ของมูลค่าการผลิตทั้งหมด [1] Sterman (2000) ชี้ให้เห็นว่าความไม่มีประสิทธิภาพในระบบสินค้าคงคลัง ส่งผลต่อความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของการผลิตอย่างมีนัยสำคัญ [2] ในขณะที่ Kennedy et al. (2002) ได้สรุปว่าการบริหารอะไหล่สำรองที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญในการลดเวลาหยุดเครื่องในโรงงานอุตสาหกรรม [3]

เนื่องจากการที่เครื่องจักรหยุดเดินโดยไม่คาดคิดก่อให้เกิดการหยุดชะงักของการผลิตและกระทบต่อการส่งมอบสินค้า การบำรุงรักษาเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพจึงต้องได้รับการสนับสนุนจากการบริหารจัดการอะไหล่สำรองอย่างเหมาะสม [3, 4] ในทางปฏิบัติการบริหารอะไหล่คงคลังมีความซับซ้อน

เนื่องจากต้องสร้างสมดุลระหว่างการลดความเสี่ยงจากการขาดแคลนอะไหล่และการควบคุมต้นทุนการถือครอง โดยการสำรองมากเกินไปก่อให้เกิดต้นทุนและความเสี่ยงด้านการเสื่อมสภาพ ในขณะที่การสำรองไม่เพียงพออาจส่งผลกระทบต่อความต่อเนื่องของกระบวนการผลิตและความเสียหายทางธุรกิจ

โรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นผู้ผลิตเครื่องตีประสบปัญหาการบริหารจัดการอะไหล่อย่างชัดเจน โดยข้อมูล ณ สิ้นปี พ.ศ. 2567 พบว่าสายการบรรจุ (Filling Line) ซึ่งประกอบด้วยแผนกซ่อมบำรุงสายการบรรจุขวดและสายการบรรจุกระป๋อง มีการจัดเก็บอะไหล่รวม 806 รายการ จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเคลื่อนไหวย้อนหลังพบว่าอะไหล่จำนวน 448 รายการ (ร้อยละ 55.58) ไม่มีการเบิกใช้งานในช่วงเวลาที่ศึกษา และคิดเป็นมูลค่าสินค้าคงคลังรวมร้อยละ 53.77 ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่พบในโรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่มีการบริหารอะไหล่โดยไม่ใช้เกณฑ์หลายมิติ [4, 5]

ปัญหาดังกล่าวเกิดจากความหลากหลายของอะไหล่ ซึ่งมีความแตกต่างทั้งด้านราคา ความถี่ในการใช้งาน ระยะเวลาเข้า และผลกระทบเมื่อเกิดการขาดแคลน การประเมินความสำคัญของอะไหล่จึงต้องพิจารณาหลายมิติที่อาจขัดแย้งกัน เช่น อะไหล่ราคาสูงอาจมีผลกระทบต่ำ ขณะที่อะไหล่ใช้งานไม่บ่อยแต่มีระยะเวลานำเข้ายาวอาจส่งผลกระทบต่อการผลิตอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ เกณฑ์บางด้านยังเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่ต้องอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญและไม่สามารถแปลงเป็นค่าตัวเลขได้โดยตรง



รูปที่ 1 จำนวนและมูลค่าของอะไหล่ตามระยะเวลาที่ไม่มีการเคลื่อนไหว

โดยทั่วไปการจัดลำดับความสำคัญของอะไหล่มักใช้ ABC Analysis ซึ่งอ้างอิงมูลค่าการใช้สะสมตามหลักพาเรโต Flores and Whybark (1987) เป็นผู้บุกเบิกการใช้เกณฑ์หลายมิติใน ABC Analysis และพบว่าช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคงคลัง [5] Gong et al. (2022) ได้ประยุกต์ใช้ ABC Analysis ร่วมกับ FMECA เพื่อจัดลำดับชิ้นส่วนวิกฤตในระบบเบรกของยานยนต์ และพบว่าสามารถระบุชิ้นส่วนที่มีความสำคัญสูงได้อย่างมีระบบ [6] อย่างไรก็ตาม ABC Analysis มีข้อจำกัดสำคัญตรงที่พิจารณาเพียงมูลค่าการใช้งานเป็นหลัก และไม่สามารถสะท้อนความสำคัญเชิงเทคนิคต่อความต่อเนื่องของการผลิตได้ โดยเฉพาะในกรณีที่อะไหล่ราคาต่ำแต่มีผลกระทบสูงต่อกระบวนการผลิต [6, 7]

ในทางกลับกัน Fuzzy AHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process) เป็นวิธีการตัดสินใจหลายเกณฑ์ที่สามารถผสมผสานข้อมูลเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพ และความไม่แน่นอนของดุลยพินิจผู้เชี่ยวชาญเข้าด้วยกัน Chang

(1996) ได้เสนอวิธี Fuzzy Extent Analysis ซึ่งเป็นรากฐานของการคำนวณค่าน้ำหนักใน Fuzzy AHP [8] Ilgin (2019) พบว่า Fuzzy AHP ร่วมกับ Taguchi loss function ให้ผลการประเมินความสำคัญของอะไหล่ที่ดีกว่า ABC Analysis แบบดั้งเดิมในอุตสาหกรรมการผลิต [9] นอกจากนี้ Torre et al. (2025) ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้เกณฑ์หลายมิติในการจำแนกอะไหล่ในอุตสาหกรรมเหล็กกล้าให้ผลลัพธ์ที่ครอบคลุมและสะท้อนความเป็นจริงมากกว่าการใช้เกณฑ์เดียว [7]

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่าง Fuzzy AHP และ ABC Analysis ในบริบทของอุตสาหกรรมเครื่องตัดยังมีจำนวนจำกัด โดยเฉพาะการศึกษาที่นำผลการจัดลำดับไปกำหนดนโยบายควบคุมคงคลังและประเมินประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบผ่านการจำลองสถานการณ์ ช่องว่างงานวิจัยดังกล่าวทำให้ผู้ปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมขาดแนวทางที่ชัดเจนในการเลือกวิธีจัดลำดับความสำคัญของอะไหล่ที่เหมาะสมกับบริบทของตน



งานวิจัยนี้จึงมุ่งเปรียบเทียบผลการจัดลำดับความสำคัญของอะไหล่ด้วย Fuzzy AHP และ ABC Analysis โดยใช้ข้อมูลจริงจากอะไหล่ 806 รายการครอบคลุมระยะเวลา 60 เดือน เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดลำดับความสำคัญระหว่างสองวิธี โดยนำผลที่ได้ไปใช้กำหนดนโยบายควบคุมคงคลัง และประเมินผลลัพธ์เชิงเปรียบเทียบผ่านการจำลองสถานการณ์เป็นระยะเวลา 12 เดือน เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกวิธีจัดลำดับอะไหล่ที่เหมาะสมสำหรับโรงงานที่ใช้กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

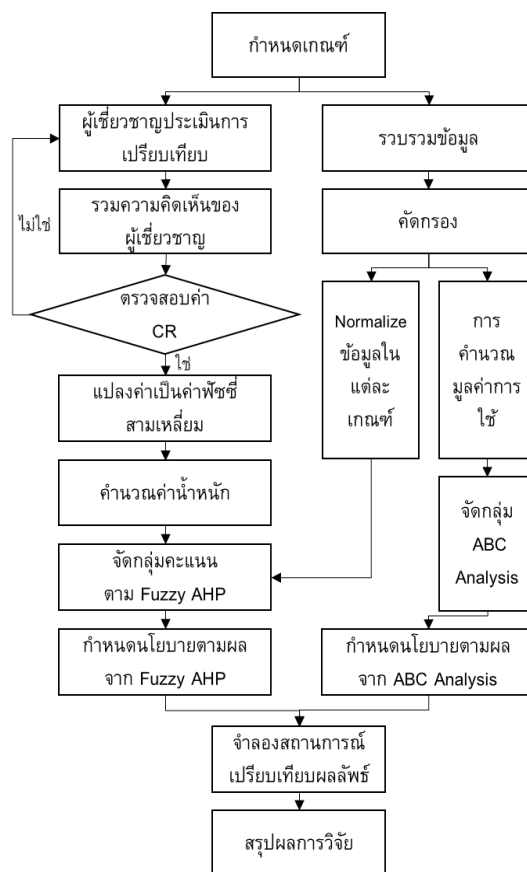
งานวิจัยนี้วิเคราะห์และจัดลำดับความสำคัญของอะไหล่โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างเทคนิค Fuzzy AHP และ ABC Analysis เพื่อประเมินความแตกต่างของการจัดกลุ่มและระดับความสอดคล้องของผลลัพธ์ทั้งนี้ขั้นตอนการดำเนินงานสรุปไว้ในรูปที่ 2

2.1 การกำหนดเกณฑ์

เพื่อให้การจำแนกอะไหล่มีความครอบคลุมและสะท้อนความสำคัญในหลายมิติ งานวิจัยกำหนดเกณฑ์ประเมิน 5 เกณฑ์ โดยอ้างอิงจาก ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดการกำหนดเกณฑ์ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ (ดังรายละเอียดในหัวข้อ 2.4.1) เกณฑ์ทั้ง 5 ดังกล่าวแสดงในตารางที่ 1

2.2 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของอะไหล่และเปรียบเทียบผลระหว่าง Fuzzy AHP และ ABC Analysis



รูปที่ 2 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

- 1) ข้อมูลเชิงปริมาณ รวบรวมจากระบบ SAP และฝ่ายจัดซื้อ ครอบคลุมระยะเวลานำเข้า จำนวนผู้จัดจำหน่าย ราคา และความถี่การใช้งานอะไหล่
- 2) ข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นการประเมินระดับความสำคัญของเครื่องจักรโดยผู้ปฏิบัติงานและผู้เกี่ยวข้องในสายการผลิต ตามเกณฑ์ 6 ด้าน ซึ่งรายละเอียดระดับการประเมินแสดงในตารางที่ 2



ตารางที่ 1 เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกอะไหล่ [6, 7]

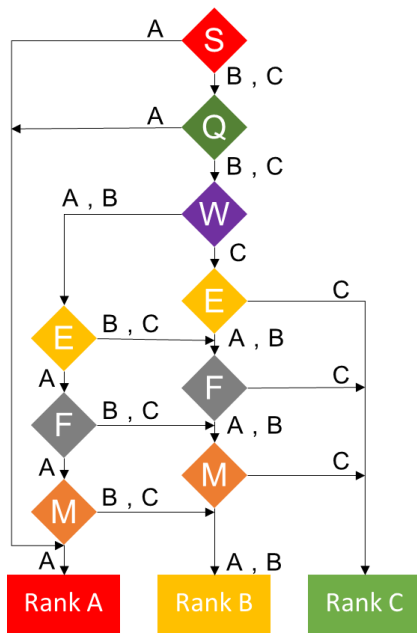
เกณฑ์	คำอธิบาย	แหล่งอ้างอิง
ด้านโลจิสติกส์ (Logistics)		
ระยะเวลานำเข้า (LT)	ระยะเวลาที่ใช้ในการสั่งซื้อหรือจัดหาอะไหล่จนถึงการรับเข้าคลัง	Torre et al. (2025)
จำนวนผู้จัดจำหน่าย (NS)	จำนวนผู้จัดจำหน่ายอะไหล่ที่สามารถจัดหาได้	Torre et al. (2025)
ด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic)		
ราคา (P)	มูลค่าของอะไหล่	Torre et al. (2025)
ด้านการบำรุงรักษา (Maintenance)		
ความสำคัญของเครื่องจักร (MC)	ระดับความสำคัญของเครื่องจักรที่อะไหล่ชิ้นนั้นติดตั้งอยู่	Gong et al. (2022)
ความถี่ในการใช้งาน (UF)	ความถี่การเบิกใช้งานในช่วงเวลาที่กำหนด	Gong et al. (2022)

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินความสำคัญของเครื่องจักร (S-Q-W-E-F-M) [10]

เกณฑ์	ระดับ A	ระดับ B	ระดับ C
Safety	บาดเจ็บรุนแรงหรือเสียชีวิต	บาดเจ็บต้องรักษาในโรงพยาบาล	บาดเจ็บเล็กน้อยหรือไม่รุนแรง
Quality	กระทบต่อความปลอดภัยผู้บริโภค (Critical)	กระทบต่อคุณภาพสินค้า (Major)	ข้อบกพร่องเล็กน้อย (Minor)
Working Condition	เดินเครื่องต่อเนื่อง 24 ชม.	เดินเครื่อง 7-24 ชม.	เดินเครื่องเป็นครั้งคราว
Effect	ไม่มี Buffer	มี Buffer 0-10%	Buffer > 10%
Frequency	BD > 30 ครั้ง/เดือน	BD 20 ครั้ง/เดือน	BD < 10 ครั้ง/เดือน
Maintenance	ซ่อม > 43 นาที/วัน	ซ่อม 33-42 นาที/วัน	ซ่อม < 33 นาที/วัน

2.1) การประเมินระดับความสำคัญของเครื่องจักร การประเมินระดับความสำคัญของเครื่องจักร ดำเนินการตามเกณฑ์ S-Q-W-E-F-M โดยรวบรวมข้อมูลจากผู้แทน 5 หน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องกับการเดินเครื่องและการซ่อมบำรุง ได้แก่ แผนกซ่อมบำรุง แผนกบรรจุ แผนกควบคุมคุณภาพ แผนกความ

ปลอดภัย และแผนกวิศวกรรม จากนั้นนำผลการประเมินมาประมวลและจัดระดับ (A, B, C) ด้วยกระบวนการ Decision Tree เพื่อกำหนดระดับความสำคัญโดยรวมของเครื่องจักร (Equipment Rank) เป็น Rank A, Rank B และ Rank C ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 กระบวนการตัดสินใจลำดับความสำคัญของเครื่องจักร

จากการประเมินระดับความสำคัญของเครื่องจักรในสายการผลิตเครื่องตี 2 สายการผลิต ได้แก่ สายการผลิตบรรจุขวด (MB Line) และสายการผลิตบรรจุกระป๋อง (MC Line) ครอบคลุมเครื่องจักรทั้งหมด 39 เครื่อง ผลการประเมินสรุปจำนวนเครื่องจักรในแต่ละระดับความสำคัญ (Rank A, Rank B และ Rank C) แยกตามสายการผลิตแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปจำนวนเครื่องจักรตามระดับความสำคัญ แยกตามสายการผลิต

Line	Rank A	Rank B	Rank C	Total
MB	4	10	6	20
MC	9	2	8	19

2.3 การคัดกรองและตรวจสอบข้อมูล

ก่อนการวิเคราะห์ ได้ดึงข้อมูลอะไหล่จากระบบ SAP ของโรงงานกรณีศึกษา ย้อนหลัง 60 เดือน (พ.ศ. 2563 – 2567) โดยคัดเลือกเฉพาะอะไหล่ของสายการบรรจุกระป๋อง (MC Line) และสายการบรรจุขวด (MB Line) ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยรหัสและชื่ออะไหล่ ประวัติการเบิกจ่าย ปริมาณการใช้งาน ราคาต่อหน่วย จำนวนผู้จัดจำหน่าย และระยะเวลานำเข้า เพื่อให้ข้อมูลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การควบคุมความพร้อมของเครื่องจักร งานวิจัยพิจารณาเฉพาะรายการที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุงแบบไม่มีแผน (Unplanned Maintenance) เช่น การซ่อมฉุกเฉินและการเปลี่ยนอะไหล่จากการใช้งานจริง พร้อมตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลตัวแปรหลักก่อนนำไปวิเคราะห์

นอกจากนี้ ได้ตรวจสอบค่าผิดปกติของข้อมูลการใช้งานด้วยวิธี Z-Score ตามสมการ (1) โดยกำหนดเกณฑ์ $|Z| > 3$ เป็นค่าที่ต้องตรวจสอบเพิ่มเติม และยืนยันสาเหตุร่วมกับหน่วยงานซ่อมบำรุงก่อนปรับปรุงชุดข้อมูลให้เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

โดยที่ x คือค่าการใช้งานรายเดือนของอะไหล่, μ คือค่าเฉลี่ยของการใช้งานย้อนหลัง และ σ คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลการใช้งาน

2.4 การจัดลำดับความสำคัญของอะไหล่ด้วยเทคนิค Fuzzy AHP

การจัดลำดับความสำคัญของอะไหล่มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุรายการอะไหล่ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักรและกระบวนการผลิต



2.4.1 ผู้เชี่ยวชาญในการประเมิน

การประเมินในขั้นตอนนี้อาศัยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการอะไหล่ ของโรงงานกรณีศึกษา รายละเอียดผู้ประเมินแสดงไว้ในตารางที่ 4

2.4.2 การเปรียบเทียบแบบจับคู่

ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินความสำคัญของเกณฑ์หลักทั้ง 5 เกณฑ์ด้วยวิธีการเปรียบเทียบแบบจับคู่ (Pairwise Comparison) โดยใช้มาตราส่วนการให้คะแนนของ Saaty (1990) ในช่วง 1-9 เพื่อสะท้อนระดับความสำคัญสัมพัทธ์ระหว่างเกณฑ์ [11] จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่านมาสรุปผลดังแสดงในตารางที่ 5

2.4.3 การรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

จากผลการประเมินแบบจับคู่ในตารางที่ 5 ทำการรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้วยค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) ตามแนวทางของ Forman และ Peniwati (1998) เพื่อสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบรวม [12] ดังแสดงในสมการ (2)

$$\tilde{A}_{ij} = \left[\prod_{k=1}^K \tilde{A}_{ij}^{(k)} \right]^{\frac{1}{K}} \quad (2)$$

โดยที่ $\tilde{A}_{ij}$ คือ ค่าการเปรียบเทียบรวมระหว่างเกณฑ์ i และ j , K คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ และ $\tilde{A}_{ij}^{(k)}$ คือ ค่าประเมินเชิงคู่ของผู้เชี่ยวชาญคนที่ k

2.4.4 การตรวจสอบค่าความสอดคล้อง

เพื่อให้ผลการประเมินมีความน่าเชื่อถือ ได้ทำการตรวจสอบความสอดคล้องของเมทริกซ์การเปรียบเทียบแบบจับคู่ โดยใช้อัตราความสอดคล้องซึ่งคำนวณจากสมการ (3) และ (4)

ตารางที่ 4 ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการประเมินเกณฑ์ความสำคัญของอะไหล่

No.	หน่วยงาน / ตำแหน่ง	ประสบการณ์ (ปี)
1	หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง (MB Line)	3
2	หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง (MC Line)	7
3	หัวหน้าแผนกจัดซื้อ	7
4	หัวหน้าแผนกคลังอะไหล่	8

ตารางที่ 5 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

คู่เกณฑ์ที่เปรียบเทียบ			No.1	No.2	No.3	No.4
LT	vs	NS	4	7	3	5
LT	vs	P	1/3	7	4	4
LT	vs	UF	1/6	6	5	3
LT	vs	MC	1/6	1	1/3	1/5
NS	vs	P	1/3	3	3	3
NS	vs	UF	1/3	1/7	2	2
NS	vs	MC	1/6	1/7	1/4	1/6
P	vs	UF	1/3	1/7	2	2
P	vs	MC	1/6	1/7	1/5	1/5
UF	vs	MC	1/6	7	1/6	1/7

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

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

โดยที่ CR คืออัตราความสอดคล้อง, CI คือดัชนีความสอดคล้อง, RI คือค่า Random Index ตามขนาดเมทริกซ์ (ตารางที่ 6), λ_{max} คือค่าเอกลักษณะสูงสุดของเมทริกซ์ และ n คือ จำนวนเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

ตารางที่ 6 ค่ามาตรฐาน Random Index (RI) ตามขนาดเมทริกซ์ [13]

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

ผลการประเมินยอมรับได้เมื่อ $CR \leq 0.1$ หาก $CR > 0.1$ ต้องให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินใหม่ [14, 15]

2.4.5 การแปลงค่าการให้คะแนนเป็นค่าฟัซซีสามเหลี่ยม (Triangular Fuzzy Numbers: TFN)

เมื่อเมทริกซ์การเปรียบเทียบที่ผ่านการตรวจสอบความสอดคล้อง จะแปลงค่าจากสเกลการให้คะแนนให้อยู่ในรูปของค่าฟัซซีสามเหลี่ยม เพื่อรองรับความไม่แน่นอนในการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งกำหนดค่าต่ำสุด (l), ค่ากลาง (m) และค่าสูงสุด (u) ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การแปลงค่าสเกล Saaty เป็นค่าตัวเลขเชิงฟัซซี (TFN) [9]

ตัวเลข AHP	Triangular Fuzzy Scale	Reciprocal Scale
1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	(5/6, 1, 5/4)	(5/6, 1, 5/4)
3	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
4	(1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)
5	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
6	(2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)
7	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
8	(3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)
9	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)

2.4.6 การคำนวณค่าน้ำหนักด้วยวิธี Fuzzy Extent Analysis

หลังจากแปลงค่าการให้คะแนนเป็นค่า TFN แล้ว งานวิจัยคำนวณค่าน้ำหนักของเกณฑ์ด้วยวิธี Fuzzy Extent Analysis ตามแนวทางของ Chang (1996) โดยสรุปประกอบด้วย 4 ขั้นตอน [8] ดังนี้

1) คำนวณค่า synthetic extent ของแต่ละเกณฑ์ (S_i)

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right)^{-1} \quad (5)$$

โดยที่ S_i และ S_j คือ ค่าการวิเคราะห์ขอบเขตสังเคราะห์ของเกณฑ์ที่ i และ j ตามลำดับ, M_{gi}^j คือ ค่าตัวเลขเชิงฟัซซีสามเหลี่ยม จากเมทริกซ์การเปรียบเทียบของเกณฑ์ที่ i, m คือ จำนวนเกณฑ์ที่นำมาเปรียบเทียบ, n คือ ขนาดของเมทริกซ์, $\otimes$ คือ สัญลักษณ์การดำเนินการคูณแบบฟัซซี

2) การคำนวณค่าความเป็นไปได้ $V(S_i \geq S_j)$ ระหว่างคู่เกณฑ์

$$V(S_i \geq S_j) = \begin{cases} 1, & \text{ถ้า } l_j \leq u_i \\ 0, & \text{ถ้า } m_i \leq l_j \\ \frac{l_j - u_i}{(m_i - u_i) - (m_j - l_j)}, & \text{อื่น ๆ} \end{cases} \quad (6)$$

โดยที่ $V(S_i \geq S_j)$ คือ ระดับความเป็นไปได้ที่ S_i จะมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ S_j , l, m, u คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวเลขฟัซซีสามเหลี่ยม ประกอบด้วย ค่าต่ำสุด, ค่ากลาง และค่าสูงสุดตามลำดับ



3) หาค่าน้ำหนักเบื้องต้นจากค่าความเป็นไปได้ต่ำสุด

$$W'_i = \min V (S_i \geq S_j), \quad \forall j \neq i \quad (7)$$

โดยที่ W'_i คือ ค่าน้ำหนักเบื้องต้น ของแต่ละเกณฑ์

4) ปรับค่าน้ำหนักให้อยู่ในรูปมาตรฐานเพื่อให้ผลรวมเท่ากับ 1

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

โดยที่ W_i คือ ค่าน้ำหนักที่ปรับให้เป็นมาตรฐานแล้ว ของเกณฑ์ที่ i

2.4.7 ปรับค่าข้อมูลของอะไหล่ (Normalization)

เพื่อให้ข้อมูลอะไหล่ในแต่ละเกณฑ์สามารถเปรียบเทียบและนำมาคำนวณร่วมกันได้ ข้อมูลถูกปรับให้อยู่ในช่วง 0-1 ด้วยวิธี Normalization โดยพิจารณาทิศทางความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ ตามสมการ (9) และ (10)

1) กรณีที่ค่ามากหมายถึงความสำคัญสูง

$$p_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (9)$$

2) กรณีที่ค่ามากหมายถึงความสำคัญต่ำ

$$p_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (10)$$

โดยที่ x_{ij} คือ ค่าของอะไหล่รายการที่ i ภายใต้อนุพันธ์ j และ p_{ij} คือค่าที่ผ่านการปรับให้อยู่ในช่วง 0-1 ทั้งนี้กำหนดให้ MC, LT, UF และ P เป็นเกณฑ์ที่ค่ามากหมายถึงความสำคัญสูง ขณะที่ NS เป็นเกณฑ์ที่ค่าน้อยหมายถึงความสำคัญสูง

2.4.8 การคำนวณคะแนนรวมของอะไหล่

การคำนวณคะแนนรวมของอะไหล่แต่ละรายการ ทำโดยนำค่าน้ำหนักของเกณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ Fuzzy AHP มาคูณกับค่าข้อมูลที่ผ่านมาการปรับให้อยู่ในช่วง 0-1 แล้วรวมผลตามสมการ (11)

$$Score_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot p_{ij} \quad (11)$$

โดยที่ w_j คือค่าน้ำหนักของเกณฑ์จาก Fuzzy AHP และ p_{ij} คือค่าข้อมูลของอะไหล่รายการที่ i ภายใต้อนุพันธ์ j หลังปรับสเกล

2.4.9 การจัดกลุ่มอะไหล่ตามคะแนนรวม

ผลคะแนนรวมที่ได้จากสมการ (11) จะถูกนำมาจัดกลุ่มอะไหล่ตามระดับความสำคัญ ซึ่งแบ่งลำดับความสำคัญออกเป็น 3 กลุ่มหลัก แสดงในตารางที่ 8

2.5 การจัดลำดับความสำคัญของอะไหล่ด้วยวิธี ABC Analysis

วิธี ABC Analysis จัดลำดับความสำคัญของอะไหล่ตามมูลค่าการใช้ (Usage Value) ตามแนวคิด Pareto โดยคำนวณมูลค่าการใช้ของอะไหล่แต่ละรายการ (ACV) จากปริมาณการใช้งานเฉลี่ยและราคาต่อหน่วย จากนั้นจัดเรียงค่า ACV จากมากไปน้อย คำนวณสัดส่วนสะสม และแบ่งกลุ่ม A-B-C ตามเกณฑ์ในตารางที่ 9

2.5.1 การคำนวณมูลค่าการใช้

มูลค่าการใช้ของอะไหล่แต่ละรายการคำนวณจากปริมาณการใช้งานเฉลี่ยย้อนหลัง 60 เดือนและราคาต่อหน่วย ตามสมการ (12)



ตารางที่ 8 การจัดกลุ่มอะไหล่ตามระดับความสำคัญ

กลุ่ม	สัดส่วนคะแนนรวม สะสม	ระดับ ความสำคัญ
A	20–30% แรกของคะแนนรวมทั้งหมด	สูงมาก
B	30–40% ของคะแนนรวมถัดมา	ปานกลาง
C	ส่วนที่เหลือ	ต่ำ

ตารางที่ 9 เกณฑ์การจำแนกกลุ่มอะไหล่ตามวิธี ABC Analysis

กลุ่ม	สัดส่วนของจำนวนรายการ	สัดส่วนของมูลค่าการใช้รวม
A	5% – 15%	70% – 80%
B	ประมาณ 30%	ประมาณ 15%
C	มากกว่า 50%	5% – 10%

$$ACV_i = \bar{D}_i \times P_i \quad (12)$$

โดยที่ $\bar{D}_i$ คือปริมาณการใช้งานเฉลี่ยของอะไหล่รายการที่ i และ P_i คือ ราคาต่อหน่วย

2.5.2 การจัดอันดับและแบ่งกลุ่ม ABC

ค่า ACV ถูกจัดเรียงจากมากไปน้อยและแบ่งกลุ่ม A, B และ C ตามสัดส่วนมูลค่าการใช้สะสม ที่แสดงในตารางที่ 9

2.6 นโยบายควบคุมสินค้าคงคลัง

งานวิจัยกำหนดนโยบายควบคุมสินค้าคงคลังจากผลการจัดลำดับความสำคัญของอะไหล่ด้วยวิธี ABC Analysis และ Fuzzy AHP โดยแบ่งอะไหล่ออกเป็น Class A, B และ C เพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกลุ่ม และนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์เพื่อประเมินผลกระทบของนโยบาย [16]

2.6.1 นโยบายสำหรับอะไหล่กลุ่ม Class A

อะไหล่ในกลุ่ม Class A เป็นอะไหล่ที่มีความสำคัญสูงและส่งผลกระทบต่อความต่อเนื่องของกระบวนการผลิต เมื่อเกิดการขาดสต็อกอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของโรงงาน งานวิจัยจึงกำหนดใช้นโยบายควบคุมสินค้าคงคลังแบบจุดสั่งซื้อ (ROP) ร่วมกับระดับความปลอดภัย เพื่อรักษาความพร้อมใช้งานของอะไหล่ โดยกำหนดจุดสั่งซื้อจากความต้องการเฉลี่ยและระยะเวลานำเข้า พร้อมเพิ่มระดับความปลอดภัยตามสมการ (13)

$$ROP = (D \times LT) + SS \quad (13)$$

เมื่อ ROP คือ จุดสั่งซื้อ, D คือ ความต้องการใช้งานอะไหล่เฉลี่ยต่อหน่วยเวลา, LT คือ ระยะเวลานำเข้าของอะไหล่, SS คือ ระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย

ระดับความปลอดภัยถูกกำหนดให้สูงกว่ากลุ่มอื่นเพื่อรองรับความผันผวนของความต้องการและความไม่แน่นอนของระยะเวลานำเข้า โดยคำนวณจากสมการที่ (14)

$$SS = Z \times \sigma_d \sqrt{LT} \quad (14)$$

เมื่อ Z คือ ค่าสถิติมาตรฐาน (Z-score) ที่สอดคล้องกับระดับความเชื่อมั่นหรือระดับการให้บริการที่กำหนด, σ_d คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการอะไหล่

2.6.2 นโยบายสำหรับอะไหล่กลุ่ม Class B

อะไหล่ในกลุ่ม Class B เป็นอะไหล่ที่มีความสำคัญระดับปานกลางและมีความต้องการค่อนข้างสม่ำเสมอ งานวิจัยจึงเลือกใช้นโยบายควบคุมสินค้าคงคลังแบบ



EOQ-ROP โดยกำหนดปริมาณการสั่งซื้อจากแบบจำลอง EOQ ตามสมการ (15) และใช้หลักการกำหนดจุดสั่งซื้อเช่นเดียวกับกลุ่ม Class A เพื่อรักษาสมดุลระหว่างต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการถือครอง

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (15)$$

เมื่อ D คือความต้องการรวมต่อปี, S คือค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อหนึ่งครั้ง และ H คือค่าถือครองต่อหน่วยต่อปี

2.6.3 นโยบายสำหรับอะไหล่กลุ่ม Class C

อะไหล่ในกลุ่ม Class C เป็นอะไหล่ที่มีมูลค่าต่ำ ความสำคัญต่อการผลิตไม่สูง และมีรูปแบบการใช้งานไม่สม่ำเสมอ งานวิจัยจึงกำหนดใช้นโยบายควบคุมสินค้าคงคลังแบบ Min-Max โดยกำหนดระดับขั้นต่ำ (Min) และระดับสูงสุด (Max) ของแต่ละรายการจากข้อมูลการใช้งานจริงและประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน เมื่อระดับสินค้าคงคลังต่ำกว่า Min จะทำการสั่งซื้อเพื่อเติมให้กลับไปยังระดับ Max ตัวอย่างพารามิเตอร์ Min-Max แสดงในตารางที่ 10

ทั้งนี้ นโยบาย Min-Max เดิมของโรงงานถูกใช้เป็นนโยบายฐาน (Baseline Policy) เพื่อเปรียบเทียบกับนโยบายที่ได้จากการจัดกลุ่มอะไหล่ด้วย ABC Analysis และ Fuzzy AHP ในการจำลองสถานการณ์

2.7 แบบจำลองการจำลองสถานการณ์

งานวิจัยสร้างแบบจำลองสินค้าคงคลังด้วยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพนโยบายที่ได้จากการจัดกลุ่มด้วย Fuzzy AHP และ ABC Analysis โดยจำลองแบบรายเดือนตลอด 12 เดือนจากข้อมูลการใช้งานจริงของโรงงานกรณีศึกษา

ตารางที่ 10 ตัวอย่างค่าพารามิเตอร์ Min-Max เดิมของโรงงานสำหรับอะไหล่กลุ่ม Class C

Material No.	รายการอะไหล่	Min	Max
SP-660	Adhesive Tape	25	50
SP-703	As-Interface	1	2
SP-774	Bevel Gear Motor	1	1
...	...	...	...

ตารางที่ 11 พารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองสถานการณ์

พารามิเตอร์	ค่าที่กำหนด	หน่วย
ระยะเวลาจำลอง	12 (360 วัน)	เดือน
ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ	2,000	บาท/ครั้ง
อัตราต้นทุนการถือครอง	25	% ต่อปี
ระดับความเชื่อมั่น	95 ($Z=1.645$)	%
ระยะเวลานำเข้า	ตามจริงรายชิ้น	วัน

2.7.1 สมมติฐานของแบบจำลอง

แบบจำลองใช้สมการสมดุลวัสดุเพื่อคำนวณปริมาณสินค้าคงคลังปลายงวด ดังสมการ (16)

$$I_t = \max(0, I_{t-1} + Q_{in} - D_t) \quad (16)$$

โดยที่ I_{t-1} คือปริมาณสินค้าคงคลังยกมา, Q_{in} คือปริมาณสินค้ารับเข้า และ D_t คือปริมาณความต้องการในงวด t

2.7.2 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลอง

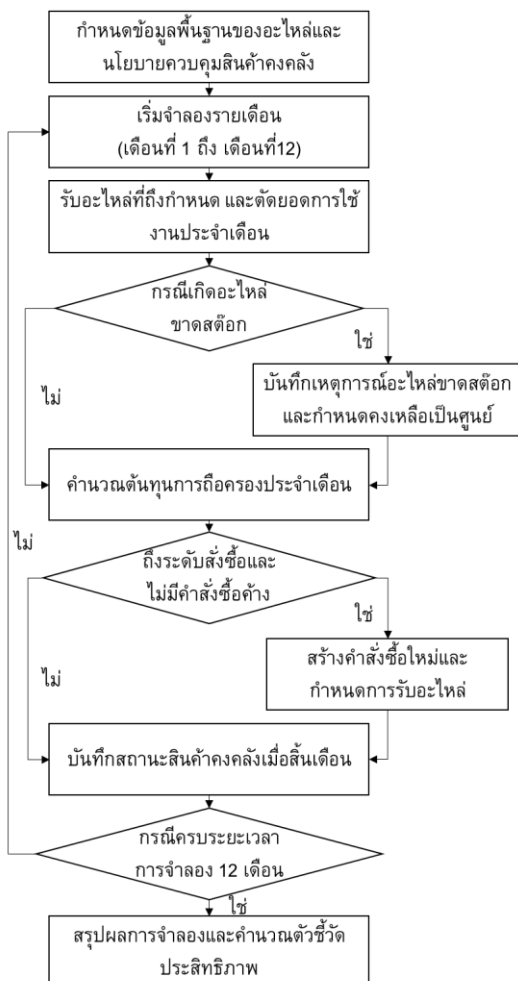
เพื่อให้การคำนวณต้นทุนและการวัดผลมีความถูกต้องตามบริบทของโรงงานกรณีศึกษา งานวิจัยนี้ใช้พารามิเตอร์คงที่ในการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 11

2.7.3 ขั้นตอนการทำงานของแบบจำลอง

แบบจำลองการจำลองสถานการณ์ดำเนินการในรูปแบบรายเดือน โดยเริ่มจากการอัปเดตสินค้าคงคลังจากปริมาณรับเข้าและหักความต้องการออกจากสต็อก



จากนั้นตรวจสอบเงื่อนไขการสั่งซื้อและสร้างคำสั่งซื้อใหม่ตามนโยบายที่กำหนด (ROP, EOQ-ROP หรือ Min-Max) พร้อมคำนวณต้นทุนและบันทึกตัวชี้วัดประสิทธิภาพในแต่ละงวด กระบวนการดังกล่าวทำซ้ำจนครบระยะเวลาจำลอง 12 เดือน โดยลำดับขั้นตอนแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 กระบวนการทำงานของแบบจำลองคงคลัง

2.7.4 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

งานวิจัยประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของนโยบายสินค้าคงคลังจากผลการจำลองตลอดระยะเวลา 12 เดือน โดยใช้ตัวชี้วัด 4 ด้าน ได้แก่ ต้นทุนรวมในการจัดการสินค้าคงคลัง ระดับการให้บริการ จำนวนครั้งที่ขาดสต็อก และมูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ย

ต้นทุนรวมในการจัดการสินค้าคงคลังคำนวณจากสมการ (17)

$$TC = \sum_{i=1}^N (C_O + C_H) \quad (17)$$

ระดับการให้บริการคำนวณจากสมการ (18)

$$SL = \left(\frac{D_{Total} - S_{Total}}{D_{Total}} \right) \times 100 \quad (18)$$

โดยที่ TC คือ ต้นทุนรวมในการจัดการสินค้าคงคลัง, C_O คือต้นทุนการสั่งซื้อ, C_H คือต้นทุนการถือครอง, D_{Total} คือปริมาณความต้องการรวมทั้งหมด และ S_{Total} คือปริมาณสินค้าที่ขาดแคลนรวม ส่วนจำนวนครั้งที่ขาดสต็อกและมูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ยได้จากผลการจำลองในแต่ละงวด

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการจัดลำดับความสำคัญของอะไหล่ด้วยเทคนิค Fuzzy AHP

การจัดลำดับความสำคัญของอะไหล่ดำเนินการด้วยเทคนิค Fuzzy AHP โดยใช้เกณฑ์ 5 ด้าน ได้แก่ MC, LT, UF, P และ NS ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญกรวมด้วยค่าเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต ตรวจสอบความสอดคล้อง และคำนวณค่าน้ำหนักด้วยวิธี Fuzzy Extent Analysis เพื่อนำไปใช้คำนวณคะแนนรวมของอะไหล่



3.1.1 ค่าความสอดคล้องของเมทริกซ์รวม

เมทริกซ์การเปรียบเทียบแบบคู่ของเกณฑ์ทั้ง 5 สร้างจากความคิดเห็นรวมของผู้เชี่ยวชาญ และผ่านการตรวจสอบความสอดคล้อง โดยค่า CR ต่ำกว่า 0.1 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังแสดงในตารางที่ 12

3.1.2 ค่าน้ำหนักของเกณฑ์

หลังจากทำ Fuzzy Extent Analysis และ Defuzzification จะได้ค่าน้ำหนักของเกณฑ์ซึ่งสะท้อนลำดับความสำคัญตามมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ เมื่อ Normalize แล้วค่าน้ำหนักรวมจะเท่ากับ 1 แสดงดังตารางที่ 13

3.1.3 คะแนนรวมของอะไหล่

เมื่อนำค่าน้ำหนักที่ได้จาก Fuzzy AHP ไปคำนวณคะแนนรวมกับค่าที่ Normalize แล้วของอะไหล่ทั้ง 806 รายการ จะได้คะแนนรวมของอะไหล่ ที่แสดงลำดับความสำคัญของอะไหล่แต่ละ โดยอะไหล่ที่มีคะแนนสูงจะจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความสำคัญมากที่สุด

ตารางที่ 14 ตัวอย่างค่า Composite Score ของอะไหล่

ลำดับที่	Material No.	MC	LT	P	UF	NS	คะแนนรวม
1	SP-117	3.00	237.00	394.72	0.55	1.00	0.8159
2	SP-804	3.00	237.00	7,831.14	0.10	1.00	0.8157
3	SP-553	3.00	130.00	850,000.00	0.01	1.00	0.7726
4	SP-447	3.00	130.00	755,100.00	0.33	1.00	0.7660
...	...	...	...	...	...	...	...
803	SP-599	1.00	55.00	32,792.25	0.00	2.00	0.0450
804	SP-022	1.00	40.00	3,632.31	0.00	2.00	0.0287
805	SP-159	1.00	25.00	5,368.69	0.00	2.00	0.0146
806	SP-182	1.00	25.00	1,035.30	0.00	2.00	0.0143

ตารางที่ 12 ค่าความสอดคล้องของเมทริกซ์รวม

รายการ	ค่า
Consistency Index (CI)	0.043
Random Index	1.12
Consistency Ratio (CR)	0.039

ตารางที่ 13 ค่าน้ำหนักของเกณฑ์จากการวิเคราะห์ด้วย Fuzzy AHP

เกณฑ์	ค่า TFN	น้ำหนัก	Normalized Weight
MC	(4.91, 5.43, 7.00)	1.000	0.528
LT	(3.07, 4.09, 5.08)	0.408	0.216
UF	(3.09, 4.21, 5.48)	0.182	0.096
P	(4.25, 4.42, 5.52)	0.169	0.089
NS	(7.14, 9.83, 11.87)	0.135	0.071

ขณะที่คะแนนต่ำแสดงถึงความสำคัญลดลง แสดงดังตารางที่ 14



3.1.4 การแบ่งกลุ่มอะไหล่จากค่าคะแนนรวม

ผลการวิเคราะห์พบว่าเกณฑ์ Machine Criticality และ Lead Time มีน้ำหนักสูงที่สุด สะท้อนว่าอะไหล่ที่กระทบต่อความต่อเนื่องของการผลิตและมีความเสี่ยงด้านเวลาในการจัดหามีความสำคัญสูง เมื่อคำนวณคะแนนรวมของอะไหล่ทั้ง 806 รายการ พบว่าค่าคะแนนอยู่ในช่วง 0.0143–0.8159 และสามารถจัดกลุ่มความสำคัญเป็น A, B และ C ตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่ 15

ผลการจำแนกกลุ่มพบว่าอะไหล่กลุ่ม A มีความสำคัญสูงและต้องบริหารจัดการอย่างใกล้ชิด ขณะที่กลุ่ม B มีความสำคัญปานกลาง และกลุ่ม C มีความสำคัญต่ำกว่า โดยสามารถกำหนดนโยบายควบคุมสินค้าคงคลังตามระดับความสำคัญได้

3.2 ผลการจัดลำดับความสำคัญของอะไหล่ด้วยวิธี ABC Analysis

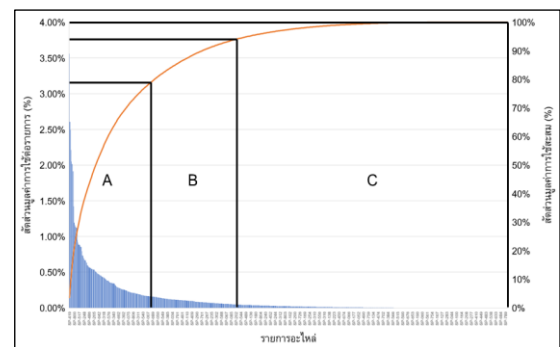
การจัดกลุ่มอะไหล่ด้วย ABC Analysis ใช้มูลค่าการใช้ประจำปีของอะไหล่ทั้ง 806 รายการ เพื่อจัดอันดับและแบ่งกลุ่มเป็น A, B และ C ตามหลักพาเรโต ซึ่งแสดงว่าอะไหล่จำนวนน้อยสร้างมูลค่ารวมส่วนใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 5

จากกราฟพบว่าเส้นมูลค่าสะสมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก แสดงว่าอะไหล่กลุ่ม A แม้มีจำนวนไม่มากแต่มีสัดส่วนมูลค่ารวมสูงที่สุด ส่วนกลุ่ม B อยู่ในช่วงกลาง และกลุ่ม C เป็นรายการส่วนใหญ่แต่มีมูลค่าต่ำ แสดงในตารางที่ 16

ผลลัพธ์ช่วยระบุอะไหล่ที่ควรให้ความสำคัญสูงสุดด้านการจัดการ เช่น กลุ่ม A มีผลต่อมูลค่ารวมของระบบมากที่สุด ขณะที่กลุ่ม C สามารถใช้วิธีควบคุมแบบผ่อนคลายเป็นได้มากกว่า

ตารางที่ 15 การจำแนกกลุ่มอะไหล่ตามคะแนนรวมจาก Fuzzy AHP

กลุ่ม	ช่วงคะแนน	จำนวน	ร้อยละ
A	≥ 0.604	162	20.10 %
B	0.368 – 0.603	241	29.90 %
C	< 0.368	403	50.00 %



รูปที่ 5 กราฟ ABC แสดงมูลค่าการใช้สะสมของอะไหล่

ตารางที่ 16 ผลการจำแนกอะไหล่ตาม ABC Analysis

กลุ่ม	รายการ	สัดส่วนรายการ	สัดส่วนมูลค่า
A	157	19.48 %	60.06 %
B	170	21.09 %	15.81 %
C	479	59.43 %	23.59 %

3.3 การเปรียบเทียบผลลัพธ์การจัดกลุ่ม

งานวิจัยเปรียบเทียบผลการจัดกลุ่มอะไหล่จำนวน 806 รายการ ระหว่างวิธี ABC Analysis และ Fuzzy AHP เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างและระดับความสอดคล้องของการจัดกลุ่ม โดยสรุปผลในรูปแบบเมทริกซ์ ดังแสดงในตารางที่ 17



ตารางที่ 17 เมทริกซ์เปรียบเทียบจำนวนรายการ
อะไหล่ระหว่างวิธี ABC Analysis และ Fuzzy AHP

Fuzzy AHP \ ABC Analysis	A	B	C	รวม (Fuzzy AHP)
A	38	46	78	162
B	51	46	144	241
C	68	78	257	403
รวม (ABC)	157	170	479	806

ตารางที่ 18 สรุปนโยบายคงคลังตามคลาสของอะไหล่

วิธีจัด กลุ่ม	กลุ่ม	จำนวน รายการ	นโยบายที่ใช้
Fuzzy AHP	A	162	ROP + Safety Stock
	B	241	EOQ – ROP
	C	403	Min – Max
ABC Analysis	A	157	ROP + Safety Stock
	B	170	EOQ – ROP
	C	479	Min – Max

จากตารางที่ 17 พบว่า อะไหล่จำนวน 341 รายการ (ร้อยละ 42.3) ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันทั้งสองวิธี โดยแบ่งเป็นกลุ่ม A จำนวน 38 รายการ กลุ่ม B จำนวน 46 รายการ และกลุ่ม C จำนวน 257 รายการ ขณะที่อะไหล่อีก 465 รายการ (ร้อยละ 57.7) ถูกจัดให้อยู่ต่างกลุ่ม สะท้อนให้เห็นว่าวิธี ABC Analysis และ Fuzzy AHP มีความสอดคล้องกันในระดับปานกลาง

นอกจากนี้เมทริกซ์เปรียบเทียบยังแสดงให้เห็นว่าการใช้ Fuzzy AHP ส่งผลให้ลำดับความสำคัญของอะไหล่เปลี่ยนไปจากวิธี ABC Analysis โดยให้ความสำคัญกับปัจจัยเชิงเทคนิคและผลกระทบต่อกระบวนการผลิตมากขึ้น ส่งผลให้อะไหล่ที่มีความสำคัญเชิงเทคนิคสูงแม้มูลค่าการใช้ไม่มาก ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่ม A หรือ B ในขณะที่บางรายการซึ่งมีมูลค่าการใช้สูงแต่มีผลกระทบต่อผลผลิตต่ำ ถูกจัดลดระดับลงไปอยู่ในกลุ่ม B หรือ C

3.4 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพจากแบบจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ถูกใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพนโยบายสินค้าคงคลังภายใต้การจัดกลุ่มอะไหล่ด้วยวิธี Fuzzy AHP และ ABC Analysis โดยใช้นโยบายเดียวกันในการจำลอง ได้แก่ กลุ่ม A ใช้ ROP ร่วมกับ Safety Stock สูง กลุ่ม B ใช้ EOQ–ROP และกลุ่ม C ใช้ Min–Max ก่อนการจำลองได้จัดกลุ่มอะไหล่ให้สอดคล้องกับนโยบายที่กำหนดและสรุปจำนวนรายการในแต่ละกลุ่มดังแสดงในตารางที่ 18

ผลการจำลองนโยบายสินค้าคงคลังตามกลุ่มอะไหล่แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างวิธี Fuzzy AHP และ ABC Analysis โดยประเมินจากระดับการให้บริการ จำนวนครั้งขาดสต็อก ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย และต้นทุนรวมของระบบ ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการจำลองสถานการณ์ของ Fuzzy AHP และ ABC Analysis

ตัวชี้วัด	Fuzzy AHP	ABC Analysis	ผลต่าง
ระดับการให้บริการ (%)	81.00 %	79.86 %	+1.14 %
จำนวนอะไหล่ที่ขาดสต็อก	1,552	1,645	-93
สัดส่วนมูลค่าคงคลังเทียบฐาน ABC (%)	98.52 %	100 %	-1.48 %
ต้นทุนการจัดการอะไหล่	9,978,141	10,213,350	-235,209

4. สรุปผลการวิจัย

4.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์อะไหล่จำนวน 806 รายการจากสายการบรรจุกระป๋องและสายการบรรจุขวดพบว่า วิธี Fuzzy AHP ซึ่งพิจารณาปัจจัยด้านความสำคัญของเครื่องจักร ระยะเวลาเข้า ความถี่การใช้งาน ราคา และจำนวนผู้จัดจำหน่าย สามารถสะท้อนความสำคัญเชิงเทคนิคของอะไหล่ได้ครอบคลุมกว่า ABC Analysis ที่พิจารณาเฉพาะมูลค่าการใช้งาน โดย Fuzzy AHP จัดอะไหล่เป็นกลุ่ม A, B และ C ในสัดส่วน 20.10%, 29.90% และ 50.00% ขณะที่ ABC Analysis จัดได้ 19.48%, 21.09% และ 59.43% สะท้อนถึงความแตกต่างของหลักเกณฑ์การประเมิน โดยเฉพาะอะไหล่ที่มีมูลค่าต่ำแต่มีความสำคัญต่อความต่อเนื่องของการผลิต

ผลการจำลองสถานการณ์ 12 เดือนพบว่านโยบายสินค้าคงคลังที่อ้างอิง Fuzzy AHP ให้ประสิทธิภาพสูงกว่าวิธี ABC Analysis ในทุกตัวชี้วัด โดยมีระดับการให้บริการเพิ่มเป็น 81.00% (สูงกว่า 1.14 จุดเปอร์เซ็นต์) จำนวนครั้งที่อะไหล่ขาดสต็อกลดลง 93 ครั้ง (จาก 1,645 ครั้ง เหลือ 1,552 ครั้ง) และสัดส่วนมูลค่าคงคลังรวมกับต้นทุนรวมของระบบลดลง 1.48% และ 2.30% ตามลำดับ

ผลดังกล่าวสะท้อนนัยสำคัญในเชิงปฏิบัติอย่างชัดเจน โดย Fuzzy AHP ให้น้ำหนักสูงสุดกับเกณฑ์ความสำคัญของเครื่องจักร ($MC = 0.528$) และระยะเวลานำเข้า ($LT = 0.216$) แสดงว่าอะไหล่ที่มีผลต่อความต่อเนื่องของสายการผลิตและมีความเสี่ยงด้านการจัดหา ควรได้รับการควบคุมเป็นลำดับแรก แม้ว่ามูลค่าการใช้งานจะไม่สูงก็ตาม ขณะเดียวกันการที่อะไหล่ร้อยละ 57.7 ถูกจัดลำดับแตกต่างกันระหว่างสองวิธี ชี้ให้เห็นว่า การใช้ ABC Analysis เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการสะท้อนความเสี่ยงเชิงปฏิบัติการที่แท้จริง สอดคล้องกับผลที่พบว่าการประยุกต์ใช้ Fuzzy AHP สามารถลดต้นทุนการจัดการอะไหล่ได้ 235,209 บาทต่อปี ซึ่งยืนยันถึงความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ของการใช้วิธีจัดลำดับที่ครอบคลุมหลายเกณฑ์มากขึ้น

สรุปได้ว่า Fuzzy AHP เป็นวิธีการจัดลำดับความสำคัญอะไหล่ที่เหมาะสมกว่าในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องดื่ม เนื่องจากสามารถสะท้อนความสำคัญเชิงเทคนิคของเครื่องจักร ลดความเสี่ยงจากการหยุดผลิต และสนับสนุนการกำหนดนโยบายสินค้าคงคลังที่ช่วยลดต้นทุนและเพิ่มระดับการให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ



4.2 ข้อเสนอแนะ

1. เพิ่มการจำลองภายใต้ความไม่แน่นอน โดยกำหนดให้ความต้องการ และระยะเวลานำเข้า เป็นตัวแปรสุ่ม รวมถึงเพิ่มรอบการจำลอง เพื่อประเมินความทนทานของนโยบายสินค้าคงคลังภายใต้ความผันผวน

2. ควรเพิ่มเกณฑ์ประเมินด้านผลกระทบทางธุรกิจ โดยนำต้นทุนการหยุดเครื่องจักร ความรุนแรงของผลกระทบต่อคุณภาพ หรือความยากในการซ่อมมารวมพิจารณา เพื่อให้การจัดลำดับความสำคัญสะท้อนความเสี่ยงเชิงธุรกิจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3. ทดสอบเปรียบเทียบนโยบายสินค้าคงคลังรูปแบบอื่น เพิ่มเติม เช่น นโยบายแบบ (s,S), Base-stock หรือ Periodic review (T,S) เพื่อค้นหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดกับลักษณะการใช้งานของอะไหล่แต่ละประเภท

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] L. Pintelon and A. Parodi-Herz, Maintenance: An evolutionary perspective, Handbook of Maintenance Management and Engineering, Springer, London, UK, 2008, 21–48.
- [2] J.D. Sterman, Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world, McGraw-Hill, NY, USA, 2000.
- [3] W.J. Kennedy, J.W. Patterson and L.D. Fredendall, An overview of recent literature on spare parts inventories, International Journal of Production Economics, 2002, 76(2), 201–215.
- [4] J. Huiskonen, Maintenance spare parts logistics: Special characteristics and strategic choices, International Journal of Production Economics, 2001, 71(1–3), 125–133.
- [5] B.E. Flores and D.C. Whybark, Implementing multiple criteria ABC analysis, Journal of Operations Management, 1987, 7(1–2), 79–85.
- [6] J. Gong, Y. Luo, Z. Qiu and X. Wang, Determination of key components in automobile braking systems based on ABC classification and FMECA, Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2022, 9(1), 69–77.
- [7] N. M. M. Torre, V. A. P. Salomon and A.K. Florek-Paszowska, Multi-criteria classification of spare parts in the steel industry, Brazilian Journal of Operations and Production Management, 2025, 22(1), e20252344.
- [8] D.Y. Chang, Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP, European Journal of Operational Research, 1996, 95, 649–655.
- [9] M.A. Ilgin, A spare parts criticality evaluation method based on fuzzy AHP and Taguchi loss functions, Eksploatacja i Niezawodność, 2019, 21(1), 145–152.

- [10] Japan Institute of Plant Maintenance, JIPM-TPM 600 forms manual: Sample formats for the 12 steps of TPM, Japan, 1995.
- [11] T.L. Saaty, How to make a decision: The analytic hierarchy process, European Journal of Operational Research, 1990, 48(1), 9–26.
- [12] E. Forman and K. Peniwati, Aggregating individual judgments and priorities with the Analytic Hierarchy Process, European Journal of Operational Research, 1998, 108, 165–169.
- [13] T.L. Saaty, A scaling method for priorities in hierarchical structures, Journal of Mathematical Psychology, 1977, 15, 234–281.
- [14] J.A. Alonso and M.T. Lamata, Consistency in the analytic hierarchy process: A new approach, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 2006, 14(4), 445–459.
- [15] T.L. Saaty, The analytic hierarchy process, McGraw-Hill, NY, USA, 1980.
- [16] T. Chunpong and P. Chaovalitwongse, Inventory management for integrated circuit packaging material under variable demand, Engineering Journal Chiang Mai University, 2022, 29(1), 43–55. (in Thai)