

การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบเพื่อ ปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเครื่องตีเกลียวเส้นด้าย กรณีศึกษา บริษัทผลิตเส้นด้าย

Applied Failure Modes and Effects Analysis for Improve Maintenance System for Yarn Twisting Machine: A Case Study of Yarn Manufacturing

สาวิตรี พิบูลศิลป์^{1*} เกียรติคุณ จงแจ่ม² ณัฐภัทร รัศมีไสรจ²
และ ประจวบ กล่อมจิต²
Sawitree Phieboolsilapa^{1*}, Giattikul Chongchaem²
Nattapat Rassameesoraj² and Prachuab Klomjit²

Received: 21 September 2024

Revised: 28 April 2025

Accepted: 22 May 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (Failure Modes and Effects Analysis : FMEA) เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจจะทำให้เครื่องจักรขัดข้องระหว่างการใช้งาน ปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรและลดของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตตีเกลียวเส้นด้าย จากการศึกษาข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในบริษัทกรณีศึกษาพบว่ามีของเสียที่เกิดขึ้นสูงสุด 3 ลำดับแรก คือด้าย เปื้อนสกปรก ด้ายเป็นขน และด้ายไขว้หัว-ท้ายหลุด จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) เพื่อศึกษาผลกระทบจากปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ หลังจากคำนวณคะแนนความเสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) แล้ว จึงทำการวิเคราะห์ประเภท

¹สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10330

¹ Division of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Pathumwan Institute of Technology, Bangkok, Thailand 10330

²ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม ประเทศไทย 73000

²Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University Nakhon Pathom, Thailand 73000

*ผู้รับผิดชอบประสานงาน (Corresponding author) e-mail: sawitree.p@pit.ac.th

ประเภทของเสียที่มีความเสี่ยงสูงเพื่อหาแนวทางปรับปรุง โดยความเสี่ยงสูงที่ต้องปรับปรุงคือระบบการบำรุงรักษา (Maintenance) โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาทีละแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) ได้แก่ การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance: AM) และการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Focused Improvement : FI) ผลที่ได้คือก่อนปรับปรุงมีของเสียร้อยละ 1.18 และหลังปรับปรุงมีของเสียร้อยละ 0.39 คิดเป็นอัตราของเสียที่ลดลงร้อยละ 66.95

คำสำคัญ: การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ การบำรุงรักษาแบบทีละคน การลดของเสีย

ABSTRACT

This research aims to apply Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) to reduce the risk of machine failures during operation, improve the maintenance system, and minimize waste in the yarn twisting production process. The examination of defect data from the case study company revealed that the major defects were dirty yarn, fuzzy yarn, and crossed threads. A fishbone diagram was used to analyze the causes and effects of these issues. After identifying the failure modes and their impacts, the Risk Priority Number (RPN) was calculated. High-risk defects were prioritized for improvement. The main area identified for improvement was the maintenance system, which was enhanced using Total Productive Maintenance (TPM) techniques, specifically Autonomous Maintenance (AM) and Focused Improvement (FI). As a result, the defect rate decreased from 1.18% to 0.39%, representing a 66.95% reduction in defects.

Keywords: Failure Modes and Effects Analysis; Total Productive Maintenance; Waste Reduction

บทนำ

อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญกับประเทศไทยทั้งในแง่ของการสร้างรายได้จากการส่งออกและการเป็นแหล่งรองรับแรงงานจำนวนมาก จากข้อมูลภาพรวมการส่งออกสะสม 6 เดือนพบว่าลดลงร้อยละ 0.02 โดยมีมูลค่าการส่งออกอยู่ที่ 3,037.6 ล้านดอลลาร์สหรัฐ [1] และในเดือนกรกฎาคม 2567 พบว่าภาพรวมเงินลงทุนโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มไทยที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการใหม่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปีก่อน และกิจการประเภทเส้นใยและปั่นด้ายประเภทโรงงาน 02201 มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มไทย (สะสม) เดือนมกราคม-มิถุนายนปีพ.ศ. 2567 คงเหลือ 211 โรงงาน [2] ดังนั้น ณ ช่วงเวลานี้กลุ่มอุตสาหกรรมดังกล่าวมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาและยังคงคุณภาพของสินค้าเอาไว้ อีกทั้งเพิ่มความสามารถในการลดของเสียที่เกิดขึ้นเพื่อลดผลกระทบด้านต้นทุน และผู้ผลิตจำเป็นต้องรักษามาตรฐานลูกค้าเดิมและเพิ่มกลุ่มลูกค้าใหม่เพิ่มขึ้น เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ได้คือ หลักการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Modes and Effects Analysis: FMEA) และหลักการบริหารการบำรุงรักษาทีละคนทีละแบบที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) ซึ่งช่วยลดความสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

การบริหารจัดการเครื่องจักรและกระบวนการผลิตนั้นมีความสำคัญมาก เนื่องจากส่งผลต่อคุณภาพสินค้าและประสิทธิภาพการผลิตโดยตรง โดยปัญหาที่พบโดยทั่วไปในอุตสาหกรรมคือความล้มเหลวของเครื่องจักร ความสูญเสียในการผลิต ปัญหาด้านความปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งหากไม่มีการจัดการความเสี่ยงหรือบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่อาจส่งผลเสียต่อองค์กรได้ เช่น มีต้นทุนการซ่อมแซมที่สูงขึ้น มีอัตราการผลิตลดลง เกิดความไม่ปลอดภัยต่อพนักงาน และอายุการใช้งานของเครื่องจักรที่ลดลง

โดยหลักการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ [3] จะช่วยหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นถึงสาเหตุของความเสียหายเพื่อกำหนดลำดับการแก้ไข ตามหลักการของความสูญเสีย 6 ประการ [4] คือความสูญเสียที่เกิดจากการขัดข้องของเครื่องจักร ความสูญเสียที่เกิดจากการปรับตั้งและปรับแต่ง ความสูญเสียที่เกิดจากการสูญเสียความเร็ว ความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเล็กน้อยๆ ความสูญเสียที่เกิดจากการผลิตของเสียและความสูญเสียที่เกิดขึ้นช่วงเริ่มต้นผลิต โดยจะวิเคราะห์ออกมาเป็นคะแนนความเสี่ยง (RPN) ซึ่งประกอบด้วยคะแนนจะเป็นในการเกิดของปัญหา (Occurrence) ระดับความรุนแรงของปัญหา (Severity) และคะแนนจะเป็นในการตรวจพบปัญหา (Detection) เพื่อให้ได้คะแนนความเสี่ยงทั้งหมด และกำหนดลำดับความสำคัญของปัญหาที่ต้องแก้ไขก่อน เพื่อบริหารจัดการทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งควรนำหลักการบริหารการบำรุงรักษาวิวัฒนาการที่ทุกคนมีส่วนร่วมหรือ TPM [5] มาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของระบบการผลิตด้วย ซึ่งกิจกรรม TPM ประกอบด้วย 8 เสาหลัก [6] คือการบำรุงรักษาด้วยตนเอง การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง การบำรุงรักษาตามแผน การบำรุงรักษาตั้งแต่เริ่มต้น การบำรุงรักษาคุณภาพ การศึกษาและการฝึกอบรม TPM ในสำนักงาน และความปลอดภัย สุขภาพและสภาพแวดล้อม ดังนั้นการนำหลักการ FMEA เพื่อวิเคราะห์ปัญหาจากความสูญเสียที่เกิดจากความขัดข้องของเครื่องจักร และนำหลักการ TPM เพื่อพัฒนาแนวทางในการบำรุงรักษาเครื่องจักร จะช่วยลดความเสี่ยงที่ทำให้เครื่องจักรขัดข้องและลดของเสียที่เกิดขึ้นได้

จากการศึกษางานวิจัยของเกรลีและจิรพัฒน์ [7] ได้นำหลักการ FMEA มาวิเคราะห์ข้อบกพร่องด้านคุณภาพในกระบวนการผลิตของเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น พบว่าปัญหาที่มีความเสี่ยงมากที่สุด ได้แก่ ลมเย็นออกไม่สม่ำเสมอ และการเคลื่อนที่ของถังใส่เส้นใยและลูกกลิ้งไม่สัมพันธ์กัน และเมื่อปรับปรุงคุณภาพสินค้าแล้วพบว่าสินค้าคุณภาพดีขึ้นร้อยละ 95.79 ส่วนงานวิจัยของอำนาจ [8] ได้วิเคราะห์และแก้ไขปัญหามาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องบรรจุหีบห่อแวนอนด้วยหลักการ FMEA เช่นเดียวกัน อรวิภาและคณะ [9] ได้ประยุกต์หลักการดังกล่าวเพื่อลดของเสียในอุตสาหกรรมฉีดขึ้นรูปร่วมกับประยุกต์หลักการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ และสามารถลดของเสียลงได้ถึงร้อยละ 95.57 งานวิจัยของโคจิรพัทธ์และคณะ [10] ได้ปรับปรุงกระบวนการเป่าขึ้นรูปโดยใช้หลักการ FMEA เพื่อลดของเสียและทำการประเมินความเสี่ยงและจัดอันดับความอันตรายของเหตุการณ์ได้จากค่า RPN โดยนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงและทำการประเมินอีกครั้งหลังการปรับปรุงเพื่อป้องกันความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาซ้ำ ผลการดำเนินงานพบว่าปัญหาฉลากพองเป็นปัญหาที่ควรแก้ไขเร่งด่วน เมื่อทำการแก้ไขแล้วค่า RPN ลดลง 271 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 92.18 งานวิจัยของรัฐภูมิ [11] ได้พัฒนาระบบการบำรุงรักษาเครื่องเชื่อมโครงเหล็กอัตโนมัติ โดยการวางระบบนั้นจะพิจารณาจากค่าความเสี่ยง ซึ่งการวางกลยุทธ์จะประกอบไปด้วยการบำรุงรักษาด้วยตนเอง การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง หลังการปรับปรุงพบว่าจำนวนครั้งในการหยุดเครื่องจักรลดลงร้อยละ 75 จำนวนครั้งของการหยุดชะงักร้อยละ 85 ค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหายเพิ่มขึ้นร้อยละ 27 และค่าเวลาเฉลี่ยของการซ่อมเครื่องจักรลดลงร้อยละ 45 ในขณะที่ปริศร์และฤทธิชัย [12] ได้ปรับปรุงอุปกรณ์ลำเลียงวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างโดยประยุกต์ใช้หลักการ TPM เพื่อกำหนดมาตรฐานการซ่อมบำรุง พบว่าเมื่อปรับปรุงมีความถี่ในการซ่อมบำรุงตะแกรงลดลงได้อย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้หลักการ FMEA และ TPM นั้น ได้ถูกประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่หลากหลาย แต่ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการนำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการตีเกลียวเส้นด้าย ดังนั้นในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบในกระบวนการตีเกลียวเส้นด้ายเพื่อลดความเสี่ยงที่อาจทำให้เครื่องจักรขัดข้องระหว่างการใช้งาน ปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรและลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ซึ่งบริษัทกรณีศึกษาจำเป็นต้องระบุสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อกำหนดมาตรการในการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและลดของเสียในกระบวนการผลิตให้มากที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เริ่มจากการศึกษาสภาพทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หลักตลอดจนกระบวนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา สํารวจปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยรวบรวมข้อมูลของเสียย้อนหลังในปี พ.ศ. 2564 จากนั้นทำการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องเกี่ยวกับของเสียและประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักร เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดของเสียและระบุปัญหาที่มีความเสี่ยงสูงสุด จากนั้นกำหนดแนวทางและมาตรการในการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน รวมถึงแนวทางในการลดของเสียในกระบวนการผลิต เมื่อได้แนวทางการแก้ไขที่เหมาะสมจึงทำการทดลองและปรับปรุงการทำงาน บันทึกข้อมูลหลังการดำเนินการเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลก่อนการปรับปรุง จากนั้นสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาและดำเนินการปรับปรุง รวมถึงนำเสนอข้อเสนอแนะสำหรับการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยอธิบายขั้นตอนของการดำเนินงานได้ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาสภาพทั่วไป

ผลิตภัณฑ์หลักของบริษัทกรณีศึกษาสามารถแบ่งตามประเภทวัสดุได้ดังนี้ โพลีเอสเตอร์ ไนลอน และเรยอน เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมีเครื่องกรอด้ายและเครื่องตีเกลียว กระบวนการผลิตเมื่อรับคำสั่งจากลูกค้าแล้วจะเปิดวัตถุดิบเพื่อเข้าสู่กระบวนการ ตั้งค่าเครื่องกรอด้าย กรอ และตีเกลียวด้าย เมื่อผลิตเสร็จจะเข้าสู่กระบวนการอบ และไปยังแผนกแพคและเก็บสินค้าเข้าคลัง ซึ่งตลอดกระบวนการนั้นจะมีการตรวจสอบทั้งสิ้น 5 ครั้ง คือ เมื่อเปิดวัตถุดิบ หลังการกรอ หลังการตีเกลียว หลังการอบ และหลังจากบรรจุสินค้า

ปัญหาที่พบคือเมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นจากใบแจ้งการผลิตและใบรายงานด้ายผิดปกติแล้วนำมาวิเคราะห์ พบว่าของเสียที่เกิดขึ้นเฉลี่ยในปี 2564 มีน้ำหนักเท่ากับ 13,515.94 กิโลกรัมจากจำนวนคำสั่งผลิต 1,245,862.41 กิโลกรัม หรือคิดเป็น 1.08% จากยอดคำสั่งผลิต และสาเหตุที่เกิดของเสียเกิดจากกระบวนการผลิตถึง 82.2% ส่วน 17.8% คือของเหลือจากการผลิตเท่านั้น จากข้อมูลข้างต้นสามารถจำแนกเป็นของเสียได้ทั้งสิ้น 6 ประเภท คือ เปื้อนสกปรก 28.6% เป็นขน 23.5% ไขหัว-ท้ายหลอด 19% รูปทรงไม่สวย 12.2% น้ำหนักไม่ได้ 8.2% ด้ายไม่สม่ำเสมอ 5.7% และอื่นๆ 2.7% นำมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิพาเรโตแสดงดังรูปที่ 1

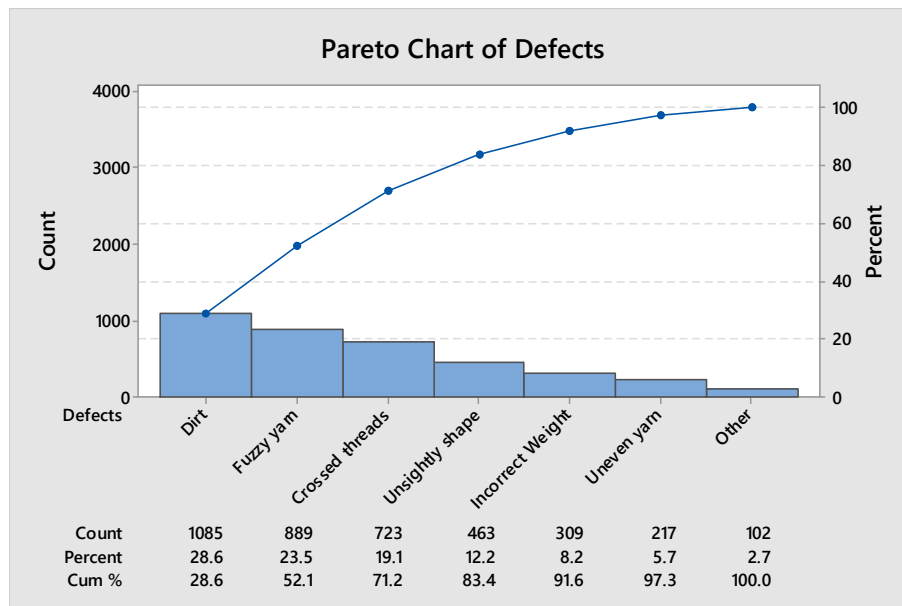


Figure 1 Production defects data for 2021

จากรูปตามหลักการกฎพาเรโต 80:20 [10] พบปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ เปื้อนสกปรก เป็นขน และไขว้หัว-ท้ายหลอดแสดงดังรูปที่ 2 จึงทำการแจกแจงสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผัง ก้างปลาและวิเคราะห์หาการขัดข้องและผลกระทบ (FMEA) โดยทำการประเมินร่วมกับผู้เกี่ยวข้องในสายงาน และใช้ค่าความเสี่ยงชี้ว่า RPN โดยให้ระดับของความรุนแรง ความถี่ในการเกิด และความสามารถในการ ตรวจจับมีระดับคะแนนสูงสุด 10 คะแนนและคะแนนต่ำสุดที่ 1 คะแนน และเลือกปัญหาที่มีค่าดัชนีความ เสี่ยงชี้ว่าที่มีค่าสูงสุดเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

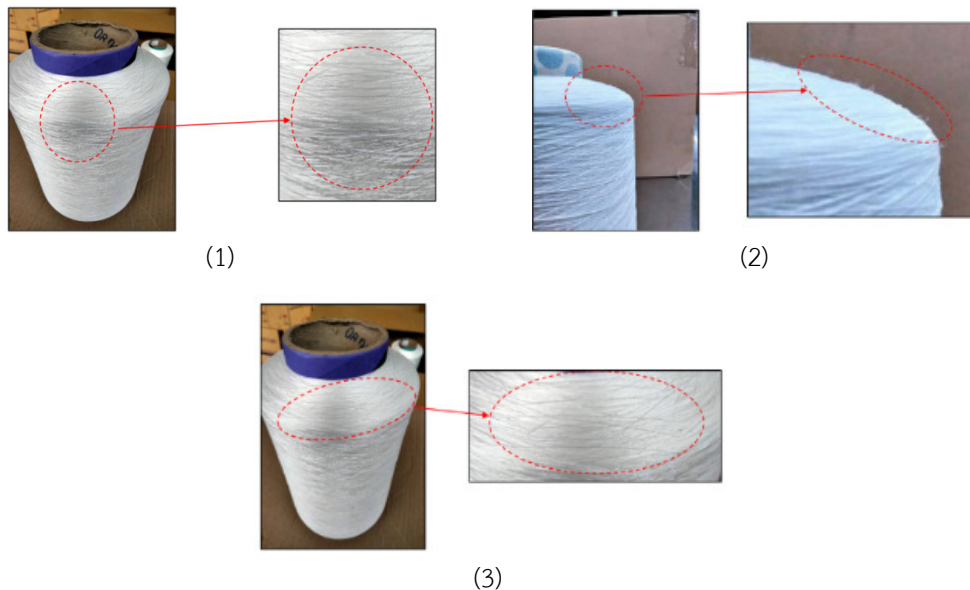


Figure 2 The top 3 Defects: (1) Dirty Yarn, (2) Fuzzy Yarn, and (3) Crossed Threads

2. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2564 นั้น ได้แจกแจงสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลาที่รูปที่ 3 โดยแยกตามประเภทของปัญหาที่พบทั้ง 3 ประเภทดังนี้ จากรูปที่ 3(1) ปัญหาด้ายเปื้อนสกปรก พบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของวิธีการทำงานนั้นเนื่องจากไม่มีคู่มือปฏิบัติงาน (Work Instruction: WI) ส่งผลให้ไม่มีวิธีการจัดการวัสดุก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต ไม่มีวิธีการทำความสะอาดเครื่องจักรที่ถูกต้อง รวมถึงไม่มีมาตรฐานด้านสุขอนามัยในการปฏิบัติงาน ส่วนปัจจัยด้านเครื่องจักร เนื่องจากมีชิ้นส่วนเสื่อมสภาพ มีฝุ่นละอองสะสมและน้ำมันเปื้อนได้ง่าย เพราะไม่มีแผนการทำความสะอาดและไม่มีแผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร ส่วนปัจจัยด้านพนักงาน เนื่องจากไม่มีการฝึกอบรมก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ทำให้ขาดความระมัดระวังลืมปิดประตูขณะทำงานมีฝุ่นละอองเข้ามาปนเปื้อนวัตถุดิบ ระหว่างกระบวนการลืมห้างมือก่อนการทำงานทำให้มีฝุ่นปนเปื้อนขณะทำงานได้ และปัจจัยด้านวัสดุ เนื่องจากมีฝุ่นปนเปื้อนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตจากการขนส่ง ไม่มีอุปกรณ์ปกคลุมวัสดุขณะทำการเคลื่อนย้าย อีกทั้งไม่มีการทำความสะอาดวัสดุก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต

จากรูปที่ 3(2) ปัญหาด้ายเป็นขน พบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของวิธีการทำงานนั้นเนื่องจากไม่มีคู่มือปฏิบัติงาน (WI) ส่งผลให้ไม่มีวิธีการจัดการวัสดุก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต ไม่มีวิธีการทำความสะอาดเครื่องจักรที่ถูกต้อง รวมถึงไม่มีมาตรฐานด้านสุขอนามัยในการปฏิบัติงาน ส่วนปัจจัยด้านเครื่องจักร เนื่องจากใช้งานเครื่องจักรนานเกินไปเกิดความร้อนสูงต่อเนื่อง เพราะไม่มีแผนการทำความสะอาดและไม่มีแผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร ส่วนปัจจัยด้านพนักงาน เนื่องจากไม่มีการฝึกอบรมก่อนเริ่มปฏิบัติงานทำให้ขาดความระมัดระวังทำห้อยด้ายและฝาดรอบหล่น พนักงานเดินชนส่วนประกอบของเครื่องจักร กรีดเส้นด้าย

ที่ติดบนหลอดด้ายทำให้แกนด้ายเป็นรอย เป็นต้น และปัจจัยด้านวัสดุ เนื่องจากมีฝุ่นปนเปื้อนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตเพราะไม่การทำความสะอาดก่อนนำไปใช้ในกระบวนการผลิต

จากรูปที่ 3(3) ปัญหาด้ายไขว้หัว-ท้ายหลอด พบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของวิธีการทำงานนั้น เนื่องจากไม่มีคู่มือปฏิบัติงาน (WI) เช่นกัน ส่งผลให้ไม่มีวิธีการจัดการวัสดุก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต ไม่มีวิธีการทำความสะอาดเครื่องจักรที่ถูกต้อง รวมถึงไม่มีมาตรฐานด้านสุขอนามัยในการปฏิบัติงาน ส่วนปัจจัยด้านเครื่องจักร เนื่องจากใช้เครื่องจักรเป็นระยะเวลานาน ทำให้เครื่องสั่นสะเทือนมากและทำให้เส้นด้ายติดที่ล้อลูกปืน ส่วนปัจจัยด้านพนักงาน เนื่องจากไม่มีการฝึกอบรมก่อนเริ่มปฏิบัติงานทำให้พนักงานขาดความระมัดระวังขณะทำงาน และปัจจัยด้านวัสดุ มีวัตถุดิบไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากซัพพลายเออร์ส่งวัตถุดิบไม่ตรงตามข้อกำหนดและวัสดุเสียหายขณะขนส่ง

จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ค่าดัชนีความเสี่ยง (RPN) เพื่อระบุและจัดลำดับความสำคัญของปัญหาที่มีความเสี่ยงสูง ซึ่งเลือกปัญหาที่มีค่า RPN มากกว่า 100 คะแนน และคัดเลือก 3 อันดับแรกที่มีคะแนนสูงสุด ได้แก่ ไม่มีแผนการทำความสะอาดเครื่องจักร ไม่มีแผนการซ่อมบำรุงเครื่องจักร และไม่มีคู่มือการทำงาน (WI) ที่เป็นมาตรฐาน โดยแสดงผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงก่อนการปรับปรุงในตารางที่ 1 เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจทำให้เครื่องจักรขัดข้องและเกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ จึงได้นำแนวคิดการบำรุงรักษาทีละส่วน (TPM) มาประยุกต์ใช้โดยเน้นเสาหลักที่ 1 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (AM) และเสาหลักที่ 2 การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (FI) เพื่อปรับปรุงและจัดทำมาตรฐานการตรวจสอบรวมถึงคู่มือมาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักร

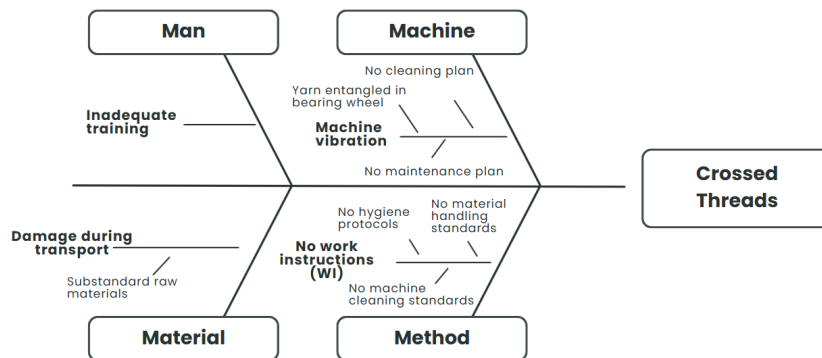
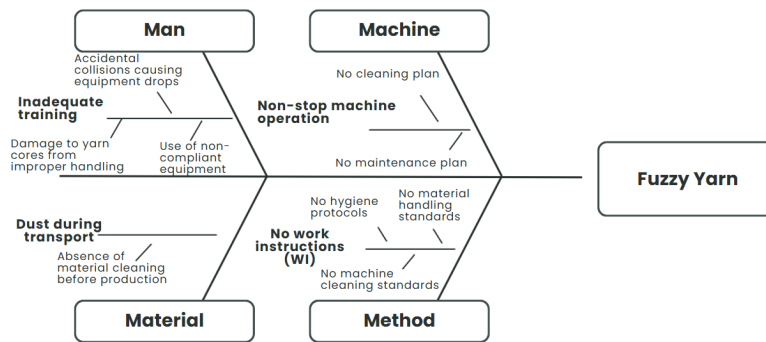
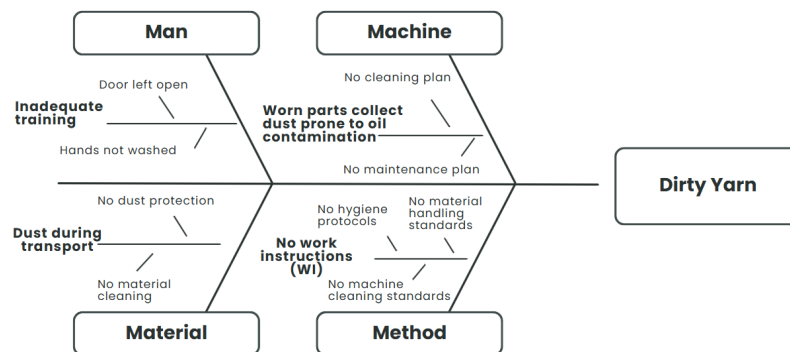


Figure 3 Fishbone Diagram for Problem: (1) Dirty Yarn, (2) Fuzzy Yarn, and (3) Crossed threads

Table 1 Risk Assessment of Dirty Yarn, Fuzzy Yarn, and Crossed Threads before improvement

1.Dirty Yarn					
Cause	Effect	S	O	D	RPN
Worn-out parts collect dust and oil	Dust and oil stick to yarn	7	6	5	210
No cleaning plan	Dirt buildup contaminates yarn	10	8	8	640
Maintenance plan not followed	Dirty machine may malfunction	8	8	7	448
Lack of pre-work training	Incorrect work steps cause contamination	8	6	5	240
Door left open	Outside dust enters the room	5	7	5	175
Hands not washed before work	Dirty hands touch materials and yarn	5	6	5	150
Dust contamination during transport	Dirty materials lead to dirty yarn	4	6	4	96
No dust protection equipment	Materials exposed to dust while waiting	4	5	3	60
Materials not cleaned before production	Yarn gets contaminated during production	4	5	3	60
No Work Instructions (WI)	Inconsistent work increases contamination risk	8	7	7	392
No standard for material handling	Materials contaminated before processing	5	4	3	60
No standard for machine cleaning	Dirty machines cause lint/dust on yarn	5	4	4	80
No hygiene standards	Unclean environment raises contamination risk	4	3	5	60
2.Fuzzy Yarn					
No cleaning plan	Dirt buildup contaminates yarn	10	8	8	640
Maintenance plan not followed	Dirty machine may malfunction	8	8	7	448
Lack of pre-work training	Incorrect work steps cause contamination	8	6	5	240
Bumped into equipment and dropped it	Damaged tools cause yarn to become fuzzy during processing	6	5	6	180
Scratched the yarn core	Scratches make yarn surface fuzzy	6	5	5	150
Used non-standard equipment	Improper tools increase the chance of fuzziness	6	5	5	150
Materials not cleaned before production	Yarn gets contaminated during production	4	5	3	60
No Work Instructions (WI)	Inconsistent work increases contamination risk	8	7	7	392
No standard for material handling	Materials contaminated before processing	5	4	3	60
No standard for machine cleaning	Dirty machines cause lint/dust on yarn	5	4	4	80
No hygiene standards	Unclean environment raises contamination risk	4	3	5	60
3.Crossed Threads					
Machine vibration	Causes uneven yarn alignment	7	5	4	140
Yarn entangled in bearing wheel	Inconsistent yarn tension	7	6	5	210
No cleaning plan	Dirt buildup contaminates yarn	10	8	8	640
Maintenance plan not followed	Dirty machine may malfunction	8	8	7	448

Cause	Effect	S	O	D	RPN
Lack of pre-work training	Incorrect work steps cause contamination	8	6	5	240
Damage during transportation	Deformed material leads to irregular winding	6	5	6	180
Substandard raw materials	Inconsistent yarn thickness and strength	6	5	5	150
Dust contamination during transport	Dirty materials lead to dirty yarn	5	3	4	60
No dust protection equipment	Materials exposed to dust while waiting	4	5	3	60
Materials not cleaned before production	Yarn gets contaminated during production	4	5	3	60
No Work Instructions (WI)	Inconsistent work increases contamination risk	8	7	7	392
No standard for material handling	Materials contaminated before processing	5	4	3	60
No standard for machine cleaning	Dirty machines cause lint/dust on yarn	5	4	4	80
No hygiene standards	Unclean environment raises contamination risk	4	3	5	60

3. ดำเนินการแก้ไขปัญหา

เนื่องจากในกระบวนการผลิตด้ายมีเครื่องจักรมากกว่า 1 เครื่อง เพื่อให้การเก็บข้อมูลผิดพลาด ผู้วิจัยจึงเลือกเครื่องจักรสำหรับการผลิตด้ายลีด N30-864 มาเป็นตัวอย่างในการแก้ไขปัญหาเพื่อลดของเสีย โดยลีดนี้จะมีเครื่องกรอด้วยจำนวน 2 เครื่องและเครื่องตีเกลียวจำนวน 4 เครื่อง จากนั้นเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นกับลีดกรณีศึกษา ก่อนการปรับปรุงเป็นระยะเวลา 30 วัน มีจำนวนทั้งสิ้น 333 หลอด หรือเท่ากับ 0.9% ของการผลิตทั้งหมด และนำแนวทางการแก้ไขปัญหามาดำเนินการลดของเสียดังนี้

3.1 การดำเนินงานการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

(1) เตรียมอุปกรณ์และประชุมชี้แจงเพื่อร่วมกันทำความสะอาดพร้อมทั้งตรวจสอบค้นหาสิ่งผิดปกติของเครื่องจักรระหว่างทำความสะอาด

(2) เมื่อพบจุดผิดปกติ เช่น ขาบังคับหลอดผิด รางชักโกด์จาระบีแห้ง เพลาฟีดโลเลอร์เป็นสนิม โกด์สายติดที่ตัวดัม ให้ทำการติดป้ายสิ่งผิดปกติหรือเรียกว่าใบ TAG TPM คือป้ายแสดงจุดบกพร่องเป็นการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) ที่ใช้ในการบำรุงรักษาด้วยตนเอง โดยให้พนักงานระบุรหัสเครื่องจักร ชื่อเครื่องจักร วันที่พบ ผู้ค้นพบ รายละเอียดความผิดปกติ และวิธีแก้ไขดังรูปที่ 4



Figure 4 Examples of labeling abnormalities in various areas of machinery

(3) นำรายการสิ่งผิดปกติที่พบมาเขียนบันทึกลงแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลตั้งนี้ วันที่พบ เครื่องจักร ลักษณะความผิดปกติที่พบ วิธีแก้ไข

(4) ทำการปรับปรุงแก้ไข หลังจากดำเนินการแก้ไขเสร็จสิ้นแล้วจึงบันทึกข้อมูลก่อนดำเนินการและหลังดำเนินการ โดยระบุว่าปัญหาคืออะไรและมีการแก้ไขอย่างไร ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลแสดงดังรูปที่ 5 ปัญหาก่อนการปรับปรุง คือ เพลาฟีดเกิดสนิม ทำการปรับปรุงโดยการถอดเพลาและนำไปขัดสนิม จำนวน 22 เพลา และประกอบเข้าที่ตำแหน่งเดิมก่อนเริ่มใช้งานเครื่องจักรต่อไป

(5) นำสาเหตุจากใบ TAG TPM ที่พบจากการทำความสะอาดพร้อมทั้งนำข้อมูลที่วิเคราะห์ต้นเหตุของปัญหาข้างต้น และการรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามผู้ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มากำหนดรายการต่างๆ เพื่อนำมาเป็นมาตรฐานตรวจสอบเครื่องจักรระหว่างเปลี่ยนแปลงการผลิต

(6) ทำการติดตั้งใบมาตรฐานระหว่างเปลี่ยนแปลงการผลิตสำหรับพนักงาน ติดตั้งกล่องใส่ใบ TAG TPM โดยแยกเป็น 2 สี คือ สีขาวและสีแดง ซึ่งสีขาวคือใบรายงานจุดที่พบความผิดปกติต่างๆของเครื่องจักร โดยเป็นใบรายงานสำหรับพนักงานประจำเครื่อง เพื่อรายงานแจ้งให้กับช่างซ่อมบำรุงรับทราบและติดตามแก้ไข ส่วนสีแดงคือใบรายงานจุดที่พบความผิดปกติต่างๆของเครื่องจักร โดยเป็นใบรายงานสำหรับช่างซ่อมบำรุงเพื่อตรวจสอบการทำงานระหว่างผลิตของเครื่องจักรและติดตั้งกล่องใบรายงานด้วยผิดปกติ

Before



Problem: Rusty shaft

After



Solution: Remove and polish 22 unit

Figure 5 Examples of before and after improvements in the abnormalities

(7) อบรมพนักงานในการใช้ใบ TAG TPM สีขาว ใบตรวจเช็คการทำงานระหว่างผลิตของเครื่องจักร ใบรายงานด้วยผิดปกติ และมาตรฐานระหว่างเปลี่ยนแปลงการผลิตสำหรับพนักงาน โดยการอบรมพนักงานจะเน้นถึงสำคัญของการดูแลเครื่องจักร สามารถรายงานปัญหาได้ถูกต้องและชัดเจน เมื่อพบความผิดปกติของเครื่องจักรโดยการเขียนรายงานในใบ TAG TPM สีขาวเพื่อให้ช่างมาตรวจสอบและแก้ไขปัญหาได้ถูกต้อง รวมถึงวิธีการใช้เอกสารใบตรวจเช็คการทำงานระหว่างผลิตของเครื่องจักรและใบรายงานด้วยผิดปกติ เป็นต้น

(8) ทำการอบรมช่างซ่อมบำรุงให้เข้าใจถึงรายละเอียดในหัวข้อต่างๆ ของมาตรฐานการตรวจสอบเครื่องจักรระหว่างเปลี่ยนแปลงการผลิต รวมถึงวิธีการใช้ใบตรวจสอบสภาพเครื่องจักรให้ถูกต้อง

3.2 การดำเนินการแก้ไขปัญหาเฉพาะเรื่อง

จากการที่ทำการบำรุงรักษาด้วยตนเองและจัดทำมาตรฐานการทำงานแล้ว ระหว่างการนำ TAG TPM มาใช้นั้นทำให้ทราบปัญหาที่เกิดขึ้นเพิ่มเติม คือ ปัญหาที่มีความสำคัญเรื่องโกด์สายชนกับดัมหรือระดับความสูงของโกด์สายไม่ได้ และรางชักโกด์สั่นและกระโดด ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ร่วมกับผู้เกี่ยวข้องทั้งผู้จัดการฝ่ายผลิต หัวหน้าช่าง เพื่อหาทางแก้ไขโดยจำแนกเป็นประเด็นสำคัญดังนี้

(1) การแก้ไขปัญหในหัวข้อไกด์สายชนกับด้ามหรือระดับความสูงของไกด์สายไม่ได้ เป็นเหตุให้เซรามิกไกด์สายเกิดการแตกร้าวจนส่งผลให้ลูกด้ายเกิดเป็นของเสีย ได้แก่ เป็นขน เปื้อนสกปรกชนิดเปื้อนดำ หรือถ้าระดับความสูงไม่ได้มีผลทำให้เกิดไขว้หัว-ท้ายหลุด แก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการ Jig Fixture มาทำการออกแบบเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการทำงานซึ่งก็คือ แหวนวัดสเกลที่มีขนาดความสูง 4 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาจัดทำเป็นมาตรฐานในการตรวจสอบระหว่างเปลี่ยนแปลงการผลิตดังรูปที่ 6

(2) การแก้ไขปัญหในหัวข้อรางชักไกด์เส้นในระหว่างการผลิตซึ่งส่งผลให้ลูกด้ายเกิดเป็นของเสีย ได้แก่ รูปทรงไม่สวย ไขว้หัว-ท้ายหลุด แก้ไขปัญหาโดยการเปลี่ยนวัสดุของตัวบุทรงชักไกด์จากพลาสติกให้เป็นทองเหลือง ที่สามารถทนความร้อนจากการเสียดสีได้ดีกว่าพลาสติก และรูปบุทรงชักไกด์ที่เป็นทองเหลืองที่พร้อมนำไปใช้งานแสดงดังรูปที่ 7

12	checking vibrated linear guides			
spring			vibrate	Release and bounce immediately
height			1.Insert the scale ring between the ceramic guide and the dump. 2. Use a wrench to adjust the level.	The height of the linear guide must be level with the scale ring =4 mm
		 Wrench 3 mm		
		Ring scale 4 mm		

Figure 6 Machinery inspection standards on the topic of checking vibrated linear guides



Figure 7 Plastic bushing is deteriorate (left) brass bushing (right) Ready-assembled brass guide bushings (bottom)

3.3 จัดทำมาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักร

การจัดทำคู่มือมาตรฐานการบำรุงรักษาหรือการหล่อลื่นของทั้งเครื่องจักรตีเกลียวและเครื่องจักรกรอบตามมาตรฐานการตรวจสอบเครื่องจักรของ TPM โดยนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบตามมาตรฐานตรวจสอบมาสร้างมาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักร และทำการอบรมช่างเรื่องการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต และช่างซ่อมบำรุงสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนเพื่อการปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัยและมีคุณภาพ แสดงตัวอย่างคู่มือการหล่อลื่นเครื่องจักรดังตารางที่ 2

Table 2 Example of a Lubrication Procedure from a Standard Maintenance Manual According to Machinery Inspection Standards

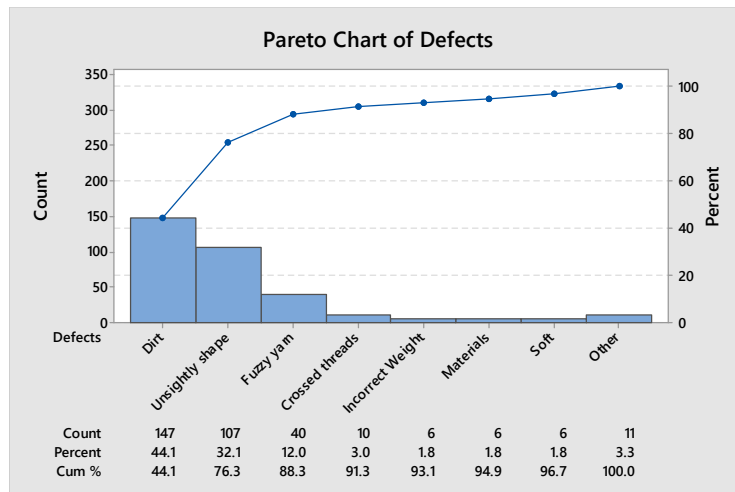
ABC CO. LTD.		Maintenance standards according to machinery inspection standards		Page: 2 of 67
Step	Process	Drawing/Sketch		Equipment
Spindle control lubrication				
Case 1 Normal spindle control lubrication				
1	Pick up the lubricated equipment and tools from the equipment storage room.			Cardboard box Oil dropper Wrench #14 Alcohol tank Scrap of cloth
2	Place a cardboard box under the part to be lubricated.			Cardboard box 
3	Apply lubricating oil into the slot and move the spindle control shaft.	 		Oil dropper 

ผลการวิจัย

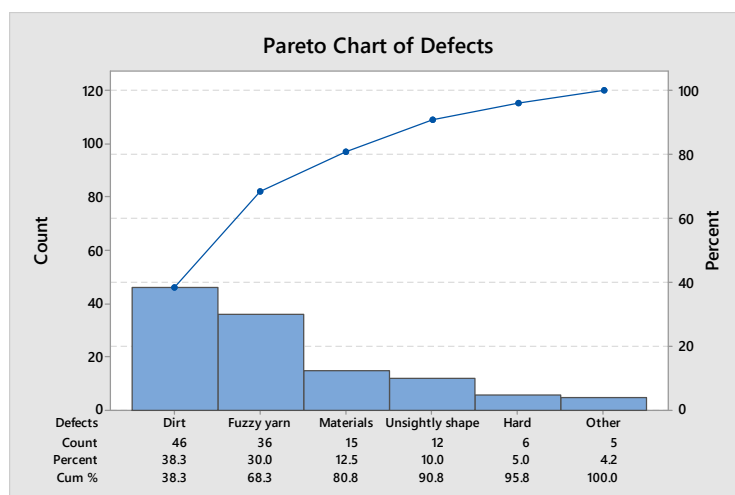
นำรายการปัญหาต่างๆ มาจัดเรียงตามลำดับความสำคัญและนำเสนอข้อมูลในลักษณะแผนภาพพาเรโต ดังรูปที่ 8 ข้อมูลของเสียล็อต N30-864 ก่อนและหลังการปรับปรุง โดยอธิบายผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

1.1 จากการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับเสาหลักการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ตั้งแต่การอบรมชี้แจงข้อกำหนดเบื้องต้นในการทำความสะอาดเครื่องจักร และการใช้ใบ TAG TPM เริ่มต้นทำความสะอาดเครื่องจักร และค้นหาจุดผิดปกติต่างๆ ของเครื่องจักร ทำการติดป้ายแสดงความผิดปกติที่พบ จากนั้นนำมาเขียนบันทึกพร้อมกับแก้ไขจุดผิดปกติที่พบ นำจุดผิดปกติต่างๆ มาจัดทำเป็นมาตรฐานในการตรวจสอบเครื่องจักร ระหว่างเปลี่ยนแปลงการผลิตทั้งในส่วน of เครื่องจักรกรอและเครื่องจักรตีเกลียวโดยมาตรฐานทั้ง 2 เครื่องสามารถแบ่งออกได้เป็นของพนักงานและช่างซ่อมบำรุง ตลอดจนการนำมาตรฐานมาใช้อย่างต่อเนื่องจึงทำให้เครื่องจักรมีความสะอาด พนักงานและช่างซ่อมบำรุงทำงานเป็นระบบมากยิ่งขึ้น และพนักงานสามารถตรวจสอบดูแลเครื่องจักรของตนเองได้ สุดท้ายจัดทำคู่มือมาตรฐานการบำรุงรักษาหรือการหล่อลื่นของทั้งเครื่องจักรตีเกลียวและเครื่องจักรกรอ



(1)



(2)

Figure 8 Production defect data for Lot N30-864 (1) Before improvement (2) After improvement

1.2 ทำการรวบรวมรายการของสิ่งผิดปกติที่ได้มีการปรับปรุง จากนั้นนำมาเสนอเปรียบเทียบรูปก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุง

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง

จากการคัดเลือกปัญหาที่พบในใบ TAG TPM ที่ได้จากการทำความสะอาดเพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์หาวิธีแก้ไขปัญหาร่วมกับผู้ที่เกี่ยวข้องในการค้นหาสาเหตุของปัญหาและวิธีแก้ไขปัญห ซึ่งมีการดำเนินการแก้ไขปัญหที่ประกอบด้วย

- 2.1. การแก้ไขปัญหาคอเสื้อสายกับดัดหรือระดับความสูงของคอเสื้อไม่ได้ โดยการใช้หลักการ Jig Fixture มาทำการออกแบบเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการทำงาน ซึ่งก็คือแหวนวัดสเกลที่มีขนาดความสูง 4 มิลลิเมตร รวมถึงนำมาจัดทำเป็นหัวข้อในมาตรฐานการตรวจสอบระหว่างเปลี่ยนแปลงการผลิต
 - 2.2 การแก้ไขปัญหารางซีกคอเสื้อ กระโดด โดยการเปลี่ยนวัสดุของตัวบุทรงซีกคอเสื้อจากพลาสติกให้เป็นทองเหลืองที่สามารถทนความร้อนจากการเสียดสีได้ดีกว่าพลาสติก
 3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการลดของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง
- หลังจากดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิค TPM ข้อมูลที่ได้ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงแสดงดังตารางที่ 3

Table 3 Defect Data Before and After Improvement

Type of Defect (Jan 2022)	Quantity (Spool)	Type of Defect (Feb 2022)	Quantity (Spool)
Dirt	147	Dirt	46
Unsightly shape	107	Fuzzy yarn	36
Fuzzy yarn	40	Materials	15
Crossed threads	10	Unsightly shape	12
Soft	6	Hard	6
Incorrect Weight	6	Others	5
Materials	6	-	-
Broken	5	-	-
Hard	3	-	-
Others	3	-	-
total	333	total	125

จากตารางพบว่าจากการประยุกต์ใช้เทคนิค TPM ส่งผลให้ของเสียที่เกิดขึ้นหลังการปรับปรุงมีจำนวนที่ลดลงเมื่อเทียบกับของเสียที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง โดยแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

3.1 เปื้อนสกปรก มีของเสียที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการปรับปรุงทางโรงงานกรณีศึกษา ไม่ได้มีมาตรฐานในการเข้าไปตรวจสอบเครื่องจักรและไม่มีช่วงเวลาในการเข้าไปเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร ทำให้เครื่องจักรถูกใช้งานอย่างต่อเนื่องจนกว่าเครื่องจักรจะมีปัญหาแล้วจึงเข้าไปทำการซ่อมแซมเครื่องจักร รวมถึงไม่มีการเข้าไปตรวจสอบเรื่องความสะอาดของเครื่องจักรจนทำให้เครื่องจักรเกิดความสกปรกขึ้น ส่งผลให้ลูกค้าเกิดการเปื้อนสกปรก หลังจากการมีมาตรฐานตรวจสอบเครื่องจักรระหว่างเปลี่ยนแปลงการผลิต ซึ่งมีเรื่องความสะอาดของเครื่องจักรอยู่ในมาตรฐาน พร้อมทั้งมีการเข้าไปตรวจสอบเครื่องจักรทุกๆ 5 ตัน จึงทำให้ของเสียเปื้อนสกปรกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

3.2 รูปทรงไม่สวย มีของเสียที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากการวิเคราะห์การแก้ไขปัญหาคอเสื้อเฉพาะเรื่องในหัวข้อคอเสื้อคอเสื้อ กระโดด ที่เป็นผลทำให้เกิดของเสียรูปทรงไม่สวยและไขว้หัว-ท้ายหลอด เมื่อมีการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนวัสดุของตัวบุทรงซีกคอเสื้อจากพลาสติกให้เป็นทองเหลืองที่สามารถทนความร้อนจาก

การเสียดสีได้ดีกว่าพลาสติก และช่วยลดการสึกหรอของตัวบูทรางชักโกด์ จึงส่งผลให้ของเสียรูปทรงไม่สวย หลังการปรับปรุงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

3.3 ไขว้หัว-ท้ายหลอด มีของเสียที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากการวิเคราะห์การแก้ไขปัญห เฉพาะเรื่องในหัวข้อโกด์สายชนกับดัม หรือระดับความสูงของโกด์สายไม่ได้ เป็นผลทำให้เกิดของเสียไขว้หัว-ท้ายหลอดซึ่งเมื่อมีการปรับปรุงโดยการนำหลักการ Jig Fixture มาช่วยในการปรับระดับความสูงระหว่างโกด์สายกับดัมให้มีระยะห่างที่เหมาะสมที่จะไม่ทำให้โกด์สายไปชนกับตัวดัม จึงส่งผลให้ของเสียไขว้หัว-ท้ายหลอดหลังการปรับปรุงลดลงอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน

เมื่อเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงจากล็อตผลิตตัวอย่าง จึงนำข้อมูลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่าสามารถลดของเสียลงได้ 66.95% จำนวนของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 327 กิโลกรัมจากยอดผลิต 27,732 กิโลกรัม หลังปรับปรุงเหลือ 110 กิโลกรัมจากยอดผลิต 28,000 กิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ สูญเสียที่ลดลงเท่ากับ 0.79 หรือ 66.95% เปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงชั้นนำปัญหา ก่อนและหลังการปรับปรุง ดังตารางที่ 4

Table 4 Comparison of Risk Priority Number (RPN) Values Before and After Improvement

Cause	S		O		D		RPN	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
No cleaning plan	10	3	8	4	8	3	640	36
Maintenance plan not followed	8	4	8	3	7	2	448	24
No Work Instructions (WI)	8	4	7	4	7	2	392	32

จากการวิเคราะห์ลักษณะของสาเหตุของปัญหาเรื่องไม่มีแผนการทำความสะอาดเครื่องจักร ไม่มีแผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร และไม่มีคู่มือการทำงาน (WI) ที่เป็นมาตรฐาน โดยใช้เทคนิค FMEA ก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่าก่อนการปรับปรุงแก้ไขทั้ง 3 สาเหตุมีค่าเฉลี่ย RPN อยู่ที่ 493 คะแนนและหลังการปรับปรุงแก้ไขมีค่าเฉลี่ย RPN อยู่ที่ 31คะแนน มีค่าลดลงถึง 462 คะแนน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงเท่ากับ 93.71%

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1. สรุปผลการวิจัย

ผลจากการดำเนินงานโดยประยุกต์ใช้การวิเคราะห์การขัดข้องและผลกระทบเพื่อลดความเสี่ยงที่อาจจะทำให้เครื่องจักรขัดข้องระหว่างการใช้งาน ปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาโดยนำหลักการบำรุงรักษาทีละผล (TPM) ในส่วนของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ทำให้พนักงานสามารถดูแลรักษาความสะอาด และสามารถแจ้งอาการผิดปกติได้เองผ่าน TAG TPM ทำให้สามารถทราบถึงปัญหาเฉพาะเรื่องและหาแนวทางในการแก้ไขได้ ในส่วนการปรับปรุงเฉพาะเรื่องก็สามารถทราบถึงปัญหาและแก้ไขได้เช่นกัน เมื่อเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงจากล็อตผลิตตัวอย่าง จึงนำข้อมูลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังตารางที่ 5

Table 5 Summary of Pre- and Post-Waste Reduction Results for Lot N30-864 (Excluding Defective Raw Materials)

Topic	Unit	Before	After	Difference
Quantity of defects	Kilogram	327	110	Decreased by 217
Percent of defects	percent	1.18	0.39	Decreased by 0.79 (66.95%)

จากตารางพบว่าสามารถลดของเสียลงได้ 66.95% จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 327 กิโลกรัมจากยอดผลิต 27,732 กิโลกรัม หลังปรับปรุงเหลือ 110 กิโลกรัมจากยอดผลิต 28,000 กิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูญเสียที่ลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 0.79 หรือ 66.95% เมื่อนำของเสียทั้ง 3 ประเภทที่เลือกมาจากหลัก 80:20 ของพาเรโต ในส่วนที่เป็น 80 คือเบื่อนสกปรก เป็นขน ไขว้หัว-ท้ายหลุด รวมถึงของเสียอื่นๆที่เกิดขึ้นในล็อตตัวอย่าง นำมาเปรียบเทียบกับของเสียที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการปรับปรุง สามารถสรุปผลการลดของเสียแสดงดังตารางที่ 6 จากตารางพบว่า เมื่อกำหนดมาตรฐานการตรวจสอบ การบำรุงรักษา และครอบคลุมถึงมาตรการการทำความสะอาดเครื่องจักรนั้น ทำให้ของเสียของปัญหาทั้ง 3 ด้าน ลดลง อีกทั้งปัญหาด้านรูปทรงที่ไม่สวยงามเกิดจากสาเหตุรางชักโค้ดสีก จึงเปลี่ยนบุจากพลาสติกเป็นทองเหลือง ทำให้ของเสียลดลงจาก 107 กก. เหลือเพียง 12 กก. เท่านั้น ซึ่งการแก้ไขปัญหาดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์ปัญหาเฉพาะเรื่องในช่วงของการเก็บข้อมูลเครื่องดีเกลียวสำหรับการผลิตด้ายล็อต N30-864 เท่านั้น

Table 6 Summary of Defect Characteristic Comparison Using Pareto's 80:20 Principle

Type of Defect	Before improvement	Operation	Result
Dirty Yarn	No machinery inspection standard in place, causing machines to become dirty.	Established a standard for inspecting machinery during production changes, with inspections every 5 tons.	Defects reduced from 147 kg to 46 kg.
Fuzzy Yarn	No standard for inspecting machine components, leading to malfunction.	Established a standard for inspecting machinery during production changes, with inspections every 5 tons.	Defects reduced from 40 kg to 36 kg.
Crossed Threads	Vibrating linear guides.	Created a 4 mm scale ring to adjust height and replaced plastic bushings with brass bushings.	Defects reduced from 10 kg to 1 kg.
Unightly Shape (FI: Focused Improvement)	Deteriorated bushings.	Replaced plastic bushings with brass bushings.	Defects reduced from 107 kg to 12 kg.

ด้วยเหตุนี้ผลของการวิจัยจึงสรุปได้ว่าการทำระบบบำรุงรักษาทีผลหรือ TPM สามารถทำให้ของเสียจากการผลิตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งถือว่าบรรลุวัตถุประสงค์ของการลดของเสียในกระบวนการผลิตดีเกลียวเส้นด้ายโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคTPM และการสร้างมาตรฐานการตรวจสอบและการบำรุงรักษาตามเทคนิคTPM ให้กับทางโรงงานกรณีศึกษา รวมไปถึงงานวิจัยนี้สามารถนำไปขยายผลดำเนินการยังเครื่องจักรอื่นๆของโรงงานได้

2. อภิปรายผล

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ [4,8-10] ที่นำเรื่องการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบเพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเส้นด้าย อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ [11,12] ในการประยุกต์เทคนิคการบำรุงรักษา TPM อีกด้วย ซึ่งผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าในกระบวนการวิเคราะห์อาการขัดข้องเพื่อความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตนำไปสู่หลักการบำรุงรักษาสามารถลดของเสียได้สามารถทำได้ดี หากมีผู้เชี่ยวชาญร่วมวิเคราะห์และกำหนดค่าคะแนนระดับของความรุนแรงความถี่ในการเกิดและความสามารถในการตรวจจับการอย่างเหมาะสมและแม่นยำ

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 สามารถประยุกต์หลักการดังกล่าวกับอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆได้ อีกทั้งสามารถนำหลักการ Why-why Analysis มาใช้ร่วมกับการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาได้เช่นกัน

3.2 เนื่องจากช่างซ่อมบำรุงมีจำนวนน้อย ในขณะที่เครื่องจักรมีจำนวนมากและมีขนาดใหญ่ ควรมีการวางแผนในการเข้าไปตรวจสอบเครื่องจักรตามมาตรฐานที่ดีขึ้น

3.3 ควรต้องเก็บข้อมูลและศึกษาเกี่ยวกับระยะเวลาการใช้งานที่เหมาะสมของส่วนประกอบต่างๆของเครื่องจักร เพื่อนำไปต่อยอดสู่การทำการบำรุงรักษาตามแผนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องภายในบริษัทกรณีศึกษาที่ได้ให้การอนุเคราะห์ในการเข้าไปเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงงาน รวมถึงสนับสนุนข้อมูลที่มีความจำเป็นในงานวิจัย ตลอดจนปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างต่อเนื่องเสมอมา

References

- [1] Thailand Textile Institute. (2024). *Textile and Clothing Industry Situation (June 2024)*. Available from: <https://www.thaitextile.org/th/insign/detail.4195.1.0.html>. Accessed date: 10 August 2024. (in Thai).
- [2] Thailand Textile Institute. (2024). *Textile and Clothing Industry Situation (July 2024)*. Available from: <https://www.thaitextile.org/th/insign/detail.4257.1.0.html>. Accessed date: 20 September 2024. (in Thai).
- [3] Ploypanichjaroen, K. (2013). *Failure Mode and Effect Analysis*. 2nd ed. Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan) Publising. (in Thai).
- [4] Tilokkarn, W., et al. (2023). Applied Failure Modes and Effects Analysis for Improve Maintenance System for Hammer Mill Machine. In *The conference of Industrial Engineering Network (IE Network 2023)* (p. 328-333). 11-12 May 2023, Chonburi, Thailand. (in Thai).
- [5] Ponmorski, T. R.) 2004.(*Total Productive Maintenance (TPM) Concepts and Literature Review*. Massachusetts: Brooks Automation, Inc.
- [6] Aum-or, T. (2003). *TPM - Total Productive Maintenance*. Bangkok. Peak Blues Publishing. (in Thai).

- [7] Voranan, K. & Ngaoprasertwong, J. (2021). Increasing Good Quality Production Rate of Synthetic Staple Fiber Process. *Engineering Journal Chiang Mai University*, 28(3), 112-125. (in Thai).
- [8] Amaluk, A. (2023). Using RPN to Identify and Reduce Defects in Packing Machine: Case Study. *Thai Industrial Engineering Network Journal*, 9(2), 58-65. (in Thai).
- [9] Sritong, O., et al. (2024). Application of FMEA to Reduce Wastes in the Plastic Injection Molding Industry : Case Study of AB Company. *Journal of Science and Technology, Rajabhat Mahasarakham University*, 7(1), 14-26. (in Thai).
- [10] Butrkumchotiporn, S., et al. (2021). Process Improvement of Plastics Forming by using Failure Mode and Effect Analysis technique Case study GP Company. *Journal of Science and Technology, Southeast Bangkok College*, 1(3), 30-44. (in Thai).
- [11] Vongvit, R. (2023). Development of Maintenance Systems by Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) Techniques: A Case Study of Concrete Products Industry. *Journal of Engineering and Innovation*, 16(3), 59-69. (in Thai).
- [12] Siri wattanamethanon, P. & Chantrasa, R. (2024). Improving Maintenance Operations on Raw Material Conveying Equipment by Using TRIZ. *Journal of Engineering and Technology Horizons*, 41(2), 1-14. (in Thai).