

การประยุกต์รูปแบบความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบเพื่อลดของเสียใน กระบวนการผลิตเสาไฟฟ้า

Application of Failure Mode and Effects Analysis to Reduce Wastes Power Pole Production Process

กิตติชัย อธิกุลรัตน์^{1,*} ศิรินันท์ แจ้รักษ์สกุล² และ เจษฎา พลชุมพล³

¹ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุและโลหิตวิทยา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วงศ์สว่าง บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

²หลักสูตรการจัดการโลหิตวิทยาและโซ่อุปทาน วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
หลักสี่ หลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210

³สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน 2 สุพรรณบุรี กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน ไร่ขาง เมืองสุพรรณบุรี สุพรรณบุรี 72000

Kittichai Athikulrat¹ Sirat Jangruxsakul² and Jedsada Plychumpol³

¹ Department of Materials Handling and Logistics Engineering , Faculty of Engineering

King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Wongsawang, Bangsue, Bangkok, 10800

² Department of Logistics and Supply Chain Management, College of Innovative Business and Accountancy,

Dhurakij Pundit University, Luksi, Bangkok, 10201

³ Suphanburi Regional Institute for Skill Development, Department of Skill Development, Ministry of Labour

Phai Khwang sub district , Mueang Suphanburi, Suphanburi , 72000

*Corresponding Author E-mail : kittichai.athi@gmail.com

Received: Jul 18, 2021; Revised: Sep 03, 2021; Accepted: Sep 14, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตเสาไฟฟ้า โดยประยุกต์รูปแบบความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ เพื่อคำนวณค่าความเสี่ยงซึ่งนำสำหรับคัดเลือกรูปแบบความล้มเหลวเพื่อดำเนินการแก้ไขปรับปรุง ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบความล้มเหลวของเสาไฟฟ้า มี 5 รูปแบบ ได้แก่ 1.เสาไฟฟ้าร้าว 2.เสาไฟฟ้ามีครีบ 3.เสาไฟฟ้าหล่อไม่เต็ม 4.รูติบ รูตัน และ 5.เสาไฟฟ้าคด จากรูปแบบความล้มเหลว ทั้ง 5 ได้ดำเนินการประเมินความรุนแรงของผลกระทบจากรูปแบบความล้มเหลวในเชิงปริมาณ พร้อมระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของความล้มเหลวและประเมินโอกาสการเกิดความล้มเหลวจากสาเหตุนั้นๆ เปรียบเทียบรวมถึงการประเมินความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง ในเชิงปริมาณ เพื่อคำนวณค่าความเสี่ยงซึ่งนำ ผลการคำนวณพบว่า รูปแบบความล้มเหลว ประเภทเสาไฟฟ้าแตกร้าว และเสาไฟฟ้าเป็นครีบ มีค่าความเสี่ยงซึ่งนำสูงที่สุดคือ 75 พบว่าเสาไฟฟ้าแตกร้าว มีสาเหตุจากพนักงานตัดลวดโครงสร้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และเสาไฟฟ้าเป็นครีบ มีสาเหตุจากประกอบแบบหล่อไม่สนิท/ลึกลึกแบบหล่อ จึงได้ดำเนินการปรับปรุงตามสาเหตุดังกล่าว คือ 1.การฝึกอบรมเพิ่มความรู้และทักษะในการตัดลวด และ 2.ประยุกต์ใช้การควบคุมด้วยสายตาเพื่อให้พนักงานประกอบแบบหล่อให้สนิทในจุดที่เน้น ผลการปรับปรุงทำให้ของเสียลดลงร้อยละ 11.93 จากเดิมของเสียร้อยละ 2.43 เป็น ร้อยละ 2.14 พร้อมกับค่าความเสี่ยงซึ่งนำของรูปแบบความล้มเหลวทั้ง 2 ประเภท ได้แก่ เสาไฟฟ้าแตกร้าวและเสาไฟฟ้าเป็นครีบ ลดลงเหลือ 30 และ 18 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ของเสีย, รูปแบบความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ, ค่าความเสียหาย

Abstract

The objective of this research is to reduce wastes in the process of power pole production by means of an application of Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) in order to calculate Risk Priority Number (RPN) on purpose to select the failure pattern for improvement. According to the initial study, the results display that there are five failure patterns, encompassing with power pole's crack, burr, incomplete cast, constricted hole and crooking. Based on those failure ones, the evaluation of severity (with the brainstorm for investigating the cause) and occurrence from that cause, including detection, in regard to quantity was applied for computing RPN. The consequence of calculation demonstrates that the maximum RPN of 75 is products exposing failure of crack and burr. The crack was the cause of wire cutting by employees resulting in non-conforming products, while the burr was the reason for imperfect mold during assembly as well as forgetting to bolt the mold. Accordingly, the measure of improvement was in turn determined. In response, the wire cutting was trained to improve knowledge and skills, whereas the visual control application for enabling those employees to assemble the focus point with perfection. After improvement, the outcome is exhibited that wastes are reduced by 11.93%. (decreased from 2.43 to 2.14%). Meanwhile, RPNs in relation to the failure of crack and burr are decreased to 30 and 18, respectively

Keyword: Waste, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Risk Priority Number (RPN)

1. บทนำ (Introduction)

“พลังงานไฟฟ้า” เป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต รวมถึงทำให้เกิดการขับเคลื่อนทั้งทางภาคเศรษฐกิจและสังคม ผู้ความเจริญของประเทศ เป็นปัจจัยสำคัญทำให้เกิดการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ ผ่านการเชื่อมโยงของ “ระบบส่งไฟฟ้า” ที่มีบทบาทสำคัญในการส่งพลังงานไฟฟ้าจากผู้ผลิตมาสู่ผู้ใช้ไฟ สร้างความเจริญสู่ทุกภูมิภาคของประเทศ ก่อให้เกิดเสถียรภาพทางเศรษฐกิจ ของประเทศ ทั้งนี้ระบบส่งไฟฟ้า ประกอบด้วย สายส่งไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งแบ่งตามระดับแรงดันไฟฟ้า ได้แก่ 500 กิโลโวลต์ (kV) 230 kV 115 kV และ 69 kV สายส่งไฟฟ้าแรงสูง ยิ่งไกลยิ่งต้องใช้แรงดันไฟฟ้าที่สูง เพื่อลดอัตราการสูญเสียพลังงานในสายส่งไฟฟ้า เสาส่งไฟฟ้าแรงสูงมี 3 ประเภท คือ เสาคอนกรีต เสาโครงเหล็ก และเสาชนิด Monopole ที่มีลักษณะคล้ายเสาเหล็กสูงตั้งอยู่โดดเด่น มีข้อดีคือ ติดตั้งง่าย เหมาะสำหรับการใช้ติดตั้งในพื้นที่ที่จำกัด แต่ก็มีราคาสูงกว่าเสาโครงเหล็กมาก นอกจากนี้ระบบส่งไฟฟ้ายังมีส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ หม้อแปลงไฟฟ้า สถานีไฟฟ้า และสถานีไฟฟ้าแรงสูง โดยมี ศูนย์ควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า ทำหน้าที่ควบคุมการผลิตและส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ [1]

เสาไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ในการรองรับการติดตั้งสายไฟให้อยู่เหนือพื้นดิน ด้วยวิธีติดตั้งด้วยยึดจับสายไฟฟ้า สำหรับเหตุผลที่ทำให้ต้องมีการพาดสายไฟไว้เหนือพื้นดินสูง ๆ ก็เนื่องจากว่าสายไฟฟ้าโดยทั่วไปนั้นเป็นสายเปลือยที่มีอันตรายต่อผู้ที่ไปสัมผัสโดยไม่ตั้งใจ และถ้าหากเกิดความผิดปกติขึ้นก็จะส่งผลกระทบต่ออื่น ๆ อีกมากมาย ในส่วนของเสาไฟฟ้าก็ต้องมีความแข็งแรงและมั่นคงระดับหนึ่ง อีกทั้งควรจะต้องรองรับน้ำหนักได้ดีและไม่หักโค่นง่ายในอดีตนั้น เสาไฟฟ้ายุคแรก ๆ ทำด้วยไม้ แต่เมื่อไม้เริ่มหายากและไม่สามารถใช้งานได้นาน จึงมีการเปลี่ยนวัสดุเป็นเสาคอนกรีตแทน ในส่วนนี้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคแห่งประเทศไทยก็ให้เห็นด้วยและมีการเปลี่ยนเสาไฟฟ้าทั้งหมดในประเทศไทยเป็นเสาคอนกรีตแล้ว แต่อาจจะยังหลงเหลือในพื้นที่ชนบทห่างไกลบ้างเล็กน้อย ซึ่งก็จะมีการเปลี่ยนเป็นเสาคอนกรีตทั้งหมดในอนาคต (และในปัจจุบันนี้ ก็เริ่มมีเป็นเสาอะลูมิเนียมมาติดตั้งในบางพื้นที่แล้ว) ขนาดของเสาไฟฟ้าคอนกรีต ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเลือกใช้ ประกอบไปด้วย 6 ขนาด ดังนี้ 1) เสาคอนกรีต 6 เมตร นิยมใช้เป็นเสาบริการหรือเสาสำหรับไฟฟ้าสายแรงต่ำ 2) เสาคอนกรีต 8 เมตร มักจะใช้งานกับการจำหน่ายแรงไฟฟ้าต่ำแบบ 1 เฟส 2 สายและ 2 เฟส

3) เสาคอนกรีต 9 เมตร มักจะใช้งานกับการจำหน่ายแรงไฟฟ้าต่ำแบบ 3 เฟส 4 สาย 4) เสาคอนกรีต 12 เมตร มักจะใช้งานกับการจำหน่ายแรงไฟฟ้าสูง 5) เสาคอนกรีต 14 เมตร มักจะใช้งานกับการจำหน่ายแรงไฟฟ้าสูง 6) เสาคอนกรีต 22 เมตร มักจะใช้งานกับการจำหน่ายแรงไฟฟ้าสูง โดยทั่วไปผู้ประกอบการที่ดำเนินการผลิตเสาไฟฟ้า มีลูกค้าหลักคือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีการประกวดราคาแข่งขัน และตรวจสอบคุณภาพตามข้อกำหนดของการไฟฟ้า ดังนั้นเองผู้ประกอบการจึงจำที่จะต้องให้ความสำคัญกับประเด็นปัญหาด้านคุณภาพเพื่อให้งานเป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้าต่อไป อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยหลายงานที่มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพลดของเสียในกระบวนการผลิต มีการใช้เครื่องมือคุณภาพต่างๆ เพื่อเข้ามาช่วยวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องที่ไม่ได้คุณภาพเพื่อกำหนดแนวทางหรือมาตรการการป้องกันต่อไป ทั้งนี้มีงานวิจัยที่มีนักวิจัยหลายท่านได้ดำเนินการเพื่อลดของเสีย โดยใช้กระบวนการวิจัยที่สำคัญ คือ 1) งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้ Six Sigma ซึ่งมีการกำหนดขั้นตอนการวิจัย เพื่อ ระบุปัญหา (Define), ประเมินปัญหา (Measure), วิเคราะห์ปัญหา (Analyze), กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา (Improve) และควบคุมปัญหา (Control) หรือ DMAIC เพื่อมิให้ปัญหาเกิดซ้ำ ซึ่งเป็นขั้นตอนการวิจัยที่มุ่งเน้นลดของเสียโดยพิจารณาความสำคัญของปัญหาในเชิงปริมาณ (Quantity) คือ โดยใช้เครื่องมือคุณภาพ ได้แก่ พาวเรโต (Pareto) สำหรับวัดและประเมินความสำคัญของปัญหา [2-4] และ 2) งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้ FMEA มุ่งเน้นการพิจารณาปัญหาทั้งเชิงปริมาณ (Quantity) และเชิงคุณภาพ (Quality) เพื่อมุ่งเน้นการค้นหาคำถามสำคัญเพื่อกำหนดการแก้ไขปัญหา โดยพิจารณาคัดเลือกปัญหาจากปริมาณของข้อบกพร่องหรือโอกาสการเกิดข้อบกพร่องแต่ละชนิด ผลกระทบของข้อบกพร่องแต่ละชนิดและความสามารถในการตรวจจับและป้องกันการเกิดข้อบกพร่อง พร้อมประเมินผลเป็นความเสี่ยงขึ้นา (Risk Priority Number : RPN) สำหรับคัดเลือกปัญหา โดยวัตถุประสงค์ของการดำเนินการ FMEA คือการป้องกันความล้มเหลวหรือความเสียหายของผลิตภัณฑ์ โดยการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ (Design FMEA) หรือกระบวนการใหม่

(Process FMEA) [5-8] สำหรับงานวิจัยนี้พิจารณาความสำคัญของปัญหาทั้งมุมมองเชิงปริมาณและคุณภาพ [9-11] เนื่องจากผลกระทบของปัญหาจากการผลิตเสาไฟฟ้าส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นอันตรายต่อประชาชนในบริเวณแนวเสาไฟ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต โดยพิจารณาจากค่า RPN ซึ่งเป็นค่าความเสี่ยงขึ้นา เพื่อกำหนดลักษณะของความล้มเหลวที่สำคัญในการแก้ไขปรับปรุง

ดังนั้นเองการเลือกเครื่องมือเพื่อใช้สำหรับเป็นขั้นตอนการวิจัยจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในงานวิจัย ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาหลายมุมมอง

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย (Materials and Methods)

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) กล่าวคือ เป็นงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ศึกษาการปฏิบัติงานโดยใช้ระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อระบุถึงปัญหาและแก้ไขปัญหา งานที่ปฏิบัติอยู่ โดยดำเนินการวิจัยที่ปฏิบัติงาน โดยจุดมุ่งหมาย สำคัญของงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ คือ มุ่งหมายที่จะปรับปรุง ประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานประจำให้ดีขึ้น ลดของเสียหรืองานที่ไม่ได้คุณภาพ โดยประยุกต์ใช้การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะของข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA) สำหรับการวิเคราะห์และป้องกันความเสี่ยงต่างๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ของกระบวนการ ทำให้ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย การวิจัยในครั้งนี้ มี 4 ขั้นตอนดังนี้

2.1. การระบุปัญหาในการศึกษาวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ทำการศึกษาและระบุปัญหาตามความสำคัญของผลิตภัณฑ์โดยพิจารณาคัดเลือกจากร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด พร้อมทั้งศึกษาคุณลักษณะของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ ที่ไม่ตรงตามความต้องการของลูกค้า พิจารณาจากโอกาสในการเกิดคุณลักษณะของข้อบกพร่อง ผลกระทบของข้อบกพร่องต่อการใช้งานของผลิตภัณฑ์ และความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลว พร้อมกำหนดเป็นช่วงคะแนน เพื่อใช้สำหรับประเมินผลจากเชิงคุณภาพเป็นเชิงปริมาณ ต่อไป

2.2. การประเมินค่าความเสี่ยงชั้นนำของแต่ละความล้มเหลว (Risk Priority Number : RPN)

สำหรับจัดลำดับความสำคัญของความล้มเหลวแต่ละชนิดเพื่อนำลำดับความสำคัญไปใช้จัดลำดับความเร่งด่วนในการแก้ไขปัญหาต่อไป พร้อมกับคัดเลือกปัญหาที่มีความสำคัญจากค่าความเสี่ยงชั้นนำสูงสุด ซึ่งสามารถระบุคะแนน ซึ่งมีระดับคะแนนในการประเมิน คือ 1-5 [10] จาก 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องนั้น (Severity :S) โดยระดับคะแนนพิจารณาจากผลกระทบของข้อบกพร่องนั้น ซึ่งผลต่อความรู้สึกของลูกค้า ความไม่พึงพอใจของลูกค้าและความอันตรายต่อการนำไปใช้งานของลูกค้า โดยในการประเมินผลคะแนนจากปัจจัยนี้ ใช้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเนื่องจากเป็นปัจจัยเชิงคุณภาพซึ่งเกิดจากการผลิต เสาไฟฟ้าและผู้นำเสาไฟฟ้าไปใช้งาน ได้แก่ วิศวกรอาวุโสการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และวิศวกรฝ่ายผลิตภายในสถานประกอบการ รวมถึงผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพ คะแนนการประเมินสามารถแสดงได้ในตารางที่ 1 [12]

ตารางที่ 1 ความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องนั้น

ความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องนั้น (S)	คะแนน
สูงมาก (ข้อบกพร่องมีผลกระทบต่อการนำไปใช้งานทำให้เกิดอันตรายต่อการใช้)	5
สูง (ข้อบกพร่องส่งต่อความไม่พึงพอใจของลูกค้าในระดับสูง ส่งผลต่อการใช้งาน)	4
ปานกลาง (ข้อบกพร่องส่งต่อความไม่พึงพอใจของลูกค้า ไม่ส่งผลต่อการนำไปใช้งาน)	3
น้อย (ข้อบกพร่องส่งต่อความรู้สึกของลูกค้า)	2
น้อยมาก (ข้อบกพร่องไม่ส่งผลต่อความรู้สึกของลูกค้า)	1

2) โอกาสที่จะเกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องจากสาเหตุนั้น (Occurrence :O) โดยพิจารณาจากร้อยละของความถี่ของสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องนั้นๆ พร้อมแปลงเป็นคะแนน [12] ทั้งนี้ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับโอกาสการเกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องจากสาเหตุนั้น

จากร้อยละของสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 โอกาสที่จะเกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องจากสาเหตุนั้น

โอกาสการเกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องจากสาเหตุนั้น (O)	ร้อยละของสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง	คะแนน
สูงมาก	≥ 40	5
สูง	$30 \leq O < 40$	4
ปานกลาง	$20 \leq O < 30$	3
น้อย	$10 \leq O < 20$	2
น้อยมาก	$O < 10$	1

3) ความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง เป็นความสามารถในการป้องกันเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดลักษณะที่มีของเสียหรือของไม่ได้คุณภาพตามลักษณะข้อบกพร่อง ซึ่งหากระบบหรือกระบวนการสามารถตรวจจับและป้องกันได้ดี จะส่งผลทำให้มีคุณลักษณะข้อบกพร่องดังกล่าวลดลง ทำให้ได้ผลคะแนนน้อย หากกระบวนการสามารถตรวจจับและป้องกันได้ไม่ดีจะส่งผลทำให้ผลคะแนนมากขึ้น โดยในการประเมินผลคะแนนจากปัจจัยนี้ ใช้ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเนื่องจากเป็นปัจจัยเชิงคุณภาพซึ่งเกิดจากการผลิต เสาไฟฟ้าและผู้นำเสาไฟฟ้าไปใช้งาน ได้แก่ วิศวกรอาวุโสการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และวิศวกรฝ่ายผลิตภายในสถานประกอบการ รวมถึงผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพ คะแนนการประเมินสามารถแสดงได้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง [12]

ความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง (D)	คะแนน
น้อยมาก	5
น้อย	4
ปานกลาง	3
สูง	2
สูงมาก	1

ภายหลังทำการประเมินค่า S,O และ D ให้นำผลประเมินที่ได้คำนวณค่าความเสี่ยงขึ้น (Risk Priority Number :RPN) คือ ผลคูณของคะแนนจากปัจจัยด้าน ความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องนั้น Severity (S), โอกาสที่จะเกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องจากสาเหตุนั้น Occurrence (O) และความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง Detection (D) [10]

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

2.3.กำหนดมาตรการและดำเนินการปรับปรุง

เป็นการดำเนินการกำหนดมาตรการและดำเนินการปรับตามลำดับความสำคัญของ RPN จากมากไปหาน้อย

2.4.ประเมินค่า RPN ใหม่

ภายหลังการปรับปรุง พร้อมตรวจสอบร้อยละของเสียที่ลดลง และค่า RPN ใหม่

3. ผลการทดลอง (Results)

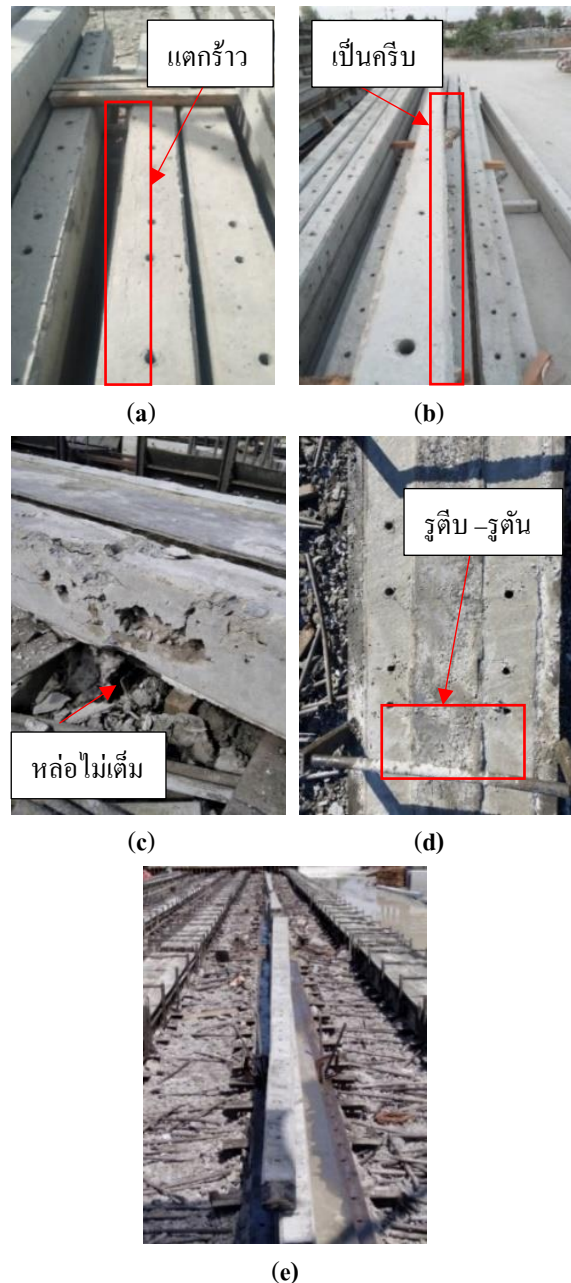
3.1.ระบุปัญหาในการศึกษาวิจัย

สถานประกอบการดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์เสาไฟฟ้า เพื่อส่งมอบให้แก่การไฟฟ้าฝ่ายภูมิภาค ในจังหวัดในโซนภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง จำนวน 6 รายการ โดยพิจารณาความสูญเสียจากร้อยละของของเสียจากการผลิต ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละของเสียของผลิตภัณฑ์เสาไฟฟ้าแต่ละขนาด ใน เดือน ม.ค.-ธ.ค. พ.ศ. 2563

ขนาดเสาไฟฟ้า (เมตร)	ปริมาณของเสีย(ตัน)	ปริมาณการผลิต(ตัน)	ร้อยละของเสีย
6	365	15,000	2.43
8	162	12,000	1.25
9	147	15,000	0.98
12	172	12,000	1.43
14	281	15,000	1.87
22	197	12,000	1.64

จากตารางที่ 4 พบว่าผลิตภัณฑ์เสาไฟฟ้าขนาด 6 เมตร คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีความสูญเสียมากที่สุด ดังนั้นเองผู้วิจัยดำเนินการศึกษาข้อมูลของเสียในการผลิตเสาไฟฟ้าขนาด 6 เมตร พบว่าของเสียจากกระบวนการผลิต มีคุณลักษณะข้อบกพร่อง ดังต่อไปนี้ 1.แตกร้าว 2.เป็นครีบ 3.หล่อไม่เต็ม 4.รูตีบ-รูตัน และ 5.เสาคด ดังรูปที่ 1(a)-(e)



รูปที่ 1 ข้อมูลของเสียในการผลิตเสาไฟฟ้าขนาด 6 เมตร (a) เสาไฟฟ้าแตกร้าว (b) เสาไฟฟ้าเป็นครีบ (c) เสาไฟฟ้าหล่อไม่เต็ม (d) รูตีบ-รูตัน (e) เสาไฟคด

3.2.การประเมินค่าความเสี่ยงชั้นนำของแต่ละคุณลักษณะ ของความล้มเหลว (Risk Priority Number : RPN)

สำหรับการประเมินค่า RPN ได้ดำเนินการประเมินค่า S, O และ D โดยได้ประเมินค่า S ตามผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความล้มเหลวแต่ละประเภท ดัง ตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินค่า S

ประเภทความล้มเหลว	ผลกระทบ	ผลการประเมิน (S)
แตกร้าว	เป็นอันตรายต่อการใช้งาน มีโอกาสเสไฟฟ้าหักระหว่างการใช้งาน	5
เป็นครีบ	ความไม่พึงพอใจของลูกค้า ส่งผลต่อการนำไปใช้งาน ทำให้เกิดอันตรายจากคมของครีบ	3
หล่อไม่เต็ม	เป็นอันตรายต่อการใช้งานของลูกค้า ทำให้เกิดอันตรายส่งผลให้เสไฟฟ้าหักในระหว่างใช้งาน	5
รูติบ-รูตัน	ความไม่พึงพอใจของลูกค้า ส่งผลต่อการใช้งาน ในการนำไปใช้ในการป็นเสไฟฟ้า	1
คด	ความไม่พึงพอใจของลูกค้า ส่งผลต่อการพาดวางสายไฟ	4

สำหรับการประเมินค่า O พิจารณาจากร้อยละของสาเหตุการเกิดความล้มเหลวในแต่ละประเภท โดยได้ทำการรวบรวมข้อมูลความถี่และร้อยละการเกิดความล้มเหลวในแต่ละประเภท ในช่วงระหว่างวันที่ 6 ม.ค. 63–25 ธ.ค. 63 ดัง ตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ร้อยละของความล้มหรือข้อบกพร่องของเสไฟฟ้า ขนาด 6 เมตร ใน เดือน 6 ม.ค.–25 ธ.ค. 63

ประเภทความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องของเสไฟฟ้า	ความถี่ (ตัน)	ร้อยละ
เป็นครีบ	186	50.96
แตกร้าว	145	39.73

ตารางที่ 6 ร้อยละของความล้มหรือข้อบกพร่องของเสไฟฟ้า ขนาด 6 เมตร ใน เดือน 6 ม.ค.–25 ธ.ค. 63(ต่อ)

ประเภทความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องของเสไฟฟ้า	ความถี่ (ตัน)	ร้อยละ
หล่อไม่เต็ม	22	6.02
รูติบ รูตัน	7	1.92
คด	5	1.37
รวม	365	100.00

จากร้อยละของสาเหตุการเกิดความล้มเหลวทั้ง 5 ประเภท ได้ทำการเก็บรวบรวมสาเหตุความล้มเหลวแต่ละประเภททั้ง 5 ประเภท พร้อมความถี่และร้อยละของสาเหตุความล้มเหลวนั้นๆ เพื่อใช้ประเมินค่า O ดัง ตารางที่ 7–11 โดยอ้างอิงจากร้อยละของสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องหรือความล้มเหลวในแต่ละประเภท จาก ตารางที่ 2

ตารางที่ 7 ผลการประเมินค่า O จากร้อยละของสาเหตุความล้มเหลวประเภทเป็นครีบ ระหว่าง 6 ม.ค.–25 ธ.ค. 63

สาเหตุ	ความถี่ (ตัน)	ร้อยละ	คะแนน
ประกอบแบบหล่อไม่สนิท/ลึ้มลือกแบบหล่อ	91	48.92	5
แบบหล่อชำรุด	90	48.39	5
ผสมปูนเหลว	5	2.69	1
รวม	186	100	

ตารางที่ 8 ผลการประเมินค่า O จากร้อยละของสาเหตุความล้มเหลวประเภทแตกร้าว ระหว่าง 6 ม.ค.–25ธ.ค. 63

สาเหตุ	ความถี่ (ตัน)	ร้อยละ	คะแนน
พนักงานตัดเหล็กโครงสร้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	118	81.38	5
พนักงานผสมปูนไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	22	15.17	2

ตารางที่ 8 ผลการประเมินค่า O จากร้อยละของสาเหตุความล้มเหลวประเภทแตกร้าว ระหว่าง 6 ม.ค.-25 ธ.ค. 63(ต่อ)

สาเหตุ	ความถี่ (ต้น)	ร้อยละ	คะแนน
พนักงานยกเสาไฟฟ้า ออกจากแบบก่อน แกะแบบหมด	5	1.38	1
พนักงานวางเหล็ก ปล็อกไม่กระจายตาม ข้อกำหนด	3	2.07	1
รวม	145	100.00	

ตารางที่ 9 ผลการประเมินค่า O จากร้อยละของสาเหตุความล้มเหลวประเภทหล่อไม่เต็มระหว่าง 6ม.ค.-25ธ.ค.63

สาเหตุ	ความถี่ (ต้น)	ร้อยละ	คะแนน
พนักงานเดินจี้เครื่อง สั่นสะเทือนไม่ทั่วถึง ทำให้คอนกรีตไหล เข้าทั่วถึงในแบบ	14	63.63	5
พนักงานเดินจี้เครื่อง สั่นสะเทือน เร็ว เกินไป	8	36.37	4
รวม	22	100.00	

ตารางที่ 10 ผลการประเมินค่า O จากร้อยละของสาเหตุความล้มเหลวประเภทรูตีบ รูตัน ระหว่าง 6ม.ค.-25ธ.ค.63

สาเหตุ	ความถี่ (ต้น)	ร้อยละ	คะแนน
พนักงานดึงแบบรูเสาไฟฟ้า เร็วเกินไป	6	85.71	5
พนักงานใส่แบบรูเสา ไฟฟ้า	1	14.29	1
รวม	7	100.00	

ตารางที่ 11 ผลการประเมินค่า O จากร้อยละของสาเหตุความล้มเหลวประเภทคด ระหว่าง 6 ม.ค.-25 ธ.ค.63

สาเหตุ	ความถี่ (ต้น)	ร้อยละ	คะแนน
แบบหล่อชำรุด บิดเบี้ยว	5	100.00	5
รวม	5	100.00	

สำหรับการประเมินค่า D ความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง จากความล้มเหลวประเภทต่างๆ โดยผู้เชี่ยวชาญภายในและภายนอก โดยพิจารณาเป็นรายสาเหตุของการทำให้เกิดความล้มเหลวเพื่อใช้สำหรับการประกอบการพิจารณาควบคุมในการปฏิบัติงาน พร้อมประเมินคะแนนความสามารถในการตรวจจับควบคุมและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลว ประเภทนั้น ดัง ตารางที่ 12-16

ตารางที่ 12 ผลการประเมินความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง (D)ความล้มเหลวด้านการแตกร้าว

สาเหตุ	จุดควบคุม	ระดับ คะแนน
พนักงานตัดลวด โครงสร้างไม่เป็นไป ตามข้อกำหนด คือตัด ผิดลำดับในแต่ละเส้น	การกำหนดการ ตัดลวดในแต่ละ เส้น	3
พนักงานผสมปูนไม่ เป็นไปตามข้อกำหนด	ส่วนผสมน้ำปูน และการจัดเก็บ ก่อนเทลงแบบ	1
พนักงานยกเสาไฟฟ้า ออกจากแบบก่อนแกะ แบบหมด	จำนวนตัวล็อก แบบที่ถอดแล้ว เสร็จ	1
พนักงานวางเหล็ก ปล็อกไม่กระจายตาม ข้อกำหนด	ตรวจสอบก่อน เทน้ำปูน	1

ตารางที่ 13 ผลการประเมินความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง (D)ความล้มเหลวด้านการเป็นครีบ

สาเหตุ	จุดควบคุม	ระดับคะแนน
ประกอบแบบหล่อไม่สนิท/ลืบล็อกแบบหล่อ	จุดล็อกแบบหล่อและการตรวจสอบการล็อกแบบหล่อ	5
แบบหล่อชำรุด	ตรวจสอบภายหลังและซ่อมแซมก่อนนำมาใช้	3
ผสมปูนเหลว	ส่วนผสมน้ำปูนและการจัดเก็บก่อนเทลงแบบ	1

ตารางที่ 14 ผลการประเมินความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง (D)ความล้มเหลวด้านแบบหล่อไม่เต็ม

สาเหตุ	จุดควบคุม	ระดับคะแนน
พนักงานเดินเครื่องสั้นสะท้อนไม่ทั่วถึงทำให้คอนกรีตไหลเข้าไม่ถึงในแบบ	เวลาการจี้และความลึกในการจี้	2
พนักงานเดินเครื่องสั้นสะท้อน เร็วเกินไป	เวลาการจี้และความลึกในการจี้	2

ตารางที่ 15 ผลการประเมินความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง (D)ความล้มเหลวด้านรู ติบ รูคั้น

สาเหตุ	จุดควบคุม	ระดับคะแนน
พนักงานดึงกระสวนเร็วเกินไป	เวลาในการดึงกระสวน	3
พนักงานลืมใส่กระสวน	จำนวนกระสวนก่อนดึง	5

ตารางที่ 16 ผลการประเมินความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง (D)ด้านการกด

สาเหตุ	จุดควบคุม	ระดับคะแนน
แบบหล่อชำรุดบิดเบี้ยว	รอบเวลาการตรวจสอบแบบ	5

ภายหลังการประเมิน ค่าความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องนั้น (S), โอกาสที่จะเกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องจากสาเหตุนั้น (O) รวมถึง ความสามารถในการตรวจจับและ ป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง (D) เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์ตามสาเหตุต่างๆ พร้อมคำนวณค่า RPN ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์กรณีเสาไฟฟ้าแตกร้าว และค่า RPN

ผลิตภัณฑ์ (Product)	ความล้มเหลว (Failure)	ผลกระทบ	S	สาเหตุที่เป็นไปได้	O	จุดควบคุม	D	RPN
เสาไฟฟ้าขนาด 6 เมตร	แตกร้าว	เป็นอันตรายต่อการใช้งาน มีโอกาสเสาไฟฟ้าหักระหว่างการใช้งาน	5	การผสมปูนไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	2	อัตราส่วนผสมและการจัดเก็บคอนกรีตภายหลังผสมเสร็จ	1	10
			5	การคัดลอกโครงสร้างของเสาไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	5	การกำหนดลำดับการตัด ลวด ในแต่ละเส้น	3	75

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์กรณีเสาไฟฟ้าแตกร้าว และค่า RPN(ต่อ)

ผลิตภัณฑ์ (Product)	ความล้มเหลว (Failure)	ผลกระทบ	S	สาเหตุที่เป็นไปได้	O	จุดควบคุม	D	RPN
	แตกร้าว (ต่อ)	เป็นอันตรายต่อการใช้งาน มีโอกาสเสาไฟฟ้าหักระหว่างการใช้งาน	5	พนักงานวางเหล็กปลอกไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	1	ตรวจสอบก่อนเทน้ำปูน	1	5
			5	พนักงานยกเสาไฟฟ้าออกจากแบบก่อนแกะแบบหมด	1	จำนวนตัวล็อกแบบที่ถอดแล้วเสร็จ	5	25
	เป็นครีบ	ความไม่พึงพอใจของลูกค้า ส่งผลต่อการนำไปใช้งาน ทำให้เกิดอันตรายจากคมของครีบ	3	แบบหล่อคอนกรีตชำรุด	1	ตรวจสอบภายหลังและซ่อมแซมก่อนนำมาใช้	3	9
			3	ประกอบแบบหล่อไม่สนิท/ลิ้มล็อกแบบหล่อ	5	จำนวนจุดล็อกแบบ	5	75
			3	ผสมปูนเหลว	1	ส่วนผสมน้ำปูนและการจัดเก็บก่อนเทลงแบบ	1	3
	หล่อไม่เต็ม	เป็นอันตรายต่อการใช้งานของลูกค้า ทำให้เกิดอันตรายส่งผลให้เสาไฟฟ้าหักในระหว่างใช้งาน	5	พนักงานเดินจี๋เครื่องสั่นสะเทือนไม่ทั่วถึงทำให้คอนกรีตไหลเข้าไม่ถึงในแบบ	5	พนักงานเดินจี๋เครื่องสั่นสะเทือนไม่ทั่วถึงทำให้คอนกรีตไหลเข้าไม่ถึงในแบบ	2	50
			5	พนักงานเดินจี๋เครื่องสั่นสะเทือน เร็วเกินไป	4	พนักงานเดินจี๋เครื่องสั่นสะเทือน เร็วเกินไป	2	40
	รูตึบ-รูตัน	ความไม่พึงพอใจของลูกค้า ส่งผลต่อการใช้งาน ในการนำไปใช้ในการป็นเสาไฟ	1	พนักงานตักกระสวน เร็วเกินไป	5	เวลาการตักแม่พิมพ์	3	15
			1	พนักงานลิ้มใส่กระสวน	1	จำนวนกระสวนก่อนตัก	5	5
	คด	ความไม่พึงพอใจของลูกค้า ส่งผลต่อการวางสายไฟ	4	แบบหล่อชำรุด บิดเบี้ยว	1	รอบเวลาการตรวจสอบ	5	20

จากตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์ พร้อมกับระบุผลกระทบของความล้มเหลว (S) สาเหตุที่เป็นไปได้สำหรับความล้มเหลว (O) ซึ่งได้จากการระดมสมองหาสาเหตุของปัญหารวมถึงยังได้ระบุจุดควบคุม (D) เพื่อป้องกันและตรวจสอบความล้มเหลวนั้นพร้อมระบุคะแนนเพื่อใช้สำหรับคำนวณค่า RPN ภายหลังการวิเคราะห์ความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์เสาไฟฟ้าขนาด 6 เมตร พบว่าค่า RPN สูงสุด 2

ลำดับ มีค่า 75 คะแนน คือ เสาไฟฟ้าแตกร้าว จากสาเหตุการตัดลวดโครงสร้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และ เสาไฟฟ้าเป็นครีบ จากสาเหตุการประกอบแบบหล่อไม่สนิท ลิ้มล็อกแบบ

3.3.กำหนดมาตรการและดำเนินการปรับปรุง

กำหนดมาตรการการปรับปรุงพร้อมดำเนินการปรับปรุงตามสาเหตุความล้มเหลวแต่ละประเภท ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 การกำหนดมาตรการการปรับปรุงตามสาเหตุหลักตามความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์

รูปแบบความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์	สาเหตุหลัก	มาตรการการปรับปรุง
เสาแตกร้าว	ตัดลวดโครงสร้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ดังรูปที่ 2	กำหนดลำดับการตัดลวดเพื่อไม่ให้เกิดความเค้นของเส้นลวดที่ส่งผลต่อตัวเสา
เสาเป็นครีป	ประกอบแบบหล่อไม่สนิท ดังรูปที่ 3	จัดทำสื่เพื่อควบคุมและบังคับการลื้อค ตามหลักการการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control)



รูปที่ 2 ลวดโครงสร้างภายในเสาไฟฟ้า

รูปที่ 2 แสดงลวดโครงสร้างภายในเสาไฟฟ้า ที่เพิ่มความแข็งแรงของเสาไฟฟ้า รวมถึงเชื่อมต่อระหว่างเสาไฟฟ้า แต่ละต้น ซึ่งจำเป็นต้องตัดออกภายหลังคอนกรีตแข็งตัว ซึ่งหากลำดับในการตัดลวดผิดจะส่งผลทำให้เสาแตกร้าวได้



การลื้อค
แบบหล่อ

รูปที่ 3 การประกอบแบบหล่อไม่สนิท

รูปที่ 3 แสดงแบบหล่อ ที่ประกอบไม่สนิทจำเป็นต้องใช้เศษเหล็กขัดกับตัวลื้อคแบบและแบบหล่อ เพื่อให้แบบหล่อประกบกันสนิทพอดี ดังนั้นพนักงานจำเป็นต้องให้ความระวังในการลื้อคแบบหล่อในจุดที่แบบไม่สนิท

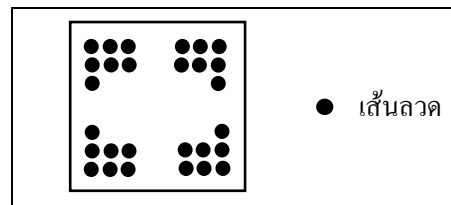
การดำเนินการปรับปรุง

1) ฝึกอบรมพนักงานการตัดลวดเพื่อให้มีการถ่ายแรงดึงของลวด เพื่อป้องกันไม่ให้เสาไฟฟ้าแตกร้าว ดังรูปที่ 4



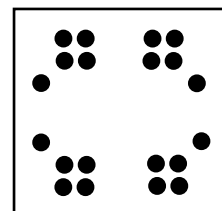
รูปที่ 4 ฝึกอบรมพนักงานเรื่องความสำคัญการตัดลวดและวิธีการตัดลวด

พร้อมกำหนดวิธีการตัดลวดระหว่างเสาไฟฟ้าทั้ง 24 เส้น จำนวน 5 ครั้ง ตามภาพตัดขวางของ เส้นลวดที่อยู่ในเสาไฟฟ้า ดังรูปที่ 5-9



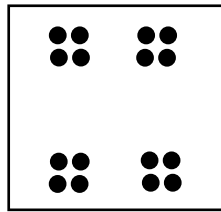
รูปที่ 5 ภาพตัดขวางเสาไฟฟ้า ก่อนการตัดเส้นลวด

การตัดลวดครั้งที่ 1 ตัดลวด 4 มุม มุมละ 2 เส้นในแนวตั้งรวม 8 เส้น



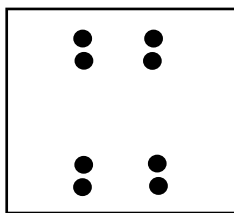
รูปที่ 6 ภาพตัดขวางเสาไฟฟ้า ตัดครั้งที่ 1

การตัดลวดครั้งที่ 2 ตัดลวด ตัดลวด วงนอก 4 เส้น



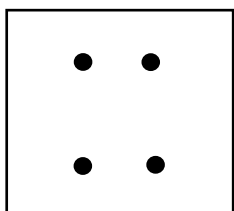
รูปที่ 7 ภาคตัดขวางเสาไฟฟ้า ตัดครั้งที่ 2

การตัดลวดครั้งที่ 3 ตัดลวด ตัดลวด มุมนอก ในแนวตั้ง 4 มุมรวม 8 เส้น



รูปที่ 8 ภาคตัดขวางเสาไฟฟ้า ตัดครั้งที่ 3

การตัดลวดครั้งที่ 4 ตัดลวด ตัดลวด แถวบนสุด 2 เส้น และล่างสุด 2 เส้น

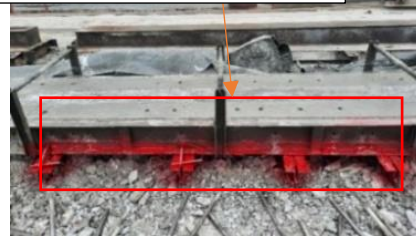


รูปที่ 9 ภาคตัดขวางเสาไฟฟ้า ตัดครั้งที่ 4

และตัดลวด ครั้งที่ 5 เป็นการตัดลวด 4 เส้นที่เหลือ

2) การประยุกต์หลักการควบคุมด้วยสายตาเพื่อเน้นย้ำจุดลื่นไถลแบบ ให้พนักงานลื่นไถลแบบให้สนิทป้องกันน้ำปูนไหลออกมานอกแบบทำให้เป็นครีบทิ้งหลังขึ้นงานแข็งตัว ดังรูปที่ 10 เนื่องจากตัวลื่นไถลแบบในบางจุดมีความคลาดเคลื่อน บิดงอ สึกหรอ ทำให้บางจุดของการลื่นไถลแบบไม่สนิท เป็นสาเหตุทำให้ น้ำปูนไหลซึมออกมานอกตัวแบบ ทำให้เป็นครีบทิ้ง พร้อมกับการตรวจสอบโดยใช้แผ่นเหล็ก (Gage) ตรวจสอบการลื่นไถลแบบ

ใช้สีเพื่อควบคุมการปฏิบัติงาน



รูปที่ 10 ประยุกต์ใช้หลักการควบคุมด้วยสายตากับแบบหล่อคอนกรีต

3.4. การประเมินค่า RPN ใหม่

ภายหลังการปรับปรุงผลการวิจัยทำให้สามารถคัดเลือกความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องสำหรับดำเนินการปรับปรุงโดยพิจารณาจากค่าความเสี่ยงชั้นนำที่มากที่สุดคือ 75 สอดคล้อง กับงานวิจัย[5] ที่ประยุกต์ใช้ FMEA คือ คัดเลือกความล้มเหลวจากค่าความเสี่ยงชั้นนำที่มากที่สุด พร้อมกับได้นำสาเหตุของการดำเนินการ จากตาราง FMEA เพื่อใช้ประกอบการแก้ไขและปรับปรุงต่อไป โดยพิจารณาค่าความเสี่ยงชั้นนำของความล้มเหลวที่ดำเนินการปรับปรุง ผลการปรับปรุง ทำให้สามารถประเมินค่า O และ D ใหม่ ซึ่งพบว่า โดยทำการรวบรวมข้อมูลความล้มเหลวของเสาไฟฟ้า ขนาด 6 เมตร ภายหลังการปรับปรุง ในช่วงระหว่างวันที่ 5 ม.ค. 64-31 มี.ค. 64 มีของเสีย ร้อยละ 2.14 ดัง ตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ร้อยละของความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์เสาไฟฟ้าขนาด 6 เมตร

จำนวนของเสีย(ต้น)	ปริมาณการผลิต(ต้น)	ร้อยละของเสีย
77	3,600	2.14

พร้อมเปรียบเทียบผลการปรับปรุง โดยพิจารณาจากร้อยละของเสียของเสาไฟฟ้าขนาด 6 เมตร ก่อนและหลังการปรับปรุงดัง ตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของของเสียของผลิตภัณฑ์เสาไฟฟ้าขนาด 6 เมตร ก่อนและหลังการปรับปรุง

ร้อยละของเสีย (ก่อน)	ร้อยละของเสีย (หลัง)	ร้อยละ การเปลี่ยนแปลง
2.43	2.14	11.93

พร้อมกันนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลร้อยละของความล้มเหลวแต่ละประเภทภายหลังการปรับปรุง ดัง ตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ร้อยละของความล้มหรือข้อบกพร่องของเสาไฟฟ้า ขนาด 6 เมตร ระหว่างวันที่ 5 ม.ค.- 31 มี.ค. 64

ประเภทความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องของเสาไฟฟ้า	ความถี่ (ตัน)	ร้อยละ
เป็นครีบ	35	45.45
แตกร้าว	32	41.55
หล่อไม่เต็ม	5	6.50
รูติบ รูตัน	3	3.90
กด	2	2.60
รวม	77	100.00

จากนั้นรวบรวมความถี่และร้อยละของสาเหตุของความล้มเหลวในแต่ละประเภทเพื่อกำหนดเป็นคะแนนสำหรับประเมินค่า O ภายหลังการปรับปรุง สำหรับความล้มเหลวประเภทแตกร้าว และเป็นครีบ ดัง ตารางที่ 22-23

ตารางที่ 22 ความถี่ของสาเหตุความล้มเหลวประเภทแตกร้าว ระหว่างวันที่ 5 ม.ค.-31 มี.ค. 64

สาเหตุ	ความถี่ (ตัน)	ร้อยละ	คะแนน
พนักตัดเหล็ก โครงสร้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	7	20.00	3
พนักงานผสมปูนไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	7	20.00	3
พนักงานยกเสาไฟฟ้าออกจากแบบก่อนแกะแบบหมด	7	20.00	3
พนักงานวางเหล็กปลอกไม่กระจายตามข้อกำหนด	14	40.00	5
รวม	35	100.00	

ตารางที่ 23 ความถี่ของสาเหตุความล้มเหลวประเภทเป็นครีบ ระหว่างวันที่ 5 ม.ค.- 31 มี.ค. 64

สาเหตุ	ความถี่ (ตัน)	ร้อยละ	คะแนน
ประกอบแบบหล่อไม่สนิท/ลิ่มล๊อคแบบหล่อ	8	25.00	3
แบบหล่อชำรุด	17	53.13	4
ผสมปูนเหลว	7	21.87	3
รวม	32	100.00	

จากผลการประเมินค่า O จากสาเหตุของความล้มเหลวประเภทแตกร้าวและเป็นครีบ ภายหลังการปรับปรุง คือ พนักตัดเหล็ก โครงสร้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และ ประกอบแบบหล่อไม่สนิท/ลิ่มล๊อคแบบหล่อ ได้ทำการประเมินค่า D จากสาเหตุดังกล่าว ดัง ตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ผลการประเมินความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่อง (D) ความล้มเหลวประเภทแตกร้าว และเป็นครีบ

ความล้มเหลว	สาเหตุ	จุดควบคุม	ระดับคะแนน (O)	ระดับคะแนน (D)
เสาไฟฟ้าแตกร้าว	พนักตัดลวด โครงสร้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนด คือ ตัดผิดลำดับในแต่ละเส้น	การกำหนดการตัดลวดในแต่ละเส้น ผ่านการฝึกอบรม	3	2
เสาไฟฟ้าเป็นครีบ	ประกอบแบบหล่อไม่สนิท/ลิ่มล๊อคแบบหล่อ	จุดล๊อคแบบหล่อและการตรวจสอบการล๊อคแบบหล่อ	3	2

จากนั้นจึงนำผลการประเมินค่า O และ D ภายหลังการปรับปรุง คำนวณค่าความเสี่ยงขึ้นได้ ดัง ตารางที่ 25 ทั้งนี้ ค่า

S ยังคงเดิมเนื่องจากยังคงเป็นผลกระทบจากประเภทความล้มเหลวเดิม

ตารางที่ 25 ค่าความเสี่ยงขึ้นาหลังการปรับปรุง

ความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์	สาเหตุ	S	O	D	RPN
เสาแตกร้าว	การตัดลวดโครงสร้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	5	3	2	30
เสาเป็นครีบ	การประกอบแบบหล่อไม่สนิท	3	3	2	18

4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตเสาไฟฟ้า โดยได้ประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์ความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์เพื่อพิจารณาคัดเลือกประเด็นปัญหาจากการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบของผลิตภัณฑ์เสาไฟฟ้า โดยคัดเลือกความล้มเหลวของเสาไฟฟ้า จากค่า RPN สูงที่สุด มีค่า 75 คือ ความล้มเหลวจากเสาไฟฟ้าแตกร้าวและเสาไฟฟ้าเป็นครีบ เพื่อดำเนินการปรับปรุง จากสาเหตุที่สำคัญของการเกิดความล้มเหลว คือ สาเหตุการตัดลวดโครงสร้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ส่งผลทำให้เกิดการแตกร้าวของเสาไฟฟ้า และสาเหตุการประกอบแบบหล่อไม่สนิท ส่งผลทำให้เกิดครีบ จึงได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาการแตกร้าวของเสาไฟฟ้า โดยการฝึกอบรมพนักงานให้เห็นถึงความสำคัญ of ปัญหาการตัดลวดรวมถึงวิธีการตัดลวดที่ถูกต้อง พร้อมกำหนดเป็นมาตรฐานการตัดลวด และจัดทำเป็นคู่มือการปฏิบัติงาน และแก้ไขปัญหาเสาไฟฟ้าเป็นครีบ โดยการประยุกต์ใช้การควบคุมด้วยสายตาเพื่อนำพนักงานในการประกอบแบบให้แน่นในจุดที่ตัวล็อคไม่สนิท ไม่แน่น ผลการปรับปรุงทำให้สามารถลดปริมาณของเสียของเสาไฟฟ้าลดลงร้อยละ 11.93 จากเดิมของเสียของเสาไฟฟ้าร้อยละ 2.43 ลดลงเหลือ ร้อยละ 2.14 ดังนั้นเพื่อเป็นการควบคุมความล้มเหลว จึงกำหนดให้มีการควบคุมสัดส่วนของของเสียในกระบวนการผลการปรับปรุงจากสาเหตุดังกล่าวที่ทำให้เกิดความล้มเหลวประเภทแตกร้าวและเป็น

ครีบ จากสาเหตุการตัดลวดและการล้มล็อคแบบ/ล็อคแบบไม่สนิท ทำให้ความล้มเหลวจากสาเหตุดังกล่าวลดลง ทำให้ค่า RPN ลดลง แต่อย่างไรก็ตาม หากต้องการลดความล้มเหลวแต่ละประเภทให้ลดลงสามารถพิจารณากำหนดมาตรการตามสาเหตุของการเกิดความล้มเหลวประเภทนั้นๆ ตามตารางการวิเคราะห์ความล้มเหลวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นตารางที่ระบุสาเหตุของความล้มเหลวตามการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิแก๊งปลา ซึ่งทำให้สามารถแก้ไขปรับปรุงประเด็นปัญหาหรือความล้มเหลวตามประเภทความล้มเหลวที่ต้องการปรับปรุง

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยจาก สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน 2 สุพรรณบุรี รวมถึง ข้อมูลและการดำเนินโครงการวิจัยจาก บริษัท สยามโพลีเอนด์โพลี จำกัด

เอกสารอ้างอิง

- [1] Electronic has no legs, and the energy path of opportunity and happiness. EGAT, (2021, June 15). [Online]. Available: http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=3535:20200624art01&catid=49&Itemid=251
- [2] K. Athikulrat and K. Dolpanya, "Defective Reduction in Production Process of Plastic films," *Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University Journal*, vol. 11, no. 13, pp.41–50, 2018.
- [3] K. Athikulrat and S.Yindeemorph, "Application of Six Sigma to Reduce Waste from Wire Spokes Production Process: A Case Study on Motorcycle Parts Factory," *Research and Development KMUTT*, vol. 43, no. 2, pp. 277–296, 2020.
- [4] K. Athikulrat and S. Jangruxsakul, "Application of Six Sigma to Reduction of waste in Production : Case Study of Metal Plating Factory, " *MUT Journal of Business Administration Review*, vol. 9, No. 2, pp. 1–11, 2019.

- [5] K. D. Shama and S. Srivastava, "Failure mode and effect analysis (FMEA) implementation : a literature review." *Journal of Advance Research in Aeronautics and Space Science*, vol.5, no. 1-2, pp. 1-17, 2018.
- [6] R. Thakore, R. Dave and T. Pasana, "A Case Study: A Process FMEA Tool to Enhance Quality and Efficiency of Bearing Manufacturing Industry," *Scholars Journal of Engineering and Technology*, vol.3, no. 4B, pp. 413-418, 2015.
- [7] H. C. Lui., X. Q. Chen, C. Y. Duan and Y. M. Wang, "Failure Mode and Effect analysis using multi-Criteria decision Making method: A Systematic Literature Review," *Computer and Industrial Engineering*, vol. 135, pp. 881-897, 2020, doi: 10.1016/j.cie.2019.06.055.
- [8] A.P., Subriadi and N. F. Najwa, "The Consistency analysis of Failure mode and Effect Analysis (FMEA) in Information Technology risk assessment," *Heliyon*, vol. 6, pp. 1-12, 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03161
- [9] Y. Suthikasaneethon, "A Defect Reduction in a Sline Bottle Blow Moulding and Extrusion Process," M. E. Thesis, Dept. Env. Eng., Sripatum Univ., Bangkok, Thailand , 2017.
- [10] C. Jaison, "Waste Reduction of Semi-Automatic Head Stack Assembly Machine In the Hard Disk Drive Production, " M.E. Thesis, Dept. Indus. Eng., Thammasat Univ., Bangkok, Thailand, 2017.
- [11] T. Sansingchai and P. Mata, "Reducing Waste of Machinery Spare Parts Production Line," B.E. Project, Dept. Indus. Eng., Chaing Mai Univ., Chaing Mai, Thailand, 2019.
- [12] P. Georgi, K. L. Bruce and H. C. Bruce. "Severity of Consequence and Likelihood of Occurrence," *Risk Assessment : A Practical Guide Assessing Operational Risk*, 1th ed. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2016, ch 4, sec 4.10-4.11, pp.76-78.