

การลดของเสียในกระบวนการปั่นเกลียวเชือก กรณีศึกษา แผนกปั่นเกลียวของอุตสาหกรรมผลิตเชือกพลาสติก Waste Reduction in Yarn Spinning Process: A Case Study of Ply Yarn Spinning Division in a Synthetic Plastic Rope Manufacturer

จิตลดา หมายมั่น¹ และดร. นิสากร สมสุข²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่เกิดจากกระบวนการปั่นเกลียวเชือกด้วยเครื่องปั่นเกลียว เครื่องที่ B27 B28 และ B29 ที่มีปริมาณของเสียสูงกว่าเกณฑ์ที่โรงงานยอมรับได้ (ร้อยละ 7) ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นมี 4 ลักษณะ ได้แก่ ด้ายเป็นขุย เศษด้ายที่เหลือติดค้างที่แกนหลอด ด้ายพันกัน และเศษด้ายที่เกิดจากการมัด ตัด ต่อ ด้าย ในขั้นตอนการหาสาเหตุการเกิดของเสีย ได้ประยุกต์ใช้การระดมสมอง หลักการสู่ผลงาน แผนภูมิเหตุและผล และแผนภูมิพาเรโต ในการวิเคราะห์ พบว่า สาเหตุเกิดจากพนักงานขาดทักษะและความชำนาญงาน ทำงานไม่เป็นทีม ไม่มีวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน เครื่องจักรและชิ้นส่วนอะไหล่ภายในตัวเครื่องมีสภาพเก่า สึกหรอ และชำรุด ในขั้นตอนการลดของเสียได้ประยุกต์ใช้หลักการศึกษากการทำงาน เพื่อปรับปรุงขั้นตอนและวิธีการทำงาน ใช้วิธีการอบรม จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน การบำรุงรักษาด้วยตนเอง และกิจกรรม 5ส ผลที่ได้จากขั้นตอนการลดของเสียส่งผลให้ปริมาณของเสียของเครื่องจักร เครื่องที่ 27 ลดลงจากร้อยละ 7.04 เหลือร้อยละ 5.12 เครื่องจักรที่ 28 ลดลงจากร้อยละ 6.97 เหลือร้อยละ 4.48 และเครื่องจักรที่ 29 ลดลงจากร้อยละ 7.12 เหลือร้อยละ 6.05 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่โรงงานยอมรับได้

คำสำคัญ: การลดของเสีย กระบวนการปั่นเกลียวเชือก อุตสาหกรรมผลิตเชือกพลาสติก

Abstract

The objective of this project is to reduce the waste of three ply yarn spinning machines: machine numbers B27, B28 and B29, in a yarn spinning process. Overall amount of their waste production was over a maximum acceptance limit for this process (7%). Based on data collection, there are four effects of quality problems: yarn is not smooth, some residual yarn left at an axle, skein, and some residual yarn

¹อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

E-mail: jitlada@eau.ac.th

²อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

E-mail: nisakorn@eau.ac.th

left from connecting or cutting. In root cause defect analysis, several industrial engineering techniques including brain storming, work sampling, cause-effect diagram, and Pareto diagram are applied. The findings pointed that the root causes are the lack of skills and experience of workers, workers do not work as a team, no working standard, and machines and their parts in an old, wear, and breakdown manners. In reducing waste of these machines, several industrial engineering techniques, including work study, training, autonomous maintenance, and 5S activities are applied again. The result obtained after implementing all these techniques is that the amounts of waste from machine numbers B27, B28 and B29 decreases from 7.04, 6.97, and 7.12% to 5.12, 4.48, and 6.05% respectively.

Keywords: waste reduction, yarn spinning process, synthetic plastic rope manufacturer

ความนำ

อุตสาหกรรมผลิตเชือกพลาสติก เป็นอุตสาหกรรมประเภทหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญและมีความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมประเภทอื่นที่ใช้ผลิตภัณฑ์ประเภทเชือกเป็นส่วนประกอบในการผลิตสินค้าและการบรรจุหีบห่อ กรณีศึกษาของงานวิจัยนี้เป็นโรงงานอุตสาหกรรมหนึ่งที่ผลิตเชือกพลาสติกที่ผลิตจากโพลิเอทิลีน (Polyethylene: PE) และโพลิโพรพิลีน (Polypropylene: PP) เพื่อจำหน่ายให้แก่ลูกค้า ภายในโรงงาน ประกอบด้วยแผนกผลิตเชือก 4 แผนก ได้แก่ (1) แผนกทำเส้นใย (2) แผนกปั่นเกลียวเชือก (3) แผนกทำเชือก และ (4) แผนกแพคกิ้ง

จากการศึกษาสภาพโรงงานและเก็บข้อมูลเบื้องต้นเพื่อวิเคราะห์ปัญหา พบว่า แผนกปั่นเกลียวเชือกมีปริมาณของเสียที่เกินกว่าปริมาณที่ยอมรับได้ (ปริมาณที่ยอมรับได้ คือ ร้อยละ 7) และผลจากปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจำนวนมากจึงส่งผลให้ผลผลิตเชือกไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่โรงงานกำหนด จากปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น คณะผู้วิจัย ดำเนินการศึกษาระบบการผลิต เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดของเสีย พบว่า ของเสียที่เกิดขึ้นมี 4 ลักษณะ ได้แก่ (1) ของเสียที่เกิดจากด้ายหมดหลอด (2) ของเสียที่เกิดจากด้ายเป็นขุย (3) ของเสียที่เกิดจากด้ายพันกัน และ (4) ของเสียที่เกิดจากการตัดต่อด้าย

คณะผู้วิจัย ดำเนินการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในประเด็นการศึกษาวิธีการแก้ปัญหาระบบการผลิตของเสียจากทฤษฎีเชิงวิชาการด้านการลดของเสีย (Cheremisinoff, 1995) การลดของเสียด้วยวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักร (Mobley, 2004) และจากการสำรวจงานวิจัยที่ผ่านมาที่มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมเพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น การปรับปรุงวิธีการทำงาน (ธนวรรณ อัสวไพบุลย์, 2535) การบำรุงรักษาเครื่องจักร (ดนุพล เราพัฒนานนท์และคณะ, 2540) การฝึกอบรมแก่พนักงานและจัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (โกเมศ เชนอนันต์พร, 2543) การวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และผลกระทบในกระบวนการผลิต (พรเทพ มรรตวิบูลย์ชัย และภานุพงศ์ ภัทรพงศ์สันต์, 2543) การเปลี่ยนอุปกรณ์ชิ้นส่วนเครื่องจักรและกำหนดตำแหน่งการซ่อมบำรุง (นันทพร นุกุลกิจ และรัชพล ศิวาโมกษ์, 2545) การเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ชำรุดและหมดอายุการใช้งาน (จเร ทองศิริ และอุดมพร นาถาวร, 2548) การปรับเปลี่ยนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนเครื่องมือ (นิวัฒน์ แสงสงเคราะห์ และพิชญ์ สุขเกื้อ, 2550) สำหรับงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือประเภทแผนภูมิเหตุและผล เทคนิคการระดมสมองเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของเสีย (ณัฐพงศ์ เกศมาริช และคณะ, 2545) และนำ

หลักการศึกษาวិธีการทำงานและการบำรุงรักษาเครื่องจักร มาประยุกต์ใช้เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ปั่นเกลียวเชือก

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาขั้นตอนการผลิตเชือก การวิเคราะห์หาสาเหตุ การเกิดของเสีย และการลดของเสีย โดยแต่ละขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาขั้นตอนการผลิตเชือก

แผนกปั่นเกลียวเชือก มีขั้นตอนการผลิต 10 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 นำเส้นใยโพลิเอสเตอร์ และโพลิโพรพิลีน จากแผนกทำเส้นใยมาเสียบเส้นใยเข้ากับเครื่องจักร B

ขั้นตอนที่ 2 ดึงเส้นใยมาพันเข้ากับแกนหลอดด้าย

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนทำการ ปั่นเกลียวเชือก

ขั้นตอนที่ 4 ปั่นเกลียวด้ายรวมเส้นเสร็จแล้วนำ ด้ายออกจากแกน

ขั้นตอนที่ 5 นำด้ายมาปั่นรวมเกลียวเสร็จแล้วนำไป กองที่สต็อก (ทบแรก)

ขั้นตอนที่ 6 นำหลอดด้ายทบแรกในสต็อกมาเสียบ ที่เครื่องจักร B

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนปั่น เกลียวเชือก

ขั้นตอนที่ 8 ปั่นเกลียวเชือก

ขั้นตอนที่ 9 กรอแซกเชือก

ขั้นตอนที่ 10 นำเชือกที่ผลิตเสร็จส่งไปแผนก แพคกิ้ง

2. การวิเคราะห์ลักษณะและสาเหตุการเกิด ของเสีย

ในการวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดของเสียสำหรับ กรณีศึกษานี้ คณะผู้วิจัยทำการศึกษาลักษณะของเสียที่ เกิดขึ้น และการศึกษาสาเหตุการเกิดของเสีย ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

2.1 การวิเคราะห์ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้น

จากการศึกษาขั้นตอนการผลิตเชือก และ การรวบรวมข้อมูลของเสียในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 พบว่า ของเสียที่เกิดขึ้นในแผนกปั่นเกลียวเชือก มี 4 ลักษณะ ได้แก่

2.1.1 ลักษณะของเสียที่เกิดจากด้าย หมดหลอด

เกิดจากขณะที่ด้ายปั่นเกลียวเชือก ครบตามจำนวนแล้ว ด้ายที่เหลือในหลอดด้ายจะต้องทำการ ดึงออกจากแกนหลอดทั้งหมด เพื่อจะได้้นำแกนหลอด ไปใช้ในกระบวนการอื่นต่อไป

2.1.2 ลักษณะของเสียที่เกิดจากด้าย เป็นขุย

เกิดจากขณะที่เครื่องจักรทำการปั่น เกลียวเชือก รอบในการปั่นเกลียวเส้นใยของเครื่องจักร มีความไม่สม่ำเสมอ เร็วเกินไปหรือช้าเกินไป ทำให้เกิด ของเสียขึ้นได้ และมีสาเหตุมาจากวงแหวนในการปั่น เกลียวแน่นเกินไป ไม่มีการหยอดน้ำมันอีกทั้งวงแหวน เกิดการสึกหรอ เนื่องจากขาดการซ่อมบำรุง จึงทำให้เกิด ของเสียขึ้นได้

2.1.3 ลักษณะของเสียที่เกิดจากด้าย พันกัน

เกิดจากพนักงานขาดความชำนาญในการ พันเส้นใยเข้ากับหลอดด้าย บางครั้งพันมากเกินไปหรือน้อยเกินไป เนื่องจากไม่มีมาตรฐานในการทำงาน หรือ ในขณะที่ปั่นเกลียวด้ายเกิดเส้นใยพันกัน ทำให้ต้องหยุด เครื่องจักรเพื่อแก้ไขจุดที่เป็นสาเหตุของด้ายพันกัน นอกจากนี้การตั้งความเร็วรอบของเครื่องจักรไม่เป็นไปตาม ที่กำหนด ทำให้เกิดของเสียขึ้นในขณะที่ปั่นเกลียวเส้นใย จึงจำเป็นต้องตัดทิ้งทำให้เกิดของเสียขึ้นได้

2.1.4 ลักษณะของเสียที่เกิดจากการ ตัดต่อด้าย

เกิดจากพนักงานส่วนใหญ่เป็นพนักงาน ใหม่ ไม่มีทักษะและขาดความชำนาญในการทำงาน ทำงาน ไม่เป็นทีมและไม่มีความสามารถในการทำงาน พนักงานดึงด้าย

มากเกินไปและไม่มีมาตรฐานในการตัดเส้นด้าย วิธีการมัดของพนักงานไม่เหมือนกันทำให้ปมในการมัดมีขนาดไม่เท่ากันและมีขนาดไม่สม่ำเสมอ จึงทำให้เกิดของเสียขึ้นได้

2.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดของเสีย

จากลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นข้างต้น คณะผู้วิจัยดำเนินการประชุมระดมสมองร่วมกับวิศวกรประจำแผนก หัวหน้างาน และตัวแทนพนักงาน เพื่อช่วยกันวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดของเสียทั้ง 4 ลักษณะ โดยผลจากการระดมสมอง ปรากฏรายละเอียดดังแสดงความคิดเห็นภาพ 1 และจากการศึกษาปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น พบว่าเครื่องปั่นเกลียวเชือกหมายเลขที่ B27 B28 และ B29

มีปริมาณของเสียเกิดขึ้นมากที่สุด คณะผู้วิจัยจึงนำเครื่องมือแผนภูมิเหตุและผล (ผังก้างปลา) มาใช้วิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุการเกิดของเสียในแผนกปั่นเกลียวเชือก ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ สรุปว่า สาเหตุการเกิดของเสียมาจาก 4 สาเหตุ ได้แก่

2.2.1 สาเหตุจากวัตถุดิบ

2.2.2 สาเหตุจากคน

2.2.3 สาเหตุจากวิธีการทำงาน

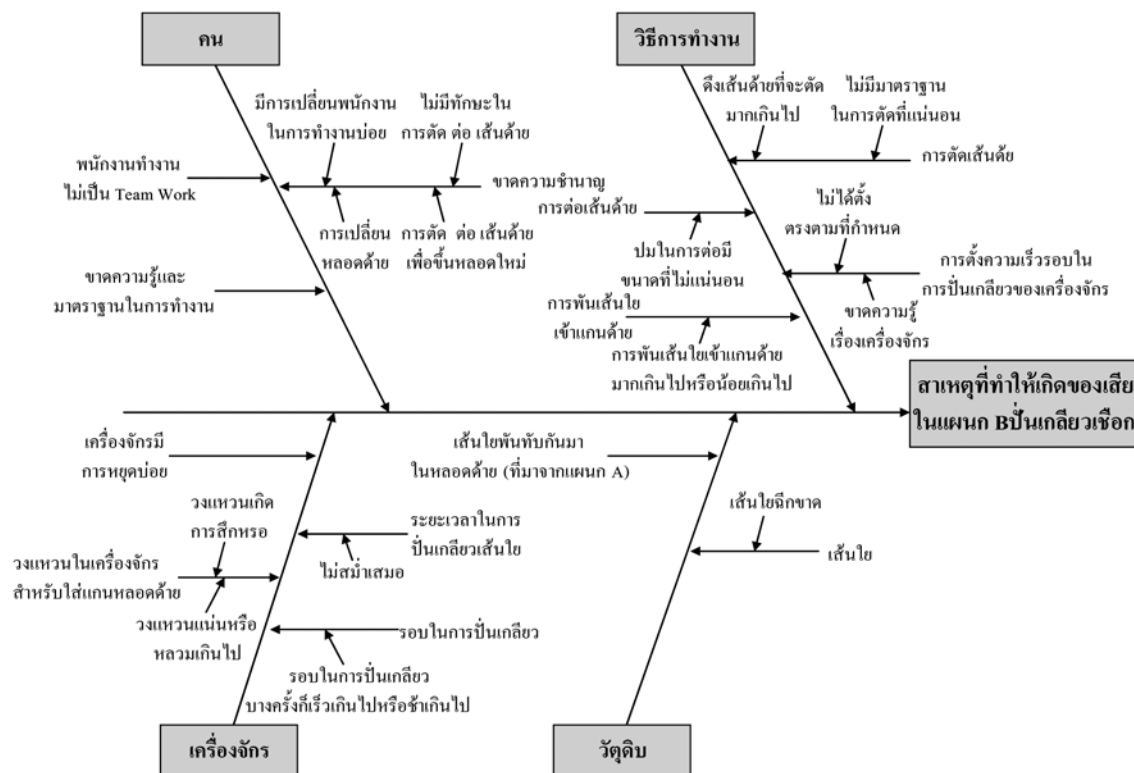
2.2.4 สาเหตุจากเครื่องจักร

ซึ่งรายละเอียดในแต่ละสาเหตุ ปรากฏ

ดังแผนผังก้างปลาแสดงการเกิดของเสีย ดังภาพ 2



ภาพ 1 แผนผังแสดงความเห็นลักษณะของเสีย



ภาพ 2 แผนผังก้างปลาแสดงการเกิดของเสีย

3. การลดของเสีย

หลังจากทราบสาเหตุการเกิดของเสีย ซึ่งมีสาเหตุมาจากวัตถุดิบ คน วิธีการทำงาน และเครื่องจักร ทั้งนี้ สาเหตุจากวัตถุดิบ เป็นปัจจัยที่ไม่สามารถเปลี่ยนได้ คณะผู้วิจัยจึงพิจารณาการลดของเสียจากคน วิธีการทำงาน และเครื่องจักร ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 สาเหตุที่เกิดจากคนและวิธีการทำงาน

เนื่องจากสาเหตุที่เกิดจากคนและวิธีการทำงานสามารถแก้ไขและปรับปรุงควบคู่กันได้ โดยคณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการศึกษาการทำงาน (วันชัย ริจิรวนิช, 2548;) เทคนิคเพิ่มผลผลิตและช่วยลดของเสีย (วันชัย ริจิรวนิช, 2543) เพื่อจัดขั้นตอนหรือวิธีการทำงานที่ไม่เป็นประโยชน์ และใช้ในการรวบรวมขั้นตอนหรือจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน และเนื่องจากการทำงานที่ยังไม่มีมาตรฐาน และยังทำงานไม่เป็นทีม จึงทำการอบรมให้ความรู้แก่หัวหน้างาน และพนักงาน เรื่องการปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในวิธีการทำงานที่ถูกต้อง ประโยชน์ที่ได้จากการอบรมทำให้พนักงานเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นทางด้านความรู้

ทักษะ ทักษะคิด และพฤติกรรม และยังช่วยตอบสนองเป้าหมายของบริษัทที่ต้องการให้พนักงานมีความรู้ ความสามารถเพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มผลกำไรให้แก่บริษัท นอกเหนือจากการอบรม คณะผู้วิจัยยังได้จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน (เฉพาะเครื่องจักรหมายเลข B27 B28 และ B29) เพื่อให้เป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานเดียวกัน

3.2 สาเหตุจากเครื่องจักร

เนื่องจากเครื่องจักรในแผนกที่ทำการศึกษามีสภาพเก่า พนักงานไม่ได้หยอดน้ำมันและไม่ได้ทำความสะอาดเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอเวลานำเส้นใยเข้าไปปั่นเกลียวจึงเกิดการเสียดสีกับเครื่องจักรจนเป็นเหตุให้เกิดของเสีย คณะผู้วิจัยจึงนำเสนอวิธีการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (ธานี อ่วมอ้อ, 2546) เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาให้กับโรงงาน ซึ่งวิธีการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ทำให้ผู้ใช้เครื่องแต่ละคนสามารถทำการตรวจสอบประจำวันได้ เช่น หยอดน้ำมันหล่อลื่น และทำความสะอาดเครื่องปั่นเกลียวเชือก ดังภาพ 9 และภาพ 10 ตามลำดับ เปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ ซ่อมแซมเบื้องต้น สังเกตความผิดปกติของเครื่อง และตรวจสอบอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ตน

เป็นผู้ใช้งานอย่างละเอียดในบางครั้งเพื่อบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยตนเองและเพื่อให้ง่ายต่อการบำรุงรักษาจึงได้ออกแบบตารางบันทึกข้อมูลด้านการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ไว้ให้พนักงานบันทึกตรวจสอบในแต่ละวัน อันได้แก่บันทึกข้อมูลด้านการบำรุงรักษาด้วยตนเอง แบบฟอร์มที่ใช้ในการทบทวนการแก้ไขจุดผิดปกติ และการวิเคราะห์หาสาเหตุที่อาจทำให้สภาพความสะอาด การหยอดน้ำมันและการตรวจสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ เพื่อนำผลที่ได้จากการบันทึกไปหาแนวทางการแก้ไขปัญหาดต่อไป

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยได้ให้ความรู้กับพนักงานเรื่องการทำการกิจกรรม 5ส ในแผนกปั้นเกลียวเชือก หลังจากพนักงานได้รับความรู้แล้ว ได้มีการกำหนดให้พนักงานมีส่วนร่วมดำเนินการในพื้นที่การทำงานของตนเอง ในการรักษาความสะอาด การจัดระเบียบพื้นที่การทำงาน การจัดบอร์ดเพื่อประชาสัมพันธ์และให้ความรู้เรื่อง 5ส กับพนักงานแผนกอื่น โดยในระยะต่อมาทางโรงงานได้ขยายผลการทำ 5ส ในแผนกอื่น รวมทั้งส่วนงานสนับสนุนฝ่ายอื่นด้วย

ผลการวิจัย

หลังจากที่คณะผู้วิจัยดำเนินการลดของเสียที่เกิดจากสาเหตุด้านคน วิธีการทำงาน และเครื่องจักรแล้ว ในลำดับต่อมาได้ดำเนินการประเมินผลจากการใช้วิธีการที่นำเสนอไว้ข้างต้น ผลจากการประเมินของเสียที่เกิดขึ้นของเครื่องจักร หมายเลขที่ B27 B28 และ B29 มีร้อยละของของเสียลดลงจากเดิม ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตาราง 1

เปรียบเทียบของเสียก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

เครื่องจักร	ของเสีย (%)	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
B27	7.04	5.12
B28	6.97	4.48
B29	7.12	6.05

สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการลดของเสียในกระบวนการปั้นเกลียวเชือกของเครื่องปั้นเกลียวเชือก B27 B28 และ B29 ด้วยการใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการในการแก้ไขสาเหตุของของเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่ การประยุกต์ใช้การระดมสมอง แผนภูมิเหตุและผล การบำรุงรักษาเครื่องจักร รวมทั้งการทำการกิจกรรม 5ส ซึ่งจะช่วยให้การปรับปรุงขั้นตอน วิธีการทำงาน โดยผลสรุปที่ได้จากการดำเนินการวิจัย ส่งผลให้ปริมาณของเสียของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่อง ลดลงอยู่ในเกณฑ์ที่โรงงานยอมรับได้ คือไม่เกินร้อยละ 7 ตามรายละเอียดของผลการลดของเสียของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่อง ดังนี้

เครื่องจักร B27 ลดลงจากร้อยละ 7.04 เหลือร้อยละ 5.12

เครื่องจักร B28 ลดลงจากร้อยละ 6.97 เหลือร้อยละ 4.48

เครื่องจักร B29 ลดลงจากร้อยละ 7.12 เหลือร้อยละ 6.05

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

ทางโรงงานสามารถนำเทคนิคที่ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขปัญหามาทำให้เกิดของเสียในกระบวนการปั้นเกลียวเชือก ไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการอื่นที่มีปัญหาใกล้เคียงกันเพื่อส่งผลให้ปริมาณของเสียโดยรวมทั้งหมดของโรงงานลดลง

เอกสารอ้างอิง

- โกเมส เจนนันต์พร. (2543). *การเพิ่มผลิตภาพในโรงงานประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์*. ปรินซ์ตัน: ปรินซ์ตันมหาวิทยาลัย.
- จเร ทองศิริ และอุดมพร นาถาวร. (2548). *การลดของเสียในโรงงานอุตสาหกรรมการทอผ้าใยสังเคราะห์ กรณีศึกษา : บริษัท อภินิหารอุตสาหกรรม*. ปรินซ์ตัน: ปรินซ์ตันมหาวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ณัฐพงศ์ เกศมริษ และคณะ. (2545). *เทคนิคการระดมสมอง*. กรุงเทพฯ: ซี-เอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- ดนุพล เราพัฒนานนท์, ภาณุวัฒน์ ภาวภูตานนท์ และคณะ. 2540. *การลดของเสียในโรงงานผลิตถุงเท้า*. ปรินซ์ตัน: ปรินซ์ตันมหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธนวรรณ อัสวโพบูลย์. (2535). *การเพิ่มผลผลิตโรงงานผลิตของเล่นที่ใช้ขี้ผึ้งและเฟอร์นิเจอร์เหล็กโดยการปรับปรุงวิธีการทำงานและการวางแผนการผลิต*. ปรินซ์ตัน: ปรินซ์ตันมหาวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธานี โอบอ้อม. (2546). *การบำรุงรักษาที่พัฒนาแบบทุกคนมีส่วนร่วม*. กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.
- นันทพร นุกุลกิจ และรัชพล ศิวาโมกษ์. (2545). *การลดของเสียในโรงงานผลิตกระป๋องบรรจุอาหาร*. ปรินซ์ตัน: ปรินซ์ตันมหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นิวัฒน์ แสงสงเคราะห์ และพิษณุ สุขเกื้อ. (2550). *การเพิ่มผลผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก กรณีศึกษา: บริษัท สาสีอุตสาหกรรม จำกัด (มหาชน)*. ปรินซ์ตัน: ปรินซ์ตันมหาวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พรเทพ มรรควิบุลย์ชัย และภาณุพงศ์ ภัทรพงศ์สันต์. (2543). *การลดของเสียในสายการผลิตขวดพลาสติกของโรงงาน ตัวอย่างโดยใช้วิธี FMEA*. ปรินซ์ตัน: ปรินซ์ตันมหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วันชัย ธีรวัณ. (2548). *การศึกษาการทำงาน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันชัย ธีรวัณ. (2543). *การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม เทคนิคและกรณีศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Benjamin, W. N. & Andris Freivalds. (2003). *Methods, standards, and work design. international edition*. Boston: Mcgraw-Hill.
- Cheremisinoff, P. N. (1995). *Waste Minimization and Cost Reduction for the Process Industries*. New York: William Andrew.
- Barnes, R. M. (1980). *Motion and time study design and measurement of work* (17th ed.). New York: Wiley.
- Mobley, R. K. (2004). *Maintenance fundamentals* (2nd ed.). New York: Elsevier.