

REDUCTION OF DEFECTIVE IN TIRE EXTRUDING PROCESS USING QUILITY CONTROL TOOLS

Malinee Ngamthapthim¹, Phitthayarat Phudthasang² and Peerapong Pakawanich^{3*}

1 Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Thailand

2 Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Thailand

3 Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Thailand;
pakawanich_p@su.ac.th (Corresponding Author)

ARTICLE HISTORY

Received: 4 June 2024

Revised: 10 June 2024

Accepted: 28 June 2024

ABSTRACT

The objective of this research was to reduce the waste in tire extruding process of the case study company. The quality control tools were used to analyze the problem. The results found that the main problem was the compound scorch in the open extruder head process. The root cause is the accumulation of heat in the rubber. Therefore, the cooling process is needed. The outcomes of the research show that the average waste before the improvement is 0.2% or 4,702.63 kg/month and 470,263 baht/month. After the improvement, the average waste is decreased to 0.039% or 851.23 kg/month and 85,123 baht/month. It is revealed that the improvement can reduce the loss in tire extruding process from 0.340% to 0.073%.

Keywords: Reduction of Defective, Tire Extruding, QC Tools

CITATION INFORMATION: Ngamthapthim, M., Phudthasang, P., & Pakawanich, P. (2024). Reduction Of Defective in Tire Extruding Process Using Quility Control Tools. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 2(6), 19.

การลดของเสียในแผนกต้นยางล้อรถยนต์ โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ

มาลินี งามทับทิม¹, พิชยารัตน์ พุทธสังข์², และ พีรพงศ์ ภควณิช^{3*}

1 คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

2 คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

3 คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร; pakawanich_p@su.ac.th

(ผู้ประพันธ์บรรณกิจ)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิตยางล้อรถยนต์ที่เกิดขึ้นในแผนกต้นยาง โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา ผลการศึกษาพบว่าขั้นตอนการเปิดหัวตันเป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดของเสียมากที่สุด โดยของเสียจะมีลักษณะเป็นก้อนแข็งที่เนื้อมยาง เรียกว่า ยางตาย มีสาเหตุจากการสะสมความร้อนในเนื้อยาง แนวทางการแก้ไขคือ การระบายความร้อน ผลการวิจัยพบว่าข้อมูลของเสียจากขั้นตอนการเปิดหัวตันก่อนการปรับปรุงเฉลี่ยเท่ากับ 0.2% หรือประมาณ 4,702.63 กิโลกรัมต่อเดือน หลังจากปรับปรุงกระบวนการทำงาน ข้อมูลของเสียลดลงเหลือ 0.039% หรือประมาณ 851.23 กิโลกรัมต่อเดือน เมื่อเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายโดยเฉลี่ยก่อน - หลังปรับปรุง ลดลงจาก 470,263 บาท เหลือ 85,123 บาทต่อเดือน ซึ่งจากการดำเนินงานลดของเสียในขั้นตอนการเปิดหัวตันทำให้จำนวนของเสียรวมทั้งหมดในแผนกต้นยางจากเดิม 0.340% ต่อเดือน ลดลงเหลือ 0.073% ต่อเดือน

คำสำคัญ: การลดของเสีย, กระบวนการต้นยาง, เครื่องมือควบคุมคุณภาพ

ข้อมูลการอ้างอิง: มาลินี งามทับทิม, พิชยารัตน์ พุทธสังข์, และ พีรพงศ์ ภควณิช. (2567). การลดของเสียในแผนกต้นยางล้อรถยนต์โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 2(6), 19.

บทนำ

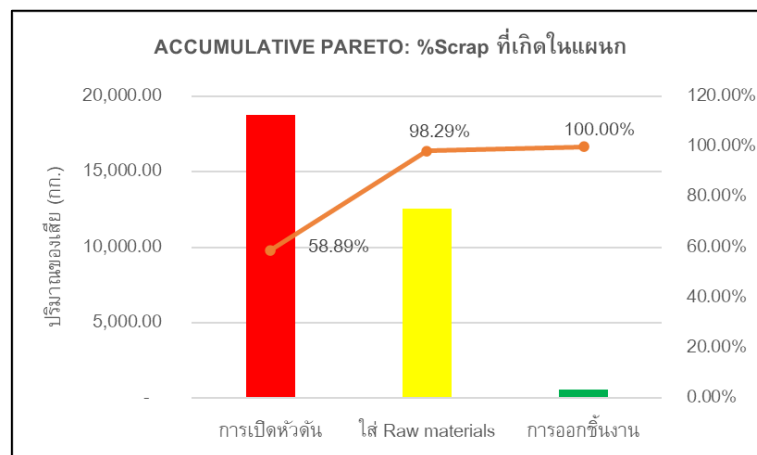
ในปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์ถือว่าเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจของหลายประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย โดยในปี 2565 มีการคาดการณ์ว่าอุตสาหกรรมยานยนต์ทั่วโลกจะมีมูลค่ากว่า 2.95 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ 100 ล้านล้านบาท ทั้งนี้ ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตยานยนต์ที่สำคัญของโลก สะท้อนจากการที่ไทยมีการผลิตรถยนต์ต่อปีมากถึง 1.9 ล้านคัน สูงที่สุดในอาเซียน และเป็นอันดับ 10 ของโลก และสินค้ากลุ่มยานพาหนะ อุปกรณ์และส่วนประกอบ ยังเป็นสินค้าส่งออกอันดับหนึ่งของไทย โดยในปี 2565 มีมูลค่าการส่งออกรวม 1.31 ล้านล้านบาท (วีระยา ทองเสือ, 2566) ซึ่งยางล้อรถยนต์นับเป็นชิ้นส่วนประกอบที่สำคัญของรถยนต์ชิ้นส่วนหนึ่ง เพื่อที่จะให้รถยนต์สามารถขับเคลื่อนไปได้ ผลิตภัณฑ์กลุ่มยางล้อรถยนต์เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของไทย เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ส่งออกสำคัญที่สร้างรายได้กว่า 5,071.7 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2562 ซึ่งกลุ่มตลาดส่งออกที่สำคัญของไทยอันดับที่ 1 คือ ตลาดสหรัฐอเมริกา โดยมีสัดส่วนมูลค่าตลาดสูงถึงร้อยละ 49.3 ของมูลค่าการส่งออกรวม คิดเป็นมูลค่ากว่า 2,518.2 ล้านดอลลาร์สหรัฐ รองลงมาคือ ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น มาเลเซีย และเวียดนาม ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ดำเนินการสำรวจโดยสถาบันพลาสติก, 2563) สำหรับอุตสาหกรรมยางล้อรถยนต์ในระดับโลก ไทยจัดว่าเป็นฐานผลิตและส่งออกที่สำคัญอันดับ 2 รองจากจีน (ทศพร โชคชัยผล, 2564) ด้วยจุดแข็งที่สำคัญ คือ แรงงานในอุตสาหกรรมยางล้อที่มีประสิทธิภาพสูงและต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าแหล่งอื่น เนื่องจากยางล้อที่ไทยส่งออกให้กับสหรัฐอเมริกานั้น ส่วนใหญ่เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ประเภท REM (Replacement Equipment Manufacturers) เป็นหลัก ซึ่งผลิตชิ้นส่วนอะไหล่เพื่อทดแทนชิ้นส่วนที่เสียหรือสึกหรอ ซึ่งผู้บริโภคกลุ่มนี้มีความอ่อนไหวต่อราคาสูง ดังนั้นการลดต้นทุนจึงเป็นสิ่งสำคัญ (ทศพร โชคชัยผล, 2564) ทั้งในการลดต้นทุนของวัตถุดิบ การประหยัดพลังงาน รวมถึงการลดของเสียในกระบวนการผลิต จำเป็นต้องพัฒนาด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์และด้านประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตควบคู่กัน เพื่อลดความเสี่ยงที่จะตามมาจากการใช้ยางล้อที่ไม่ได้มาตรฐานและเป็นการสร้างมุมมองที่ดีต่อผู้บริโภคสินค้าอีกด้วย การวิเคราะห์สาเหตุและลดของเสียในกระบวนการผลิตสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้เทคนิคชิกซ์ชิกมา (ศิริภัสสร มีครุฑ, 2559) การใช้วิธีการออกแบบการทดลอง (ลัดดาวัลย์ บุญฤทธิ์, 2558; พิชิตพล อยู่พะเนียด, 2561) แต่เครื่องมือที่เป็นที่นิยมมากเครื่องมือหนึ่ง คือ เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (QC Tools) โดยที่ ยุทธณรงค์ จงจันทร์ (2557) ได้ใช้การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหาในกระบวนการหนึ่งอย่าง จักรี อุดมดี (2558) ได้ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ ในการหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตเบตเตอร์รถยนต์ อภิชาติ เสมศรี และคณะ (2566) ได้ใช้ใบตรวจสอบ แผนภูมิพาเรโต ผังแสดงเหตุและผล และกราฟ ในการค้นหาสาเหตุและแนวทางการปรับปรุงแก้ไขของเสียในกระบวนการเชื่อม และ Jafar Husain, et al. (2021) ได้ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพในการลดข้อบกพร่องในการผลิตเกียร์รถยนต์ นอกจากนี้ ธันวา จรกิจ (2561) ได้ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อนสำหรับหล่อเย็นของแม่พิมพ์ฉีดขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยาง เพื่อการควบคุมยางคอมปาวด์ไม่สุกตัวก่อนที่จะถูกฉีดเข้าสู่ cavity โดยปรับปรุงทิศทางการไหลของน้ำในระบบหล่อเย็นของแม่พิมพ์แบบฉีด แล้วพบว่า การลดอุณหภูมิการฉีดขึ้นรูปของยางคอมปาวด์มีผลทำให้ของเสียในกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางลดลง ในงานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาการลดของเสียภายในแผนกดันยาง (Extruding) ของบริษัทกรณีศึกษาที่เป็นบริษัทผลิตยางประเภทเรเดียล สำหรับรถบรรทุก และผลิตรถยนต์ สำหรับรถเก๋ง และรถกระบะ เพื่อขายในประเทศและส่งออก โดยผู้วิจัยพบว่า มีความสูญเสียในกระบวนการผลิตด้านของเสียในแผนกดันยางเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดต้นทุนในการผลิตที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อีกด้วย ทางผู้วิจัยจึงต้องการใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพในการหาสาเหตุการเกิดของเสียในกระบวนการซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่องค์กรจะต้องรีบดำเนินการแก้ไขเพื่อลดต้นทุนในการผลิตลง

วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษากระบวนการผลิตยางรถยนต์ของบริษัทกรณีศึกษา พบว่า ภายในแผนกดันยาง (Extruding) มีอัตราการเกิดของเสียตั้งแต่เดือนมกราคม - เมษายน พ.ศ. 2566 ปริมาณเฉลี่ย 7,985.38 กิโลกรัมต่อเดือน หรือคิดเป็น 0.340% ต่อเดือน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษารายละเอียดการเกิดของเสียของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ ซึ่งเลือกใช้ใบตรวจสอบ (Check Sheet) ในการเก็บข้อมูลและติดตามผลการดำเนินงาน และใช้แผนภูมิพาเรโต

(Pareto Diagram) ในการหาขั้นตอนที่มีของเสียมากที่สุดในแผนกต้นยาง เพื่อเลือกขั้นตอนที่มีความรุนแรงมากที่สุดมาดำเนินการแก้ไขก่อน จากนั้นใช้แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เพื่อแสดงภาพรวมของปัญหาและสาเหตุทั้งหมดให้ง่ายขึ้น

จากการใช้ใบตรวจสอบและแผนภูมิพาเรโต พบว่าขั้นตอนที่ทำให้เกิดของเสียในแผนกต้นยางมากที่สุด คือ การเปิดหัวตัน คิดเป็น 58.89% จากของเสียทั้งหมด 31,941.53 กิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณการเกิดของเสียรวม 4 เดือน เท่ากับ 18,810.53 กิโลกรัม หรือเฉลี่ยเท่ากับ 4,702.63 กิโลกรัมต่อเดือน มีมูลค่าความเสียหายมากถึง 470,263 บาทต่อเดือน ดังแสดงในรูปที่ 1

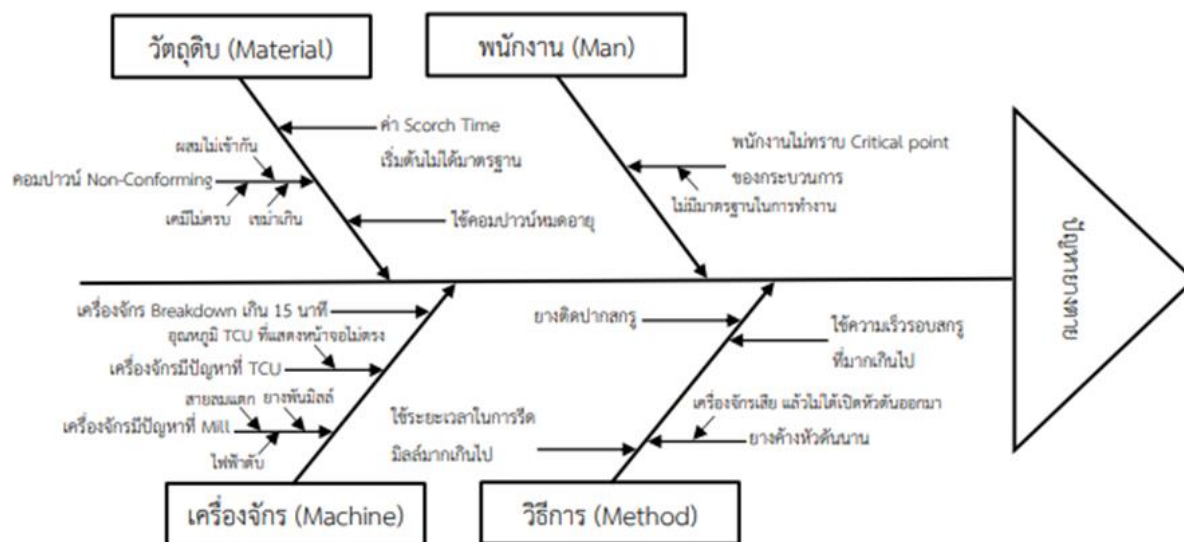


รูปที่ 1 แสดงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นของแต่ละขั้นตอนในแผนกต้นยาง

ศึกษาขั้นตอนการเปิดหัวตัน

1. เปิดหัวตัน Extruder ออก เพื่อทำการไล่หัวยางและเกลียวยางแต่ละชนิดออกจาก Double Head จากนั้นใช้มีดตัดเกลียวยางออกเป็น 2 ท่อน หรือมีความยาวประมาณ 1 เมตร แล้วนำยางไปวางที่รถเข็น
2. นำยางทั้งหมดไปที่เครื่องรีดมิลล์ เพื่อรีดให้ยางผสมเป็นเนื้อเดียวกันและเป็นแผ่นบาง
3. กรีดยางที่อยู่บนมิลล์ออกเป็นแผ่น โดยมีความยาวประมาณ 1 เมตร
4. นำแผ่นยางที่รีดแล้วตากบนรถก้านร่ม เพื่อนำไปใช้ในรอบการออกถัดไป

ซึ่งของเสียจากขั้นตอนการเปิดหัวตันจะมีลักษณะเป็นก้อนแข็งที่เนื้อยาง ผิวยางขรุขระ ไม่เรียบ เรียกว่า ยางตาย (Compound Scorch) ซึ่งเกิดจากอายุเวลาสุก (Scorch Time) ของยางสั้น ทำให้ยางสุกตัวก่อนที่จะเอาไปนึ่ง (Curing) โดยได้ทำการระดมสมองถึงปัญหาและสาเหตุการเกิดของเสียประเภทยางตายกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกระบวนการต้นยาง ได้แก่ วิศวกรอุตสาหกรรม ฝ่ายเทคนิค หัวหน้าและพนักงานแผนก Extruding จากนั้นแสดงเป็นแผนผังสาเหตุและผล โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักประกอบด้วย วัสดุ (Material) พนักงาน (Man) เครื่องจักร (Machine) และวิธีการ (Method) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงสาเหตุและผลของการเกิดยางตาย

สามารถสรุปความสัมพันธ์สาเหตุของปัญหาได้ทั้งหมด 4 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 อุณหภูมิไม่เหมาะสม เนื่องจากเครื่องจักรถูกควบคุมด้วยความร้อน การใช้ระยะเวลาและความเร็วรอบสกรูที่มาก จะส่งผลให้ยางเกิดการสุกตัวได้ง่าย

ปัจจัยที่ 2 Raw materials ไม่ได้มาตรฐาน เกิดจากที่แผนกผสม (Banbury Mixing) คัดกรองคอมปาว์ส่งมาที่แผนกต้นยางไม่มีคุณภาพ หรือทางเทคนิค QL มีการสั่งใช้ในสัดส่วนผสมที่เป็นกรณีพิเศษ

ปัจจัยที่ 3 ไม่มีมาตรฐานการทำงานในขั้นตอนการเปิดหัวตัน เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษาไม่ได้จัดทำมาตรฐานในการทำงาน (Work Instructions : WI) ไว้ ทำให้พนักงานไม่ทราบวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง

ปัจจัยที่ 4 เครื่องจักรมีปัญหาหรือขาดการดูแลรักษาเครื่องจักรที่ดี โดยเครื่องจักรเป็นระบบอัตโนมัติ เมื่อเกิดการสึกหรอหรือระบบไฟฟ้าเกิดการขัดข้องระบบจะหยุดทำงานอัตโนมัติ ทำให้เกิดยางค้างที่เครื่องจักรนานและส่งผลให้เกิดยางตาย

พบว่า สาเหตุที่ส่งผลกระทบกับชิ้นงานโดยตรงคือ อุณหภูมิไม่เหมาะสม และไม่มีมาตรฐานการทำงานในขั้นตอนการเปิดหัวตัน โดยผู้วิจัยจะจัดทำมาตรฐานในการทำงานของขั้นตอนเปิดหัวตัน (Work Instructions : WI) ทั้งในส่วนของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เพื่อให้พนักงานเข้าใจวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง

แนวทางการแก้ไข

- แนวทางการลดระยะเวลาที่ก้อนยางอยู่ที่เครื่องต้นยาง กำหนดมาตรฐานการทำงานใหม่ โดยตัดยางที่ออกจาก Double Head ให้สั้นลงกว่าเดิมหรือยาวประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วรีบนำไปรีดที่เครื่องรีดมิลล์ให้เป็นแผ่นบางเพื่อระบายความร้อน

- แนวทางการลดระยะเวลาในการรีดมิลล์ กำหนดจำนวนรอบในการหมุนของมิลล์ให้หมุนวนน้อยลง โดยพนักงานไม่จำเป็นต้องรอให้ยางผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นแบ่งกรีตแผ่นยางที่อยู่บนมิลล์ให้สั้นลง เพื่อรีบนำมาฝั่งลมให้ได้เร็วที่สุด

- แนวทางการลดอุณหภูมิสะสมของยางหลังจากรีดมิลล์ นำแผ่นยางไปแช่น้ำ 15 นาที จากนั้นนำขึ้นรถก้านรุ่มและตากพัสดุม 30 นาที จึงจะสามารถนำไปใช้ในรอบการผลิตถัดไปได้

ผลการวิจัย

ผลจากการดำเนินการปรับปรุงตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2566 – มกราคม พ.ศ. 2567 พบว่าปริมาณของเสียลดน้อยลง เนื่องจากชิ้นงานสามารถระบายความร้อนได้เร็วมากขึ้นและไม่เกิดการสะสมของอุณหภูมิในเนื้อยาง ทำให้ชิ้นงานที่ผลิตออกมามีลักษณะผิวเรียบ ไม่ขรุขระ และไม่เกิดเป็นก้อนแข็ง(ยางตาย) ซึ่งหลังดำเนินการปรับปรุงวิธีการทำงาน ทำให้จำนวนของเสียจากการเปิดหัวตันในแผนกต้นยาง หลังการปรับปรุงเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงลดลงจาก 0.200% เหลือ 0.039% ต่อเดือน หรือสามารถลดความสูญเสียคิดเป็น 81.89% และเมื่อเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายโดยเฉลี่ยก่อนและหลังการปรับปรุง ลดลงจาก 470,263 บาทต่อเดือน เหลือ 85,123 บาทต่อเดือน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ลดลง
ปริมาณการผลิต (กิโลกรัม)	2,346,613	2,209,904.5	
ของเสียจากการเปิดหัวตัน (กิโลกรัม)	4,702.63	851.23	3,851.40
ของเสียภายในแผนกต้นยาง (กิโลกรัม)	7,985.38	1,605.84	6,379.54
สัดส่วนของเสียจากการเปิดหัวตัน (%)	0.200%	0.039%	81.89%
สัดส่วนของเสียภายในแผนกต้นยาง (%)	0.340%	0.073%	79.89%
มูลค่าความเสียหายจากการเปิดหัวตัน (บาท)	470,263	85,123	385,140
มูลค่าความเสียหายภายในแผนกต้นยาง (บาท)	798,538	160,584	637,954

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในแผนกต้นยาง พบว่าการเปิดหัวตันเป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดของเสียมากที่สุด โดยของเสียจะมีลักษณะเป็นก้อนแข็งที่เนื้อยาง เรียกว่า ยางตาย จากการวิเคราะห์สาเหตุ สรุปว่ามีสาเหตุจากการสะสมความร้อนในเนื้อยาง จึงได้เสนอแนวทางแก้ไขโดยการใช้หลักการระบายความร้อน และได้จัดทำเป็นมาตรฐานการทำงานเพื่อให้พนักงานปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องวิธี ผลการวิจัยพบว่าข้อมูลที่ได้นำมาใช้ก่อนการปรับปรุงในช่วงระหว่างการผลิตเดือนมกราคม - เมษายน 2566 จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทำงานในขั้นตอนการเปิดหัวตัน จากเดิม 0.2% เฉลี่ย 4,702.63 กิโลกรัมต่อเดือน ของจำนวนการผลิต เฉลี่ย 2,346,613 กิโลกรัมต่อเดือน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้หลังจากการปรับปรุงในช่วงระหว่างการผลิตเดือนธันวาคม 2566 – มกราคม 2567 จำนวนของเสียลดลงเหลือ 0.039% เฉลี่ย 851.23 กิโลกรัมต่อเดือน ของจำนวนการผลิต เฉลี่ย 2,209,904 กิโลกรัมต่อเดือน ทำให้เห็นว่าการปรับปรุงในครั้งนี้มีผลทำให้ของเสียจากการเปิดหัวตันที่เกิดขึ้นในแผนกต้นยาง ลดลงถึง 81.89% และเมื่อเปรียบเทียบมูลค่าความเสียหายโดยเฉลี่ยก่อนและหลังการปรับปรุง ลดลงจาก 470,263 บาทต่อเดือน เหลือ 85,123 บาทต่อเดือน จากการดำเนินงานลดของเสียในขั้นตอนการเปิดหัวตันทำให้จำนวนของเสียรวมทั้งหมดในแผนกต้นยางจากเดิม 0.340% ลดลงเหลือ 0.073% ซึ่งผลการศึกษาสาเหตุของการเกิดของเสียสอดคล้องกับงานวิจัยของธรรมา จรกิจ (2561) ที่พบว่า การลดอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการฉีดขึ้นรูปยางทำให้เกิดของเสียลดลง จาก 5-10% เหลือ 2-3% โดยในอนาคต ควรขยายผลการศึกษาไปยังการผลิตยางล้อรถบรรทุกหรือกระบวนการผลิตอื่น ๆ ของบริษัทกรณีศึกษาเพิ่มเติม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

เอกสารอ้างอิง

- จักรี อุดมดี. (2558). การลดของเสียในกระบวนการผลิตแบตเตอรี่รถยนต์. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ธันวา จรกิจ. (2561). การปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงความร้อนสำหรับหล่อเย็นของแม่พิมพ์แบบฉีด. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิชิตพล อยู่พะเนียด. (2561). การประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองในการลดของเสียของกระบวนการอบแห้งยางล้อรถยนต์กรณีศึกษา บริษัท ตัวอย่าง. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ยุทธณรงค์ จงจันทร์. (2557). การลดของเสียในกระบวนการขึ้นสายรถยนต์. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี, 8(15), 49-57.
- ลัดดาวัลย์ บุญฤทธิ์. (2558). การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยางรถยนต์แผนกต้นยาง กรณีศึกษา บริษัทผลิตยางรถยนต์เรเดียล. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศิริภัสสร มีครุฑ. (2559). การลดของเสียในกระบวนการผลิตยางรถยนต์โดยแนวทางซิกซ์ ซิกมา. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อภิชาติ เสมศรี, อนุชา กาเล็ก และ ธนิตศักดิ์ พุฒิพัฒน์โมษิต. (2566). การลดของเสียที่เกิดจากการเชื่อมด้วยหุ่นยนต์ในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนตัวถังรถชุด-ดัก. วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร, 17(1), 167-181.
- Husain, J., Khan, S., Khawar, O., Chandra, A., & Khan, A, A. (2021). Industrial Defects Reduction Using Quality Control Tools. *Ergonomics for Improved Productivity*, 787-792.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2024 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).