

การออกแบบเครื่องพ่นทรายเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตหม้อพักไอเสีย รถจักรยานยนต์

Design of Sandblasting Machine to Reduce Waste in the Production of Motorcycle Exhaust Muffler

วราภรณ์ กลิ่นบุญ^{1*} รัฐธรรมบุญ ยอดแสง² นที สุโขยสงค์² และ จิระพล กลิ่นบุญ¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่ง
มหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

²สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ เลขที่ 85/1 หมู่ 2
ถนนแจ้งวัฒนะ ต.บางตลาด อ.ปากเกร็ด จังหวัด นนทบุรี 11120

Waraporn Klinbun^{1*} Rattatummanoon Yadseang² Nathi Suchaisong² and Jirapol Klinbun¹

¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology
Krunghthep No. 2 Nang Linchi Road, Thung Mahamek, Sathorn, Bangkok 10120

²Department of Automotive Manufacturing Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat
Institute of Management No. 85/1 Moo 2, Chaengwattana Rd., Bang Talat, Pakkred, Nonthaburi, 11120

*Corresponding author Email: waraporn.k@mail.rmutk.ac.th

(Received: October 16, 2024; Revise: December 9, 2024; Accepted: December 12, 2024)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องพ่นทรายสำหรับหม้อพักไอเสียรถจักรยานยนต์ เนื่องจากการศึกษาขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตท่อไอเสียรถจักรยานยนต์ ในโรงงานกรณีศึกษา พบการสูญเสียจาก 1) พนักงานใช้เวลาคลุมหม้อพักด้วยถุงพลาสติกจำนวนร้อยละ 13 ของเวลาทั้งหมดในกระบวนการผลิตหม้อพักไอเสีย 2) ค่าใช้จ่ายของถุงพลาสติกในการคลุมหม้อพักจำนวน 3.29 บาท/ชิ้น และ 3) การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น คณะผู้วิจัยจึงวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วย Why-Why Analysis และเลือกใช้หลักการ ECRS ปรับปรุงการทำงาน โดยทำการออกแบบเครื่องพ่นทรายด้วยโปรแกรม SolidWorks 2021 พร้อมแจกแจงรายการส่วนประกอบของตัวเครื่อง ผลจากการศึกษาวิจัยทำให้ได้แบบของต้นแบบเครื่องพ่นทรายสำหรับหม้อพักไอเสียรถจักรยานยนต์ ที่มีส่วนสำคัญคือระบบการกันทรายและระบบการหมุนแบบเชิงกล โดยเครื่องพ่นทรายนี้สามารถลดจำนวนเวลาลงที่ 70 วินาทีลดจำนวนพนักงาน 2 คน และลดต้นทุน ลงจำนวน 7,890 บาท/เดือน

คำสำคัญ: การออกแบบ เครื่องพ่นทราย ความสูญเสีย หม้อพักไอเสีย หลักการ ECRS

Abstract

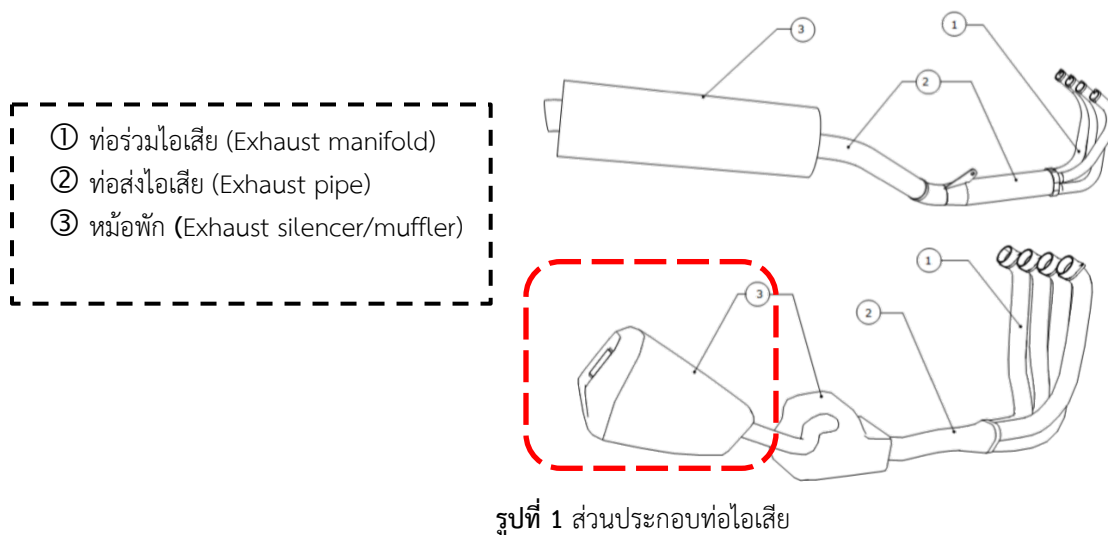
The objective of this research was to design a sandblasting machine for motorcycle exhaust mufflers because of studying the working process in the motorcycle exhaust production process in the factory case study. The waste was found from 1) the employees spent time covering the exhaust muffler for 13 percent of

the total time. 2) The cost of the plastic bags used to cover the exhaust muffler was 3.29 baht per piece, and 3) the unnecessary motion was identified. The researcher analyzed the cause with a Why-Why analysis and improved the production process by using ECRS principle. The researcher then used the SolidWorks program 2021 to design the sandblasting machine and enumerated the components of the machine. From the result of the research, a prototype sandblasting machine for motorcycle exhaust mufflers was obtained that solved the problems. The sandblasting system and the mechanical rotation system were key components of the sandblasting design. This prototype can reduce the amount of time to 70 s, reduce the number of employees to 2 people, and reduce costs by 7,890 baht/month.

Keywords: Design, Sandblasting machine, The wastes, Motorcycle exhaust muffler, ECRS principle

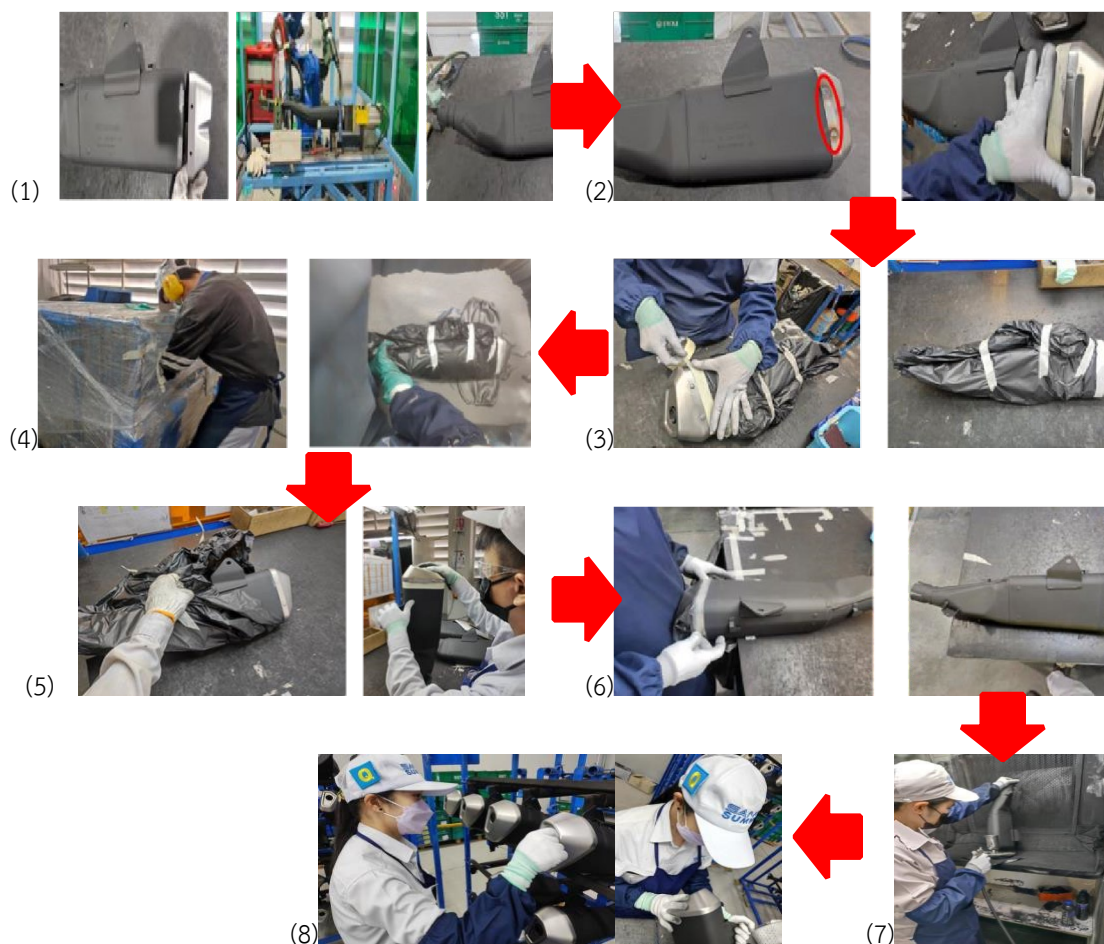
1. บทนำ

ท่อไอเสีย คืออุปกรณ์ที่ใช้ระบายไอเสีย ลดระดับ ความดันเสียง และควบคุมปริมาณสารมลพิษไอเสีย ซึ่งเกิดจากการสันดาปภายในเครื่องยนต์สู่บรรยากาศ อย่างน้อยประกอบด้วย ท่อส่งไอเสีย และ/หรือ ท่อร่วมไอเสีย หม้อพัก [1] ดังรูปที่ 1



ท่อไอเสียถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญของเครื่องยนต์และต้องมีมาตรฐานในการผลิตเป็นไปตามพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งโรงงานกรณีศึกษานี้ก็เป็นรายใหญ่ที่ผลิตท่อไอเสียรถจักรยานยนต์ใช้ภายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ คณะผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการผลิตหม้อพักไอเสีย (บริเวณกรอบสีแดงในรูปที่ 1 จึงรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ พบว่ามีลำดับดังนี้ 1) การเชื่อมติด ตัวหม้อพัก (Muffler) กับฝาปลายท่อไอเสีย (Cap end) ด้วยหุ่นยนต์ 2) การขัดรอยเชื่อมเชื่อม รอยขีดข่วนที่เกิดบนฝาปลายท่อไอเสียและปรับสภาพผิวของชิ้นงาน 3) การคลุมตัวหม้อพัก ป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายจากการพ่นทราย เป็นการปรับสภาพผิวของฝาปลายท่อไอเสียจากการขัด 4) การพ่นทรายไปที่ฝาปลายท่อไอเสีย เพื่อปรับสภาพผิวให้มี ความสม่ำเสมอ 5) การตรวจสอบคุณภาพของฝาปลายท่อไอเสียที่ผ่านการพ่นทราย 6) การคลุมตัวฝาปลายท่อไอเสีย เพื่อป้องกันไม่ให้

เลือกละเอียดจากการพันสีเก็บรอยหม้อพัก 7) การพันสีเก็บรอยหม้อพัก เพื่อกลบรอยต่าง ลอยลอกต่าง ๆ และ 8) การตรวจสอบความเรียบร้อยตัวชิ้นงานท่อไอเสียและฝาปลายท่อ ก่อนนำส่งให้สายการผลิตอื่น ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 กระบวนการผลิตหม้อพักไอเสีย

จากการสำรวจและศึกษาทำให้คณะผู้วิจัยได้เห็นถึง ปัญหาการสูญเสียเปล่าด้านเวลาในการผลิตในขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ไม่จำเป็นหรือไม่ช่วยเพิ่มคุณภาพของชิ้นงาน ได้แก่ ขั้นตอนการคลุมตัวชิ้นงาน เป็นกระบวนการที่ต้องทำเพื่อป้องกันตัวชิ้นงานด้วยถุงพลาสติก ก่อนจะนำไปทำการพันทรายเพื่อกลบรอยที่เกิดจากกระบวนการเชื่อมจุดยึด ระหว่างฝาครอบปลายท่อกับหม้อพัก ซึ่งใช้เวลามากกว่าเมื่อมีการหมุนเวียนพนักงานจากสายการผลิตอื่น และยังมีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้ออุปกรณ์คลุมชิ้นงานเป็นจำนวนมาก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของความสูญเสีย ด้วย Why-Why Analysis และได้นำหลักการ ECRS มาใช้ปรับปรุงแก้ไข โดยคณะผู้วิจัยได้เลือกใช้หลักการ E (Eliminate) กำจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นในกระบวนการและใช้ S (Simplify) วิเคราะห์ปรับปรุง หรือสร้างอุปกรณ์ช่วยในการทำงานให้ง่ายขึ้น คือการออกแบบเครื่องพันทรายสำหรับกระบวนการผลิตหม้อพักไอเสีย โดยมีส่วนสำคัญคือการป้องกันหม้อพักไอเสียขณะทำการพันทราย สามารถตัดขั้นตอนการปฏิบัติงานที่สูญเสียเวลาเปล่าลดเวลาในกระบวนการผลิตและลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัสดุสิ้นเปลืองได้เป็นจำนวนมาก

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎี แนวคิดและข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่สามารถนำมาใช้ในการดำเนินงาน โดยสรุปออกมาเป็นหัวข้อต่างดังนี้

2.1 หลักการ Eliminate Combine Rearrange Simplify (ECRS)

ECRS คือ แนวคิดในการลดความสูญเปล่า (Waste) ในการกระบวนการผลิต (Processing) ซึ่งเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นโดยไม่ มีผลตอบแทนหรือสร้างประโยชน์ใด ๆ เพิ่มเติมให้กับองค์กรและในบางกรณีอาจทำให้การผลิตงานช้าลงจากที่ควรจะเป็นส่งผลให้มี ต้นทุนที่เพิ่มสูงขึ้น โดยชื่อของทฤษฎี ECRS ย่อมาจาก Eliminate (การกำจัด) Combine (การรวม) Rearrange (การจัดเรียงใหม่) และ Simplify (การทำให้ง่ายขึ้น) [2] ที่ผ่านมามีงานวิจัยมากมาย [3-10] ที่ได้นำหลักการนี้มาใช้ในการแก้ไขปัญหาความสูญเปล่า และปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น เช่น ชลธิชา เอมเสม และคณะ [3] ทำการศึกษาการลดความสูญเปล่าของกระบวนการผลิต มะพร้าวขาวของโรงงานธานีจังหวัดสมุทรสงคราม ด้วยหลักการ ECRS หลังการปรับปรุงกระบวนการเวลาผลิตเฉลี่ยเหลือ 98,803.15 วินาทีลดลง 18.65 วินาที มงคล กิตติญาณขจร และคณะ [8] นำเทคนิคการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single Minute Exchange of Die: SMED) และการกำจัด การรวมกัน การจัดเรียงใหม่และการทำให้ง่ายขึ้น (Eliminate, Combine, Rearrange and Simplify: ECRS) มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อลด เวลาจากความสูญเปล่าในกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์หัวเชื้อเครื่องดื่มชนิดผง สามารถทำให้เวลาสูญเปล่าในขั้นตอนการเปลี่ยน ม้วนกระดาษ อลูมิเนียมฟอยล์ลดลง 565 วินาทีต่อครั้ง หรือคิดเป็นร้อยละ 67 จากเวลาเดิมก่อนการปรับปรุงโดยสามารถเพิ่ม กำลังการผลิตได้ 16,143 ซองต่อวัน เป็นต้น

2.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชิ้นส่วนท่อไอเสียรถจักรยานยนต์

มาตรฐาน [1] นี้ครอบคลุมชิ้นส่วนท่อไอเสียได้แก่ ท่อส่งไอเสีย ท่อร่วมไอเสีย และหม้อพักโดยท่อส่งไอเสีย (Exhaust pipe) กรณีไม่มีท่อร่วมไอเสีย หมายถึงท่อลำเลียง ซึ่งต่อโดยตรงจากเครื่องยนต์สันดาปภายใน ท่อร่วมไอเสีย (Exhaust manifold) หมายถึงท่อที่รวบรวมไอเสียและต่อโดยตรงจากเครื่องยนต์ และหม้อพัก (Muffler or Silencer) หมายถึงอุปกรณ์ที่สามารถลดระดับความดันเสียงของไอเสียให้น้อยลง ซึ่งคุณลักษณะหลักที่ต้องการ ได้แก่ (1) ความเรียบร้อยของชิ้นส่วนท่อไอเสีย ต้องเรียบร้อย ไม่มีสนิม ไม่ โกงงอจนเสียรูป และไม่มีข้อบกพร่องอื่น ๆ (2) ระดับความ ดันเสียงต้องไม่เกิน 95 dB และ (3) การรั่ว ของชิ้นส่วนไอเสีย เมื่ออัดอากาศที่ความดัน 30 kPa ต้องมีการรั่วของอากาศไม่ เกิน $900 \text{ cm}^3/\text{s}$

2.3 เครื่องพ่นทราย

เครื่องพ่นทราย [11-13] เป็นเครื่องที่ทำหน้าที่ทำความสะอาดผิววัสดุโดยพ่นทรายด้วยอากาศความเร็วสูงกระทบผิว วัสดุที่ต้องการทำความสะอาดโดยตรง ซึ่งการทำงานของเครื่องพ่นทรายใช้หลักการเดียวกันกับเครื่องพ่นสี คือใช้อากาศความดันสูง พ่นผ่านห้องลมแบบหัวฉีด โดยท่อชุดสามารถดูดทรายได้อย่างต่อเนื่อง เช่น P. Jantippeng และคณะ [11] ศึกษาหาคุณภาพ เครื่องพ่นทรายไร้ฝุ่นในการหาประสิทธิภาพเครื่องพ่นทรายไร้ฝุ่นโดยประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน สามารถสรุปได้ว่าการใช้ เครื่องพ่นทราย สามารถลดระยะเวลาและมีความเที่ยงตรงแม่นยำหากทำการสับหรือทดลองซ้ำ ๆ เทียบกับการขัดด้วยแรงงานคน ทำให้เกิดความเมื่อยล้าและการขัดสีที่ไม่สม่ำเสมอ รวมไปถึงระยะเวลาในการขัดจะใช้เวลามากกว่าเครื่องพ่นทราย นอกจากนี้ งานวิจัยต่าง ๆ [14 – 16] ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลต่าง ๆ ที่มีผลต่อการยึดเกาะของทรายต่อพื้นผิว เช่น V. Meana และคณะ [14] แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการใช้ทรงกลมที่มีความแม่นยำต้นทุนต่ำ (Low-cost precision stainless steel) เป็น สิ่งประดิษฐ์อ้างอิงในขั้นตอนการสอบเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์มาตรฐานแบบไม่สัมผัส T. Yabutsuka และคณะ [15] มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ไฮดรอกซิดอะไซด์ (HA) ขึ้นรูปกับเหล็กกล้าไร้สนิมชีวภาพ (SUS316L) ผลจากการศึกษา

ชี้ให้เห็นว่าสภาพการปนเปื้อนเป็นปัจจัยสำคัญในการปรับปรุงผลการประสานที่เกี่ยวกับการเพิ่มขึ้นของความขรุขระของพื้นผิวและพื้นที่ผิว

3. ผลการวิจัย

3.1 การรวบรวมข้อมูลการผลิต

จากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตปลายท่อไอเสีย พบว่ามีพนักงานจำนวน 10 คน ใช้เวลารวม 512 วินาทีและ มีค่าใช้จ่ายวัสดุสิ้นเปลืองจำนวน 3.29 บาทต่อชิ้น ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายการและราคาที่ใช้ในขั้นตอนการคลุมหม้อพัก

รายการ	ราคา/จำนวน	ราคาเฉลี่ยที่ใช้ต่อ งาน 1 ชิ้น
1.ถุงขยะดำแบบ หนา 24*28 นิ้ว / 25 ใบ	39 บาท/แพ็ค	1.56 บาท
2.กระดาษกาวย่น ยูนิเทป 1"x 25 หลา	19 บาท/ม้วน	1.73 บาท
รวมทั้งหมด		3.29 บาท

3.2 วิเคราะห์ความสูญเสียเปล่าพร้อมแนวทางแก้ไข

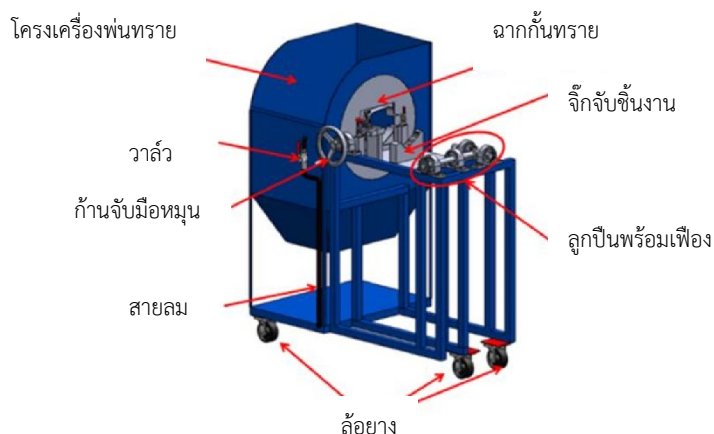
คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสูญเสียเปล่า 7 ประการ ดังแสดงในตารางที่ 2 จากนั้นจึงใช้เทคนิค Why-Why Analysis วิเคราะห์หาสาเหตุแท้จริงของปัญหาโดยการตั้งคำถามว่า "ทำไม" ซ้ำ ๆ กันอย่างน้อย 5 ครั้ง เพื่อขุดลึกลงไปถึงรากเหง้าของปัญหาที่ซ่อนอยู่ จากการวิเคราะห์พบว่า การคลุมตัวชิ้นงานใช้ เวลานาน พนักงานมีการปฏิบัติงานที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน อีกทั้งยังมีการเคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็นในระหว่างการขนส่งตัว ชิ้นงานภายในพื้นที่ปฏิบัติงาน คณะผู้วิจัยจึงทำการแก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการ ทฤษฎีการลดความสูญเสียเปล่าด้วย หลักการ ECRS โดยเลือกใช้ E = (Eliminate) : การตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นในกระบวนการออกไป และ เลือกใช้ S = (Simplify) : ปรับปรุงวิธีการทำงานหรือสร้างอุปกรณ์ช่วยให้ ทำงานง่ายขึ้น โดยคณะผู้วิจัยได้เสนอแบบ Sandblasting machine เพื่อเป็นตัวช่วยในการปฏิบัติงานในขั้นตอนการ พ่นทราย สามารถปฏิบัติงานได้ง่ายมากขึ้น และยัง สามารถกำจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นอย่างการคลุมตัวชิ้นงานก่อนเข้าขั้นตอนการพ่นทรายออกไปได้

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความสูญเสียเปล่า 7 ประการ

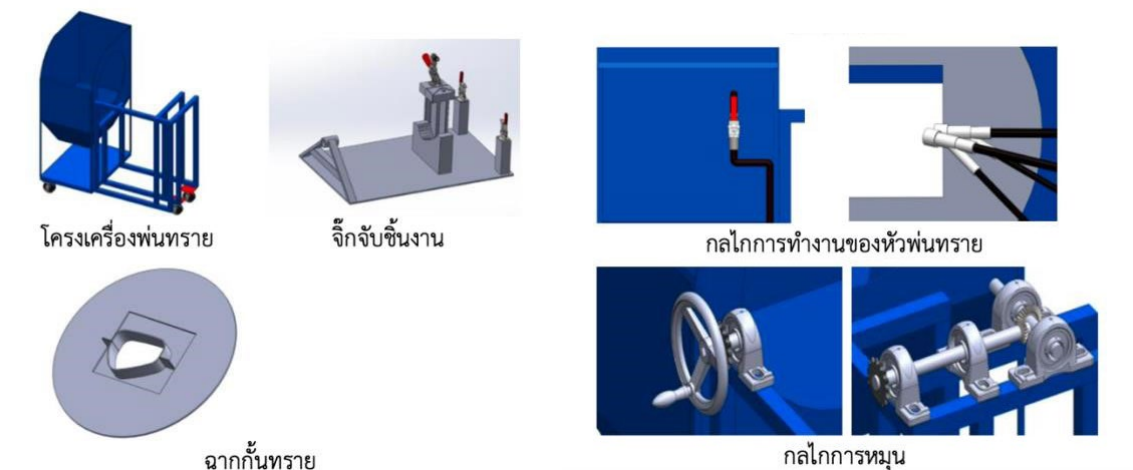
ความสูญเสียเปล่า 7	อยู่ที่ไหน	อย่างไร
1. overproduction	-	-
2. Inventory	-	-
3. Transportation	ขั้นตอนการคลุม หม้อพัก	จุดที่นำชิ้นงานไป ไปส่งขั้นตอน
4. Motion	ขั้นตอนการคลุม หม้อพัก	ต่อไป มีระยะทาง ที่มากเกินไป
5. Processing	ขั้นตอนการพ่น ทราย	ขั้นตอนการคลุม
6. Delay	ขั้นตอนการคลุม หม้อพัก	หม้อพักเป็น
7. Defect	-	ขั้นตอนที่ไม่ช่วย

3.3 การออกแบบเครื่องพ่นทรายหม้อพักไอเสีย

คณะผู้วิจัยทำการออกแบบเครื่องพ่นทรายนี้ด้วยโปรแกรม SolidWorks 2021 เนื่องจากโปรแกรมมีฟังก์ชันการทำงานที่ครอบคลุมและใช้งานง่าย ทำให้สามารถสร้างแบบจำลอง 3 มิติที่แม่นยำและซับซ้อนได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งการทดสอบในรูปแบบจำลองช่วยลดต้นทุนในการสร้างต้นแบบ ในการออกแบบนี้มีเงื่อนไขที่ต้องสามารถ Set up ตัวชิ้นงาน (Muffler) ได้อย่างมั่นคง และจะต้องสามารถพ่นทรายได้ทั่วชิ้นงาน Cap tail (Cover ปลายท่อ) เพราะหากตัวชิ้นงานหลุดออกจากตัว Machine จะทำให้เกิดรอยหรือทำให้เกิดงานเสียได้ดังแสดงในรูปที่ 3 และรูปที่ 4 จากนั้นทำการแยกส่วนประกอบของเครื่องพ่นทราย เพื่อทำการสร้างและประมาณค่าใช้จ่าย ดังแสดงรายละเอียดใน ตารางที่ 3



รูปที่ 3 เครื่องพ่นทรายที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SolidWorks 2021



รูปที่ 4 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องพ่นทราย

ตารางที่ 3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องพ่นทราย

รายการวัสดุที่ใช้	จำนวน	ราคาต่อหน่วย
1. เหล็กกล่อง 600 cm.หนา 1.5”	1 เส้น	265 บาท
2. เหล็กแผ่น 160x240 หนา 1.5”	2 แผ่น	1,300 บาท
3. ก้านหมุนชนิดก้านมือจับ	1 อัน	186 บาท
4. ลูกปืนตุ๊กตา	5 ตัว	79 บาท
5. เหล็กตันกลม	1 เส้น	365 บาท
6. ฟันเฟืองดอกจอก	2 อัน	257บาท
7. ฟันเฟืองจักรยานพร้อมโซ่	1 ชุด	324 บาท
8. ล้อยางแบบแบนหมุนได้ ไม่มี เบรกขนาด 3 นิ้ว	2 ล้อ	95 บาท
9. ล้อยางแบบแบนหมุนได้ มี เบรก ขนาด 3 นิ้ว	2 ล้อ	118 บาท
10. วาล์ว 1/4”	1 อัน	315 บาท
11. ลูกล่อรองฉากขนาด 2 นิ้ว	4 ล้อ	265 บาท
รวมทั้งสิ้น		5,417 บาท

4. ผลการทดลอง

การสร้างเครื่องพ่นทรายนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในหลายอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอุตสาหกรรมยานยนต์ เนื่องจากเครื่องมือชนิดนี้มีประโยชน์ในการเตรียมพื้นผิวของวัสดุต่าง ๆ ก่อนการเคลือบผิวหรือการใช้งานอื่น ๆ โดยช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตดังนี้

4.1 จำนวนพนักงานและเวลาการปฏิบัติของแต่ละขั้นตอน

การพ่นทรายเป็นกระบวนการที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ทำให้ลดเวลาในการเตรียมพื้นผิวและเพิ่มผลผลิต จากข้อมูลในตารางที่ 4 ที่ใช้ผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้น ระหว่างก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง ก่อนทำการปรับปรุงใช้เวลา 512 วินาทีหรือ 8.53 นาทีหลังจากทำการปรับปรุงใช้เวลา 442 วินาทีหรือ 7.36 นาทีสามารถลดเวลาได้ 1.17 นาที คิดเป็นร้อยละ 16 ของระยะเวลาการปฏิบัติงานที่ลดลง

ตารางที่ 4 จำนวนพนักงานและเวลาปฏิบัติงานของแต่ละขั้นตอน

ลำดับ	ขั้นตอน	พนักงาน (คน)		เวลา (วินาที)	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	การเชื่อมติด	1	1	66	66
2	การขัดเก็บงาน	1	1	36	36
3	การคลุมท่อไอเสีย	2	0	70	0
4	การพ่นทราย	3	3	180	180
5	การตรวจสอบหลังพ่นทราย	1	1	35	35
6	การคลุมฝาครอบปลายท่อ	1	1	22	22
7	การพ่นเก็บสี			53	53
8	การตรวจสอบคุณภาพ	1	1	50	50
รวมทั้งหมด		10	8	512	442

4.2 ค่าประสิทธิผล

การใช้เครื่องพ่นทรายสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ในระยะยาว เนื่องจากช่วยลดการใช้แรงงานและวัสดุสิ้นเปลือง จากการบันทึกเวลาในการผลิตชิ้นงานจำนวน 100 ชิ้นงาน จากการปรับปรุงตัวเครื่อง ทำให้สามารถตัดกระบวนการก่อนหน้าออกไปได้ทำให้เวลาในการผลิตชิ้นงาน ต่อ 1 ชิ้นงานลดลงจากเดิม ใช้เวลา 8.53 นาทีผลิตงานได้ต่อวันจะอยู่ที่ 50 ชิ้นงาน หลังจากทำการปรับปรุง เวลาเฉลี่ยที่ใช้ต่อชิ้นงานอยู่ที่ 7.36 นาทีสามารถเพิ่มผลผลิตชิ้นงานได้ 7 ชิ้นงาน จากเดิมผลผลิต 1 วันจะได้ชิ้นงานทั้งหมด 100 ชิ้นงาน ซึ่งมีเป้าอยู่ที่ 110 ชิ้นงาน หลังจากการปรับปรุงทำให้เพิ่มผลผลิตเป็น 107 ชิ้นงานต่อวัน และสามารถดูวิธีการคำนวณประสิทธิผล (Effectiveness) ได้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่าประสิทธิผล

	การคำนวณ	เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผล
ก่อน	$100 \times (100/110)$	90.9%
หลัง	$107 \times (100/110)$	97.2%
	เปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น	6.3%

5. สรุปและอภิปรายผล

จากการออกแบบเครื่องพ่นทรายสำหรับการหม้อพักไอเสียรถจักรยานยนต์ที่ช่วยลดขั้นตอนในกระบวนการประกอบตัวท่อไอเสีย ช่วยลดค่าใช้จ่าย และทางโรงงานสามารถนำแบบไปสร้างเครื่องพ่นทรายให้ใช้งานได้ในพื้นที่ปฏิบัติงานจริง จากผลการดำเนินงานเดิมใช้เวลาในการผลิต ทั้งหมดที่ 512 วินาทีพนักงาน 10 คน หลังจากที่ทำกรออกแบบเครื่องพ่นทรายพบว่า สามารถตัดกระบวนการคลุมหม้อพักไอเสียซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่จำเป็นออกไปได้ใช้เวลาในการผลิตทั้งหมดที่ 442 วินาที พนักงาน 8 คน ซึ่ง สามารถลดเวลาลงที่ 70 วินาทีลดจำนวนพนักงาน 2 คน และสามารถลดต้นทุนจากขั้นตอนการคลุมหม้อพักไอเสีย จำนวน 3.29 บาท/ชิ้น คิดเป็นลดต้นทุนรวมต่อ 1 วัน (ประมาณ 100 ชิ้น) ประมาณ 329 บาท/วัน และลดต้นทุนรวมต่อ 1 เดือน (ประมาณ 24 วัน) ประมาณ 7,890 บาท/ เดือน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเครื่องพ่นทรายเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของกระบวนการผลิตในหลายอุตสาหกรรม การลงทุนในการสร้างเครื่องพ่นทรายจึงเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าและสามารถสร้างผลตอบแทนในระยะยาวได้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนข้อมูลจากสาขาวิศวกรรมการผลิตยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ (แจ้งวัฒนะ)

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Thai Industrial Standards Institute., Industrial product standards for exhaust pipe parts for motorcycles, TIS 3226-25xx. https://www.tisi.go.th/data/standard/pdf/2_a3226_25XX.pdf (accessed 9/4, 2024) (in Thai)

- [2] P. Burawat, “Productivity improvement of carton manufacturing industry by implementation of lean six sigma, ECRS, work study, and 5S: A case study of ABC co., ltd.,” *Journal of Environmental Treatment Techniques*. vol. 7, no. 4, pp. 785–793, 2019.
- [3] C. Aimsean, P. Kaewsomnueng, and R. Niyomrat, “Waste reduction of the white coconut production process of Thani factory, Samut Songkhram Province by ECRS principles,” in *Proceeding National & International Conference 2022*, vol. 2, vol. 15, p. 51, 2022. (in Thai)
- [4] C. Mongkhoncha, C. Rabobi, and P. Vanakul, “Waste reduction in cosmetic inventory management by using ECRS principles,” *UMT Poly Journal*, vol. 18, no. 2, pp. 39–47, 2021.
- [5] S. Niwiwattanasak, and P. Ruangchoengchum, “Waste reduction in finished goods flow process using ABC inventory classification with ECRS: A case study of the building materials store business,” *Journal of Humanities and Social Sciences Nakhon Phanom University*, vol. 11, no. 3, pp. 100–114, 2021.
- [6] N. Kanoksirirujisaya, S. Srininpan, and S. Ratchabut, “Reducing waste reduction in parts manufacturing processes hard disk drives (HDDs) by ECRS techniques,” *Journal of Industrial Technology and Innovation*, vol. 1, no. 1, p. 246564, 2022.
- [7] C. Pakdeewanich, and S. Veeradech, “Increasing the operation rate of punching machine by using ECRS,” *PBRU Science Journal*, vol. 18, no. 2, pp. 86–97, 2021.
- [8] M. Kittayankajon, M. Wongharjuk, and M. Susomboon, “Application of single minute exchange of die and ECRS techniques to reduce machine set up time: a case study of powdered drink mix process.” *Engineering journal Chiang Mai University*, vol. 1, no. 27, pp. 1–11, 2019.
- [9] P. Songpatkaew, and S. Amornsawatwatta, “Work process optimization lan tay palm khai hwan in principle ECRS,” in *proceeding of the 15th RSU National Graduate Research Conference 2020*, vol. 15, pp. 1298–1307, 2020.
- [10] W. Sirirak, N. Jaikhom, A. Pinchaimoon, T. Klongdee, and S. Sirisean, “ECRS Technique Using for Honey Filling Process Improvement,” *Journal of Manufacturing & Management Technology*, vol. 1, no. 2, pp. 11–20, 2022.
- [11] P. Jantippeng, R. Pakhontod, and I. Chaimongkhon, “Dust-free sandblasting machine,” in *Proceeding of T-VET 2nd student E-Conference*, vol. 10, no. 1, 2020. (in Thai)
- [12] C. Chinnehunha, P. Udomwannapa and W. Samakkit, “Sand blast machine,” 2013.
- [13] J. Tongdechasmart, C. Kunlawong, and K. Wannasri, “Suitable parameters of workpiece cleaning by automatic small sandblasting machine,” *Journal of Vongchavalitkul university*, vol. 34, no. 2, pp. 87–97, 2021.
- [14] V. Meana, E. Cuesta, and B. J. Álvarez, “Testing the sandblasting process in the manufacturing of reference spheres for non-contact metrology applications,” *Materials*, vol. 14, no. 18, pp. 5187, 2021.

- [15] T. Yabutsuka, R. Karashima, S. Takai, and T. Yao, “Effect of doubled sandblasting process and basic simulated body fluid treatment on fabrication of bioactive stainless steels,” *Materials*, vol. 11, no. 8, pp. 1334, 2018.
- [16] A. Rudawska, I. Danczak, M. Müller, and P. Valasek, “The effect of sandblasting on surface properties for adhesion,” *Int J Adhes Adhes*, vol. 70, pp. 176–190, 2016.