รหัสบทความ SEITS 88

การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนหลักของเครื่องป้อนโลหะแผ่นอัตโนมัติ ด้วยเทคนิคการใช้ แผนภูมิเหตุและผล

Waste reduction in the production process of the main parts of Straightener Feeder. With the technique of using 4M

นฤพนธ์ นิรันดร[1*], อาทร แสงรัตน์[1], เกียรติพงศ์ ทองอนันท์[1]
ชานนท์ มูลวรรณ[1], สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ[2], สิทธิชัย ทองมา[3]

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ; ie.engineer@kbu.ac.th
[2] สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหการเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[3] บริษัท ครีเอทแมคคาโทรนิคส์ จำกัด www.createmechatronics.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการลดของเสียในกระบวนการผลิตเครื่องป้อนโลหะแผ่นอัตโนมัติ สำหรับชิ้นส่วนหลักที่มีการออกแบบและพัฒนาใหม่เชิงนวัตกรรม โดยใช้แผนภูมิเหตุและผล เพื่อหาสาเหตุการเกิดของเสีย และปรับปรุงการเลือกวัตถุดิบ การบำรุงรักษาเครื่องจักรวิธีการทำงานและมาตรฐานการผลิต หลังปรับปรุงปรากฏว่าของเสียที่เกิดจากการผลิต ลดลงจาก 29,159 บาทเป็น 2,000 บาท จากผลของการดำเนินงานนี้สามารถนำไปพื้นฐานการผลิตเครื่องจักรกลในลักษณะเดียวกันต่อไป

คำสำคัญ : เครื่องป้อนโลหะแผ่นอัตโนมัติ การลดของเสีย เวลามาตรฐาน ประสิทธิภาพ นวัตกรรม

Abstract

This paper presents the reduction of waste in the automatic sheet metal feeder manufacturing process. For the main parts with innovative design and development. using cause and effect charts to find the cause of the waste and improve the selection of raw materials, machine maintenance, working methods and work production standards. After the improvement, it appears that the production waste decreased from 29,159 baht to 2,000 baht of the forming department. As a result of this remedial action, it can be applied to reduce waste in the production process, main parts, other models to be more efficient.

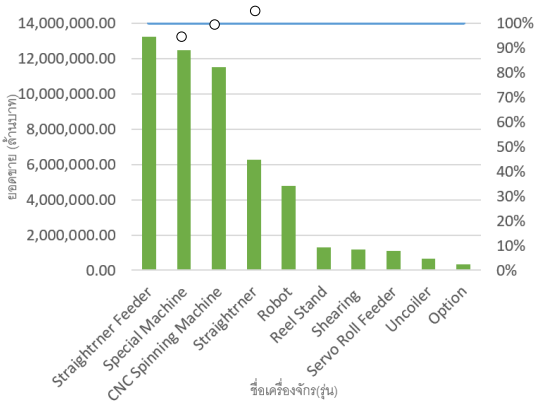
Keywords: Straightener Feeder, waste reduction, standard time, efficiency, innovation

1. บทนำ (Introduction)

การผลิตชิ้นส่วนเครื่องป้อนโลหะแผนอัตโนมัติมีความสำคัญมาก เนื่องจากมีการสั่งซื้ออย่างต่อเนื่องมาตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาโดยเครื่องป้อนโลหะแผ่นอัตโนมัตินี้เป็นนวัฒกรรมที่ต้องพัฒนาและถูกสร้างขึ้นโดยบริษัทครีเอทแมคคาโทรนิคส์ ดังนั้นกระบวนการผลิตมีความจำเป็นที่ต้องพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพ ด้านการผลิตที่สำคัญซึ่งเป็นชิ้นส่วนหลักเช่นชุดลูกรีด และชุด Gear box ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องป้อนโลหะแผ่นอัตโนมัติ

ในปัจจุบันบริษัทครีเอทแมคคาโทรนิคส์มีชิ้นส่วนมาตรฐานของเครื่อง เครื่องป้อนโลหะแผนอัตโนมัติที่ประสบปัญหาการผลิตงาน ที่ไม่ได้คุณภาพอันเนื่องมาจากหลายปัจจัยเช่นไม่ทำงานตามขั้นตอนการทำงานของพนักงานการที่ผู้ปฏิบัติงานไม่วัดงานในแต่ละขนาดของแบบให้ครบถ้วนและการทำงานโดยการฝ่าฝืนข้อกำหนดที่บริษัทได้กำหนดเอาไว้อย่างเคร่งครัดจึงทำให้เกิดการผลิตงานที่ไม่ได้คุณภาพออกมาจากการรวบรวมข้อมูลของผู้จัดทำของปีพุทธศักราช 2564 ถึงปัจจุบันจากการผลิตเครื่องจักรของบริษัทครีเอทแมคคาโทรนิคส์พบว่ามียอดสั่งผลิตสินค้าที่เป็นประเภทเครื่องจักรทั้งหมด 54 เครื่องรวมเป็นเงิน 52,863,108 บาท ดังภาพที่ 2

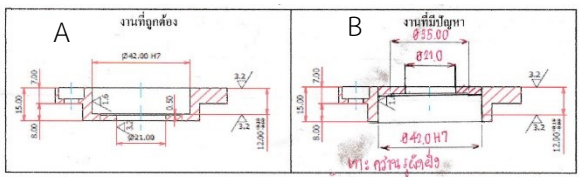


ภาพที่ 2 แผนภาพพาเรโตแสดงยอดขายเครื่องจักร

ประเภทกลุ่มเครื่องจักรที่มีการสั่งผลิตมากเป็นอันดับหนึ่งคือเครื่องที่รับน้ำหนักงานได้มากสุด 5000 Kg. ความหนาของโลหะแผ่นที่ป้อนเข้าเครื่องได้ 0.6 – 6.0 มิลลิเมตร จากการศึกษาความเสียหายที่เกิดขึ้นของปี 2564 จากตารางที่1 สายการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรทั้งหมด 8 สถานีงาน โดยผลิตภัณฑ์มีด้วยกันหลากหลายประเภท อย่างไรก็ตาม จากการดำเนินงานในส่วนของแผนกกัดและกลึงขึ้นรูปในปัจจุบันพบว่ามีของเสียเกิดขึ้นจำนวนมาก ผลผลิตไม่เป็นไปตามแบบสั่งผลิตโดยมีค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้น 58,275 บาท คิดเป็น 65.24 % ของงานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดทั้งหมดจึงทำให้ต้นทุนสูงในการผลิตสูงขึ้น 89,320 บาท

ตารางที่ 1 ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตงานเสียปี 2564

Row Labels	Sum of ค่า Mat's	Sum of ค่า Machine	Sum of ค่าเครื่องมือ	Sum of ค่าขนส่ง	Sum of ค่าอื่นๆ	รวม
ASSEMBLY	163.00	13,820.00	-	-	-	13,983.00
DESIGN	1,002.00	6,660.00	-	-	-	7,662.00
LATHE	7,954.00	21,127.00	-	-	78.00	29,159.00
MILLING	4,378.00	23,790.00	940.00	-	8.00	29,116.00
PLANNING	45.00	225.00	-	-	-	270.00
QC	-	-	-	-	-	-
Vender	-	-	-	-	-	-
WD&PA	4,595.00	4,215.00	-	-	320.00	9,130.00
(blank)	-	-	-	-	-	-
Grand Total	**18,137.00**	**69,837.00**	**940.00**	**-**	**406.00**	89,320.00



ภาพที่ 3 A แบบงานที่ถูกต้อง ภาพ B แบบงานที่มีปัญหา

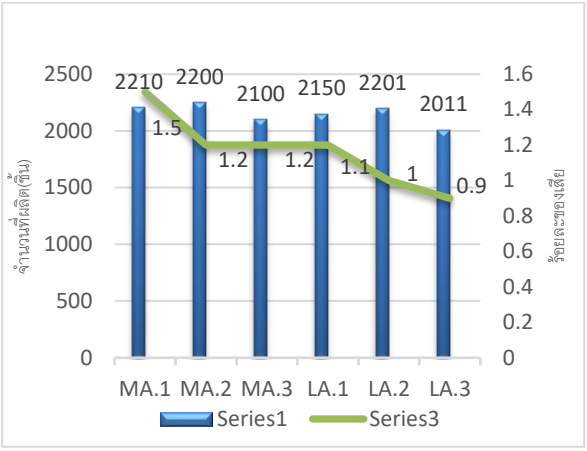
จากภาพที่ 3 จะเห็นว่าภาพ A คือแบบที่ถูกต้องมีการทำภาพตัดของแบบที่ชัดเจนเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถดูแบบได้เข้าใจง่าย และภาพ B คือลายละเอียดงานที่ผู้ปฏิบัติงานทำงานออกมาซึ่งชิ้นงานไม่ตรงตามที่แบบกำหนดไว้ ไม่สามารถแก้ไขงานได้ เลขที่แบบ SFL-000-22-0094 ชื่อชิ้นงาน Housing Bearing จำนวนในการสั่งผลิต 12 ชิ้น ไม่ตรงตามแบบ 12 ชิ้น มูลค่ารวม 3,048 บาท คิดเป็นค่าวัตถุดิบ 528 บาท ค่า เครื่องจักร 2520 บาท

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการลดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ชิ้นส่วนมาตรฐานของเครื่องป้อนโลหะแผนอัตโนมัติ ตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงเก็บเข้าคลังสินค้า เป้าหมายของโครงการนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิต และปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิตของบริษัทครีเอทแมคคาโทรนิคส์ จำกัด

2. วิธีการวิจัย (Methodology)

การดำเนินโครงเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนที่สำคัญ ได้ทำการประยุกต์ใช้ DMAIC ในการแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นร่วมกับการใช้เครื่องมือคุณภาพอื่นๆ ซึ่งมีวิธีการดำเนินการดังนี้

2.1 การกำหนดปัญหา (Define Phase)

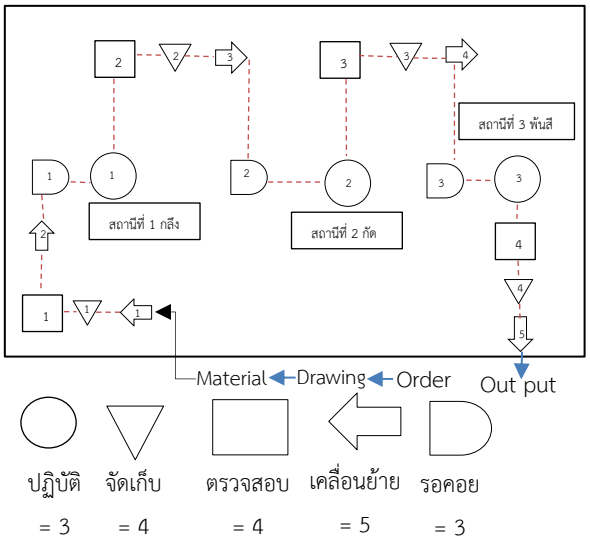


ภาพที่ 4 จำนวนการผลิตปี พ.ศ. 2564 ของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

จากภาพที่ 4 เครื่อง MA. 1 คือเครื่องกัดลำดับที่ 1 มีอัตราการผลิตที่สูงกว่าเครื่องอื่นๆ และมีอัตราของเสียที่สูงกว่าเครื่องอื่นเช่นกัน ซึ่งในส่วนของเครื่อง MA. 2, MA. 3 และ LA. 1 คือเครื่องกลึงลำดับที่ 1 มีอัตราการผลิตและอัตราของเสียที่ใกล้เคียงกัน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดปัญหา พบว่า ปริมาณของเสียและเวลาที่เสียไปในการแก้ไขชิ้นงานเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ชิ้นส่วนที่สำคัญ ซึ่งเกิดจากกระบวนการกลึงงานผิดไปจากแบบสั่งผลิต ซึ่งกลุ่มผู้วิจัยจะมุ่งเน้นไปที่เครื่อง เครื่อง MA. 1 ที่มีอัตราการผลิตและอัตราของเสียสูงที่สุด เพื่อการศึกษาวิจัย

2.2 การวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา (Measure Phase)



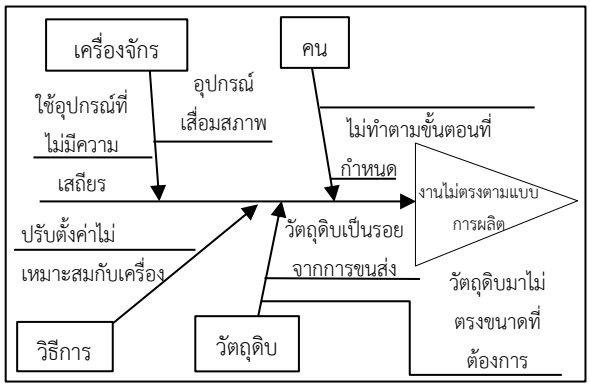
ภาพที่ 5 Flow diagram กระบวนการผลิต Housing Bearing

จากภาพที่ 5 แสดงกระบวนการผลิต Housing Bearing มีทั้งหมด 3 สถานีงาน คือ สถานีงานที่ 1 งานกลึง สถานีงานที่2 งานกัดสถานีงานที่ 3 พ้นสี ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการกลึง โดยการใช้เครื่องกลึงซีเอ็นซี มีลักษณะของเสียประเภทเดียวเท่านั้น

ภาพที่ 6 ชิ้นงานที่กลึงผิดจากแบบคว้านรู้ผิดด้าน

จากภาพที่ 6 แสดงชิ้นงานที่กลึงผิดไปจากแบบคว้านรู้ผิดด้านในสถานีงานที่ 1 งานกลึง

2.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)



ภาพที่ 7 แผนภาพแสดงสาเหตุและผลของปัญหาผลิตงานไม่ตรงตามแบบสั่งผลิต

จากภาพที่ 7 แผนภูมิก้างปลาแสดงการหาสาเหตุของการเกิด Housing Bearing ที่กลึงผิดทั้งหมด 4 สาเหตุหลัก ในส่วนของสาเหตุหลักทำให้เกิดปัญหา Housing Bearing คือ Man ที่ไม่ได้ปฏิบัติงานตาม Flow diagram จึงทำให้เกิดงานเสีย

ตารางที่ 1 ปัญหาและปัจจัยที่เกิดขึ้นจากการผลิตงานไม่ตรงตามแบบสั่งผลิต

ปัญหา	ปัจจัย	ปัญหาที่เกิด	มาตรการในการแก้ไขปัญหา
ผลิตงานไม่ตรงตามแบบสั่งผลิต	คน (MAN)	1.ขาดทักษะความชำนาญการเครื่อง 2.ไม่ทำตามขั้นตอนที่กำหนด	ความรู้พื้นฐานด้านการทำงานจัดอบรมให้ความรู้เพิ่มเติมทุก6เดือน
	เครื่องจักร (MACHINE)	1.อุปกรณ์เสื่อมสภาพ 2.ใช้อุปกรณ์ที่ไม่มีความเสถียร	ระหว่างที่เครื่องทำงานอยู่ควรจะมีการตรวจสอบเครื่องจักรทุกๆ2ชั่วโมงเพื่อตรวจดูค่าที่ตั้งไว้ว่าคลาดเคลื่อน หรือไม่
	วิธีการ (METHODS)	1.ปรับตั้งค่าไม่เหมาะสมกับเครื่อง	บันทึกทุกครั้งและทำคู่มือการปฏิบัติงานให้กับพนักงานทุกคนนอกจากนี้ควรมีการตรวจสอบเครื่องทุกๆ2 ชั่วโมง
	วัตถุดิบ (MATERIAL)	1.วัตถุดิบมาไม่ตรงขนาดที่ต้องการ 2.วัตถุดิบเป็นรอยจากการขนส่ง	ทำความสะอาดและตรวจสอบวัตถุดิบทุกครั้งก่อนนำส่งไปยังขั้นตอนต่อไปควรจัดเก็บวัตถุดิบไว้ที่สะอาด

3. ผลการวิจัย (Results)

หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนมาตรฐานในปี 2564 ถึง ปัจจุบัน ผลปรากฏว่าประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตได้มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีอย่างเห็นได้เห็นข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตนั้นลดลงมากโดยแจกแจงรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุงในส่วนของแผนกกัดและกลึงขึ้นรูปกระบวนการผลิตชิ้นสวนมาตรฐานของเครื่องป้อนโลหะแผนอัตโนมัติ

แผนก	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Assembly	13,983.00	4,409.90
Design	7,662.00	2,935.40
Lathe	29,159.00	2,000
Milling	29,116.00	22,872.00
Planning	270.00	18,543.00
Vender	-	1,219.00
WD & PA	-	4,743.00

Purchase	-	32,439.57
รวม	89,320.00	87,161.57
%	65.24 %	26.24 %

จากตารางที่ 2 แสดงผลค่าก่อนและหลังการปรับปรุงการใช้หลักการ 4M จะเห็นได้ว่ายอดลดลง 39 เปอร์เซ็นต์

4. การอภิปราย (Discussion)

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาในครั้งนี้คือ เพื่อศึกษาหาสาเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหาและการลดจำนวนของเสียของชิ้นงานระหว่างทำ (WIP) ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาต่อเนื่องถึงการที่ทำให้ซึ่งจากการทำการศึกษาวิจัยในแต่ละกิจกรรม ซึ่งจากการนำเครื่องมือ 4M ในการวิเคราะห์ปัญหาหาสาเหตุที่ให้ เกิดจำนวนชิ้นงานระหว่างทำ (WIP) นั้น พบว่าการทำงานในแต่ละขั้นตอนมีการใช้ในทำงานมาก น้อยต่างกัน และบางขั้นตอนใช้เวลาในการทำงานมากกว่าขั้นตอนอื่น ๆ จึงทำให้ที่ทำให้เกิดชิ้นงาน ระหว่างทำสะสม กลายเป็นจุดคอขวด (bottle neck) และไม่สามารถส่งต่อชิ้นงานให้กับขั้นตอน อื่น ๆ ได้ทันเวลา

การวิจัยการลดของเสียในกระบวนการผลิตของแผนกกลึงและกัดขึ้นรูป ของเสียประเภทขจัดทำลายโดยใช้เครื่องมือ กำหนดปัญหาและปัจจัยที่เกิดขึ้นผลิตงานไม่ตรงตามแบบสั่งผลิต เป็นการศึกษาเพื่อเป็นการลดของเสียที่เกิดจาก กระบวนการผลิต ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและทำการระดม ความคิดกับฝ่ายที่เกี่ยวข้องในการสรุปหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยเมื่อดำเนินการแก้ไข ปัญหาแล้ว ได้นำผลการแก้ไขปัญหามาเปรียบเทียบกันระหว่างข้อมูลก่อนการปรับปรุงกับข้อมูล หลังการปรับปรุงแล้วพบว่าก่อนการปรับปรุงนั้นสามารถลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากแผนกกลึงและกัดขึ้นรูปได้จริง ซึ่งจากปัญหาที่พบดังกล่าวทางผู้วิจัยเสนอจึงได้เสนอแนวทาง และดำเนินการ แก้ไขโดยใช้วิธีต่างๆนำมาประยุกต์แก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน ซึ่งกิจกรรมที่ทำเพื่อการดำเนินงาน แก้ไขในแต่ละขั้นตอนของการผลิตชิ้นงาน

5. สรุปผล (Conclusion)

จากการศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วนมาตรฐาน ได้มีการนำเสนอ 2 สาเหตุหลักที่ได้จากการวิเคราะห์ของผู้ดำเนินโครงการกับพนักงานและหัวหน้างานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตนี้ที่ส่งผลกระทบทำให้เกิดของเสียจากการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรเพื่อมาปรับปรุงแก้ไข โดยไม่ให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการผลิต

5.1 จากการดำเนินการลดปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรซึ่งผู้ดำเนินโครงการได้ศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหาลดปริมาณของเสียในกระบวนการจึงได้เสนอการฝึกอบรมพนักงานและเฝ้าติดตามกระบวนการปฏิบัติงานของพนักงานให้ถูกวิธีอย่างใกล้ชิดทำให้พนักงานเกิดความตั้งใจที่จะปฏิบัติงานให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักร

5.2 การฝึกอบรมพนักงานและการเฝ้าติดตามกระบวนการปฏิบัติงาน ของพนักงานให้ถูกวิธีอย่างใกล้ชิดทำให้พนักงานเกิดความตั้งใจที่จะปฏิบัติงานให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพมากขึ้นทำให้สามารถลดปริมาณของเสียซึ่งผู้ดำเนินโครงการได้จัดทำขึ้นเพื่อให้กระบวนการทำงานมีประสิทธิ ภาพต่อกระบวนการผลิตและการทำงานของพนักงานในกระบวนการผลิต

จากการปรับปรุงลดลงจากเดิมความเสียหายของแผนกกลึงและกัดขึ้นรูปอยู่ที่ 65.24 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2564 จากการปรับปรุงลดลงเหลือ 26.24 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2565

6. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

บทความนี้จะสำเร็จไม่ได้ถ้าไม่ได้รับการสนับสนุนจากบริษัทครีเอทแมคคาโทรนิคส์ จำกัด ที่ได้ให้ข้อมูลและสถานที่การทำบทความครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] อฐิลักษณ์ เตียวติ, บุญชัย แซ่สิ้ว, ศุภชัย วรรัตน์, (2557). การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตโดยใช้หลักควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง : กรณีศึกษาการผลิตขึ้นรูปพลาสติกด้วยระบบสุญญากาศ

(การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ).คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ กรุงเทพฯ

[2] ธนิดา สุนารักษ์, (2555). การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลาส่งกำลังรถยนต์(การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ)ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

[3] สุธิโรจน์ ศิวฐานุพงศ์, (2559). การลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตแบบฟอร์มธุรกิจ(กระดาษต่อเนื่อง)กรณีศึกษา: บริษัท ที ทนาชาติ ควอลิตี้ซัพพลาย จำกัด ปริญญาบริหาธุรกิจมหาบัณฑิต วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร

[4] ไพสิฐ ชัยชาญ, (2556). ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตหัวปากกาลูกลื่น จากการเก็บข้อมูลของเสียเป็นเวลา30 วัน พบของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตจำนวน 248,000 ชิ้น เมื่อนำไปแจกแจงปัญหาหลักโดยใช้แผนภูมิพาเรโต พบปัญหาคือดอกสว่านหักในระหว่างกระบวนการผลิต จากนั้นวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้แผนผังก้างปลา แล้วดำเนินการปรับปรุงแก้ไขโดยจัดทำเอกสาร]มาตรฐานการทำงาน และฝึกอบรมพนักงานถึงมาตรฐานวิธีการทำงาน หลังจากปรับปรุงสามารถลดของเสียลงได้จากร้อยละ 8.18 ลดเหลือร้อยละ 5.29 ลดลงได้ถึงร้อยละ 2.89

[5] กฤษฎา วงศ์วรรณ์ และวิมลิน เหล่าศิริถาวร, (2560). ปรับปรุงผลิตภาพในการผลิตประตู-หน้าต่างด้วยเทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา พบปัญหาผลิตภาพไม่ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด เนื่องจากวิธีการทำงานยุ่งยาก ขาดอุปกรณ์ช่วยในการทำงานและไม่มีเอกสารหรือมาตรฐานในการปฏิบัติงาน งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิตต่อเวลาของการผลิตประตู-หน้าต่างชนิดบานพับ โดยใช้เทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาในการวิเคราะห์ปัญหา และปรับปรุงการทำงานด้วยหลักการ ECRS ร่วมกับเทคนิคการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน หลังจากการปรับปรุงสามารถลดเวลาการทำงานในสายการผลิตต่อรอบได้ร้อยละ 23.1 และช่วยลดระยะทางในการเคลื่อนที่ได้ละ 24.6 ส่งผลให้จำนวนผลผลิตต่อวันเพิ่มขึ้นจากเดิม 27.5 บานต่อวัน เพิ่มขึ้นเป็น 49.1 บานต่อวัน คิดเป็นอัตราที่เพิ่มขึ้นมากถึงร้อยละ 78.2

[6] อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว, (2522). การลดการสูญเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋องโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ซิกมา. (วิทยานิพนธ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร

[7] อภิญยา หนูพริ้ม, (2563). การลดของเสียในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาในโรงงานถุงมือยางตัวอย่าง. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา

[8] อัญญาพร วงศ์ตรีสิน, จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์, (2563). การลดของเสียจากการแล่นประสานไม่สมบูรณ์ระหว่างท่อส่งสารทำความเย็นกับครีบในกระบวนการผลิตคอยล์เย็น. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ปีที่ 27 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน-ธันวาคม 2563, หน้า 27-37.

[9] รวมใจ อึงไพเราะ, (2564). การลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานถุงพลาสติก. การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษาระดับชาติครั้ง ที่ 16 มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

[10] อลงกต ชุ่มศิริ, มนตรี พุกรอด, มาโนช จั่นทอง, (2561). การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์(การฉีดชิ้นส่วนยาง). การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.