

การปรับปรุงการผลิตในขั้นตอนผลิตลวดตะแกรงวายเมท Production Improvement in Wire Mesh Process

นุชสรา เกรียงกรกฎ* ปรีชา เกรียงกรกฎ นิลาวรรณ ดวงใจ และ ปิยวรรณ คำชัย

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี 34190

E-mail: nuchsara.k@ubu.ac.th*

Nuchsara Kriengkarakot*, Preecha Kriengkarakot, Nilawan Duangjai and Piyawan Khamchai

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University,
Ubon Ratchathani 34190, E-mail: nuchsara.k@ubu.ac.th*

Received 20 Jun 2022; Revised 29 Nov 2022

Accepted 28 Dec 2022; Available online 29 Dec 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาแนวทางปรับปรุงการผลิตในขั้นตอนผลิตลวดตะแกรงวายเมทของโรงงาน ตัวอย่าง จากการศึกษาและเก็บข้อมูลสภาพปัญหาของการผลิต พบว่า มีความสูญเสียเกิดขึ้น 2 ส่วน ได้แก่ 1.) ความสูญเสียที่เกิดจากของเสียในขั้นตอนการผลิต ได้แก่ 1.1) ปัญหาจากการตั้งเครื่อง สาเหตุมาจากพนักงานขาดประสบการณ์และทักษะในการตั้งเครื่อง 1.2) ของเสียจากเศษวัตถุดิบหมดม้วน สาเหตุเกิดจาก พนักงานไม่ได้ตรวจสอบการทำงานอย่างละเอียด และ 1.3) ลวดขวางชำรุด สาเหตุมาจาก ยังไม่มีชั้นวางลวดขวาง ดังนั้น ทีมผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางการปรับปรุงในส่วนนี้ โดยนำหลักการ PDCA มาประยุกต์ใช้เพื่อวางแผนการปฏิบัติงานและจัดอบรมเพื่อเพิ่มทักษะการทำงานและการตั้งเครื่องให้กับพนักงาน ร่วมกับการใช้เอกสารตรวจสอบเครื่องจักรก่อนและหลังการทำงาน และออกแบบชั้นวางลวดขวางให้กับทางโรงงาน และสำหรับปัญหาความสูญเสียส่วนที่ 2.) คือของเสียจากการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป โดยสาเหตุเนื่องมาจากทางโรงงานยังไม่มีการจัดเก็บสินค้าที่เป็นระบบ ทำให้สินค้าเสื่อมสภาพและเป็นสนิม ดังนั้นทางทีมผู้วิจัยจึงได้ออกแบบพื้นที่จัดเก็บสินค้าและนำหลักการ FIFO มาใช้สำหรับการเบิกจ่ายในคลังสินค้า จากผลการวิจัย พบว่า จำนวนของเสียในขั้นตอนการผลิตเฉลี่ยก่อนปรับปรุง คิดเป็น 222.5 กก./เดือน และหลังการปรับปรุงมีจำนวนของเสียเฉลี่ยคิดเป็น 115.5 กก./เดือน จำนวนของเสียเฉลี่ยลดลงได้ 107 กก. คิดเป็นร้อยละ 48.09 สำหรับปัญหาของเสียจากการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป หลังจากที่ได้นำหลักการ FIFO มาใช้ทำให้โรงงานมีการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปที่เป็นระบบมากขึ้น และเป็นแนวทางในการลดปัญหาการเสื่อมสภาพของสินค้าสำเร็จรูปลงได้

คำหลัก: การปรับปรุงการผลิต เทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรม แผนผังพาเรโต การผลิตลวดตะแกรงวายเมท

Abstract

The purpose of this research is to improve production in wire mesh process in case study. From studying and collecting data on production problems, it was found that there were two wastes sections such as, 1.) wastes caused by defects in the production process; 1.1) the machine set up problem that caused by staff lacking experience and skills in setting up the machine, 1.2) waste from raw material scraps run out of roll that caused by employees do not inspect their work thoroughly and 1.3) damaged transverse wires that caused by the factory is no wires rack. Therefore, we have proposed improvement in this section by applying PDCA concept to plan operations and organize training to increase work skills and set up machine to employees including with the use of documents to check the machine before and after work. In addition, we design the transverse wires rack for the factory. For the waste problem section 2.) was waste from the storage of finished goods that caused by the factory did not have a systematic storage of products which causing the product to deteriorate and rust. Then, we designed the storage area in the warehouse and applied the FIFO principle for warehouse disbursement. From the results, it found that the average amount of the production process waste before improvement accounted for 222.5 kg./month. And after improvement the average amount of waste accounted for 115.5 kg./month. It can be reduced 107 kg. as a percentage 48.09. For the problem of waste from storage of finished goods, after we applied FIFO concept, the factory has more systematic storage and can reduced the problem of deterioration of finished goods.

Keywords: Production Improvement, IE Techniques, Pareto Diagram, Wire Mesh Production

1. บทนำ

ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับวัสดุและอุปกรณ์ก่อสร้างนั้นมีการแข่งขันกันในด้าน การปรับเปลี่ยนลักษณะ รูปร่าง โครงสร้างของวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้เข้ากับยุคสมัยที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และถ้าหากว่าองค์กรนั้นๆมีการทำงานที่ไม่เป็นระบบ จะทำให้กระบวนการผลิตมีความล่าช้า ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น เกิดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิต และเกิดของเสียขึ้นได้ จากการศึกษาและเก็บข้อมูลสภาพปัญหาของการผลิตลวดตะแกรงวายเมทของโรงงานตัวอย่าง พบว่า มีความสูญเสียเปล่าที่ทำให้เกิดของเสียเกิดขึ้น ได้แก่ ความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากของเสียในขั้นตอนการผลิตเป็นจำนวนมาก เนื่องจากพนักงานยังขาดทักษะในการทำงาน และปัญหาของเสียจากการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป ทำให้สินค้าเสื่อมสภาพและเกิดสนิม เนื่องจากทางโรงงานยังไม่มีการจัดเก็บสินค้าที่เป็นระบบเท่าที่ควร ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ

กระบวนการผลิตให้สูงขึ้น รวมถึงการลดต้นทุน ของเสียและความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นให้น้อยลง ทีมผู้วิจัยจึงได้ศึกษา และนำเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมมาประยุกต์ในโรงงานอุตสาหกรรม การผลิตลวดตะแกรงวายเมทแห่งหนึ่งในจังหวัดอุบลราชธานี เพื่อเป็น แนวทางในการปรับปรุงการทำงานและลดความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

โรงงานตัวอย่างที่ศึกษา ได้ดำเนินธุรกิจมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2522 โดยทำการผลิตและจำหน่ายวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง ซึ่งเป็นบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง ในจังหวัดอุบลราชธานี มีการจำหน่ายสินค้าประเภทฮาร์ดแวร์ต่างๆ เหล็กรูปพรรณ วัสดุก่อสร้าง ปูนซีเมนต์ กระเบื้อง ท่อพีวีซี และได้รับการแต่งตั้งเป็นผู้นำจำหน่ายของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย ตามแนวความคิดที่ว่า สินค้าประเภทนี้แม้มีกำไรไม่มากนัก แต่สามารถสร้างความต่อเนื่องในการขายให้กับสินค้าประเภทฮาร์ดแวร์อื่นๆ

ได้เป็นอย่างดี และได้รับความไว้วางใจและการตอบสนองจากกลุ่มลูกค้าอย่างต่อเนื่อง จนในปีพ.ศ. 2547 ได้มีการจัดตั้งบริษัทเพื่อดูแลงานด้านการขนส่งสินค้าและส่งออก และโรงงานเพื่อเป็นฐานการผลิตวัสดุประตุม้วน ลวดตะแกรงวายเมท เหล็กตัวซี หลังคาเหล็ก ฯลฯ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับกลุ่มลูกค้าได้มากขึ้น โรงงานผลิตลวดตะแกรงวายเมทเป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมทางด้านวัสดุก่อสร้าง ที่จำเป็นต้องมีการเพิ่ม ประสิทธิภาพการผลิตทั้งในเรื่องของการลดต้นทุนการผลิต การควบคุมคุณภาพและลดความสูญเสียต่างๆที่เกิดขึ้น เพื่อเพิ่ม ศักยภาพการแข่งขันและการเพิ่มผลกำไรให้กับองค์กร

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต มีดังนี้ [1] ได้ปรับปรุงการทำงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยใช้หลักการวัดงาน หลักการ ECRS และ การจัดสมดุลสายการผลิต ผลการปรับปรุงสามารถลดรอบเวลาการผลิตชิ้นงานและลดจำนวนพนักงานลงได้ ต่อมา [2] ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพสายการบรรจุผลิตภัณฑ์แ่ง โดยใช้หลักการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา การใช้แผนภูมิต่างๆและออกแบบอุปกรณ์ในการปรับปรุงงาน จากนั้น [3] ได้ศึกษาเพื่อปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิตในโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูปโดยใช้วิธีอีวริสติกส์ 4 วิธีในการแก้ปัญหา ผลการวิจัย พบว่าสามารถลดจำนวนสถานีงานลงจาก 17 สถานี งาน เหลือ 14 สถานีงาน และค่าประสิทธิภาพสมดุลสายการผลิตก็เพิ่มขึ้นด้วย [4] ได้ปรับปรุงกระบวนการผลิตเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตในโรงงานกรณีศึกษา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน ประกอบด้วย แผนภูมิสายธารคุณค่า กิจกรรม 5ส การปรับแต่งเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว และการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม ผลการวิจัยพบว่าโรงงานสามารถลดเวลาในการหยุดผลิตเพื่อซ่อมแซมเครื่องจักรเฉลี่ยต่อเดือนจากเดิม 15.92% เป็น 13.39%

ลดเวลาในการปรับแต่งเครื่องจักรเฉลี่ยต่อเดือนได้ 51.48% ของเวลา ปรับแต่งเครื่องจักรเดิมลงได้ [5] ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเซรามิกของโรงงานกรณีศึกษา ด้วยแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงาน ชัพพลายเชน ร่วมกับแผนภูมิการไหลและหลักการ ECERS ผลการศึกษาสามารถลดรอบเวลาในการทำงานลง ได้และสามารถผลิตชิ้นงานได้มากขึ้น จากนั้น [6] ได้ทำการปรับปรุงสายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม ได้แก่ แผนผังก้างปลาและหลักการ ECERS ผลการศึกษาสามารถลดเวลาในการผลิตชิ้นงานลงได้ และเพิ่มค่าสมดุลของสายการผลิตจากเดิมร้อยละ 84.73 เป็นร้อยละ 90.89 ดังนั้นจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่านักวิจัยได้นำหลักการทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ หลักการศึกษางาน เครื่องมือทางคุณภาพ เทคนิค PDCA ฯลฯ เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและลดความสูญเสียต่างๆที่เกิดขึ้นในระบบที่ทำการศึกษาได้

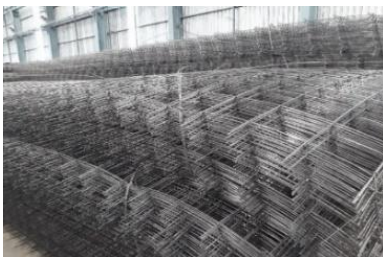
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

จากสภาพปัญหาของการผลิตลวดตะแกรงวายเมทของโรงงานตัวอย่าง พบว่า มีความสูญเสียที่ทำให้เกิดของเสียเกิดขึ้น ทั้งความสูญเสียที่เกิดจากของเสียในขั้นตอนการผลิตเป็นจำนวนมาก ซึ่งสาเหตุเนื่องมาจากพนักงานยังขาดทักษะในการทำงาน และปัญหาของเสียจากการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป ที่ทำให้สินค้าในโรงงานเกิดการเสื่อมสภาพและเกิดสนิม ทั้งนี้เนื่องจาก ทางโรงงานมีระบบการจัดเก็บสินค้าที่ยังไม่เป็นระบบเท่าที่ควร ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้นำหลักการทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม ได้แก่ เครื่องมือควบคุมคุณภาพ หลักการศึกษางาน และเทคนิค PDCA ฯลฯ เพื่อปรับปรุงการผลิตและลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนผลิตลวดตะแกรงวายเมทของโรงงานตัวอย่าง

3. วิธีการวิจัย

3.1 ศึกษาสภาพปัญหาและเก็บข้อมูลในกระบวนการผลิตลวดตะแกรงวายเมท

เนื่องจากเป็นสายการผลิตที่ทางโรงงานแนะนำในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดปัญหาต่างๆ และความสูญเสียที่เกิดขึ้น โดยตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลวดตะแกรงวายเมท ดังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลวดตะแกรงวายเมท

ทางโรงงานได้มีการผลิตลวดตะแกรงวายเมทที่มีหลายขนาดตามความต้องการของลูกค้า แต่ขนาดที่เป็นที่นิยมของลูกค้าและมีการผลิตสูงสุด คือ ขนาดลวดตะแกรงวายเมทที่มีขนาด (cm.x cm.) 20x20, กว้าง (m.) 2.00, ยาว(m.) 50, ขนาดลวด(mm.) 3.00 ซึ่งการผลิตลวดตะแกรงวายเมท จะมีขั้นตอนการผลิตอยู่ 3 ขั้นตอน แบ่งเป็นการเตรียมวัตถุดิบ 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1.) ขั้นตอนดึงลวด โดยนำเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำที่ได้จากการสังฆ์ผ่านกระบวนการรีดเย็น เพื่อลดขนาดจนมีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก.747-2531 ที่กำหนดไว้ 2.) ขั้นตอนทำลวดขวาง เป็นขั้นตอนที่นำเอาลวดที่ได้จากการดึงลวด มาผ่านกระบวนการตัดให้เป็นเส้นตรงแล้วตัดตามขนาดที่จะใช้ทำการผลิตลวดตะแกรงวายเมท และจากนั้นจะเป็นขั้นตอนการผลิต 1 ขั้นตอน โดยจะทำการเชื่อมลวดรีดเย็นกับลวดขวางเข้าด้วยกันให้ได้ขนาดตามตะแกรงตามที่กำหนดของลวดตะแกรงวายเมทในแต่ละรุ่น

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลสภาพปัญหาของการผลิตลวดตะแกรงวายเมท ช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2563 พบว่ามีความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้น ได้แก่

ความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากของเสียในขั้นตอนการผลิต และ ของเสียจากการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป เป็นต้น

3.1.1 ความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากของเสียในขั้นตอนการผลิต

จากการเก็บข้อมูลปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตลวดตะแกรงวายเมททั้ง 3 ขั้นตอน ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2563 โดยข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิต

ปัญหา	ของเสีย (kg.)		รวมของเสีย (kg.)
	ก.พ	มี.ค.	
1 ลวดขาดระหว่างดึง	-	28	28
2 ลวดเสียจากเครื่องตัดลวดขวาง	15	15	30
3 เสียจากเศษวัตถุดิบหมดม้วน	92	50	142
4 การตั้งเครื่อง	60	119	179
5 ลวดขวางชำรุด	62	62	124
ถววยเมทยับหน้าเครื่อง	-	20	20
รวม			523

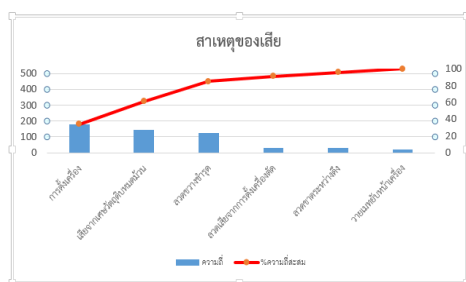
จากข้อมูลในตารางที่ 1 ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตลวดตะแกรงวายเมท ส่วนมากจะเกิดจากการตั้งเครื่อง ของเสียที่เกิดจากเศษวัสดุหมดม้วน ลวดขวางชำรุด ลวดเสียจากเครื่องตัดลวดขวาง ลวดขาดระหว่างดึง และถววยเมทยับหน้าเครื่อง ตามลำดับ

1.) จัดลำดับความสำคัญของปัญหาโดยใช้แผนผังพาเรโต

แผนผังพาเรโตจะเป็นกราฟแท่งของข้อมูลต่างๆที่นำมาเรียงกันโดยให้กราฟแท่งของข้อมูลที่มีค่าสูงสุดอยู่ทางซ้ายและเรียงลำดับลดหลั่นลงมาทางขวามือเพื่อเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของปัญหาระหว่างข้อมูลชนิดต่างๆในโรงงาน [7] จากข้อมูลของเสียในตารางที่ 1 ทีมผู้วิจัยได้ทำการเรียงลำดับความสำคัญของปัญหา ข้อมูลดังในตารางที่ 2 และนำข้อมูลที่ได้มาพล็อตเป็นแผนผังพาเรโตได้ดังในรูปที่ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 การเรียงลำดับความสำคัญของปัญหา

ที่	ปัญหา	ความถี่	% ความถี่	% ความถี่ สะสม
1	การตั้งเครื่อง	179	34%	34%
2	เสียจากเศษวัตถุดิบ หมดม้วน	142	27%	61%
3	ลวดขวางชำรุด	124	24%	85%
4	ลวดเสียจากเครื่อง ตัดลวดขวาง	30	6%	91%
5	ลวดขาดระหว่างดึง	28	5%	96%
6	ว้ายเมทย์บนหน้า เครื่อง	20	4%	100%
รวม		523		



รูปที่ 2 แผนผังพาราโตแสดงลำดับความสำคัญของปัญหา

จากรูปที่ 2 ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียเรียงจากมากที่สุดไปหาน้อยสุด ได้แก่ การตั้งเครื่อง เสียจากเศษวัตถุดิบหมดม้วน ลวดขวางชำรุด ลวดเสียจากการตั้งเครื่องตัดลวดขวาง ลวดขาดระหว่างดึง และว้ายเมทย์บนหน้าเครื่องตามลำดับ ซึ่งจะพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นมากที่สุด 3 ลำดับแรก ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้หาแนวทางเพื่อลดปัญหาดังกล่าว โดยทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุต่างๆ ในลำดับต่อไป

2.) ระดมสมองเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล

แผนผังแสดงเหตุและผล หรือแผนผังก้างปลาจะใช้สำหรับการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น [8] โดยทำการระดมสมองเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

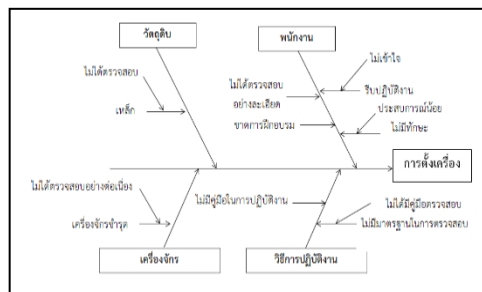
2.1) จัดประชุมโดยมีการเสนอข้อมูลต่อโรงงานถึงปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย โดยมีหัวหน้าฝ่ายและพนักงานที่เกี่ยวข้องเข้าร่วมการประชุม

2.2) ตั้งประเด็นในการระดมสมอง เพื่อหา

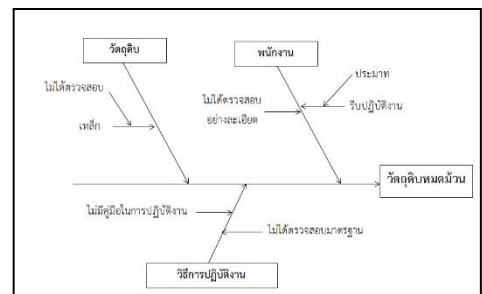
สาเหตุของปัญหา

2.3) จัดทำบัตรข้อความโดยกำหนดสาเหตุที่เกิดขึ้น โดยให้ผู้เข้าร่วมประชุมระบุสาเหตุของปัญหาทั้งหมดที่เป็นไปได้

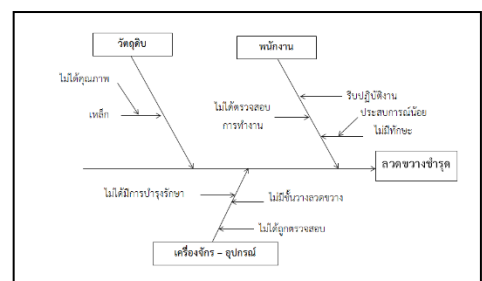
2.4) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และใช้สร้างแผนผังแสดงเหตุและผลของปัญหาต่างๆ ดังในรูปที่ 3-5 ตามลำดับ



รูปที่ 3 แผนผังแสดงเหตุและผลของปัญหาการตั้งเครื่อง



รูปที่ 4 แผนผังแสดงเหตุและผลของปัญหาวัตถุดิบหมดม้วน



รูปที่ 5 แผนผังแสดงเหตุและผลของปัญหาลวดขวางชำรุด

3.) สรุปการวิเคราะห์สภาพปัญหา

จากการวิเคราะห์แผนผังแสดงเหตุและผล สามารถสรุปสาเหตุของปัญหาหลักๆที่ทำให้เกิดของเสียได้ดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปสาเหตุของปัญหาหลักๆที่ทำให้เกิดของเสีย

ปัญหา	สาเหตุของปัญหา
1. การตั้งเครื่อง	1.1 พนักงานขาดประสบการณ์และทักษะในการทำงาน (Man) 1.2 พนักงานรีบปฏิบัติงาน (Man) 1.3 ไม่มีเอกสารในการตรวจสอบเครื่องจักร (Method)
2. ของเสียจากวัตถุดิบหมดม้วน	3.1 ไม่ได้ตรวจสอบการทำงานอย่างละเอียด (Man) 3.2 พนักงานรีบปฏิบัติงานเกินไป (Man)
3. ลวดขวางชำรุด	3.1 พนักงานไม่ได้ตรวจสอบก่อนการทำงาน (Man) 3.2 เหล็กไม่มีคุณภาพ (Material) 3.3 ไม่มีชั้นวางลวดขวาง (Machine)

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่า สาเหตุหลักๆที่ทำให้เกิดของเสีย คือเกิดจากพนักงาน (Man) ซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญ และสาเหตุจากเครื่องจักรอุปกรณ์และวัตถุดิบ ดังนั้นจึงหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาในลำดับต่อไป

3.1.2 ของเสียจากการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป

1.) สภาพปัญหา

ปัจจุบันทางโรงงานผลิตลวดตะแกรงวายเมทมีการผลิตสินค้าสำเร็จรูปไว้เป็นจำนวนมากและมีหลากหลายขนาด แต่ทางโรงงานยังไม่มีการบริหารการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปที่เป็นระบบ จึงส่งผลให้สินค้าที่ผลิตเสร็จก่อนไม่ได้ถูกนำมาจำหน่ายก่อนและถูกจัดเก็บไว้นานเกินไป ทำให้สินค้าเกิดสนิม และเสื่อมสภาพ ตัวอย่างของเสียจากการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป ดังในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างสินค้าเกิดสนิมจากการจัดเก็บสินค้า

2.) วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

ทางโรงงานยังไม่มีการบริหารการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปที่เป็นระบบ เช่น ไม่มีการจัดการเก็บสินค้าให้ง่ายและสะดวกในการเบิกจ่าย เป็นต้น ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้เสนอแนะเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวในลำดับต่อไป

3.2 แนวทางการแก้ไขปรับปรุง

3.2.1 การปรับปรุงความสูญเสียที่เกิดจากของเสียในขั้นตอนการผลิต

1.) โดยใช้หลักการ PDCA

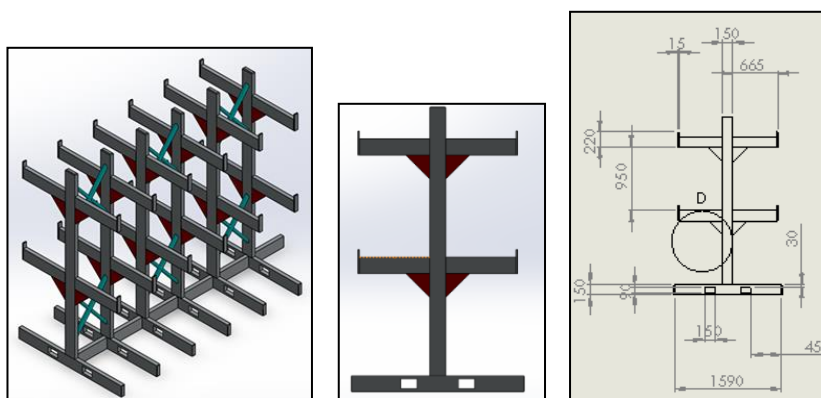
PDCA เป็นกิจกรรมพื้นฐานในการพัฒนาประสิทธิภาพและคุณภาพของการดำเนินงาน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ วางแผน ปฏิบัติ ตรวจสอบ และปรับปรุงการดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง หมุนเวียนไปเรื่อยๆ ย่อมส่งผลให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพเพิ่มขึ้น [9] โดยแนวทางในการปรับปรุงด้วยหลักการ PDCA สรุปได้ดังในตารางที่ 4 นอกจากนี้ยังได้ออกแบบเอกสารเพื่อให้พนักงานตรวจสอบเครื่องจักรก่อนและหลังการทำงาน ตัวอย่างเอกสารดังในรูปที่ 7 และเสนอแนะการออกแบบชั้นวางลวดขวางเพื่อลดการคดงอของลวดจากการวางซ้อนทับกัน ตัวอย่างการออกแบบชั้นวางลวดขวาง ดังในรูปที่ 8 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 สรุปแนวทางการปรับปรุงด้วยหลักการ PDCA

สภาพปัญหา	แนวทางในการปรับปรุงด้วยหลักการ PDCA		
	หลักการ PDCA	พนักงาน (Man)/ วิธีการ (Method)	เครื่องจักร (Machine)/ วัตถุดิบ(Materials)
1. การตั้งเครื่อง โดยสาเหตุเกิดจาก <u>พนักงาน (Man)</u> - ขาดประสบการณ์และทักษะในการทำงาน <u>วิธีการ (Method)</u> -ไม่มีเอกสารการตรวจสอบเครื่องจักร	P	1. มีการประชุม และวางแผนงานก่อนเริ่มปฏิบัติงานทุกวัน (Method) 2. วางแผนการทดสอบทักษะการทำงานของพนักงาน ในทุก ๆ เดือนเดือนละครั้ง (Man) 3. วางแผนจัดทำเอกสารการตรวจสอบเครื่องจักร ในจุดที่จะทำให้เกิดของเสีย (Method)	1.มีการวางแผน ในการทำเอกสารตรวจสอบเครื่องจักรก่อนและหลังการทำงาน (Machine) 2. มีการกำหนดเวลาในการทำ ความสะอาดเครื่องจักรทุก 2 ชั่วโมง (Machine)
2. ของเสียจากวัตถุดิบหมดมัน โดยสาเหตุเกิดจาก <u>พนักงาน(Man)</u> - รีบ ทำงานและไม่ได้ตรวจสอบการทำงานอย่างละเอียด	D	1. ก่อนทำงานทุกครั้งจะมีการ ชี้แจงให้พนักงานทุกคนปฏิบัติงานอย่างระมัดระวัง เพื่อลดของเสีย (Man) 2. จัดอบรมทักษะการทำงาน/การตั้งเครื่องให้กับพนักงานในขั้นตอนที่เกิดของเสีย (Man/Method)	1. ออกแบบเอกสารการตรวจสอบเครื่องจักรภายในไลน์การผลิต ดังในรูปที่ 7 (Machine) 2. ทำความสะอาดเครื่องจักรในไลน์ทุกๆ 2 ชั่วโมง (Machine) 3. ออกแบบชั้นวางลวดขวาง ดังในรูปที่ 8 (Materials)
3. ลวดขวางชำรุด เกิดจาก <u>พนักงาน (Man)</u> - ไม่ได้ตรวจสอบอย่างละเอียด <u>วัตถุดิบ (Material)</u> - เหล็กชำรุด/ไม่ได้มาตรฐาน <u>เครื่องจักร/อุปกรณ์</u> - ไม่มีชั้นวางลวดขวาง	C	1. พนักงานปฏิบัติงานอย่างระมัดระวังขึ้น (Man) 2. การจัดอบรมทักษะการทำงาน/การตั้งเครื่องทำให้สามารถลดจำนวนของเสียลงได้ (Man/Method) 3. พนักงานมีการตรวจสอบเครื่องจักรก่อนและหลังการทำงาน (Man)	1. เครื่องจักรในไลน์ถูกตรวจสอบก่อนและหลังการทำงาน (Machine) 2.เครื่องจักรมีความพร้อมในการใช้งานมากขึ้น (Machine)
	A	1. การประชุมก่อนการปฏิบัติงานทำให้พนักงานตระหนักถึงการเกิดปัญหา ต่าง ๆ ที่จะส่งผลต่อชิ้นงาน (Man) 2. โรงงานมีการจัดอบรมทักษะการทำงานอย่างต่อเนื่อง (Man/Method) 3.การตรวจสอบเครื่องจักร ทำให้พนักงานระมัดระวังในจุดที่เป็นปัญหามากขึ้น (Man)	1. ให้มีการตรวจสอบและการทำความสะอาดเครื่องจักรก่อนและหลังการทำงานทุกวัน

เอกสารการตรวจสอบเครื่องจักรก่อน – หลัง การทำงาน								
วันที่	ชื่อเครื่องจักร	สภาพเครื่องจักร				ปัญหาที่พบ	วิธีการแก้ไข	ชื่อผู้ตรวจ
		ก่อน		หลัง				
		ปกติ	ไม่ปกติ	ปกติ	ไม่ปกติ			

รูปที่ 7 ตัวอย่างเอกสารการตรวจสอบเครื่องจักร



ก.รูปด้านข้างของชั้นวางเหล็ก

ข.รูปด้านบนของชั้นวางเหล็ก

ค.ขนาดของชั้นวางเหล็ก

รูปที่ 8 การออกแบบชั้นวางลดขวาง

จากรูปที่ 8 เป็นตัวอย่างการออกแบบชั้นวางลดเหล็กเพื่อแก้ปัญหาวัสดุคดงอ จากการวางซ้อนทับกันเป็นเวลานาน ทั้งนี้เพื่อให้่ายต่อการขนย้าย และช่วยแก้ปัญหาการนำเอาลดที่ผลิตเสร็จก่อน ให้ถูกนำมาใช้ก่อนได้ โดยใช้วิธีการขนย้ายลดเหล็กมาจัดเก็บด้วยรถโฟล์คลิฟท์ ซึ่งในแต่ละชั้นจะสามารถรับน้ำหนักลดเหล็กได้ประมาณ 2000 กิโลกรัม วัสดุที่ใช้ทำชั้นวางเหล็กคือเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำที่ผ่าน กระบวนการรีดเย็นเกรด Q235B โดยมีระยะเผื่อการวางลดเหล็กกับแขนของชั้นวางเพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายจากการชนตัวค้ำแขนชั้นวางเหล็กไว้ด้วย

3.2.2 แนวทางการปรับปรุงของเสียจากการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป

1.) การออกแบบพื้นที่จัดเก็บสินค้าในคลังสินค้า

จากปัญหาสินค้าสำเร็จรูปเกิดการเสื่อมสภาพทางผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะแนวทางการออกแบบพื้นที่จัดเก็บสินค้าในคลังสินค้า โดยมีปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา ดังข้อมูลในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปัจจัยที่ใช้ในการออกแบบพื้นที่จัดเก็บสินค้า

ปัจจัยที่ใช้ในการออกแบบ	รายละเอียดของปัจจัย
ขนาดปริมาณการผลิต	พิจารณาขนาดปริมาณการผลิต โดยสินค้าแต่ละขนาด จะมียอดการผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้ขนาดการใช้พื้นที่แตกต่างกัน
ขนาดช่องทางเดินรถ	พิจารณาขนาดช่องทางเดินรถ ให้รถบรรทุกสินค้าสามารถเข้าถึงบริเวณจัดเก็บสินค้าได้
ขนาดพื้นที่จัดเก็บ	พิจารณาขนาดพื้นที่จัดเก็บที่มี เพื่อแบ่งสัดส่วนในการจัดเก็บให้เหมาะสม

1.1) ขนาด/ปริมาณการผลิต

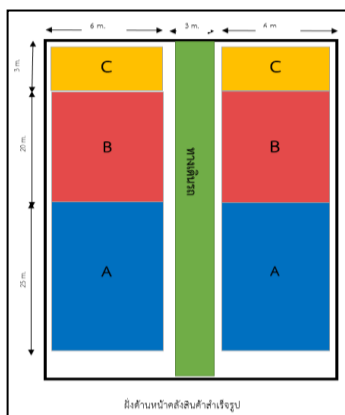
ในการผลิตลวดตะแกรงวายเมท จะมีการผลิตที่หลากหลายขนาดซึ่งในแต่ละขนาดจะมีปริมาณการผลิตที่ต่างกัน ขนาดที่เป็นที่นิยม ได้แก่ ขนาดตะแกรงวายเมทที่มีขนาด (cm.x cm.) 20×20, กว้าง (m.) 2.00, ยาว (m.) 50, ขนาดลวด (mm.) 3.00 จะใช้พื้นที่ในการจัดเก็บมากกว่าตะแกรงขนาดอื่นๆ

1.2) ขนาดช่องทางเดินรถ

จากการศึกษาพบว่ารถบรรทุกมีขนาดความกว้าง 2.50 เมตร ดังนั้นจึงกำหนดให้ช่องทางเดินรถมีความกว้าง 3.00 เมตร เพื่อระยะเปิดปิดประตูไม่ให้ได้รับอันตราย โดยจะใช้แกล็กซีนมติดหรือใช้สีทา เพื่อเป็นการระบุระยะพื้นที่ของช่องทางการเดินรถ

1.3) ขนาดพื้นที่จัดเก็บ

จากการเก็บข้อมูลพื้นที่คลังสินค้าสำเร็จรูปของโรงงาน จะมีพื้นที่ ความกว้าง 15 เมตร ความยาว 48 เมตร ดังนั้นจึงได้ออกแบบพื้นที่การจัดเก็บคลังสินค้าสำเร็จรูป ดังในรูปที่ 9



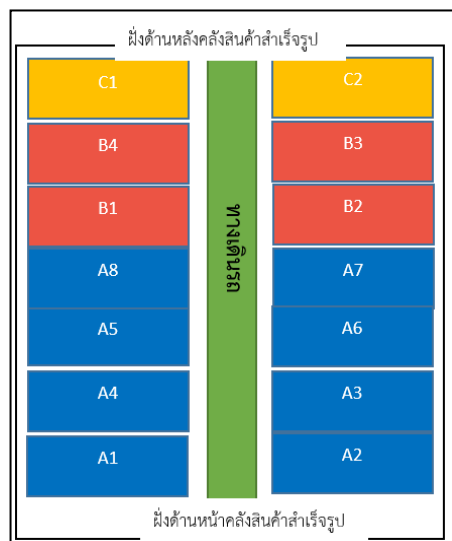
รูปที่ 9 การออกแบบพื้นที่การจัดเก็บคลังสินค้าสำเร็จรูป

จากรูปที่ 9 เป็นผังการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปที่ได้ออกแบบใหม่ โดยการจัดเก็บจะแบ่งเป็น 3 โซน คือ โซน A จะจัดเก็บสินค้าที่มีปริมาณการผลิตสูงสุด โซน B จะจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปที่มีปริมาณการผลิตปานกลาง ส่วนโซน C จะจัดเก็บสินค้าที่มีปริมาณการผลิตน้อย ซึ่งโซน A จะแบ่ง ออกเป็น 2 ผัง โดยแต่ละ

ผังจะมีขนาด กว้าง 6 เมตร ยาว 25 เมตร โซน B จะแบ่งออกเป็น 2 ผัง โดยแต่ละผังจะมีขนาด กว้าง 6 เมตร ยาว 20 เมตร และโซน C จะแบ่งออกเป็น 2 ผัง โดยแต่ละผังจะมีขนาด กว้าง 6 เมตร ยาว 3 เมตร ตามลำดับ

2.) แนวทางการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปตามหลักการ FIFO

จากปัญหาการนำสินค้าสำเร็จรูปออกมาจำหน่าย โดยสินค้าที่ผลิตเสร็จก่อนจะถูกจัดเก็บไว้ด้านในสุดและไม่ได้ถูกนำออกมาจำหน่ายก่อน ส่วนสินค้าที่ผลิตเสร็จทีหลังจะถูกนำมาจำหน่ายก่อน ทำให้สินค้าที่ถูกจัดเก็บก่อนเกิดการเสื่อมสภาพและไม่สามารถนำออกมาจำหน่ายแก่ลูกค้าได้ ดังนั้นจึงได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยนำหลักการ First In First Out (FIFO) มาใช้ โดยการทำป้ายสัญลักษณ์เพื่อแบ่งโซนของสินค้าแต่ละกลุ่ม (A, B และ C) และนำสินค้าที่ผลิตเสร็จจัดเรียงในแต่ละกลุ่ม สินค้าที่ผลิตเสร็จก่อนจะถูกจัดเก็บไว้ที่ด้านนอกสุดของแต่ละกลุ่ม ส่วนสินค้าที่ผลิตเสร็จทีหลังจะจัดเก็บด้านในสุด ดังในรูปที่ 10



รูปที่ 10 การจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปแบบ FIFO

จากรูปที่ 10 สินค้าที่ผลิตเสร็จก่อนของโซน A จะจัดเก็บที่บริเวณ A1 ส่วนสินค้าที่ผลิตหลังสุดจะถูกจัดเก็บที่บริเวณ A8 เมื่อมีการเบิกสินค้าเพื่อออกจำหน่าย พนักงานต้องเบิกสินค้าที่บริเวณ A1 ก่อน และเบิกที่บริเวณ A2 ไปเรื่อยๆตามลำดับ ส่วนสินค้าโซน B และโซน C ก็เช่นกัน ก็จะช่วยลดปัญหากรณีสินค้าที่ผลิตเสร็จก่อนไม่ได้ถูกนำออกมาจำหน่ายก่อนและปัญหาการเสื่อมสภาพของสินค้าสำเร็จรูปลงได้

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการปรับปรุงจากความเสี่ยงเปล่าที่เกิดขึ้นของเสีย

ทีมผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวนของเสียก่อนปรับปรุงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2563 และหลังจากนั้น ได้นำเครื่องมือทางคุณภาพและหลักการ PDCA มาช่วยในการปรับปรุงแก้ไข้ปัญหาเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตตลอดกระบวนการร่วมกับทางโรงงาน ผลการปรับปรุงในช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม 2563 ข้อมูลของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง ดังในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อมูลจำนวนของเสีย ก่อนและหลังการปรับปรุง

รายละเอียดของปัญหา	ก่อนปรับปรุง (kg.)	หลังปรับปรุง (kg.)
	ก.พ.- มี.ค. 2563	ก.ค.-ส.ค. 2563
1. การตั้งเครื่อง	179	72
2. ของเสียจากวัตถุดิบหมดวัน	142	96
3. ลวดขวางชำรุด	124	63
รวม (kg.)	445	231
รวมของเสียเฉลี่ยเดือน (kg.)	222.5	115.5

จากตารางที่ 6 พบว่า หลังจากที่มีการจัดอบรมทักษะการทำงานการตั้งเครื่องให้กับพนักงานและมีการตรวจสอบเครื่องจักรก่อนและหลังการทำงานทำให้พนักงานระมัดระวังในจุดที่เป็นปัญหามากขึ้นส่งผลทำให้สามารถลดจำนวนของเสียลงได้ โดยจากเดิมจำนวนของเสียในขั้นตอนการผลิตเฉลี่ยก่อนปรับปรุง คิดเป็น 222.5 กก./เดือน และหลังการปรับปรุง มีจำนวนของเสียลดลงเฉลี่ยทั้งหมด 115.5 กก./เดือน

4.2 ผลการปรับปรุงปัญหาของเสียจากการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป

ทีมผู้วิจัยได้ทำการออกแบบพื้นที่การจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าโดยเสนอแนะให้มีการจัดเก็บสินค้าออกเป็นกลุ่มๆ (A,B และ C) ตามปริมาณการสั่งผลิต โดยโซน A จะจัดเก็บสินค้าที่มีปริมาณการสั่งผลิตสูงสุด และเป็นที่ยอมรับจะอยู่ด้านหน้าสุดของคลังสินค้า โซน B จะจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปที่มีปริมาณการสั่งผลิตปานกลาง และส่วนโซน C จะจัดเก็บสินค้าที่มีปริมาณการสั่งผลิตน้อยซึ่งจะอยู่ด้านหลังของคลังสินค้า ก็จะช่วยลดปัญหากรณีสินค้าที่ผลิตเสร็จก่อนไม่ได้ถูกนำออกมาจำหน่ายก่อนและปัญหาการเสื่อมสภาพของสินค้าสำเร็จรูปลงได้ และได้นำหลักการ FIFO มาช่วยในการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป โดยนำสินค้าที่ผลิตเสร็จจัดเรียงในแต่ละกลุ่ม สินค้าที่ผลิตเสร็จก่อนจะถูกจัดเก็บไว้ที่ด้านนอกสุดของแต่ละกลุ่ม ส่วนสินค้าที่ผลิตเสร็จทีหลังจะจัดเก็บไว้ด้านในสุด จะทำให้ทางโรงงานมีการจัดการเพื่อจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปที่เป็นระบบ และเป็นแนวทางในการลดปัญหาการเสื่อมสภาพของสินค้าสำเร็จรูปได้

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปรับปรุงเพื่อลดความเสี่ยงเปล่าที่ทำให้เกิดของเสีย

จากการปรับปรุงเพื่อลดความเสี่ยงเปล่าที่ทำให้เกิดของเสีย โดยสรุปข้อมูลผลการปรับปรุง ดังในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สรุปข้อมูลของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง

จำนวนของเสีย	ก่อนปรับปรุง (kg.)	หลังปรับปรุง (kg.)	ลดได้ (kg)
	ก.พ.- มี.ค. 2563	ก.ค.-ส.ค. 2563	
ค่าเฉลี่ย (kg./เดือน)	222.5	115.5	107
ร้อยละของเสียที่ลดลง	48.09		

จากตารางที่ 7 จะเห็นได้ว่า จำนวนของเสียเฉลี่ยก่อนปรับปรุง คิดเป็น 222.5 กก./เดือน และหลังจากที่ได้นำหลักการ PDCA และหลักการต่างๆ เข้าไปใช้ในการปรับปรุง

ปัญหา พบว่ามีจำนวนของเสียเฉลี่ยหลังการปรับปรุงเป็น 115.5 กก./เดือน สามารถลดจำนวนของเสียเฉลี่ยลงได้ 107 กก. คิดเป็นร้อยละ 48.09

5.2 สรุปผลการปรับปรุงปัญหาของเสียจากการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป

ทีมผู้วิจัยได้ออกแบบพื้นที่การจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าเพื่อให้เป็นระบบมากขึ้น และยังได้นำหลักการ FIFO มาช่วยในการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป เพื่อเป็นแนวทางในการลดปัญหาการเสื่อมสภาพของสินค้าสำเร็จรูปให้กับทางโรงงาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1.) โรงงานควรมีการจัดอบรมทักษะการทำงานและการปรับตั้งเครื่องจักร ให้กับพนักงานอย่างต่อเนื่อง
- 2.) ควรให้พนักงานทำการตรวจสอบและทำความสะอาดเครื่องจักรก่อนและหลังการทำงานทุกวัน
- 3.) ทางโรงงานควรพิจารณาในแบบร่างของชั้นวางลดขวาง ที่ทีมผู้วิจัยได้เสนอแนะ เพื่อนำไปจัดทำชั้นวางลดเหล็ก เพื่อลดการชำรุดเสียหายและเพิ่มคุณภาพการจัดเก็บของวัตถุดิบ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆของโรงงานผลิตลดตะแกรงวายเมทตัวอย่าง ที่ให้ความร่วมมือและให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้การสนับสนุนสิ่งต่างๆ ในการทำวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] ธนพร ศรีสว่างวงศ์ และนันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร, การปรับปรุงงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์, วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย, ปีที่ 2 ฉบับที่ 3, 2559
- [2] ธนิตา สุณารักษ์, การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตกรณีศึกษาสายการบรรจุผลิตภัณฑ์แป้ง, วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย, ปีที่ 2 ฉบับที่ 3, 2559

[3] นุชสรุา เกรียงกรกฎ ปรีชา เกรียงกรกฎ, อัครวิน ลักขสร และงามพล บุญกิจ, การปรับปรุงสมดุลสายการผลิตในโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูป, เอกสารการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2553

[4] พิพัฒพงษ์ เพ็ญศิริ และสิทธิพร พิมพ์สกุล, การปรับปรุงกระบวนการผลิตเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตโดยแนวคิดของการผลิตแบบลีน กรณีศึกษาโรงงานผลิตเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต, วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปีที่ 26 ฉบับที่ 3, 2558

[5] วิชญา จันทนา และวัชรพจน์ ทรัพย์สงวนบุญ, การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเซรามิค: กรณีศึกษา โรงงานในจังหวัดสมุทรปราการ.วารสารวิทยาการจัดการ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปีที่ 37 ฉบับที่ 2, 2563

[6] อมรรัตน์ ปิ่นชัยมูล, ณัฐพล ศิริรักษ์ และศิระพงศ์ ลือชัย, การปรับปรุงสายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม, วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 14 ฉบับที่ 3, 2561

[7] เกษม พิพัฒน์ปัญญาณกุล, การควบคุมคุณภาพ, กรุงเทพมหานคร: ทอปป, 2557

[8] กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, หลักการควบคุมคุณภาพ, กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2557

[9] ศุภชัย อาชีวะระงับโรค, Practical PDCA แก้ปัญหาและปรับปรุงงานเพื่อความสำเร็จ, กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซีโน ดีไซน์, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2546