การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตสายไฟตัวนำทองแดง : กรณีศึกษาบริษัทผลิตสายไฟ

Overall Equipment Effectiveness to Reduce Waste in Production Process of Copper Wires : Case Study of Wire Manufacturer

อารดา โพธิ์อ่อน ฤดี มาสุจันท์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของการผลิตในกระบวนการรีด ซึ่งในปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาพบปัญหาการควบคุมคุณภาพ โดยพบว่าของเสียมากที่สุดอยู่ในกระบวนการรีดเฉลี่ยร้อยละ 9.95 โดยคิดเป็นร้อยละ 88.43 จากจำนวนของเสียทั้งหมดในกระบวนการผลิต และค่าประสิทธิผลโดยรวมเฉลี่ยร้อยละ 54.49 จากข้อมูลของเสียและค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรดังกล่าว เกิดจากการพบของเสียในกระบวนการผลิต ทำให้ต้องหยุดเครื่องจักรแบบฉุกเฉิน (Breakdown) ทำให้ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 64.15 ซึ่งต่ำจากมาตรฐาน จากปัญหาดังกล่าวผู้จัดทำได้ปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของกระบวนการผลิตและลดของเสีย โดยนำทฤษฎีเกี่ยวกับการวางแผนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต จัดทำการบำรุงรักษาด้วยตนเอง จัดทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จัดทำแผนการรับมือการบำรุงรักษาแบบเสียแล้วซ่อม จัดทำแผนการเปลี่ยนแหวนรีด ตรวจสอบน้ำยารีดทุกครั้งก่อนเปิดเครื่องจักร และมอบหมายให้หัวหน้างานสุ่มตรวจทุกสัปดาห์ เพื่อเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของกระบวนการผลิต ผลการศึกษาพบว่ากระบวนการรีดมีของเสียลดลงจากเดิมร้อยละ 9.95 เหลือเพียงร้อยละ 1.65 หรือลดลงร้อยละ 83.46 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องรีดเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 81.07 ความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 90.28 และสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ประมาณ 500,000 บาทต่อเดือน

คำสำคัญ : การลดของเสีย, ประสิทธิผลโดยรวม, การหยุดเครื่องจักรแบบฉุกเฉิน, การบำรุงรักษาด้วยตนเอง, การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

Abstract

The objective of this research was to increase the effectiveness of production by reducing defects in the extrusion process. At present, the company case study found problems of quality control. It was found that the most common defect at percentage of extrusion process 9.95, The percentage 88.43 of defects in all the

extrusion process, and the Overall Equipment Effectiveness and of the extrusion machine had an average of 54.49 percent from the data of defect and the Overall Equipment Effectiveness of the aforementioned machine was occurred from the discovery of defect in the production process which caused the machine breakdown that caused an average of machine availability was at 64.15 percent, which was lower than the standard. From the above problems, the researcher have improved the efficiency of the production process, and reduced defect by use the theory of the preparing repair the mechanic to apply for production, perform maintenance on your own, perform preventive maintenance, preparing a plan for the maintenance as broken then repaired to, preparing a plan for the maintenance as broken then repaired to reduce the loss time from the maintenance, creating a plan to change the extrusion ring in order, check the extrusion solution every time before turning on the machine, and assigned the supervisor to randomly check every week. After the improvement, it was found that the company case study had defect reduction from 9.95 was reduced to 1.65 percent or the average was reduced to 83.46 percent, the Overall Equipment Effectiveness of the extrusion machine was increased with an average of 81.07 percent, the availability was increased with an average of 90.28 percent and the capability of cost reduction was about 500,000 THB per month.

Keywords : Defect reduction, Overall Equipment Effectiveness, Breakdown maintenance, Autonomous maintenance, Preventive maintenance.

1.บทนำ

สภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นจากการลงทุนขนาดใหญ่ของรัฐบาล อาทิ โครงการรถไฟฟ้าสีต่างๆ โครงการรถไฟฟ้ารางคู่ โครงการนำสายไฟฟ้าลงใต้ดินในพื้นที่จังหวัดท่องเที่ยว ผู้ประกอบการจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อหาแนวทาง การเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของกระบวนการผลิต [1]

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทผลิตสายไฟ ในปัจจุบันบริษัทประสบปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ [2] จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากฝ่ายผลิตพบว่ามีลักษณะของเสียที่พบมากที่สุดเกิดจากกระบวนการรีด (Drawing) คิดเป็นร้อยละ 88.43 จากกระบวนการผลิตทั้งหมด เราจึงเลือกศึกษาและปรับปรุงกระบวนการรีด โดยของเสียที่เกิดจากเครื่องจักรระหว่างเดือนตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ.2561 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนของเสียเฉลี่ย ระหว่างเดือน ตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ.2561

เครื่องจักร	ค่าเฉลี่ย(เมตร)	คิดเป็น(ร้อยละ)	ร้อยละสะสม
Drawing (D1)	845,029	88.43	88.43
Standing (S1)	46,040	4.82	93.25
Insulation	13,943	1.46	94.71
Wrapping	13,207	1.38	96.09
other	37,342	3.91	100.00
รวม	**955,560**	**100.00**	

บทความนี้นำทฤษฎีเกี่ยวกับการวางแผนการซ่อมบำรุงเครื่องจักร [3] ที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของกระบวนการผลิตโดยยึดหลักการทำงานตามแนวคิดแบบซิกซ์ ซิกมา (Six Sigma) [4]

โดยนำขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 1. การกำหนดเป้าหมาย 2. การวัดความสามารถของกระบวนการผลิต 3. การวิเคราะห์สาเหตุปัญหา 4. การปรับปรุงโดยเน้นที่ต้นเหตุของปัญหา 5. การควบคุมกระบวนการที่มีผลกระทบ มาใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุง ซึ่งมีตัวชี้วัดคือ ปริมาณของเสีย และประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร [5] โดยใช้การวางแผนการซ่อมบำรุงเครื่องจักร และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน [6] การบำรุงรักษาด้วยตนเอง [7] เพื่อลดการสูญเปล่าในการผลิต [8] และหาวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดจากกระบวนการรีด ในบริษัทผลิตสายไฟในแผนกผลิตสายไฟแรงดันต่ำ

2. ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

กระบวนการรีดเป็นกระบวนการที่มีความสูญเสียเกิดขึ้น จากความไม่พร้อมใช้งานของเครื่องรีด จากข้อมูลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE) ตั้งแต่เดือน ตุลาคม - ธันวาคม พ.ศ.2561 พบว่า OEE มีค่าเท่ากับ 54.49% แสดงดังตารางที่ 2

ตัวอย่างการคำนวณค่า OEE เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2561 ได้ดังนี้

- ความพร้อมใช้งาน = $\frac{(648 - 235) \text{ x } 100}{648}$ = 63.73 %

- อัตราสมรรถนะ = $\frac{(0.000072 \text{ x } 8{,}456{,}889\ ) \text{ x } 100}{648}$

= 93.97 %

- อัตราของดี = $\frac{(8{,}456{,}889 - 842{,}313) \text{ x } 100}{8{,}456{,}889}$

= 90.04 %

- OEE = 63.73 % x 93.97 % x 90.04 % = 53.92 %

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลในกระบวนการรีด พบว่าความสูญเสียเกิดจากความพร้อมใช้งานของเครื่องรีด จากการขัดข้องของเครื่องจักรในระหว่างกระบวนการผลิต เนื่องจากเครื่องจักรมีอายุการใช้งานมานาน ทำให้เกิดการทำงานไม่ได้เต็มประสิทธิภาพ จึงต้องมีการจัดทำแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร [9] เพื่อเป็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จะทำให้เกิดความเสียหายน้อยที่สุด

3. ข้อมูลของเสียในปัจจุบัน

ข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการรีด (Drawing) ระหว่าง เดือนตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ.2561

ตารางที่ 2 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องรีด

เดือน	เวลารับภาระงาน (ชั่วโมง)	เวลาสูญเปล่าจากการขัดข้อง (ชั่วโมง)	ปริมาณการผลิตได้จริง (เมตร)	ปริมาณของเสีย (เมตร)	ความพร้อมใช้งาน (%)	อัตราสมรรถนะ (%)	อัตราของดี (%)	OEE (%)
ต.ค.	648	235	8,456,889	842,313	63.73%	93.97%	90.04%	53.924%
พ.ย.	648	232	8,479,755	842,543	64.20%	94.22%	90.06%	54.477%
ธ.ค.	648	230	8,532,460	850,231	64.51%	94.81%	90.04%	55.061%
เฉลี่ย					**64.15%**	**94.33%**	**90.05%**	**54.49%**

จากตารางที่ 2 สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ดังนี้

- กำลังการผลิต = $\frac{(9{,}000{,}000 \text{ เมตร/เดือน})}{(27 \text{ วัน/เดือน}) x (24 \text{ชั่วโมง/วัน})}$

=13888.89 เมตร/ชั่วโมง

- รอบทางทฤษฎี = (1/13888.89)

= 0.000072 ชั่วโมง/เมตร

- เวลารับภาระงาน = เวลาเดินเครื่องจักร

ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการรีด มีลักษณะบกพร่อง ได้แก่ สายขาด สายเป็นสะเก็ด สายเป็นโพรงอากาศ สายเป็นคลื่น สายไม่ได้ความยาว จำนวนลักษณะบกพร่องที่เกิดขึ้นจากกระบวนการรีด มีลักษณะสายขาดเฉลี่ยร้อยละ 56.44 และสายเป็นสะเก็ดเฉลี่ยร้อยละ 24.05 ปัญหาทั้ง 2 สาเหตุ มีร้อยละสมสม 80.48 จึงนำปัญหาดังกล่าวรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ลักษณะบกพร่องของสายไฟแรงดันต่ำ

ลักษณะบกพร่อง	ค่าเฉลี่ย (เมตร)	คิดเป็น (ร้อยละ)	ร้อยละสะสม
สายขาด	476,895	56.44	56.44
สายเป็นสะเก็ด	203,201	24.05	80.48
สายเป็นโพรงอากาศ	86,868	10.28	90.76
สายไม่ได้ความยาว	78,065	9.24	95.80
สายเป็นคลื่น	27,440	3.25	99.05
อื่นๆ	8,060	0.95	100.00
รวม	**880,529**	**104.20**	

4. วิเคราะห์หาสาเหตุ

การระบุสาเหตุที่มีผลต่อการเกิดปัญหาของผลิตภัณฑ์ประเภทสายขาดและสายเป็นสะเก็ด สาเหตุที่พบในกรณีสายขาดคือ การปรับตั้งค่าเครื่องจักรและการเติมน้ำยารีด จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการผลิต รวมถึงไม่มีแผนการเปลี่ยนแหวนรีดที่ชัดเจน จึงส่งผลกระทบต่อเครื่องจักรให้มีสภาวะการทำงานที่ไม่คงที่ ทำให้เกิดความเสียหายแสดงข้อมูลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนสายขาดเฉลี่ยระหว่าง เดือนตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ.2561

สาเหตุ	ค่าเฉลี่ย (เมตร)	คิดเป็นร้อยละ	ร้อยละสะสม
แหวนรีดชำรุด	246,540	51.70	51.70
ความเข้มข้นของน้ำยารีดต่ำ	149,430	31.33	83.03
Dencer ปรับแรงดึงมากเกินไป	43,509	9.12	92.15
หัวรีด (Die) ชำรุด	17,458	3.66	95.82
Cu wire ทับกันขาด	14,574	3.06	98.87
อื่นๆ	5,384	1.13	100.00
รวม	**476,895**	**100.00**	

จากตารางที่ 4 พบว่าลักษณะบกพร่องสายขาดเกิดจากแหวนอบชำรุดร้อยละ 51.70 และเกิดจากความเข้มข้นของน้ำยารีดต่ำร้อยละ 31.33 ทั้ง 2 สาเหตุมีร้อยละสะสม 83.03 จึงได้ทำการเลือกแก้ไข 2 สาเหตุดังกล่าว

สาเหตุที่ค้นพบในกรณีสายเป็นสะเก็ดคือ ไม่มีการวางแผนการเปลี่ยนแหวนรีดที่แน่นอนทำให้เกิดความเสียหายไม่มีการตรวจสอบเพื่อการบำรุงรักษาเครื่องจักรและไม่มีบำรุงรักษาหัวรีด แสดงข้อมูลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนสายเป็นสะเก็ดเฉลี่ยระหว่าง เดือนตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ.2561

สาเหตุ	ค่าเฉลี่ย (เมตร)	คิดเป็นร้อยละ	ร้อยละสะสม
แหวนรีดชำรุด	246,540	55.42	55.42
หัวรีด (Die) ชำรุด	149,430	33.59	89.01
วัตถุดิบไม่ได้มาตรฐาน	43,509	9.78	98.79
อื่นๆ	5,384	1.21	100.00
รวม	**444,863**	**100.00**	

พบว่าลักษณะบกพร่องสายเป็นสะเก็ดเกิดจากแหวนอบชำรุด คิดเป็นร้อยละ 55.42 และหัวรีดชำรุด คิดเป็นร้อยละ 33.59 และมีร้อยละสะสม 89.01

5. สรุปแนวทางในการแก้ไขปัญหา

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาสายขาดและสายเป็นสะเก็ด สามารถสรุปแนวทางแก้ไขได้ ดังนี้

5.1 ปัญหาแหวนรีดชำรุด แก้ไขโดย

1) จัดทำการบำรุงรักษาด้วยตนเอง Autonomous maintenance (AM) เพื่อยืดอายุการใช้งานแหวนรีด

2) จัดทำตารางเปลี่ยนแหวนรีด เพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายป้องกัน โดยใช้การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน Preventive maintenance (PM)

5.2 ปัญหาความเข้มข้นน้ำยารีดต่ำ แก้ไขโดย

1) เพิ่มขั้นตอนในการตรวจสอบน้ำยารีดโดยจัดทำเป็น Check sheet ให้ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบทุกครั้งที่ทำการผสมน้ำยารีด

2) จัดให้มีการสุ่มตรวจความเข้มข้นของน้ำยารีด

3) จัดอบรมให้พนักงานตระหนักถึงความสำคัญของกระบวนการทำงาน

5.3 ปัญหาหัวรีดชำรุด

เนื่องจากหัวรีดมีราคาสูงมาก ทำให้ไม่สามารถทำการเปลี่ยนก่อนการชำรุดได้จึงใช้วิธีการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (AM) เพื่อยืดอายุการใช้งานหัวรีด

6. การแก้ไขปัญหา

6.1 ปัญหาแหวนรีดชำรุด

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการขาดการบำรุงรักษา เกิดงานเสียฉุกเฉิน หรือ Breakdown Maintanance (BM) [10] คือการซ่อมบำรุงที่เกิดขึ้นแบบไม่มีการวางแผนหรือคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า ทำให้เกิดความเสียหายให้กับบริษัท

จึงมุ่งเน้นที่จะลดหรือป้องกันไม่ให้เกิดการหยุดของเครื่องจักรแบบฉุกเฉิน โดยการนำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) เพื่อป้องกันและลดการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร หลีกเลี่ยงการเกิดความขัดข้องอย่างกระทันหัน ป้องกันไม่ให้เกิดงานเสีย และสามารถใช้เป็นข้อมูล ในการจัดทำคู่มือในการซ่อมบำรุง และนำการบำรุงรักษา ด้วยตนเอง (AM) โดยให้พนักงานฝ่ายผลิตซึ่งเป็นพนักงานประจำเครื่องจักรเป็นผู้ทำการบำรุงรักษาเพื่อยืดอายุการใช้งานชิ้นส่วนเครื่องจักร ที่ตนเองรับผิดชอบ

ลักษณะของชิ้นส่วนที่จะจัดทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันคือ แหวนรีด ชิ้นส่วนแหวนรีดนี้สามารถใช้งานได้ 2 ด้าน โดยรับแรงกดของเส้นลวด ทำให้แหวนรีดมีการเสื่อมสภาพตลอดเวลา โดยเมื่อถึงช่วงเวลาหนึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นงาน

รายละเอียดชั่วโมงการใช้งานก่อนที่จะกลับด้านและก่อนจะเปลี่ยนชิ้นใหม่ ค่าใช้จ่ายในการหยุดเครื่อง ระยะเวลาการเปลี่ยนแหวนและกลับแหวน ค่าแรงทางตรง ค่าแรงทางอ้อม ค่าเสียโอกาสใน ราคาแหวนรีด ระหว่างเดือนตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2561 แสดงดังตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยอายุการใช้งานของแหวนรีด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 172.55 ชั่วโมง และระยะเวลาการกลับแหวนและเปลี่ยนแหวนเฉลี่ยอยู่ที่ 1.25 ชั่วโมง

ค่าแรงทางตรง = ระยะเวลาการซ่อมบำรุง x ค่าแรงพนักงาน

ค่าใช้จ่ายการผลิต = ระยะเวลาการซ่อมบำรุง x ค่าไฟ

ค่าเสียโอกาส = ระยะเวลาการซ่อมบำรุง x จำนวนที่ผลิตได้ต่อชั่วโมง x ราคาวัตถุดิบ

พบว่าจะมีแหวนใช้งานได้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย คือ 172.55 ชั่วโมง เนื่องจากขาดการทำความสะอาดและการบำรุงรักษา ที่ถูกต้อง

ตารางที่ 6 ความเสียหายก่อนการบำรุงรักษา

ครั้งที่	ก่อนPM	ชั่วโมงการใช้งาน	เวลาในการซ่อมบำรุง(ชม.)	ความเสียหายที่เกิดขึ้น (บาท)				
				ค่าแรงทางตรง (DL)	ค่าใช้จ่ายในการผลิต (OH)	ค่าเสียโอกาส	ราคาแหวนรีด	รวม
1	กลับด้าน	178	1.32	77.35	930.88	475,463.34	-	476,471.58
2	เปลี่ยน	168	1.22	71.48	860.18	439,352.20	3,600.00	443,883.87
3	กลับด้าน	168	1.30	76.38	919.10	469,444.82	-	470,440.30
4	เปลี่ยน	173	1.22	71.48	860.18	439,352.20	3,600.00	443,883.87
5	กลับด้าน	169	1.30	76.38	919.10	469,444.82	-	470,440.30
6	เปลี่ยน	167	1.22	71.48	860.18	439,352.20	3,600.00	443,883.87
7	กลับด้าน	175	1.34	78.73	947.38	483,889.28	-	484,915.38
8	เปลี่ยน	169	1.25	73.44	883.75	451,389.25	3,600.00	455,946.44
9	กลับด้าน	175	1.12	65.60	789.48	403,241.06	-	404,096.15
10	เปลี่ยน	179	1.27	74.42	895.53	457,407.77	3,600.00	461,977.72
11	กลับด้าน	177	1.23	72.46	871.97	445,370.73	-	446,315.15
	เฉลี่ย	172.55	1.25					
	รวม	**1909.00**	**13.87**	**814.67**	**9,803.73**	**5,007,411.41**	**18,000.00**	**5,036,029.81**

ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลนี้มาทำแผนการเปลี่ยนแหวนได้ จึงให้พนักงานทำการบำรุงรักษาด้วยตนเอง เพื่อให้แหวนรีดมีอายุการใช้งานเต็มประสิทธิภาพ

โดยมีการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ดังต่อไปนี้

1. ให้พนักงานฝ่ายผลิตทำความสะอาดเครื่องจักรที่ตนเองรับผิดชอบ โดยนำกระดาษทรายขัดที่แหวนรีดและนำที่เป่าลมเป่าเศษฝุ่นออก
2. ตรวจสอบความผิดปกติของแหวนรีดและตรวจสอบผลิตภัณฑ์ รวบรวมข้อมูลเพื่อแจ้งให้ฝ่ายบำรุงรักษาจัดทำแผนงานในการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาด้วยตนเอง [11] คือ การเป็นผู้เชี่ยวชาญในการใช้งานเครื่องจักรของตนเอง การที่จะเป็นผู้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องจักรของตนเองนั้นได้ อันดับแรก คือสามารถตรวจสอบความผิดปกติได้ และอันดับที่ 2 ต้องสามารถสัมผัสได้ถึงความผิดปกติที่กำลังจะเกิดขึ้น โดยเก็บข้อมูลหลังการบำรุงรักษาด้วยตนเองระหว่างเดือน มกราคม – มีนาคม พ.ศ. 2562 ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ชั่วโมงการใช้งานแหวนรีด และเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงหลังการบำรุงรักษา

ครั้งที่	หลังทำ AM	ชั่วโมงการใช้งาน	เวลาในการซ่อมบำรุง(ชม.)
1	กลับด้าน	179	1.31
2	เปลี่ยน	175	1.24
3	กลับด้าน	179	1.25
4	เปลี่ยน	175	1.21
5	กลับด้าน	178	1.29
6	เปลี่ยน	176	1.21
7	กลับด้าน	177	1.37
8	เปลี่ยน	176	1.28
9	กลับด้าน	179	1.23
10	เปลี่ยน	180	1.28
11	กลับด้าน	178	1.22
	เฉลี่ย	**177.45**	**1.26**
	รวม	**1909.00**	**13.87**

จากตารางที่ 7 พบว่าแหวนรีดมีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิมจากเฉลี่ย 172.55 ชั่วโมงเป็น 177.45 ชั่วโมง จากข้อมูลข้างต้นมีข้อมูลทั้งสิ้น 11 ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ด้วยความแปรปรวน 4.27 ชั่วโมง ด้วยค่าความเชื่อมั่นที่ 95% จะได้ชั่วโมงการกลับแหวนและเปลี่ยนแหวนอยู่ในช่วง 175 ถึง 180 ชั่วโมง โดยมีวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

วิธีคำนวณ

$$100\,(1-\alpha)\,\% = 95\% \quad (1)$$

$$\alpha = 0.05$$

$$Z_{\frac{\alpha}{2}} = Z_{0.025} = 1.96$$

$$\text{CI 95\% ของ } \mu = \bar{X} \pm z\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

$$\mu = 177.45 \pm 1.96\,\frac{4.27}{\sqrt{11}}$$

$$175 \leq \mu \leq 180$$

จากการคำนวณที่ค่าความเชื่อมั่น 95% จึงได้กำหนดให้กลับและเปลี่ยนแหวน โดยให้เปลี่ยนแหวนและกลับแหวนภายใน 176 ชั่วโมง หรือภายในกะการทำงานที่ 16

เนื่องจากง่ายต่อการควบคุม อีกทั้งต้องหยุดเครื่องจักร เพื่อตรวจสอบแผนงาน ปรับตั้งเครื่องจักร เตรียมงาน เปลี่ยนขนาดสาย จึงเปลี่ยนแหวนและกลับแหวนพร้อมกับการเปลี่ยนกะการทำงาน ขณะเปลี่ยนกะ ทำให้เกิดความเสียหายลดลงจากเดิม ตัวอย่างแผนเปลี่ยนแหวนและกลับแหวนรีดแสดงดังตารางที่ 8

จากการกลับแหวนและเปลี่ยนแหวนตามแผนก่อนเกิดความเสียหาย ทำให้เวลาสูญเสียจากการหยุดเครื่องจักรฉุกเฉินลดลง ทำให้ไม่เกิดของเสียจากแหวนรีดชำรุด และเวลาในการซ่อมบำรุงรักษาลดลง ส่งผลให้ค่าแรงทางตรง ค่าใช้จ่ายในการผลิต และค่าเสียโอกาสลดลง แสดงดังตารางที่ 9

การบำรุงรักษาตามแผน [12] คือ การการบำรุงรักษาด้วยตนเองโดยฝ่ายผลิตเป็นผู้ดำเนินการ และการบำรุงรักษาเฉพาะทางโดยฝ่ายซ่อมบำรุงเป็นผู้ดำเนินการบำรุงรักษา โดยมุ่งเน้นที่จะรักษาสภาพเครื่องจักร และอุปกรณ์ให้ดีที่สุด

ตารางที่ 8 แผนการผลิตและแผนการเปลี่ยนแหวนรีด

เครื่องจักร	วันที่	เวลาปฏิบัติงาน : ชั่วโมงงาน					ผู้ปฏิบัติงาน	
		ช่วงเวลาทำงาน	ปกติ	ล่วงเวลา	ผลรวม	ชั่วโมงงานสะสม	คนงาน	แรงงาน
D1	01-03-19	8.00-20.00	8	3	11	11	2	22
	01-03-19	20.00-8.00	8	3	11	22	2	22
	02-03-19	8.00-20.00	8	3	11	33	2	22
	02-03-19	20.00-8.00	8	3	11	44	2	22
	04-03-19	8.00-20.00	8	3	11	55	2	22
	04-03-19	20.00-8.00	8	3	11	66	2	22
	05-03-19	8.00-20.00	8	3	11	77	2	22
	05-03-19	20.00-8.00	8	3	11	88	2	22
	06-03-19	8.00-20.00	8	3	11	99	2	22
	06-03-19	20.00-8.00	8	3	11	110	2	22
	07-03-19	8.00-20.00	8	3	11	121	2	22
	07-03-19	20.00-8.00	8	3	11	132	2	22
	08-03-19	8.00-20.00	8	3	11	143	2	22
	08-03-19	20.00-8.00	8	3	11	154	2	22
	09-03-19	8.00-20.00	8	3	11	165	2	22
กลับแหวน	09-03-19	20.00-8.00	8	3	11	176	2	22
	10-03-19	8.00-20.00	-	11	11	11	2	22

ตารางที่ 9 ความเสียหายหลังการบำรุงรักษา

ครั้งที่	หลังทำ AM และ PM	ชั่วโมงการใช้งาน	เวลาในการซ่อมบำรุง(ชม.)	ความเสียหายที่เกิดขึ้น (บาท)				
				ค่าแรงทางตรง (DL)	ค่าใช้จ่ายในการผลิต (OH)	ค่าเสียโอกาส	ราคาแหวนรีด	รวม
1	กลับด้าน	176	0.77	45.04	542.03	276,852.07	-	277,439.15
2	เปลี่ยน	176	0.82	47.98	577.38	294,907.64	3,600.00	299,133.01
3	กลับด้าน	176	0.80	47.00	565.60	288,889.12	-	289,501.72
4	เปลี่ยน	176	0.72	42.10	506.68	258,796.50	3,600.00	262,945.29
	เฉลี่ย	**176.00**	**0.78**					
	รวม	**704.00**	**3.10**	**182.13**	**2191.70**	**1,119,445.34**	**7,200.00**	**1,129,019.17**

6.2 ปัญหาความเข้มข้นน้ำยารีดต่ำ

ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากพนักงานไม่เติมน้ำยารีด โดยจากเดิมต้องผสมน้ำยารีดทุกครั้ง จึงเปลี่ยนเป็นการผสมในถัง 200 ลิตร จัดทำแบบฟอร์มให้พนักงานบันทึกความเข้มข้นน้ำยารีดก่อนเริ่มงาน และมอบหมายให้หัวหน้างานสุ่มตรวจความเข้มข้นของน้ำยารีด 1 ครั้ง/สัปดาห์

6.3 ปัญหาหัวรีดชำรุด

ปัญหาหัวรีดชำรุดเกิดจากการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน จึงใช้วิธีการ AM เข้ามาใช้ เนื่องจากหัวรีดเป็น Diamond มีราคาสูง จึงใช้การบำรุงรักษาแบบ BM และจัดทำแผนการรับมือในกรณีเกิดความเสียหาย

7. ผลการดำเนินงาน

จากที่ได้แก้ไขปัญหาแหวนรีดชำรุด น้ำยารีดต่ำ และหัวรีดชำรุด ทำให้ของเสียลดลง โดยเก็บข้อมูลเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 แสดงดังตารางที่ 10 และตารางที่ 11

ตารางที่ 10 ตารางของเสียก่อนและหลังปรับปรุง

สัปดาห์	%ของเสียก่อนปรับปรุง	%ของเสียก่อนปรับปรุง	%ของเสียที่ลดลงจากเดิม
สัปดาห์ที่ 1	9.95%	1.70%	82.90%
สัปดาห์ที่ 2	9.95%	1.73%	82.63%
สัปดาห์ที่ 3	9.95%	1.58%	84.12%
สัปดาห์ที่ 4	9.95%	1.58%	84.16%
เฉลี่ย	**9.95%**	**1.65%**	**83.46%**

ตารางที่ 11 ค่าประสิทธิผลโดยรวมหลังการปรับปรุง

เดือน	เวลารับภาระงาน (ชั่วโมง)	เวลาสูญเปล่าจากการขัดข้อง (ชั่วโมง)	ปริมาณการผลิตได้จริง (เมตร)	ปริมาณของเสีย (เมตร)	ความพร้อมใช้งาน (%)	อัตราสมรรถนะ (%)	อัตราของดี (%)	OEE (%)
สัปดาห์ที่ 1	144	14	2,054,643	35,795	90.28%	91.32%	98.26%	81.003%
สัปดาห์ที่ 2	144	13	2,034,754	36,863	90.97%	90.43%	98.19%	80.779%
สัปดาห์ที่ 3	144	15	2,078,954	33,873	89.58%	92.40%	98.37%	81.425%
สัปดาห์ที่ 4	144	14	2,045,465	34,375	90.28%	90.91%	98.32%	80.692%
เฉลี่ย					**90.28%**	**91.26%**	**98.27%**	**81.07%**

จากตารางข้างต้นแสดงให้เห็นว่าปริมาณของเสียลดลง โดยก่อนปรับปรุงมีของเสียร้อยละ 9.95 หลังการปรับปรุง เปอร์เซ็นต์ของเสียลดลงเหลือร้อยละ 1.65 โดยเปอร์เซ็นต์ของเสียลดลงจากเดิมร้อยละ 83.46 ระยะเวลาการหยุดของเครื่องจักรลดลง ความพร้อมใช้งานเพิ่มมากขึ้น และพบว่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 54.49 เป็นร้อยละ 81.07

แสดงถึงปัญหาที่ทำให้เกิดการหยุดเครื่องจักรลดลง ความพร้อมใช้งานเพิ่มมากขึ้น และอัตราของดีเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งค่าความเสียหายลดลงจากเดิมประมาณ 500,000 บาทต่อเดือน และยังสามารถปรับแผนการใช้งานเพื่อใช้กับการบำรุงรักษาเครื่องจักรในอนาคต

8. เอกสารอ้างอิง

[1] H.Zhang, A.Li, L.Xu and M.Giovanni, “Automatic Estimate of OEE Considering Uncertainty” Procedia CIRP, Vol.81, pp.630-635, 2019.

[2] M.Yukitaka, “Quality control of mass production components based on defect analysis” Metal Fatigue, pp.669-687, 2019.

[3] A.Mazher and M.Khan, “Reliable Preventive Maintenance Scheduling” AIIE Transactions, Vol.11, pp.221-228, 2007.

[4] G.Frank, C.Paul, G.Lizbeth, N.Anthony and H.Vincent, “Improving manufacturing productivity by combining cognitive engineering and lean-six sigma methods” Procedia CIRP, Vol.81, pp.641-646, 2019.

[5] S.Anand and K.N.Nandurkar, “Optimizing & Analysing Overall Equipment Effectiveness (OEE) Through Design of Experiments (DOE)” Procedia Engineering Vol.38, pp.2,973-2,980, 2012.

[6] F.Luca, M.Marco and G.Alice, “Orchestration of preventive maintenance interventions” IFAC-Papers Online Vol. 50, pp.13,976 - 13,981, July, 2017.

[7] P.Guariente, I.Antoniolli, L.Pinto Ferreira, T.Pereira and F.J.G.Silva, “Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer” Procedia Manufacturing, Vol.13, pp. 1,128-1,134, 2017.

[8] W.Torgeir and R.Geir “Beyond Waste Elimination: Assessing Lean Practices in Product Development” Procedia CIRP, Vol.50, pp. 179-185, 2016 .

[9] O.Thanee, “Total Productive maintenance”, Peak-blue, Nonthaburi, 2009.

[10] M.Ozkok, “The effects of machine breakdown on hull structure production process” Scientia Iranica, Vol. 20, pp. 900-908, June, 2013.

[11] N.Chantran, “Industrial Maintenance Management Technology”, Charansanitwong-printing, Bangkok, 2016.

[12] S.Ehram and S.Seyed, “A hybrid method for flowshops scheduling with condition-based maintenance constraint and machines breakdown” Expert Systems with Applications, Vol. 38, pp.2,020-2,029, March, 2011.