

การเพิ่มผลผลิตด้วยเทคนิคการซ่อมบำรุงเครื่องจักร Productivity Improvement by Maintenance Techniques

ธีรวัฒน์ สมสิริกัญจนคุณ^{1*} อำนาจเจริญ อินทตก²

^{1,2}ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

E-mail: theerawa @buu.ac.th^{*}

Theerawat Somsirikanjanakoon^{1*} Amnartcharoen Inthadok²

^{1,2}Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University.

E-mail: theerawa @buu.ac.th^{*}

บทคัดย่อ

เนื่องจากภาคอุตสาหกรรมในปัจจุบันมีการแข่งขันกันมากตามกลไกของตลาดเพื่อรองรับกับความต้องการของลูกค้า และคู่แข่งที่มากขึ้น ภาคอุตสาหกรรมจึงต้องคำนึงถึงการลดต้นทุนด้วยการเพิ่มผลผลิต เพื่อให้ต้นทุนต่อหน่วย ต่ำลง และรักษาระดับมาตรฐานในการส่งมอบสินค้าแก่ผู้บริโภคได้อย่างแน่นอนและตรงต่อเวลา อันเป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า นอกเหนือจากคุณภาพตามข้อกำหนด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบการผลิตที่มีการผลิต อย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่สามารถทำการผลิตได้ยาวนาน ที่สุด นั้นหมายถึง การที่ผู้ประกอบการสามารถใช้เครื่องจักรในการผลิตได้คุ้มค่าที่สุดในกระบวนการผลิตสินค้า และ เมื่อเครื่องจักรเกิดขัดข้อง ก็สามารถใช้เวลาในการซ่อมแซมสั้นที่สุด วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาสาเหตุ และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิด Breakdown ของเครื่องจักร Extruder ในความรับผิดชอบของแผนกซ่อมบำรุง เครื่องจักร เพื่อปรับปรุงค่าเวลา MTBF(Mean Time Between Failure)ให้ได้ไม่น้อยกว่า 198 ชั่วโมง และ ค่า MTTR (Mean Time to Repair) ไม่เกิน 2 ชั่วโมง จากการศึกษาและวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ควร ได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนด้วย FMEA พบว่าปัญหาเร่งด่วน 3 อันดับแรกประกอบด้วย Pump TCU รั่ว, Heat Exchanger รั่ว และ Heat Exchanger ตัน แนวทางการแก้ไขจะยึดนโยบายที่ต้องการให้การผลิตดำเนินการอย่างต่อเนื่อง กรณีมีเหตุขัดข้องก็ให้มีเวลาการหยุดเครื่องจักรน้อยที่สุด จึงเลือกการทำการ Bypass ทั้งในส่วน Pump TCU และ Heat Exchanger ตามด้วยการดัดแปลง เพลวของปั๊มสำหรับ Pump TCU และการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และการกำหนดช่วงเวลาการ Flushing สำหรับ Heat Exchanger ผลการปรับปรุง ได้ค่า MTTR 1.17 ชั่วโมงจาก 5.11 ชั่วโมง MTBF 245.99 ชั่วโมงจาก 127.48 ชั่วโมงและค่า Ae (Equipment availability) 99.14% จาก 95.86% ด้วยมีระยะเวลาดำเนินการ 3 เดือนจากค่าใช้จ่ายในส่วนอุปกรณ์ 55,000 บาทและอื่น ๆ รวม 2,502,886 บาท

คำหลัก การซ่อมบำรุง เครื่องจักร Extruder MTBF MTTR Ae

Abstract

Currently, manufacturing industry has to contend with marketing mechanism to meet customer 's requirements and compete with the competitors. Manufacturing industry must consider cost reduction by productivity improvement to reduce product unit cost and maintain standard for delivering products to customer on time. This can create confidence to customers beyond the required quality. Especially, the 24 hours continuous production systems which reflects most productive machines utilization and most machine worthily. The objective of this research is to study real causes of Extruder breakdown and improve Mean Time Between Failure (MTBF) not lower than 198 hours and Mean Time to Repair (MTTR) not over than 2 hours. This research found 3 main causes that need urgent correction, which were Pump TCU leak, Heat Exchanger leak, and Heat Exchanger obstruct. The correction would follow the policy of continuous production to minimize breakdown time. This study used bypass system both Pump TCU and

Heat Exchanger. The improvement was also performed by modifying shaft of the Pump TCU and improving water quality and determining flushing time for Heat Exchanger. Results of the improvement indicate the reduction of MTTR from 5.11 hours to 1.17 hours, the increasing of MTBF from 127.48 hours to 245.99 hours, and the increasing of Equipment availability (Ae) from 95.86% to 99.14%. The improvement had payback period of 3 months and had equipment cost of 55,000 baht and overall cost of 2,502,886 baht.

Keywords: Maintenance, Extruder Machine, MTBF, MTTR, Ae

1. บทนำ

เนื่องจากภาคอุตสาหกรรมในปัจจุบันมีการแข่งขันกันมากตามกลไกของตลาดเพื่อรองรับกับความต้องการของลูกค้าและคู่แข่งที่มีมากขึ้น การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเพื่อลดต้นทุนเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการควรตระหนักถึงโดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมที่มีระบบการผลิตอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง การลดความ

สูญเสียจากเหตุขัดข้องของเครื่องจักรเพื่อรักษาการผลิตถือว่าเป็นการเพิ่มผลผลิตอย่างหนึ่ง ดังข้อมูลการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักรและความสูญเสียของบริษัทกรณีศึกษา(กระเบพลาสติกถักถัก) ระหว่างเดือนมกราคม - มิถุนายน พ.ศ.2555 ดังตารางที่1ด้วยเหตุดังกล่าวบริษัทกรณีศึกษาจึงให้แผนกซ่อมบำรุงดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพการซ่อมบำรุงให้ดีขึ้น

ตารางที่ 1 ความสูญเสียจากเหตุขัดข้องของเครื่องจักรระหว่างเดือน มกราคม.- มิถุนายน. พ.ศ. 2555

เครื่องจักร	จำนวนชั่วโมง Break down	อัตรา การผลิตต่อ ชั่วโมง (แผ่น)	ราคาต่อแผ่น (บาท)	จำนวนแผ่น พลาสติกที่ขาด หายไป	ต้นทุนที่สูญเสีย จากการBreak down (บาท)
Bandera1	591.86	23.00	1,536	13,612.78	20,909,230.08
Bandera2	208.39	23.00	1,536	4,792.97	7,362,001.92
Bandera3	218.31	23.00	1,536	5,021.13	7,712,455.68
Reifenhauser	195.51	20.00	3,155	3,910.20	12,336,681.00
ค่าเฉลี่ย	303.52	22.25	1,940	6,834.27	12,080,092.17

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

จากปัญหาดังกล่าวทางแผนกซ่อมบำรุงจึงได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการศึกษาและวิจัยดังนี้

1. ศึกษาสาเหตุและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิด Breakdown ของเครื่องจักร
2. เพื่อให้ได้เวลาของ Mean Time Between Failure (MTBF) ส่วนซ่อมเครื่องกลไม่น้อยกว่า 198 ชั่วโมง
3. เพื่อลดเวลาในการซ่อมเครื่องจักร จากเหตุขัดข้อง Mean Time to repair(MTTR)ให้น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

3. การดำเนินการ

เนื่องจากฝ่ายผลิต 1 เป็นต้นนำของกระบวนการผลิตกระเบพลาสติกของรถยนต์กระเบ บริษัทกรณีศึกษาจึงต้องการให้นำส่งในการพัฒนาระบบซ่อมบำรุงเพื่อให้สายการผลิตสามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง

3.1 ประเมินดัชนีชี้วัดการซ่อมบำรุง

แผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักรเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบการซ่อมบำรุงเครื่องจักรของฝ่ายผลิต 1 ซึ่งทำหน้าที่ผลิตแผ่นพลาสติกและเป็นต้นนำของการผลิตมีเครื่องจักรประกอบด้วยเครื่อง Extruder 4 เครื่องคือ Bandera1 Bandera 2 Bandera 3 และ Reifenhauser งานซ่อมบำรุงจะแบ่งเป็นงานไฟฟ้าและงานเครื่องกล การวิจัยนี้จะเน้นเฉพาะงานเครื่องกล(อยู่ในความรับผิดชอบ) จากการเก็บข้อมูล จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเสีย เวลารวมของเครื่องจักรที่มีไว้เพื่อการผลิต เวลาเดินเครื่องจักรจริง เวลาเตรียมเครื่องจักร(Set up) เวลาซ่อมแซมด้านเครื่องกล และเวลาซ่อมแซมด้านไฟฟ้า ระหว่างเดือน มกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2555 แล้วนำมาคำนวณค่าดัชนีชี้วัดการซ่อมบำรุง MTBF(Mean Time Between Failure), MTTR (Mean Time to

Repair) และค่า Ae (Equipment availability) [5] ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 2 พบว่าไม่ผ่านเกณฑ์ KPI ที่ทางบริษัทกำหนดไว้ คือ ค่า MTTR ต้อง ≤ 2 ชั่วโมง และ

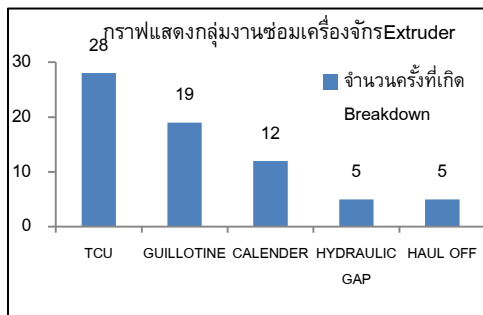
MTBF ต้อง ≥ 198 ชั่วโมง ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยที่หายไปต่อเดือนเท่ากับ 6,835 แผ่น และค่าสูญเสียของพนักงานฝ่ายผลิต 9,409.68 บาท

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีชี้วัดการซ่อมบำรุงของฝ่ายผลิต 1 ระหว่าง เดือน มกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2555

เครื่องจักร	ดัชนีชี้วัดของฝ่ายวิศวกรรม (ไฟฟ้า+เครื่องกล)			ดัชนีชี้วัดงานซ่อมบำรุงเครื่องกล		
	MTTR (ชั่วโมง)	MTBF (ชั่วโมง)	Ae (%)	MTTR (ชั่วโมง)	MTBF (ชั่วโมง)	Ae (%)
Bandera1	8.95	90.82	81.08	9.30	93.98	91.00
Bandera2	3.88	103.38	93.83	2.34	122.42	98.12
Bandera3	3.50	86.21	93.64	2.86	133.75	97.91
Reifenhauser	3.70	47.67	92.32	5.94	159.78	96.42
ค่าเฉลี่ย	5.01	82.02	90.22	5.11	127.48	95.86

3.2 การค้นหากระบวนการที่เกิดเหตุขัดข้อง

จึงได้เก็บข้อมูลเพื่อจำแนกเหตุขัดข้องตามระบบงานในเครื่อง Extruder ในระยะเวลาเดียวกันดังตารางที่ 3 พบว่ากลุ่มงานที่มีความถี่สูงสุด 5 อันดับแรกที่เป็นสาเหตุให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักรถึง 69 ครั้ง จาก 99 ครั้งคิดเป็น 70% ของเหตุขัดข้องทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 1 และตารางที่ 3



รูปที่ 1 ระบบงานที่มีจำนวนเหตุขัดข้อง 5 อันดับแรกจากนโยบายบริษัทต้องการให้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

ปัญหาทางซ่อมจากระบบที่มีความถี่ขัดข้องมากที่สุดก่อน แล้วค่อยดำเนินการแก้ไขปัญห่อื่นๆตามลำดับ ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงเลือกปัญหาการเกิดเหตุขัดข้องจากระบบงาน TCU(Temperature Control Unit) เป็นปัญหาทางที่จะดำเนินการศึกษาวิจัยระบบTCU ของเครื่อง Extruder เป็นระบบที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตแผ่นพลาสติก ทำหน้าที่สร้างอุณหภูมิให้กับลูกกลิ้งและดึงความร้อนจากแผ่นพลาสติก หากระบบ TCU เกิดการขัดข้องจะทำให้กระบวนการผลิตแผ่นพลาสติกไม่สามารถรีดแผ่นพลาสติกได้ ทั้งความหนาและลายจะไม่ได้ตามข้อกำหนดคุณภาพที่กำหนด ซึ่งจะส่งผลต่อการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ จากนั้นได้จัดลำดับความสำคัญเร่งด่วนของเหตุขัดข้องในระบบTCU ด้วยการวิเคราะห์ FMEA [1] ของช่างเทคนิคที่มีอายุงาน 8 เดือนถึง 9 ปีจำนวน10 คน และได้ข้อสรุปดังตารางที่ 4 โดยมีปัญหา 3 อันดับแรกที่จะดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเนื่องจากมีผลโดยตรงต่อการหยุดการผลิตคือ Heat exchanger ตัน Pump TCU รั่วและHeat exchanger รั่ว

ตารางที่ 3 จำนวนการเกิดเหตุขัดข้องตามระบบงานระหว่าง เดือน มกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2555

กลุ่มงานซ่อม	เครื่อง				จำนวนครั้งที่เกิด
	1	2	3	Reifenhauser	Breakdown
TCU	10	5	13		28
GUILLOTINE	1	16	2		19
CALENDER	5	2	2	3	12
HYDRAULIC GAP			1	4	5
HAUL OFF	3		1	1	5
CHILLER	1		2	2	5
MOTAN	2		1	1	4
EXTRUDER	2		1	1	4
HYDRAULIC SYSTEM	2	1			3
STACKING		3			3
PNEUMATIC SYSTEM	1		1		2
DIE	1	1			2
MOTOR DRIVE			2		2
VACUUM PUMP	1				1
COOLING	1				1
ELECTRICAL SYSTEM		1			1
HYDRAULIC SCREEN				1	1
GEAR BOX				1	1
จำนวน Breakdown	30	29	26	14	99

ตารางที่ 4 สรุปผลการจัดลำดับความเร่งด่วนของปัญหาการ ซ่อมบำรุง

อุปกรณ์ระบบTCU	ลักษณะความเสียหาย	ค่าประเมิน RPN จากการวิเคราะห์FMEA
Heat exchanger	ตัน	608.40
Pump TCU	รั่ว	583.10
Heat exchanger	รั่ว	519.10
Calender	ตัน	494.70
ท่อน้ำชำระ	รั่ว	465.70
Safety valve	ไม่ทำงาน	454.60

3.3 การวิเคราะห์สาเหตุการขัดข้องของ Heat exchanger ตันและรั่ว และ Pump TCU รั่ว

จากการสรุปอุปกรณ์ที่จะศึกษาแล้วจึงได้ศึกษาหาสาเหตุการขัดข้องเกี่ยวกับ Heat exchanger และ Pump TCU ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปสาเหตุการขัดข้องของอุปกรณ์หลัก

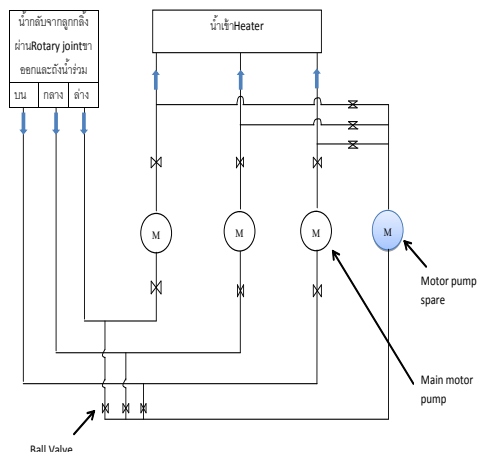
อุปกรณ์ระบบTCU	ลักษณะความเสียหาย	สาเหตุการขัดข้อง
Heat exchanger	ตัน	-น้ำ มีค่าPH ไม่เหมาะสม มีสารก่อตะกรันและสนิม -ท่อ เกิดสนิมและการกัดกร่อน -คุณภาพน้ำยาไม่เหมาะสม -ขาดมาตรฐานการบำรุงรักษา
Pump TCU	รั่ว	-เฟลลสิกหรือ - Mechanical seal เสื่อมสภาพ -การไม่ปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติงาน -การคลายตัวของน็อตจากการสั่นสะเทือน
Heat exchanger	รั่ว	-คุณภาพน้ำ -ขาดมาตรฐานการปฏิบัติงาน

4. การดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

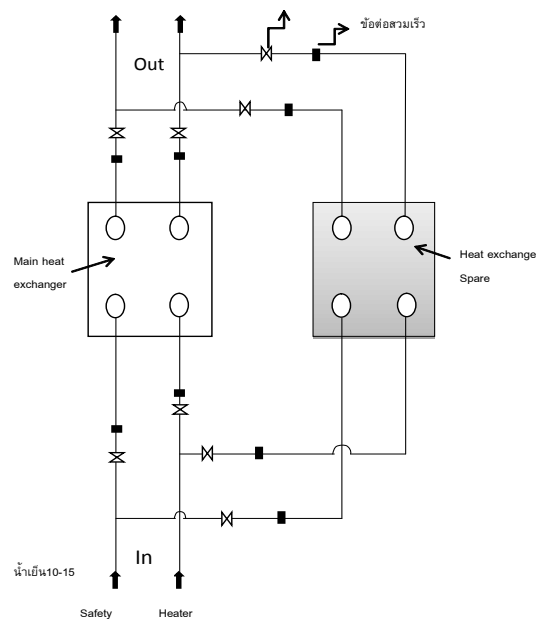
เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษา ยังไม่มีการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานในเครื่องจักรที่ใช้อยู่ มีแต่แผนการซ่อมบำรุง จึงมีแต่ข้อมูลการเกิดเหตุขัดข้องแต่ไม่มีรายละเอียด นโยบายจึงอยู่ที่การทำให้ระบบการผลิตไม่ขาดตอนและ สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่องก่อน

4.1 การออกแบบระบบ By Pass

เพื่อให้เป็นไปตามนโยบายจึงมีการเพิ่มระบบ By pass ทั้งกับ Heat exchanger และ Pump TCU ดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 เพื่อลดเวลา Breakdown และเพิ่มคุณภาพการซ่อมแซมเพราะแยกการผูกมัดกับระบบการผลิต



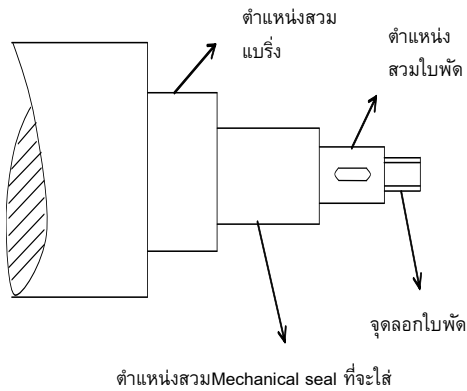
รูปที่ 2 การทำ By pass ระบบ pump TCU



รูปที่ 3 การทำ By pass Heat exchanger

4.2 การปรับปรุงในส่วนเฉพาะหน้า

1.การลดการรั่วของปั๊ม TCU จากการสึกหรือเป็นตามดแก้ไขโดยการเสริมปลอกสแตนเลสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 32 มม.เพื่อยืดอายุการใช้งานจากการกัดกร่อนและสามารถปกผิวที่มีปัญหาได้หลายครั้ง ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การเสริมปลอกแกนปั๊ม

2.การลดการอุดตันของ Heat exchanger ด้วยการทำ Flushing ก่อนเกิดการตันโดยตรวจสอบจากสถิติการเกิดการตันหลังการ Flushing พบว่าส่วนใหญ่จะใช้เวลา 4 เดือน จึงกำหนดในเบื้องต้นว่าจะ Flushing ทุก 3 เดือน สภาพก่อนหลังการทำ Flushing ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 สภาพก่อน - หลังการทำ Flushing

3.การลดการรั่วของ Heat exchanger ด้วยการกำหนดระเบียบการปฏิบัติงานในการเริ่มต้นและหยุดเครื่องจักรทั้งลำดับขั้นตอน ช่วงอุณหภูมิและปริมาณน้ำยา

4.3 ผลการปรับปรุงแก้ไข

ภายหลังการจัดทำระบบ By pass. กับระบบ PUMP TCU และ Heat exchanger รวมการเสริมปลอกให้กับเพลปั๊ม การกำหนดช่วงเวลาการ Flushing การควบคุมขั้นตอนการเริ่มต้นและหยุดเครื่อง และน้ำยาได้มีการติดตามการเกิดเหตุขัดข้องที่มาจากระบบทั้งสอง (3 ปัญหา) ระหว่างเดือน ตุลาคม 2556 - กุมภาพันธ์ 2557 พบว่าความถี่ในการเกิดเหตุขัดข้องน้อยลงจาก 20 ครั้งเหลือ 5 ครั้ง และเวลาช่วงการ Breakdown ก็ลดลงมากดังตารางที่ 6 และ 7 ส่งผลให้ค่าดัชนีชี้วัดการซ่อมบำรุง MTTR, MTBF และ Ae ดีขึ้นดังตารางที่ 8 จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าค่า MTTR ก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 5.11 ชั่วโมง หลังการปรับปรุงเท่ากับ 1.17 ชั่วโมง ค่า MTBF ก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 127.48 ชั่วโมง หลังการปรับปรุงเท่ากับ 245.99 ชั่วโมงและค่า Ae ก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 95.88 % หลังการปรับปรุงเท่ากับ 99.14 % บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ตารางที่ 6 จำนวนเหตุขัดข้องก่อน - หลังการปรับปรุง

อุปกรณ์ในระบบ	ลักษณะความเสียหาย	จำนวนครั้งงานแจ้งซ่อม	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1.Heat exchanger	ตัน	4	1
2.Pump TCU	รั่ว	12	4
3.Heat exchanger	รั่ว	4	1
รวม		20	6

ตารางที่ 7 เวลาการหยุดเครื่องซ่อมแซมก่อน - หลังการปรับปรุง

อุปกรณ์ในระบบ	ลักษณะความเสียหาย	เวลาซ่อมแซม(ชม)	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1.Heat exchanger	ตัน	4.44	4.09
2.Pump TCU	รั่ว	67.92	2.27
3.Heat exchanger	รั่ว	7.02	1.71
รวม		79.38	8.15

ตารางที่ 8 ค่าดัชนีชี้วัดการซ่อมบำรุงก่อน - หลังการปรับปรุง

เครื่องจักร	ดัชนีชี้วัดงานซ่อมบำรุงเครื่องกลก่อนปรับปรุง			ดัชนีชี้วัดงานซ่อมบำรุงเครื่องกลหลังปรับปรุง		
	MTTR (ชม)	MTBF (ชม)	Ae (%)	MTTR (ชม)	MTBF (ชม)	Ae(%)
Bandera1	9.30	93.98	91.00	1.51	115.78	98.14
Bandera2	2.34	122.42	98.12	0.90	345.51	99.63
Bandera3	2.86	133.75	97.91	2.03	361.82	99.19
Reifenhauser	5.94	159.78	96.42	0.24	160.84	99.62
ค่าเฉลี่ย	5.11	127.48	95.86	1.17	245.99	99.14

4.4 ระยะเวลาการคืนทุน

การดำเนินการปรับปรุงแก้ไขย่อมมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นประกอบด้วย ค่าวัสดุอุปกรณ์ 55,000 บาท ค่าแรงงานช่างเทคนิค 3 คนเฉลี่ยเงินเดือน 12,000 บาท คิดเป็น 400 บาทต่อวันต่อคน ใช้เวลาดำเนินการ 7 วัน รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 8,400 บาท ค่าสูญเสียปริมาณการผลิตเนื่อง จากหยุดเครื่องปรับปรุงทั้งหมด 4 เครื่องมี อัตราการผลิต 22.25 แผ่นต่อชั่วโมง เวลาปรับปรุงงาน 8 ชั่วโมงต่อวันทั้งหมด 7 วัน ราคาแผ่นพลาสติกแผ่นละ 1,536 บาทต่อแผ่น รวมเป็นเงินที่สูญเสียเท่ากับ 1,913,856 บาทและค่าแรงพนักงานฝ่ายผลิต 6 คนที่ต้องว่างงานจากการหยุดเครื่องปรับปรุง 7 วัน รวมเท่ากับ 21,000 บาท ต้นทุนในการปรับปรุงงานดังกล่าว มีทั้งสิ้น 1,998,256 บาท

สรุปได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 สรุปค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงแก้ไข

รายละเอียด ค่าจ้าง	รายละเอียดอุปกรณ์ และค่าแรงงาน	จำนวนเงิน
1.ค่าอุปกรณ์	สายนำร้อน-เย็น ยี่ห้อ ขนาด 1-1/2 "	55,000
	Nipple sus 1-1/2"	
	ข้อต่อสามเร็ว sus 1- 1/2"	
	ข้อต่อสามทาง	

รายละเอียด ค่าจ้าง	รายละเอียดอุปกรณ์ และค่าแรงงาน	จำนวนเงิน
2.ค่าแรงช่าง เทคนิค	$(1,200/30)*3*7$	8,400
3.ค่าสูญเสีย ปริมาณการ ผลิตจากการ หยุด เครื่องจักรเพื่อ ปรับปรุงระบบ	$7*(22.25*8)*1,536$	1,913,856
4.ค่าแรง พนักงานฝ่าย ผลิตว่างงาน เมื่อหยุด เครื่องจักร	$((15,000/30)*6)*(7)$	21,000
รวม		1,998,256

ผลประโยชน์ที่ได้จากการปรับปรุงคือ ระยะเวลาที่มี
การผลิตเพิ่มขึ้นของเครื่องจักรเท่ากับ 245.99 - 127.48
= 118.51 ชั่วโมงในช่วงวัดผล 5 เดือนคิดเป็นมูลค่า
ผลผลิตเท่ากับ $118.51*22.25*1,536/5= 810,039.55$
บาทต่อเดือน ดังนั้นระยะเวลาคืนทุน
= $1,998,256 / 810,039.55$ เท่ากับ 2.46 เดือน

5. สรุปการวิจัย

ผลการศึกษาดำเนินการปรับปรุงในระยะแรกเป็นเพียงการจัดการระบบการซ่อมบำรุงเพื่อให้การผลิตสามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง อันเป็นการเพิ่มผลผลิตอีกหนทางหนึ่งและได้ผลตามวัตถุประสงค์ ดังสรุปในตารางที่ 10 อย่างไรก็ตามทางแผนซ่อมบำรุงยังต้องมีการเก็บข้อมูลและศึกษาในรายละเอียดของปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อการควบคุมเงื่อนไขให้ดียิ่งขึ้น ขณะเดียวกันก็ควรมีการขยายการศึกษาในระบบงานอื่นๆด้วย

การวางแผนงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร, โครงการวิศวกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, หน้า 87-98

- [5] Robert C. Hansen, 2001. Overall Equipment Effectiveness. Industrial Press Inc, : 137-171.

ตารางที่ 10 สรุปผลการปรับปรุง

หัวข้อ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
MTTR	5.11	1.17
MTBF	127.48	245.99
Ae	95.86	99.14
ผลผลิตเพิ่มขึ้น/เดือน (แผ่น)	527.37	
ค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงต่อเดือน(บาท)	60,880	8,100
ระยะเวลาการคืนทุน (เดือน)	2.46	

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนอุดหนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ในส่วนทุนอุดหนุนการวิจัยและพัฒนาเพื่อส่งเสริมความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอก ประจำปีงบประมาณ 2557 สัญญาเลขที่ วจร.4/2557 จึงขอขอบพระคุณ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- [1] สมภพ ตลับแก้ว. 2550. ความน่าเชื่อถือของระบบและการบำรุงรักษาวิธีมาตรฐาน, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หน้า 46-49.
- [2] ธาณี อ่วมอ้อ. 2547, การบำรุงรักษาแบบทุกคนมีส่วนร่วม TPM (Total productive maintenance) พิมพ์ครั้งที่2 ,กรุงเทพฯ : พิค บุลส์, หน้า 199-221
- [3] วัฒนา เชียงกุล, เกรียงไกร ดำรงรัตน์, และตลดิษฐ์ เมืองแมน, 2553 การจัดการงานบำรุงรักษาด้วย Reliability (Reliability Based Maintenance Management), ซีเอ็ดยูเคชั่น กรุงเทพฯ , หน้า 137-141
- [4] กลิพงษ์ อนันตกุล ,วิทยา โพธิวัฒน์ , 2543