

การประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาด้วยทฤษฎีความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลางใน การผลิตในโรงงานตัวอย่าง

The Application of Reliability Centered Maintenance in The Sample Factory

ประจวบ กล่อมจิตร์^{1*}, ประสิทธิ์ชัย ผาสุกตรี²,

^{1,2}ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ. นครปฐม 73000 E-mail: aea_tragarpa@hotmail.com *

Prachuab Klomjit^{1*}, Prasittichai Pasuktree²,

^{1,2}Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering and Industrial Technology,
Silpakorn University, Muang, Nakornpathom, 73000, E-mail: aea_tragarpa@hotmail.com *

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาสูญเสียที่เกิดจากปัญหาการขัดข้องและเสียหายของเครื่องจักรในระหว่างทำการผลิต และจัดทำแผนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้กับเครื่องจักรในโรงงานตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการการบำรุงรักษาด้วยทฤษฎีความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง แนวทางการศึกษาเริ่มจากการคัดเลือกและวิเคราะห์เครื่องจักรตามความวิกฤติและวิเคราะห์หน้าที่ของชิ้นส่วนเครื่องจักรผลิตวันเส้น และนำข้อมูลที่ได้มาทำการหาสาเหตุข้อขัดข้องและทำการวิเคราะห์ความเสียหายและระดับความเสี่ยงด้วยวิธีการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (FMEA) จากนั้นทำการคำนวณรอบการเปลี่ยนทดแทนที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ด้วยการประมาณค่าพารามิเตอร์ความน่าเชื่อถือด้วยวิธีการทางสถิติ และทำการคำนวณหารอบงานบำรุงรักษาป้องกันตามแผน และนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้กับเครื่องจักร ซึ่งมีดัชนีวัดผล ได้แก่ เวลาสูญเสียในการผลิตอัตราความเสียหายและอัตราความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักร ผลการดำเนินงานพบว่า 1)เครื่องจักรผลิตวันเส้น MC1 เวลาสูญเสียในการผลิตลดลงเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 947 นาที คิดเป็นอัตราความเสียหายลดลงเท่ากับ 6.29 % และอัตราความพร้อมในการใช้งานเพิ่มเป็น 93.71 % 2)เครื่องจักรผลิตวันเส้น MC2 เวลาสูญเสียในการผลิตลดลงเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 814 นาที คิดเป็นอัตราความเสียหายลดลงเท่ากับ 6.97 % และอัตราความพร้อมในการใช้งานเพิ่มเป็น 93.03 % 3)เครื่องจักรผลิตวันเส้น MC3 เวลาสูญเสียในการผลิตลดลงเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 899 นาที คิดเป็นอัตราความเสียหายลดลงเท่ากับ 6.69 % และอัตราความพร้อมในการใช้งานเพิ่มเป็น 93.31 %

คำหลัก การจัดการบำรุงรักษาด้วยทฤษฎีความน่าเชื่อถือ, การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ, พารามิเตอร์ความน่าเชื่อถือ, งานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

Abstract

The objective of this study aimed to reduce downtime loss because of machine breakdown and to schedule the preventive maintenance plan based on the reliability centered maintenance theory for the machine components of a case study industry. The research methodology include procedure as following the priority of critical components in the vemicelli machine, analyzing the damage and risk level by using failure mode and effect analysis (FMEA), calculating the suitable reliability parameters and scheduled preventive

maintenance. The result was shown that study can be concluded that the downtime loss because of breakdown in MC1, MC2, and MC3 was decreased by decreased in 947 minutes/month, 814 minutes/month, and 899 minutes/month or failure rate can be reduced 6.29 %, 6.97 %, and 6.69 % respectively. Moreover the machine availability has been increased in 93.71 %, 93.03 %, and 93.31 % respectively.

Keywords: Reliability based maintenance, Failure mode and effect analysis, Reliability parameter, Preventive maintenance.

1. บทนำ

ประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานจะเพิ่มขึ้นได้ นั้น จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพโดยรวมของ 4M (Machine, Material, Man, Method) ดังนั้นในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมกระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพของ 4M อย่างจริงจังเสียก่อนจึงเป็นประเด็นที่สำคัญที่สุด กล่าวคือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของโรงงาน ประสิทธิภาพของวัตถุดิบ ประสิทธิภาพของการปฏิบัติงาน รวมถึง ประสิทธิภาพของการบริหารจัดการต่างๆ ในอุตสาหกรรมกระบวนการ จะมีจุดมุ่งหมายที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมให้สูงที่สุดโดยการค้นหาความสูญเสียทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับปัจจัย 4M ทั้งหมดที่เป็นต้นทาง (Input) ของการผลิตและทำให้ปลายทาง (Output) ของการผลิตสูงที่สุดสำหรับกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง ได้มีการดำเนินการกิจกรรมงานด้านการบำรุงรักษาให้กับเครื่องจักรตามมาตรฐานระบบควบคุมคุณภาพ GMP (Good Manufacturing Practice) โดยมุ่งเน้นไปที่ ความสะอาดและกฎระเบียบการปฏิบัติงานเป็นสำคัญ การทำการบำรุงรักษาจะมุ่งเน้นไปที่การตรวจเช็คทำความสะอาดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากเครื่องจักรลงสู่ผลิตภัณฑ์ จึงพบว่าการทำงานการบำรุงรักษาที่ดำเนินการในปัจจุบันยังไม่มุ่งเน้นที่เครื่องจักรจึงทำให้ประสิทธิภาพของการบำรุงรักษาไม่ดีมากนัก จึงทำให้เกิดปัญหาในการ Shutdown อยู่บ่อยๆ

2. วัตถุประสงค์

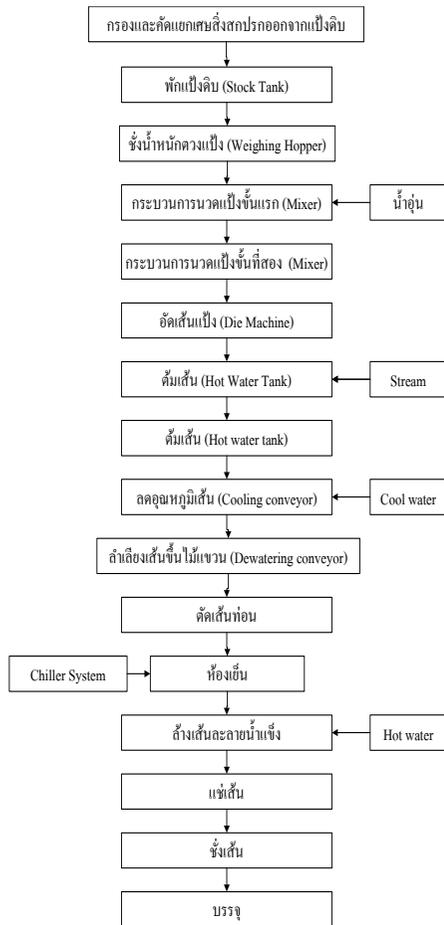
- 2.1. เพื่อลดเวลาสูญเสีย (Loss time) ในการผลิตซึ่งเกิดจากการขัดข้องและเสียหายของเครื่องจักรอย่างกะทันหัน
- 2.2 เพื่อเพิ่มความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร
- 2.3 กำหนดงานบำรุงรักษาเครื่องจักรและจัดคาบเวลา

ที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริงด้วยทฤษฎีความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ต่างๆ ให้กับโรงงานตัวอย่าง

3. วิธีการวิจัย

- 3.1 ศึกษาสภาพการดำเนินงานของโรงงานตัวอย่างและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น
 - 3.2 คัดเลือกและวิเคราะห์เครื่องจักรตามความวิกฤติและวิเคราะห์หน้าที่
 - 3.3 วิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) ของ ชิ้น ส่วน ของ เครื่องจักร
 - 3.4 ประเมินแนวทางการบำรุงรักษาโดยใช้หลักการจัดการงานบำรุงรักษาด้วยทฤษฎีความน่าเชื่อถือ (Reliability Based Maintenance)
 - 3.5 จัดทำแผนการบำรุงรักษาให้กับชิ้นส่วนของเครื่องจักรโรงงานตัวอย่างและนำไปใช้
 - 3.6 สรุปผลการดำเนินงานและนำเสนอผลการวิจัย
- ### 3.1 ศึกษาสภาพการดำเนินงานของโรงงานตัวอย่างและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

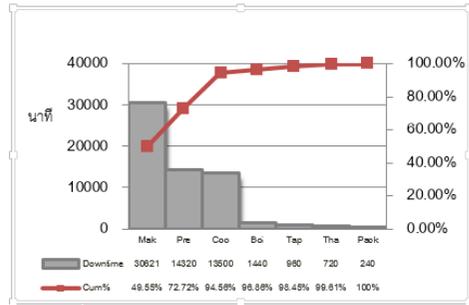
โรงงานผลิตวันเส้นตัวอย่างเป็นอุตสาหกรรมผลิตวันเส้นขนาดใหญ่เริ่มประกอบธุรกิจเมื่อปี พ.ศ. 2495 โดยเป็นผู้ผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้ถั่วเขียวเป็นวัตถุดิบได้แก่ วันเส้น แป้งสลิ้ม และ ก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ และพัฒนาการผลิตอย่างต่อเนื่อง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตเส้น

3.2 คัดเลือกและวิเคราะห์เครื่องจักรตามความวิกฤตและวิเคราะห์หน้าที่

3.2.1 คัดเลือกเครื่องจักรหรือระบบที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาในโรงงานตัวอย่าง คัดเลือกเครื่องจักรหรือระบบที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาในโรงงานตัวอย่าง เมื่อวิเคราะห์ ข้อมูลการสูญเสียเวลาเนื่องจากความเสียหายของเครื่องจักรในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ.2556 ถึง ธันวาคม พ.ศ.2556 เมื่อนำข้อมูลที่ได้เหล่านี้ไปทำการสร้างแผนภูมิพาร์โต เพื่อใช้พิจารณาถึงหน่วยผลิตที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตเส้น โดยสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2 ดังนี้



รูปที่ 2 แผนภูมิพาร์โตแสดงเวลาสูญเสียของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเส้น

แผนภูมิพาร์โตสามารถสรุปได้ว่า แผนกทำเส้น (Making) มีค่าการสูญเสียเวลาของความเสียหายสูงที่สุด 30,621 นาที หรือคิดเป็น 49.5% ของกระบวนการทั้งหมดในการผลิต ในการศึกษาครั้งนี้ที่มงานโรงงานตัวอย่างจึงเลือกแผนกทำเส้น (Making) เป็นกรณีศึกษาในการแก้ไขปัญหา การสูญเสียเวลาอันเนื่องมาจากเครื่องจักรเกิดความเสียหายในระหว่างทำการผลิต

3.2.2 จำแนกส่วนประกอบของเครื่องจักรออกเป็นระบบย่อย ทางผู้วิจัยและทีมงานของโรงงานกรณีศึกษาได้พิจารณาโดยสรุปว่า ส่วนงานที่มีความสำคัญต่อการผลิตเส้นและเป็นส่วนงานที่เกิดปัญหา Breakdown อยู่บ่อยๆ คือส่วนงานทำเส้น โดยส่วนงานนี้จะมีเครื่องจักรที่มีหลักการการทำงานคือ อาศัยการทำงานของระบบย่อยต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วยชิ้นส่วนอุปกรณ์จำนวนมาก

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการจำแนกหน้าที่ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ของระบบกวนผสมแป้ง

ลำดับที่	ชิ้นส่วนอุปกรณ์	หน้าที่
1	มอเตอร์ گیرใบกวน 1	ขับเคลื่อนใบกวนผสม 1
2	มอเตอร์ گیرใบกวน 2	ขับเคลื่อนใบกวนผสม 2
3	ใบกวนผสมแป้ง	นวดแป้งจับน้ำผสมให้เข้ากัน
4	ถังกวนผสม	รับแป้งดิบและน้ำผสมกวนให้เข้ากัน
5	เฟืองตรง	ขับเคลื่อนแกนเพลากับกวน
6	โซ่ส่งกำลัง	ส่งกำลังจากมอเตอร์ گیرขับเคลื่อนใบกวน
7	ลูกปืนรับเพล	ประคองและยึดเพลากับกวน

3.2.3 วิเคราะห์ความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ในแต่ละระบบย่อย จัดลำดับความวิกฤต ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ ในแต่ละระบบย่อยของส่วนงานทำเส้น โดยใช้วิธี Machine Criticality (MC) ซึ่งพิจารณาจาก

เกณฑ์ 4 ด้านดังนี้ ผลกระทบต่อกระบวนการผลิต (EM), อัตราการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักรที่เสียหาย (UR), ผลกระทบต่อความปลอดภัยและสภาพสิ่งแวดล้อมที่นำไปสู่ความเสียหายของเครื่องจักร (SEI), ความยุ่งยากซับซ้อนในการซ่อมบำรุงและจำเป็นต้องอาศัยทรัพยากรจากภายนอก (MTC)

กำหนดน้ำหนักของความสำคัญของแต่ละปัจจัยได้ดังนี้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่มีผลกระทบจากปัจจัยนั้น

คะแนน 1 หมายถึง ผลกระทบจากปัจจัยนั้นมีน้อยมาก

คะแนน 2 หมายถึง ผลกระทบจากปัจจัยนั้นมีปานกลาง

คะแนน 3 หมายถึง ผลกระทบจากปัจจัยนั้นมีมากที่สุด

เมื่อได้น้ำหนักของความสำคัญในแต่ละปัจจัย ทำการประเมินและผลของคะแนนที่ได้จะนำไปคำนวณเพื่อหาความสำคัญของชิ้นส่วน ดังสมการที่ (1)

$$MC = 3*EM + 2*UR + 3*SEI + 1*MTC \quad (1)$$

แบ่งกลุ่มความวิกฤติ (Criticality Code) ที่คำนวณได้เป็นช่วงคะแนน 3 ช่วง ซึ่งหมายถึง วิกฤติสูง กลาง และต่ำ ตามลำดับ หรือเรียกว่า A, B และ C ได้แก่ A คะแนน 20 ถึง 27 เครื่องจักรนั้นสำคัญมาก B คะแนน 12 ถึง 19 เครื่องจักรนั้นสำคัญปานกลาง C คะแนน 0 ถึง 11 เครื่องจักรนั้นสำคัญน้อย

ตัวอย่างวิธีการคำนวณ Machine Criticality ของมอเตอร์เกียร์ใบกวน 1 ได้โดยการประเมินน้ำหนักของความสำคัญของแต่ละปัจจัย ได้แก่ SEI เท่ากับ 1, EM เท่ากับ 3, UR เท่ากับ 3 และ MTC เท่ากับ 3 แทนค่าในสมการ (1) จะได้ MC เท่ากับ 21 ซึ่งจัดอยู่ในระดับความวิกฤติ ระดับ A

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการประเมินค่าความวิกฤติ (MC) ชิ้นส่วนอุปกรณ์ของระบบ กวนผสมแป้ง

ลำดับที่	Weight Machine Code	3	3	2	1	MC	Criticality Code
		SEI	EM	UR	MTC		
1	มอเตอร์เกียร์ใบกวน 1	1	3	3	3	21	A
2	มอเตอร์เกียร์ใบกวน 2	1	3	3	3	21	A
3	ใบววนผสมแป้ง	3	2	2	1	20	A
4	ฉักรวนผสม	1	1	1	1	9	C
5	เฟืองทรง	1	3	3	2	20	A
6	โรตารีวาล์ว	1	3	3	1	19	B
7	ลู่วิ่งรับผล	1	3	3	3	21	A
8	Packing Seal	1	3	3	3	21	A
9	ฉักรับผสม	2	1	1	1	12	B
10	ฉักรับปั่น	2	1	1	1	12	B
11	Dust collector	1	1	1	2	10	C

หลังจากได้ทำการจัดแบ่งระบบการทำงานของเครื่องจักรทำเส้นออกเป็นระบบย่อยพร้อมทั้งทำการจัดลำดับความวิกฤติ (Criticality Code) ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ สามารถสรุปลำดับความวิกฤติของชิ้นส่วนอุปกรณ์ย่อยของเครื่องจักรทำเส้นได้ดังรายละเอียดดังนี้

ลำดับความวิกฤติ A เครื่องจักรนั้นสำคัญมาก จำนวน 29 รายการ ลำดับความวิกฤติ B เครื่องจักรนั้นสำคัญปานกลางจำนวน 35 รายการ ลำดับความวิกฤติ C เครื่องจักรนั้นสำคัญน้อย จำนวน 15 รายการ การจัดลำดับความวิกฤติของชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องจักรทำเส้น ทั้ง 3 กลุ่มนี้ทางผู้วิจัยและทีมงานโรงงานตัวอย่างได้ทำการเลือกชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีลำดับความวิกฤติ (Critical Code) ระดับ A มาทำการวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและผลกระทบต่อการผลิตเมื่อเครื่องจักรเกิดความเสียหาย

3.3. วิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) [1,2]

วัตถุประสงค์หลักของการจัดทำการศึกษาวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและผลกระทบ (FMEA) คือ เพื่อต้องการทราบถึงความเสียหายทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญของเครื่องจักรทำเส้น เป็นการพิจารณาถึงอาการผิดปกติต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขณะที่ใช้งานเครื่องจักร ซึ่งอาการที่ผิดปกติเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อ ความรุนแรงที่เกิดขึ้นจากอาการที่ผิดปกติ (Severity), ความถี่ในการเกิดอาการที่ผิดปกติเหล่านี้ (Occurrence), และความสามารถในการตรวจพบอาการที่ผิดปกติ (Detectability), โดยผู้วิจัยได้ใช้หลักเกณฑ์ในการพิจารณาของ MIL-STD-1629A ในการประเมิน จากผลคะแนนที่ได้จากระดับความ

ในการคำนวณดังนี้ [1]

$$\text{Median Rank (MR)} = \frac{J-0.3}{N+0.4} \quad (3)$$

โดยที่ J คือ ลำดับในการเสียนับจากน้อยไปมาก N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์

สูตรหาค่า x และ y

$$y = \ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-Q(T)}\right)\right) \quad (4)$$

$$x = \ln(T) \quad (5)$$

โดยที่ Q(T) คือโอกาสในการเสียแทนค่าด้วย Median Rank

สูตรคำนวณหาค่า β , η จากสมการ Regression

$$\beta = \frac{\sum y_i \cdot \sum x_i - N \cdot \sum y_i x_i}{(\sum x_i)^2 - N \cdot \sum x_i^2} \quad (6)$$

$$\eta = e^{-\frac{\sum y_i - a \cdot \sum x_i}{N \cdot a}} \quad (7)$$

โดยที่ a คือค่าความชันของเส้นหรือค่า β

ตารางที่ 5 ตัวอย่างการคำนวณในโปรแกรม Excel
ชิ้นส่วนเสื่อลูกป็นรับเวลา 1 (MC1)

ลำดับ	Time to failure	Median Rank	x	y	x ²	y ²	xy
1	1200	0.159	7.09008	-1.7529	50.3	3.07	-12.4
2	1440	0.386	7.2724	-0.7167	52.9	0.51	-5.2
3	1776	0.614	7.48212	-0.0503	56.0	0.00	-0.4
4	1920	0.841	7.56008	0.60883	57.2	0.37	4.6
		Summation	29.4047	-1.911	216.3	3.96	-13.4
		β					
		η					
Y Regression	4.695949279	1724.87145					

3.4.3 การคำนวณรอบเวลาการซ่อมและการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนอะไหล่ โดยการคำนวณหารอบระยะเวลาที่ต้องมีการซ่อมหรือเปลี่ยนอะไหล่ กำหนดค่าความน่าเชื่อถือที่ 95% และข้อมูลที่ได้จากการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ Weibull โดยในตัวอย่างการวิเคราะห์นี้ได้เลือกชิ้นส่วน เสื่อลูกป็นรับเวลา 1 มาทำการวิเคราะห์ จากสมการ

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \quad (8)$$

กำหนดให้ค่า R(t) = 95% หรือ 0.95

ดังนั้นแก้สมการเพื่อหาค่า t ได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$0.95 = e^{-\left(\frac{t}{1724.9}\right)^{4.695}}$$

$$\ln\{-\ln 0.95\} = 4.695 \{\ln t - \ln 1724.9\}$$

$$4.695 \ln t = 32.019$$

$$t = 915 \text{ ชั่วโมง}$$

ตารางที่ 6 ผลการคำนวณค่าพารามิเตอร์เพื่อใช้คำนวณหาระยะเวลาในการจัดแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร MC1, MC2, MC3

ชิ้นส่วน	MC1		MC2		MC3	
	ค่าพารามิเตอร์		ค่าพารามิเตอร์		ค่าพารามิเตอร์	
	β	η	β	η	β	η
1.เสื่อลูกป็นรับเวลาไมกวน 1	4.69	1724.87	3.85	1970.9	4.25	2031.4
2.ลูกป็นยึดเวลาไมกวน 1	2.65	2177.14	3.25	2108.6	3.42	2115.7
3.เสื่อลูกป็นรับเวลาไมกวน 2	5.90	2029.59	7.46	2251.6	4.14	2033.1
4.ลูกป็นยึดเวลาไมกวน 2	3.85	2096.35	3.03	2219.3	3.38	2287.3
5.หน้าแปลนยึดRoller Cooking Conveyor	2.91	1039.94	2.48	1042.5	2.98	1409.8
6.ลูกป็นฝั่งขับและฝั่งตาม Cooking Conveyor	3.38	1247.54	4.03	1285.2	2.87	1270.2
7.ลูกป็นฝั่งขับและฝั่งตาม Cooling Conveyor	3.70	1569.45	4.27	1742	4.25	1796.4
8.ลูกป็นฝั่งขับและฝั่งตาม Dewatering Conveyor	7.27	943.89	2.27	1200.2	3.53	1135.1
9.แผ่นทอปสื่อนรับเหล็ก	6.43	2427.24	4.95	2547.6	5.19	2379.6
10.ลูกป็นยึดเพลลชุดเทป ล้อน	1.85	1011.93	1.39	11.82	2.43	1173.5

3.5 จัดทำแผนการบำรุงรักษาให้กับชิ้นส่วนของเครื่องจักรโรงงานตัวอย่างและนำไปใช้

นำค่าที่ได้จากการประเมินแนวทางการบำรุงรักษา โดยใช้หลักการจัดการงานบำรุงรักษาด้วยทฤษฎีความน่าเชื่อถือ ไปใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงาน

3.6 สรุปผลการดำเนินงานและนำเสนอผลการวิจัย

เครื่องจักรทำเส้น MC1 เวลาสูญเสียในการผลิตลดลงเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 947 นาที คิดเป็นอัตราความเสียหายของเครื่องจักรลดลงเท่ากับ 6.29% และอัตราความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มเป็น 93.71 %, เครื่องจักรทำเส้น MC2 เวลาสูญเสียในการผลิตลดลงเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 814 นาที คิดเป็นอัตราความเสียหายของเครื่องจักรลดลงเท่ากับ

6.97% และอัตราความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มเป็น 93.03 %, เครื่องจักรทำเส้น MC3 เวลาสูญเสียในการผลิตลดลงเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 899 นาที คิดเป็นอัตราความเสียหายของเครื่องจักรลดลงเท่ากับ 6.69% และอัตราความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มเป็น 93.31 %

บำรุงรักษาด้วยทฤษฎีความน่าเชื่อถือเพื่อลดเวลาสูญเสียในการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตกระดาษ, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2554

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม

เอกสารอ้างอิง

- [1] วัฒนา เขียงกุล, เกียรติกร ตำรงรัตน์ และตลดิษฐ์ เมืองแมน, การจัดการงานบำรุงรักษาด้วย Reliability, กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2553
- [2] กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ Failure Mode and Effect Analysis, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2556
- [3] สมภพ ตลับแก้ว, ความน่าเชื่อถือของระบบและการบำรุงรักษา, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550
- [4] ปริญญพร แจ่มมณี, สมภพ ตลับแก้ว, การบำรุงรักษาเชิงป้องกันรถบรรทุกขนส่งด้วยวิธีการวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการวิศวกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2556
- [5] พิเชษฐ์ แก้วไทรท้วม, การประยุกต์ใช้การ