การลดความสูญเสียของขั้นตอนการเชื่อมครีบระบายความร้อน โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร กรณีศึกษา : การผลิตมอเตอร์เฟรม

A LOSS REDUCTION OF FIN WELDING PROCESS BY USING THE ANALYSIS OF OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVE TECHNIQUE : A CASE STUDY OF MOTOR FRAME MANUFACTURING

เกียรติบัลลังก์ คิดหมาย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การลดความสูญเสียของขั้นตอนการเชื่อมครีบระบายความร้อน โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวม ของเครื่องจักร

กรณีศึกษา : การผลิตมอเตอร์เฟรม

เกียรติบัลลังก์ คิดหมาย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะ วิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดความสูญเสียของขั้นตอนการเชื่อมครีบระบายความร้อน โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร กรณีศึกษา การผลิตมอเตอร์เฟรม
ชื่อ-นามสกุล	นายเกียรติบัลลังก์ คิดหมาย
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ระพี กาญจนะ, D.Eng.
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดความสูญเสียและลดค่าใช้จ่ายความสูญเสีย ที่เกิดขึ้นจากการขัดข้องของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนในกระบวนการผลิตเฟรมของโรงงานผลิตมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่เป็นคอขวด และทำหน้าที่เฉพาะการเชื่อมครีบระบายความร้อนเท่านั้น ซึ่งไม่มีเครื่องจักรเครื่องอื่นที่สามารถทำการผลิตทดแทนได้ ซึ่งการขัดข้องที่เกิดขึ้นทำให้เกิดผลกระทบต่อการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าทั้งหมด

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยได้นำเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการวิเคราะห์แบบ Why-Why แบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) จัดตั้งทีมงานปรับปรุงกลุ่มย่อย โดยใช้แนวคิดการมีส่วนร่วม การกำหนดสมาชิกกลุ่มประกอบด้วย ฝ่ายสนับสนุนการผลิต ฝ่ายผลิต และฝ่ายซ่อมบำรุง 2) การฝึกอบรม 3) การศึกษาสภาพปัจจุบัน และปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและใช้พาเรโตไดอะแกรมคัดเลือกปัญหา ที่จะนำมาทำการแก้ไขปรับปรุง 4) การวิเคราะห์หาสาเหตุ และกำหนดแนวทางการแก้ไขโดยใช้การวิเคราะห์แบบ Why-Why 5) ดำเนินการแก้ไข 6) วัดผลจากค่าวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการแก้ไขการขัดข้องและกำหนดให้ทำการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำวัน ทำให้การเกิดการขัดข้องลดลงส่งผลทำให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน โดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 77.88 เป็นร้อยละ 82.82 คิดเป็นร้อยละที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 4.94 ค่าใช้จ่ายความสูญเสียเฉลี่ยลดลงจากเดิม 198,667 บาทต่อเดือน เป็น 137,939.60 บาทต่อเดือน ลดลงเท่ากับ 60,727 บาทต่อเดือน

คำสำคัญ : ความสูญเสีย ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การเชื่อมครีบระบายความร้อน

Thesis Title	A Loss Reduction of Fin Welding Process by Using the Analysis of Overall Equipment Effective Technique: A Case Study of Motor Frame Manufacturing
Name - Surname	Mr. Kiatbullang Kidmai
Program	Industrial Engineering
Thesis Advisor	Mrs. Rapee Kanchana, D.Eng.
Academic Year	2013

ABSTRACT

This research aims to reduce the losses and the cost of wastage occurred according to the failure of fin welding machine in the process of frame production at the electric motor factory. This machine is a specific for the fin welding only and there is no substitute machine thus it is identified as a bottleneck. These failures directly impact the whole processes of electric motor production.

The research methodology applied the analysis of overall equipment effective (OEE) technique and the why-why analysis technique which was divided into 6 stages: 1) establishing small group with the concept of participation. The group membership consists of support production section, production and maintenance section, 2) Training, 3) investigating the current situation and the occurred problem by using the analysis of overall equipment effectiveness technique and then Pareto diagrams is used to classify the problem for improvement, 4) analyzing the root causes and identifying the solutions by using the why-why analysis, 5) implementing with corrective action, 6) monitoring and measuring with the OEE indicator before and after the improvement.

After improvement with the corrective action and daily maintenance, the failure rate is reduced that leads to the average OEE value of the fin welding machine increases from 77.88% to 82.82%. Then the percentage of improvement equals to 4.94%. The average cost of losses decreased from 198,667.00 baht per month to 137,939.60 baht per month which reducing by 60,727 baht per month.

Keywords : losses, overall equipment effectiveness, fin welding machine

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงไปด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก ดร.ระพี กาญจนะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตรจารย์ณฐา คุปตัษเฐียร ผู้ช่วยศาสตรจารย์กิติพงษ์ กิมะพงษ์ กรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตรจารย์สุพัฒตรา เกษราพงศ์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาตลอดจนให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณทีมงานกิจกรรมปรับปรุงงานกลุ่มย่อย (Small Group) ของบริษัทมิตซูบิชิอิเล็คทริค ออโตเมชั่น(ประเทศไทย)จำกัด ทุกท่านสำหรับคำแนะนำและข้อคิดเห็นตลอดจนความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทั้งในส่วนของการทำงานวิจัยและในส่วนของการทำรูปเล่ม เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหการ ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทวิชาต่างๆให้ตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษา

เกียรติบัลลังก์ คิดหมาย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

สถานการณ์ในภาคการผลิตมีความผันแปรค่อนข้างสูง เนื่องจากความต้องการของลูกค้าที่มีความต้องการหลากหลายมากยิ่งขึ้น สถานประกอบการ ต่างๆ จำเป็นต้องทำการปรับปรุงแผนการดำเนินธุรกิจของตนให้มีความแข็งแกร่งเพิ่มความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่ง และตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างพึงพอใจ ทั้ง 3 ด้านคือ คุณภาพ ราคา และ การส่งมอบ ดังนั้นสถานประกอบการต่างๆ จึงมีความจำเป็นต้องทำการปรับปรุงงานของตนอย่างต่อเนื่องเพื่อลดต้นทุนในการผลิตลงพร้อมทั้งรักษาคุณภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสม่ำเสมอ และต้องมีการส่งมอบที่ตรงต่อเวลา แนวทางของการลดต้นทุนที่ดำเนินการกันอย่างแพร่หลาย คือ การกำจัดความสูญเสีย หรือสูญเปล่าต่างๆที่เกิดขึ้นในการทำงาน ดังเช่นแนวคิดของ (นิศากร สมสุข, 2551) ซึ่งได้นำการกำจัดความสูญเสีย 6 ประการ 1) เครื่องจักรเสีย 2) การปรับตั้งปรับแต่ง 3)การสูญเสียความเร็ว 4) เครื่องจักรหยุดเล็กๆ น้อยๆ และเดินเครื่องตัวเปล่า 5) ของเสียและงานแก้ไข 6) ความสูญเสียช่วงเริ่มต้นผลิต มาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตท่อ

โรงงานตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้เข้าทำการศึกษา คือโรงงานผลิตมอเตอร์ไฟฟ้า กระบวนการผลิตชิ้นส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละชิ้นส่วนใช้เครื่องจักรเป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิต ซึ่งมีเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน (Fin Welding Machine) เป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่เฉพาะไม่มีเครื่องจักรอื่นๆ ที่สามารถทำการผลิตแทนได้ ซึ่งเกิดการขัดข้องเนื่องจากเกิดการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อสายการผลิตมอเตอร์ทั้งหมด ที่จะต้องเกิดการหยุดรอคอยชิ้นส่วนจากเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนนี้ การขัดข้องดังกล่าวก่อให้เกิดความสูญเสียต่อสภาพการทำงานในปัจจุบัน และเมื่อทำการรวบรวมข้อมูลการทำงานของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ตั้งแต่พฤศจิกายน 2555 ถึง มกราคม 2556 พบว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเฉลี่ยเท่ากับ 77.88% ซึ่งนโยบายของโรงงานกรณีศึกษาต้องการให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไม่ต่ำกว่า 85% (http://www.oee.com/world-class-oee.html, 2012) จากความสูญเสียที่เกิดขึ้นสามารถคิดเป็นมูลค่าค่าใช้จ่ายที่ทางโรงงานต้องสูญเสียไปโดยเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 198,667 บาท ซึ่งถือว่าเป็นต้นทุนที่ไม่ควรจะเกิดขึ้น

ดังนั้นเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนจึงต้องได้รับการดูแลรักษาซ่อมบำรุงให้มีสภาพพร้อมใช้งาน และขจัดความสูญเสียต่างๆ เพื่อทำให้เครื่องจักรทำงานอย่างมีประสิทธิภาพที่ดีอยู่เสมอ

และเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการหยุดชะงักงันของกระบวนการผลิตมอเตอร์ทั้งหมด ซึ่งแนวคิดและวิธีการที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการขจัดความสูญเสียสำหรับเครื่องจักร คือ การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM) ด้วยการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement) และการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) โดยมีค่าประสิทธิผลโดยรวม Overall Equipment Effectiveness : OEE) เป็นดัชนี

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดจากการทำงานของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน

1.2.2 เพื่อปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ให้มีค่าเพิ่มขึ้น

1.2.3 เพื่อลดค่าใช้จ่ายความสูญเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเชื่อมครีบระบายความร้อน

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

การบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance : TPM) มาใช้ในการแก้ไขปรับปรุงให้กับเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนจะสามารถทำให้มีการปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานสำหรับการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focus Maintenance) และ การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ซึ่งจะส่งผลทำให้ค่า OEE มีค่าสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพการทำงานของเครื่องจักรก่อนการปรับปรุง

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ศึกษาและแก้ไขปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนเท่านั้น

1.4.2 ศึกษา และแก้ไขปรับปรุงค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนเท่านั้น

1.4.3 ศึกษา และคำนวณค่าใช้จ่ายความสูญเสียของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน

1.4.4 ทำการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการปรับปรุงตั้งแต่ พฤศจิกายน 2555 ถึง มกราคม 2556 และเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลหลังการปรับปรุงตั้งแต่ กรกฎาคม 2556 ถึง กันยายน 2556

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถลดการสูญเสียเวลาในการผลิต อันเนื่องมากจากเกิดข้อขัดข้องจากการทำงานของเครื่องจักร ทำให้ค่า OEE เพิ่มขึ้น

1.5.2 สามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากความความสูญเสียลงได้

1.5.3 ทำให้ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน มีทักษะความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการแก้ไขและบำรุงรักษา สูงขึ้น หลังจากที่ได้ปฏิบัติงานปรับปรุงนี้

1.5.4 สามารถขยายผลวิธีการดำเนินการ ไปใช้ในการลดการสูญเสียเวลาในการผลิตกับเครื่องจักรของโรงงานตัวอย่างได้ เช่น เครื่องหล่อชิ้นงานอลูมิเนียม (Die Cast Machine), เครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะ (Press Machine) เป็นต้น

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่ได้นำการบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance : TPM) มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ โดยจะทำการเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness : OEE) ให้เพิ่มขึ้น ซึ่งจะต้องมีการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ที่ส่งผลทำให้เครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิผลเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด เพื่อหาสาเหตุและกำหนดแนวทางการแก้ไขปรับปรุง และนำไปปฏิบัติ โดยทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 การลดความสูญเสียที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักร

ความสูญเสียเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อค่า OEE เมื่อความสูญเสียเกิดขึ้นสูงก็จะทำให้ค่า OEE ต่ำ ซึ่งแนวทางการแก้ไขปรับปรุงค่า OEE ให้เพิ่มขึ้นนั้นจะต้องทำการลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นลง ดังนั้นจึงต้องมาทำความเข้าใจความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเครื่องจักรให้ดีเสียก่อน โดยสามารถจำแนกความสูญเสียได้ดังนี้

2.1.1 ความสูญเสียหลัก 6 ประการที่มีผลต่อเครื่องจักร

1. เครื่องจักรเสีย (Machine Breakdown) หมายถึง

1) การทำงานของเครื่องจักรหยุดลง อันเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ เช่นมอเตอร์ไหม้ ลูกปืนแตก สายพานขาด เป็นต้น

2) มีการหยุดผลิตเพื่อทำการซ่อมแซม เปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆ ใช้เวลาการแก้ไขมากกว่า 5 นาที

2. การปรับตั้ง และปรับแต่ง (Setup and Adjustment) หมายถึง

1) เครื่องหยุดลงเพื่อทำการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในแต่ละครั้งซึ่งเป็นเวลาตั้งแต่เครื่องจักรหยุดลง จนถึงเวลาที่ผลิตผลิตภัณฑ์ตัวใหม่ที่ดีตัวแรกผลิตเสร็จ

2) การทดสอบหาค่าปรับแต่งเครื่องจักรที่ดีที่สุดในการผลิตแต่ละครั้ง

3. การสูญเสียความเร็ว (Speed Loss) หมายถึง

1) ความเร็วจริงในการผลิตมีค่าต่ำกว่าความเร็วมาตรฐานที่กำหนดไว้

4. เครื่องจักรหยุดเล็กๆน้อยๆ และเดินเครื่องตัวเปล่า (Minor Stoppages and Idling) หมายถึง

1) เครื่องจักรหยุดชั่วคราวเนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น แรงดันลมตก ไฟตก

สวิตซ์ไฟตัด เป็นต้น

2) เครื่องจักรทำงานแต่ไม่มีชิ้นงานป้อน เช่น รอวัตถุดิบป้อน เป็นต้น

3) เครื่องจักรไม่ต้องการซ่อมแซม แต่มีการเสียเวลารอการแก้ปัญหาเล็กๆ น้อยๆ ใช้เวลาไม่เกิน 5 นาที

5. ของเสีย และงานแก้ไข (Defects and Rework)

1) ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด และไม่สามารถแก้ไขได้

2) ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดแต่สามารถซ่อมแซมปรับแต่ง ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดได้

6. ความสูญเสียช่วงเริ่มต้นผลิต (Startup Losses)

1) สูญเสียวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ไม่ได้ตามข้อกำหนดอันเนื่องจากสาเหตุ

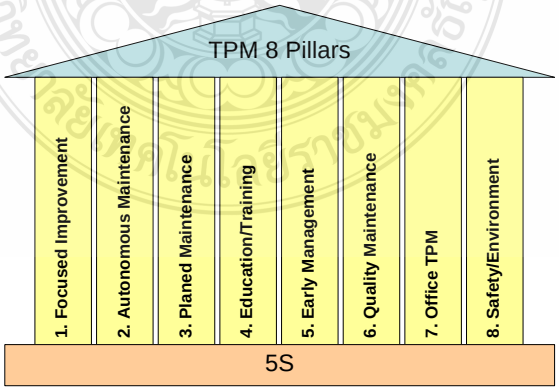
การผลิตในช่วงเวลาเริ่มต้น

เริ่มผลิตหลังจากหยุดพัก

ช่วงเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ใหม่

เริ่มผลิตหลังจากหยุดซ่อม

2.1.2 การบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance : TPM) คือ การบำรุงรักษาทวีผล โดยพนักทุกคนมีส่วนร่วมทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย โดยมีวัตถุประสงค์ คือ การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการผลิตเพื่อทำให้บริษัทสามารถสร้างผลกำไรได้ โดยมีวิธีการคือ การกำจัดความสูญเสีย (Loss) ต่างๆ ที่แอบแฝงอยู่ในระบบการผลิตให้หมดสิ้นไป"[1] รวมถึงการบำรุงรักษาเครื่องจักร และการรักษาสภาพการดำเนินการที่เป็นมาตรฐาน นอกจากนี้วิธีการต่างๆ ของ TPM ยังช่วยปรับปรุงระบบการทำงานของเครื่องจักร



รูปที่ 2.1 กิจกรรมหลักทั้ง 8 ของระบบการบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance : TPM) [1]

การดำเนินการอย่างเต็มระบบของ TPM ประกอบด้วย 8 กิจกรรมหลัก หรือ 8 เสาหลัก มีการดำเนินการ 5ส อย่างต่อเนื่องเป็นพื้นฐาน ดังในรูปที่ 2.1 โดยในแต่ละกิจกรรมมีความหมายดังนี้

1. การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement) คือ การนำหัวข้อปัญหาที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย (Loss) และอุปสรรคในการบำรุงรักษาเครื่องจักร (Autonomous Backup) มาทำการแก้ไข โดยสมาชิกกลุ่มย่อย (Small Group) และการจัดตั้งทีมงาน (Project Team) เพื่อช่วยกันแก้ไขปัญหาให้สำเร็จ การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียในแต่ละหัวข้อปัญหาเพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในเครื่องจักร กระบวนการผลิต และโรงงานโดยการกำจัดความสูญเสียให้หมดสิ้น และปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน

2. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) คือการบำรุงรักษาโดยใช้พนักงานที่ใช้เครื่องจักรนั้นๆ เพื่อให้การขัดข้องของเครื่องมือลดลงเป็นศูนย์ในส่วนของการทำความสะอาด หล่อลื่น ขันแน่น และตรวจเช็ครายวัน และพัฒนาทักษะไปสู่การ เป็นผู้ชำนาญเครื่องจักร และเป็นผู้ชำนาญในกระบวนการของตน (หมายเหตุ การดำเนินการวิจัยจะมุ่งเน้นปฏิบัติเฉพาะ กิจกรรมที่ 1. การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย และ 2. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง เท่านั้น เนื่องจากโรงงานตัวอย่างที่ได้ทำการศึกษายังไม่มีนโยบายหรือแผนการดำเนินการอย่างเต็มระบบ)

3. การบำรุงรักษาเชิงวางแผน (Planed Maintenance) คือ การสร้างระบบบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพตลอดช่วงอายุการใช้งานของเครื่องจักร เพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

4. การฝึกอบรมเพื่อเพิ่มทักษะการเดินเครื่องและการบำรุงรักษา(Education and Training) คือการสร้างระบบการฝึกอบรมและพัฒนาหลักสูตร เพื่อเพิ่มศักยภาพของพนักงานให้สอดคล้องกับคุณสมบัติ หรือความสามารถที่ต้องมีตามที่กำหนด เช่น การบำรุงรักษาด้วยตนเอง การปรับปรุงเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานเป็นต้น

5. การจัดการเครื่องจักร/อุปกรณ์ใหม่หรือช่วงแรก (Early / Initial Phase Management) คือ

1) การออกแบบเพื่อป้องกันการบำรุงรักษา

เพื่อให้การบำรุงรักษาด้วยตนเองสะดวกยิ่งขึ้น

การใช้งานเครื่องมืออุปกรณ์ง่ายยิ่งขึ้น

คุณภาพดีขึ้น

การดูแลรักษาง่าย ซ่อมแซมได้รวดเร็ว

มีความปลอดภัยในการใช้งาน

2) การพิจารณาต้นทนตลอดอายุการใช้งาน (LCC : Life Cycle Cost)

3) การจัดการเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนการติดตั้ง

การวางแผนงาน (Planning)

การออกแบบ (Design)

การประกอบเครื่องมือและอุปกรณ์ (Fabrication)

การติดตั้งและการทดสอบเดินเครื่อง (Installation and Test Run)

การเดินเครื่องก่อนการส่งมอบ (Commissioning)

6. การบำรุงรักษาเชิงคุณภาพ (Quality Maintenance) โดยสภาวะการเงื่อนไขควบคุมที่ถูกกำหนดขึ้นในกระบวนการผลิตมักจะเป็นสภาวะเงื่อนไขจำเป็นเท่านั้น ยังไม่ใช่สภาวะเงื่อนไขที่เพียงพอหรือดีพอ นอกจากนี้ยังขาดการควบคุมดูแล สภาวะเงื่อนไขเหล่านั้นอย่างจริงจัง จึงมักทำให้เกิดของเสียอยู่เสมอ ดังนั้นการบำรุงรักษาเชิงคุณภาพ คือการป้องกันไม่ให้เกิดของเสีย (Defect) ซึ่งมีสาเหตุมาจาก 4Ms คือ วัตถุดิบ(Material) เครื่องจักร(Machine) วิธีการ(Method) คน (Man) โดยการกำหนดเงื่อนไขควบคุม 4 Ms ให้เป็นมาตรฐานที่จะไม่ทำให้เกิดของเสียได้เลย ดังนั้นจึงเป็นการสร้างระบบการบำรุงรักษาคุณภาพเชิงป้องกัน

7. การทำ TPM ในสำนักงาน (Office TPM) คือ การทำ TPM ในหน่วยงานที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรงแต่มีผลทางอ้อมต่อการผลิตหรือการทำงานสนับสนุนการผลิต เช่น ฝ่าย HR, วางแผน, จัดซื้อ, คลังสินค้าและจัดส่ง เป็นต้น โดยมุ่งเน้นการกำจัดความสูญเสีย ที่เกิดขึ้นจากการทำงาน ลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น รวมถึงสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ลูกค้าอีกด้วย เช่น การทำงานซ้ำซ้อน การรอคอย การไม่มีมาตรฐาน การใช้วัสดุและพลังงานที่เกินความจำเป็น ความผิดพลาดในการสื่อสารเป็นต้นและโดยทั่วไปงานทางด้านธุรการจะมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ อันได้แก่ กระบวนการตัดสินใจ การสื่อสาร กระบวนการทางด้านข้อมูล กิจกรรม TPM ที่เข้ามาช่วยในการปรับปรุงได้แก่ Focused Improvement, Autonomous Maintenance, Education/Training เป็นต้น

8. การจัดการด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (Safety, Health and Environment) คือ การสร้างระบบอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในโรงงานที่ต้องการให้อุบัติเหตุเป็นศูนย์ และสร้างสภาวะแวดล้อมในการทำงานที่ดีรวมถึงลดมลภาวะ เช่น เสียง น้ำเสียและอากาศเสีย เป็นต้น

จากที่ได้กล่าวถึงกิจกรรมทั้ง 8 ของระบบการบำรุงรักษาทวีผล ไว้ในข้างต้นทำให้ได้ทราบถึงความหมายของแต่ละกิจกรรมแล้ว จะต้องนำไปดำเนินการปฏิบัติต่อไป โดยมีขั้นตอนการดำเนินดังในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนการดำเนินการ การบำรุงรักษาทวีผล [1]

ขั้นตอน	ลำดับ	ขั้นตอน
การเตรียมตัวก่อนนำมาใช้	1	แถลงการณ์ตัดสินใจของผู้บริหารระดับสูงในการนำ TPM มาใช้
	2	ให้ความรู้ในการนำ TPM มาใช้พร้อมทั้งรณรงค์ประชาสัมพันธ์
	3	จัดตั้งหน่วยงานส่งเสริม TPM
	4	กำหนดแนวทางพื้นฐานและวัตถุประสงค์ TPM
	5	จัดทำแผนแม่แบบในการดำเนินการ TPM
เริ่มนำมาใช้	6	ประกาศเริ่มต้นการทำ TPM (Kick –off)
ขั้นตอนการนำมาใช้	7	ปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร
	8	สร้างระบบบำรุงรักษาด้วยตนเอง
	9	สร้างระบบบำรุงรักษาตามแผนของหน่วยงานบำรุงรักษา
	10	ฝึกหัดความมีทักษะในการเดินเครื่องและการบำรุงรักษา
	11	จัดสร้างระบบควบคุมเครื่องจักรช่วงแรกหรือเครื่องจักรใหม่
ขั้นตอนรักษาเสถียรภาพ	12	เริ่มปฏิบัติ TPM อย่างสมบูรณ์ และการยกระดับ

2.1.3 เทคนิคการควบคุมดูแลด้วยการมอง (Visual Management)

คำจัดกัดความของการควบคุมดูแลด้วยการมอง “การควบคุมดูแลด้วยการมองเป็นระบบที่สิ่งที่ต้องการควบคุมดูแลจะเป็นตัวชี้ให้ถึงความผิดปกติด้วยตัวเอง และความผิดปกติที่แสดงออกนั้นจะแจ้งเตือนให้ทราบ และให้คนรีบเข้าดำเนินการแก้ไขในสิ่งผิดปกตินั้นได้อย่างเหมาะสม”[4] โดยจะนำมาใช้เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการตรวจสอบบำรุงรักษาเครื่องจักร

และการควบคุม ป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาด ผ่านการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยสามารถเปรียบเทียบการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ดังในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบการรับรู้ข้อมูลข่าวสารในการทำงานผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 [2]

ประสาทสัมผัส	ลักษณะทั่วไป	จุดเด่น
ตา การมองเห็น	- รับรู้ข้อมูลได้ในปริมาณๆ - วิธีการสื่อสาร มีความหลากหลาย สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผู้มองเห็นได้ - แสดงความเป็นจริงที่เกิดขึ้นได้ เข้าใจง่าย - คนจำนวนมากเห็นข้อมูล และเข้าใจในความหมายร่วมกัน สามารถดูซ้ำได้ตามต้องการ	ดีที่สุด “สิบปากว่าไม่เท่ากับตาเห็น” (มีสำนวนภาษาอังกฤษกล่าวว่า See is believing)
หู การได้ยิน	- รับรู้ข้อมูลได้มากและหลากหลายแต่น้อยกว่าการมองเห็น - ผู้ฟังอาจตีความตามความคิด ความเข้าใจของตนเอง จึงเปิดโอกาสให้การสื่อความเพี้ยนไปได้ - กรณีข้อมูลที่มีความซับซ้อน จะเข้าใจได้ยากกว่าการรับรู้ด้วยการมองเห็น - ไม่มีหลักฐานของการสื่อสารปรากฏอยู่ทำให้ลืมได้ง่าย - มีประโยชน์มา ในการรับทราบความผิดปกติของเครื่องจักรจากเสียงที่ไม่ปกติ เช่น เสียงดัง เสียงเสียดสี	- ใช้ควบคู่กับการมองเห็น การสื่อสารจะยิ่งสมบูรณ์ขึ้น - ใช้ในการกระตุ้นความรู้สึกของพนักงานผ่านน้ำเสียงในอารมณ์แบบต่างๆ ได้
กายสัมผัส จมูกรับรู้กลิ่น	ชนิดของข้อมูลถูกจำกัดเฉพาะ การรับรู้ข้อมูลบางอย่างเท่านั้น เช่น การตรวจสอบความละเอียด ความหยาบ การรับรู้กลิ่นสารเคมี	มีประโยชน์อย่างมากกับงานบางลักษณะหรือบางกระบวนการ

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบการรับรู้ข้อมูลข่าวสารในการทำงานผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 [2] (ต่อ)

ประสาทสัมผัส	ลักษณะทั่วไป	จุดเด่น
ลิ้น การชิมรส	ใช้บางกรณีเท่านั้น	มีประโยชน์เฉพาะกับบางอุตสาหกรรม เช่น อาหาร

เมื่อเปรียบเทียบในประสาทสัมผัสทั้ง 5 แล้วดังในตารางที่ 2.2 พบว่า การมองเห็นและการได้ยินเป็นพื้นฐานของการรับรู้ทั่วไป ในขณะที่การรับรู้กลิ่นและการชิมรส จะมีข้อจำกัดการใช้งานบางลักษณะเท่านั้น ดังนั้นจะต้องเลือกวิธีที่เหมาะในการสื่อสารไม่ให้เกิดการคลาดเคลื่อน เช่นในโรงงานมีเสียงดังการสื่อสารด้วยการมองเห็นจะมีความเหมาะสมกว่า

ในการทำงานต้องการความร่วมมือ และประสานงานงานกับบุคคลหลายๆ คน การแสดงข้อมูลเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลความคืบหน้าซึ่งกันและกันเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง การทำให้ผู้เกี่ยวข้องทุกคนเข้าใจในความหมายเดียวกันสามารถรับรู้ได้ตลอดเวลา และไม่ลืมข้อมูลไปง่ายๆ จึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญ และมีการจัดการที่เหมาะสม

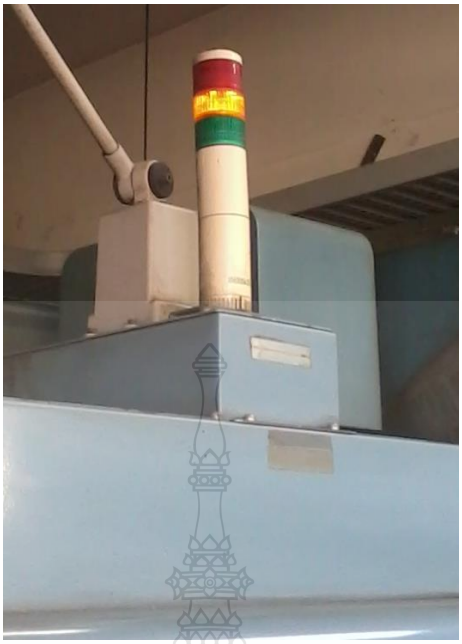
“Visual Control การควบคุมด้วยการมองเห็น” จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งต่อการบริหารจัดการในโรงงาน และสำนักงานทั่วไปโดยสิ่งที่ต้องพิจารณาคือ จะทำอย่างไรจึงจะทำให้การมองเห็นข้อมูลข่าวสารของพนักงาน นำไปสู่การปฏิบัติงานที่เป็นประโยชน์ต่อเป้าหมายขององค์กรได้มากที่สุด ดังแสดงตามตัวอย่างดังนี้

รูปที่ 2.2 การตรวจสอบระดับน้ำมันไฮดรอลิค

การตรวจสอบระดับน้ำมันไฮดรอลิคด้วยการมองเห็น โดยการระบุตำแหน่งของระดับน้ำมันที่มีอยู่ในถังเก็บที่ระดับสูงสุดและต่ำสุดที่บริเวณตาแก้ววัดระดับน้ำมัน ดังในรูปที่ 2.2 เมื่อทำการตรวจพบว่าระดับน้ำมันมีระดับสูงสุดไม่เกิน Max หรือมีระดับต่ำสุดไม่ต่ำกว่า Low จะทราบได้ทันทีว่าระดับน้ำมันที่มีอยู่ๆ ในระดับที่ปกติ และหากระดับน้ำมันที่มีอยู่สูงสุดเกินกว่า Max หรือ มีระดับน้ำมันต่ำกว่า Low จะทราบได้ทันทีว่าระดับน้ำมันที่มีอยู่ๆ ในระดับที่ ผิดปกติ

รูปที่ 2.3 การตรวจสอบแรงดันน้ำมันไฮดรอลิค

การตรวจสอบแรงดันน้ำมันไฮดรอลิคด้วยการมองเห็น โดยการติดสติกเกอร์แถบสีเขียวและสีแดงไว้ที่หน้าปัทม์เกจวัดแรงดันน้ำมันไฮดรอลิค ดังรูปที่ 2.3 สีเขียวหมายถึงแรงดันน้ำมันไฮดรอลิคที่อยู่ในช่วงนี้มีแรงดันเป็นปกติ และสีแดงหมายถึงแรงดันน้ำมันไฮดรอลิคที่อยู่ในช่วงนี้มีแรงดันที่ผิดปกติ เมื่อเครื่องจักรทำงานเข็มวัดแรงดันน้ำมันไฮดรอลิคชี้อยู่ในช่วงสีเขียว จะทำให้ทราบได้ทันทีว่าแรงดันน้ำมันไฮดรอลิคอยู่ในช่วงที่เป็นปกติ และหากเข็มวัดแรงดันน้ำมันไฮดรอลิคชี้อยู่ในช่วงสีแดง จะทำให้ทราบได้ทันทีว่าแรงดันน้ำมันไฮดรอลิคที่อยู่ในช่วงนี้ผิดปกติ



รูปที่ 2.4 การตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องจักร

การตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องจักรด้วยการมองเห็น ดังในรูปที่ 2.4 โดยใช้โคมไฟแสดงแสงสว่าง สีแดง หมายถึง เครื่องจักรหยุดการทำงาน สีเหลือง หมายถึง เครื่องจักรอยู่ระหว่างการปรับแต่ง และสีเขียว หมายถึง เครื่องกำลังทำงานเป็นปกติ เมื่อตรวจสอบด้วยการมองเห็นจะสามารถทราบได้ทันทีว่าเครื่องจักรอยู่ในสถานะใด

รูปที่ 2.5 การตรวจสอบทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า

การตรวจสอบทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยการมองเห็น โดยการทำสติกเกอร์สัญลักษณ์ลูกศรติดไว้ที่บริเวณฝาครอบใบพัดมอเตอร์โดยหัวลูกศรชี้ไปในทิศทางที่มอเตอร์หมุนปกติ ดังในรูปที่ 2.5 เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานและทำการตรวจสอบการมองเห็นๆ ว่ามอเตอร์หมุนไปในทิศทางเดียวกับหัวลูกศรจะทำให้ทราบได้ทันทีว่ามอเตอร์ทำงานเป็นปกติ และหากเห็นว่ามอเตอร์หมุนไปในทิศทางตรงข้ามกับลูกศรจะทราบได้ทันทีว่ามอเตอร์ทำงานผิดปกติ

รูปที่ 2.6 การตรวจสอบการคลายของน็อต

การตรวจสอบการคลายของน็อตด้วยการมองเห็น โดยการใช้ปากกาสีขาว หรือสีอื่นๆ ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ขีดเป็นเส้นตรงลากผ่านระหว่างหัวน็อตไปยังพื้นผิวของเครื่องจักรติดกับหัวน็อต ดังในรูปที่ 2.6 เมื่อทำการตรวจสอบด้วยการมองเห็นๆ ว่าเส้นตรงอยู่ในแนวเดียวกันระหว่างหัวน็อต และพื้นผิวของเครื่องจักรจะทำให้ทราบได้ทันทีไม่เกิดการคลายตัวของน็อต และหากเห็นว่าเส้นตรงระหว่างหัวน็อต และพื้นผิวของเครื่องจักรอยู่ในแนวที่เยื้องกันหรือไม่ตรงกันจะทำให้ทราบได้ทันทีว่าเกิดการคลายตัวของน็อต

รูปที่ 2.7 การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ภายในเครื่องจักร

การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ภายในเครื่องจักรด้วยการมองเห็น โดยการใช้แผ่นอะคิลิคใส่มาทำเป็นปิดฝาด้านข้างของเครื่องจักรดังในรูปที่ 2.7 แทนฝาปิดเดิมที่เป็นแผ่นโลหะทึบแสงไม่สามารถมองเห็นการทำงานอุปกรณ์ภายในได้ เมื่อทำการตรวจสอบด้วยการมองเห็นจะสามารถทราบได้ทันทีว่าอุปกรณ์ภายในของเครื่องจักรทำงานเป็นปกติหรือผิดปกติ

รูปที่ 2.8 การตรวจสอบการทำงานของใบพัดระบายความร้อน

การตรวจสอบการทำงานของพัดลมระบายความร้อนด้วยการมองเห็น โดยนำเชือกสีที่มองเห็นได้ชัดเจน และสามารถปลิวลมได้ ผูกติดบริเวณฝาครอบพัดลมระบายความร้อน ดังในรูปที่ 2.8 เมื่อทำการเดินเครื่องจักร และทำการตรวจสอบการทำงานของพัดลมระบายความร้อนด้วยการมองเห็น จะทราบได้ทันทีว่าการทำงานของพัดลมระบายความร้อนเป็นปกติเมื่อเห็นว่าเชือกสีมีการปลิวลมเคลื่อนไหวปลิวไปมา และหากเมื่อเห็นว่าเชือกสีไม่มีการปลิวลมเคลื่อนไหวไปมาแสดงว่าพัดลมระบายความร้อนไม่ทำงานมีความผิดปกติเกิดขึ้น

รูปที่ 2.9 การจัดกลุ่มอุปกรณ์โดยใช้สัญลักษณ์สี

ดังในรูปที่ 2.9 เป็นอีกหนึ่งตัวอย่างของการนำสัญลักษณ์สีมาใช้ในการจัดกลุ่มอุปกรณ์เพื่อให้ง่ายต่อการเลือกหยิบใช้งานและไม่เกิดความผิดพลาด

2.2 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์

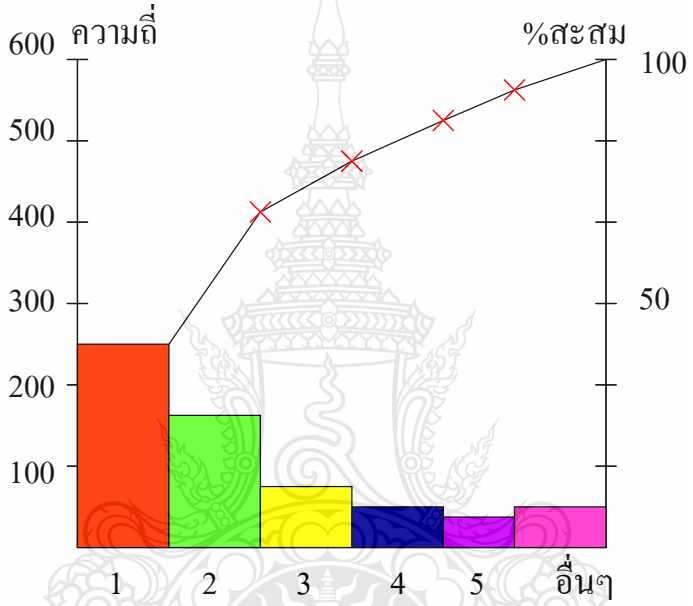
2.2.1 พาเรโตไดอะแกรม (Pareto Diagram) ใช้เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหาที่ทำให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE) ต่ำ โดยการใช้หลัก 80 : 20 เพื่อเลือกหัวข้อใดที่ส่งผลกระทบต่อความสูญเสียที่เกิดขึ้น

โครงสร้างของพาเรโตไดอะแกรม ดังในรูปที่ 2.10 ประกอบด้วย

1. แกนแนวนอน ใช้สำหรับแสดงประเภทข้อมูล เช่น สาเหตุของความบกพร่อง แผนกในหน่วยงาน ชื่อคน ชื่อเครื่องจักร ชื่อสถานที่เป็นต้น

2. แกนแนวตั้งด้านซ้าย ใช้แสดงความถี่ ค่าใช้จ่าย ต้นทุน มูลค่าสินค้าคงคลัง การสิ้นเปลืองน้ำมันเป็นต้น

3. แกนแนวตั้งด้านขวา ใช้แสดง % สะสม โดยมีจุดสูงสุดเท่ากับ 100% ซึ่งเท่ากับความถี่สะสมรวมของข้อมูล



รูปที่ 2.10 พาเรโตไดอะแกรม

ขั้นตอนการสร้างพาเรโตไดอะแกรม [3] แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ 1. การเตรียมข้อมูล และ 2. เมื่อได้ข้อมูลมาเรียบร้อยแล้วนำข้อมูลมาสร้างเป็นพาเรโตไดอะแกรม

1. การจัดเตรียมข้อมูล มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) แบ่งประเภทของข้อมูลที่จะเก็บบันทึก

2) กำหนดระยะเวลาการบันทึกให้แน่ชัด

3) เรียงข้อมูลจากความถี่มากไปหาน้อย และคำนวณค่าความถี่สะสมของข้อมูลแต่ละชั้นพร้อมทั้งคำนวณหาค่าร้อยละสะสมของข้อมูล

ตัวอย่างการสร้างพาเรโตไดอะแกรม ในโรงงานแห่งหนึ่งพบปัญหาเครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้ โดยมีสาเหตุเนื่องจากเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง วิศวกร

จะต้องทำการแก้ไขปรับปรุง จึงต้องการทราบว่าจะต้องเลือกทำการปรับปรุงแก้ไขที่สาเหตุหัวข้อขัดข้องของเครื่องจักรหัวข้อใดถึงจะทำให้เครื่องจักรทำงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น จึงได้ทำการจัดเตรียมข้อมูล โดยการเก็บข้อมูลแบ่งแยกประเภทของการขัดข้องออกเป็นแต่ละหัวข้อ และบันทึกความถี่ที่เกิดขึ้นของแต่ละหัวข้อเป็นระยะเวลา 1 เดือน ตามตัวอย่างดังในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลขั้นตอนที่ 1) และ 2)

หัวข้อขัดข้อง	ความถี่ (จำนวนครั้งที่เกิด)
Fin feeder alarm	180
Dividing motor (SV1) alarm	12
Electrode no fin alarm	70
Fin setting alarm	206
Frame eject alarm	48
Pressure alarm	16
Opener alarm	34
รวม	566

วันที่เก็บข้อมูล 1ถึง 30 พฤศจิกายน 2556 เวลา : 8.00 น. ถึง 17.00 น.

หลังจากที่สามารถเก็บข้อมูลได้แล้วทำการจัดเรียงลำดับของหัวข้อขัดข้องของเครื่องจักรเรียงลำดับจากความถี่ที่เกิดมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ทำการคำนวณความถี่สะสม และร้อยละสะสมตามตัวอย่างดังในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างการจัดเตรียมข้อมูลขั้นตอนที่ 3)

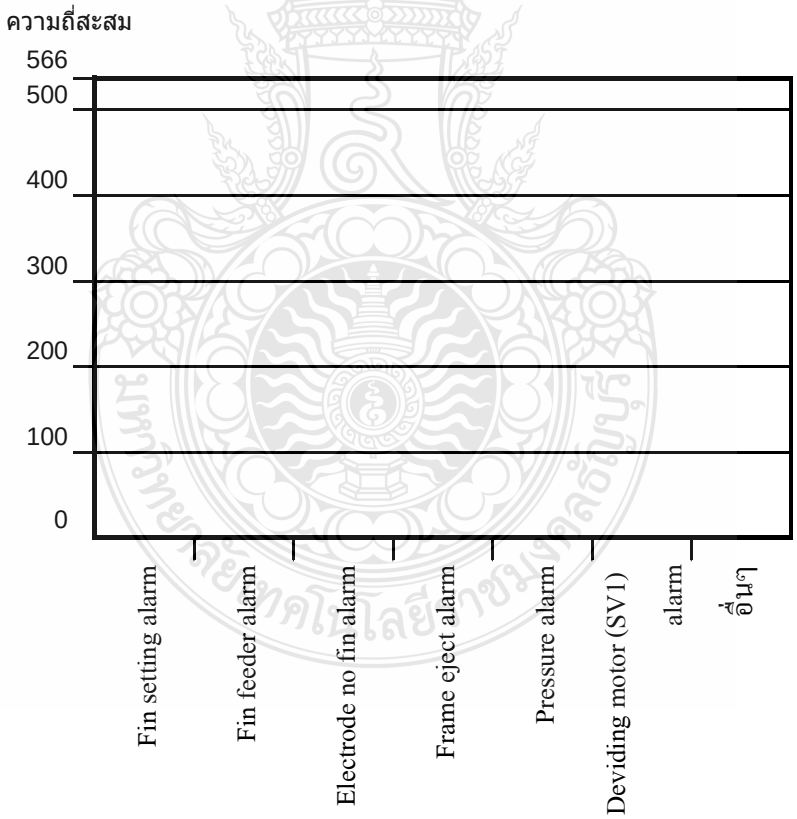
หัวข้อขัดข้อง	ความถี่ (จำนวนครั้งที่เกิด)	ความถี่สะสม	ร้อยละสะสม
Fin setting alarm	206	206	36 %
Fin feeder alarm	180	386	68 %
Electrode no fin alarm	70	456	81 %
Frame eject alarm	48	504	89 %
Pressure alarm	16	520	92 %

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างการจัดเตรียมข้อมูลขั้นตอนที่ 3) (ต่อ)

หัวข้อขัดข้อง	ความถี่ (จำนวนครั้งที่เกิด)	ความถี่สะสม	ร้อยละสะสม
Dividing motor (SV1) alarm	12	532	94 %
อื่นๆ	34	566	100 %
รวม	566		

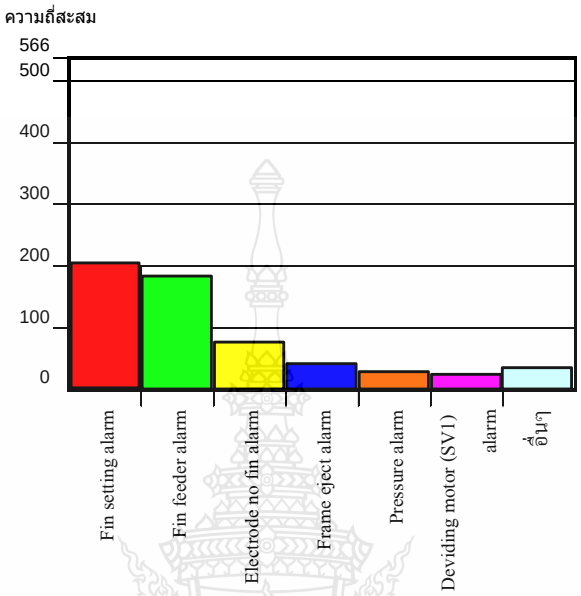
2. การสร้างพาเรโตไดอะแกรม มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) วาดแกนแนวนอน และแกนแนวตั้ง (แกน X และแกน Y) แกนนอนระบุหัวข้อการขัดข้องของเครื่องเรียงลำดับตามความถี่จะมากไปหาน้อย (ซ้ายไปขวา) และแกนตั้งระบุความถี่สะสม ตามตัวอย่างดังในรูปที่ 2.11



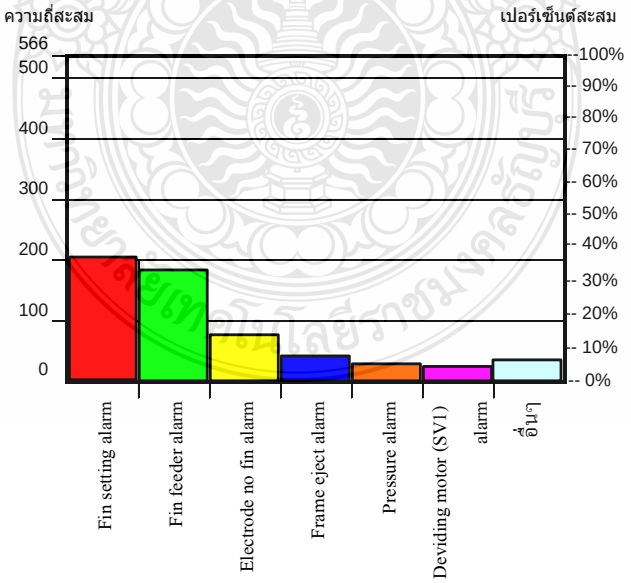
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการสร้างพาเรโตไดอะแกรมขั้นตอนที่ 1)

2) วาดแท่งกราฟ เรียงลำดับตามความถี่จะมากไปหาน้อย (ซ้ายไปขวา) ตามตัวอย่างดังในรูปที่ 2.12



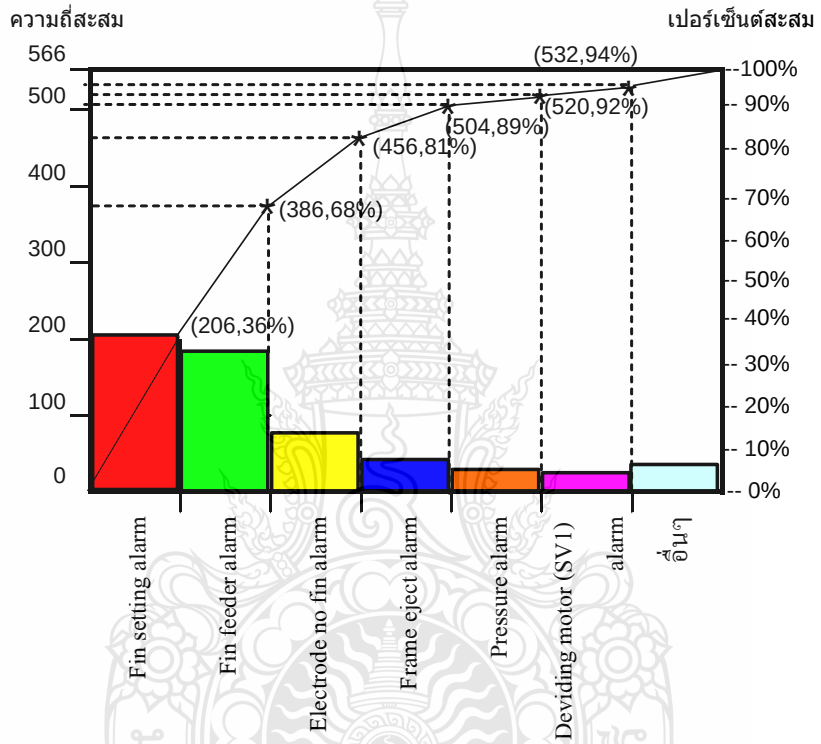
รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการสร้างพาเรโตไดอะแกรมขั้นตอนที่ 2)

3) วาดแกนร้อยละสะสม แกนตั้งทางด้านขวา ตามตัวอย่างดังในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการสร้างพาเรโตไดอะแกรมขั้นตอนที่ 3)

4) กำหนดจุดของความถี่สะสม และลากเส้นเชื่อมต่อเรียงลำดับตามข้อมูลเริ่มต้นจากจุด (ความถี่สะสม 0,เปอร์เซ็นต์สะสม 0%) คือ มุมล่างด้านซ้ายของกราฟแท่งแรกนับจากด้านซ้ายลากเส้นกราฟทแยงมุมไปยังมุมบนด้านขวาของกราฟแท่งแรก พล็อตจุดตามลำดับของข้อมูลระหว่างความถี่สะสม และเปอร์เซ็นต์สะสมที่ละคู่จนครบและลากเส้นกราฟ ตามตัวอย่างดังในรูปที่ 2.6

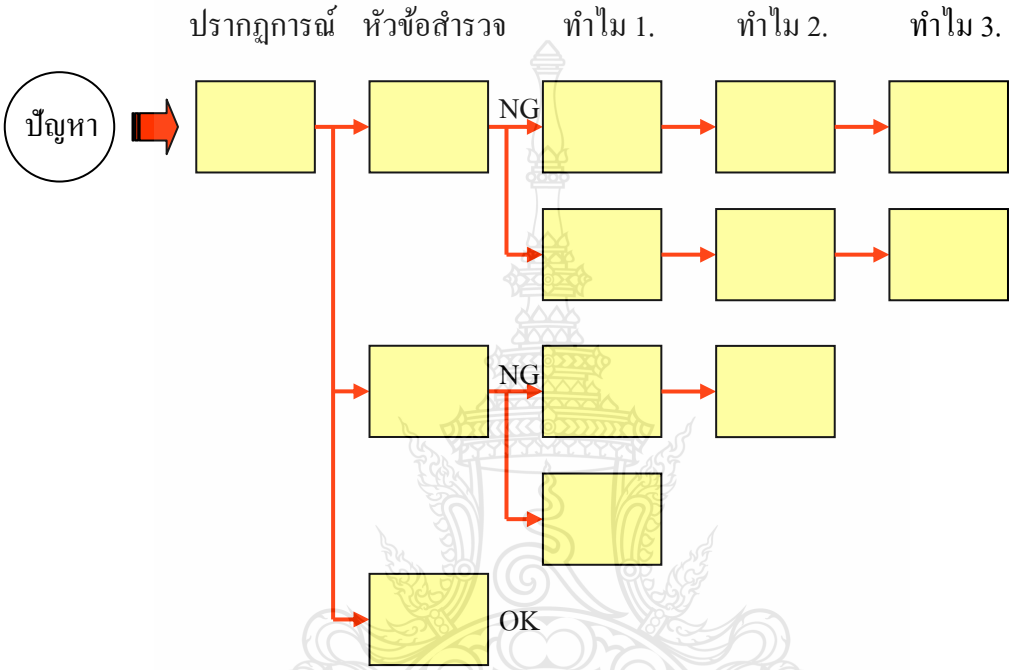


รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการสร้างพาเรโตไดอะแกรมขั้นตอนที่ 4)

การเลือกหัวข้อขัดข้องของเครื่องจักรที่จะนำไปทำการแก้ไขปรับปรุงโดยใช้หลักการ 80 : 20 มีวิธีการดังนี้ คือโดยการลากเส้นจากแกนเปอร์เซ็นต์สะสมทางด้านขวาที่ตำแหน่ง 80% ลากมาทางด้านซ้ายมาตัดกับกราฟเส้นที่พล็อตระหว่างความถี่สะสม และเปอร์เซ็นต์สะสม จะเกิดจุดตัดจากนั้นลากเส้นตั้งฉากลงทางด้านล่างสู่แกนนอน ดังในรูปที่ 2.14 จะสามารถสรุปได้ว่าหัวข้อที่ส่งผลกระทบต่อความถี่ของการขัดข้องของเครื่องจักรทั้งหมด 80% คือ 1) Fin setting alarm, 2) Fin feeder alarm, และ 3) Electrode no fin alarm ดังนั้นจึงทำให้ตัดสินใจได้ว่าหัวข้อการขัดข้องของเครื่องจักรที่ควรทำการเลือกนำไปแก้ไขปรับปรุง เพื่อเพิ่มประสิทธิการทำงานของเครื่องจักรนั้น

คือ ทั้ง 3 หัวข้อดังที่ได้กล่าวมา และหัวข้อการขัดข้องของเครื่องจักรที่เหลือนั้นเมื่อนำมานับรวมความถี่ที่เกิดขึ้นจะได้ ประมาณเท่ากับ 20% ของความถี่ทั้งหมด

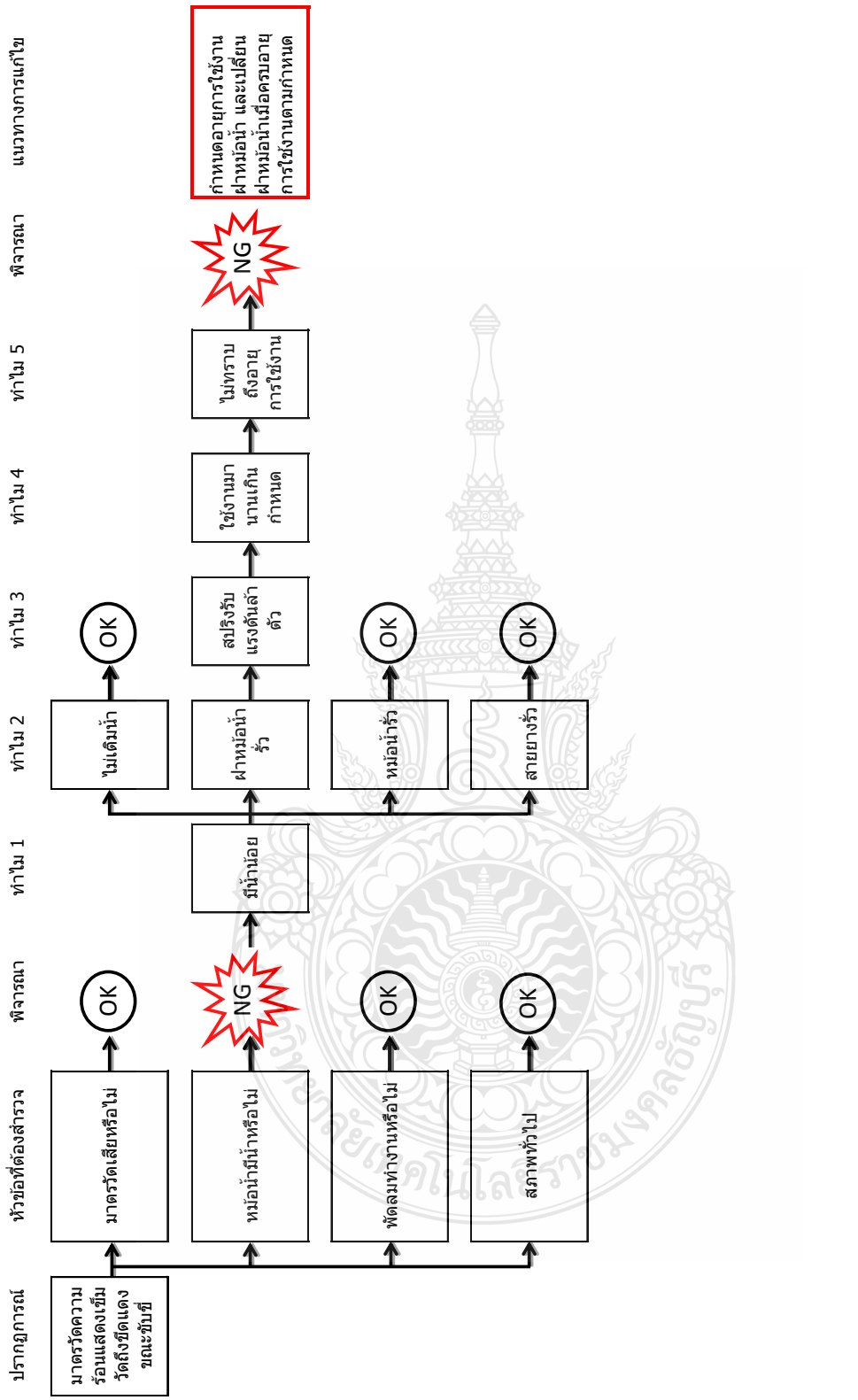
2.2.2 เทคนิควิเคราะห์หาสาเหตุ Why-Why Analysis [4] เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบมีขั้นตอน ไม่เกิดเกิดการตกหล่น



รูปที่ 2.15 วิธีการคิดของ Why-Why Analysis

วิธีคิดของ Why Why Analysis ดังในรูปที่ 2.15 เมื่อมีปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้น ให้ทำการพิจารณาประกอบกับการสังเกต ณ สถานที่เกิดปรากฏการณ์จริง หัวข้อสำรวจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นั้น หัวข้อสำรวจใดเป็น NG และ OK หลังจากนั้นพิจารณาต่อเฉพาะปัจจัยที่เป็น NG โดยการ การตั้งคำถามว่า “ทำไม” จนกว่าจะพบสาเหตุที่แท้จริงของการที่ทำให้หัวข้อที่สำรวจเกิดการ NG และทำการกำหนดมาตรการการแก้ไข

ตัวอย่างการวิเคราะห์ Why-Why ของปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับรถยนต์ได้แก่ มาตรวัดความร้อนแสดงเข็มวัดถึงขีดแดงขณะขับถี่ แสดงให้ผู้ขับขี่ทราบว่าความร้อนสะสมของเครื่องยนต์มีความร้อนสูงมาก ซึ่งจะทำให้เครื่องยนต์เกิดการเสียหายได้ จะต้องทำการ



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างการวิเคราะห์ Why Why

หาสาเหตุของการเกิดปรากฏการณ์ หรือปัญหา เพื่อทำการแก้ไข โดยการวิเคราะห์ Why Why ดังในรูปที่ 2.16 เริ่มต้นโดยการสำรวจส่วนประกอบของระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์ในขณะที่เกิดปรากฏการณ์จริง หมายถึง หัวข้อที่ต้องสำรวจ คือ มาตรวัด, หม้อน้ำ, พัดลมระบายความร้อนหม้อน้ำ, และสภาพทั่วไปของระบบระบายความร้อน เมื่อทราบถึงหัวข้อที่ต้องสำรวจครบถ้วนแล้วต่อไปจะต้องทำการพิจารณาว่าหัวข้อที่สำรวจใดเกิดการบกพร่อง (NG) และหัวข้อไม่เกิดการบกพร่อง (OK) โดยต้องพิจารณาร่วมกับสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้นซึ่งพบว่า หม้อน้ำมีน้ำในหม้อน้อยเกินไปจึงถือว่าเป็นการเกิดการบกพร่อง ดังนั้นจึงวิเคราะห์โดยตั้งคำถามทำไมครั้งที่ 1 คือ ทำไมในหม้อน้ำถึงมีน้ำน้อย ทำการสำรวจตรวจสอบสาเหตุของคำถามทำไมครั้งที่ 1 พบว่าฝาหม้อน้ำเกิดการรั่ว เป็นสาเหตุที่เกิดการบกพร่องของการมีน้ำน้อยในหม้อน้ำ จากนั้นตั้งคำถามทำไมครั้งที่ 2 พบส่วนประกอบของฝาหม้อน้ำคือ สปริงรับแรงดันเกิดการล้าตัว จากนั้นตั้งคำถามทำไมครั้งที่ 3 พบว่ามีการใช้งานฝาหม้อน้ำมานานเกินกำหนด จากนั้นตั้งคำถามครั้งที่ 4 พบว่าผู้ขับขี่รถยนต์ไม่ทราบถึงอายุการใช้งาน ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าสาเหตุรากเหง้าทำให้มาตรวัดความร้อนแสดงเข็มวัดถึงขีดแดงขณะขับขี่ คือการใช้งานฝาหม้อน้ำนานเกินกำหนด ขั้นตอนต่อไป คือการตั้งคำถามทำไมครั้งที่ 5 และการระดมสมองของทีมงานปรับปรุง เพื่อทำการกำหนดแนวทางการแก้ไขปรับปรุง คือ ต้องทำการอายุการใช้งานของฝาหม้อน้ำ และเปลี่ยนฝาหม้อน้ำ และเปลี่ยนฝาหม้อน้ำเมื่อครบอายุการใช้งานตามกำหนด

2.3 การวัดผล

2.3.1 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE) [5] เป็นเครื่องมือในรูปแบบดัชนีทำให้สามารถแยกแยะความสูญเสียออกมาได้อย่างเป็นระบบ ทำให้เข้าใจง่าย และOEE ยังเป็นดัชนีของประสิทธิผลการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาที่เครื่องหยุดเดิน ความเร็ว และคุณภาพของสินค้า ซึ่งการคำนวณหาค่า OEE ประกอบด้วยตัวแปรหลัก 3 ค่า คือ อัตราการเดินเครื่อง (Availability), ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) และอัตราคุณภาพ (Quality Rate) โดยแต่ละตัวแปรมีความหมายและสูตรการคำนวณดังนี้

1. อัตราการเดินเครื่อง (Availability) คือ การแสดงความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงาน เป็นการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่อง (Operating Time) กับเวลารับภาระงาน (Loading Time)

$$\text{อัตราการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลารับภาระงาน} - \text{เวลาที่เครื่องจักรหยุด}}{\text{เวลารับภาระงาน}} \quad (2.1)$$

$$= \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง}}{\text{เวลาการับภาระงาน}} \quad (2.2)$$

เวลาที่เครื่องจักรหยุด หมายถึง เวลาที่เครื่องจักรหยุดเนื่องจากเครื่องจักรเสีย (Machine Breakdowns) และ จากการปรับตั้ง และปรับแต่ง (Setup and Adjustment)

2. ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) คือ การแสดงสมรรถนะเครื่องจักรในการทำงาน เป็นการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่องสุทธิ (Net Operating Time) กับเวลาเดินเครื่อง (Operating Time)

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลามาตรฐาน X จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \quad (2.3)$$

$$= \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \quad (2.4)$$

3. อัตราคุณภาพ (Quality Rate) คือการแสดงความสามารถในการผลิตของดีตรงตามข้อกำหนดของเครื่องจักร ต่อจำนวนของที่ผลิตได้ทั้งหมด

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้} - \text{จำนวนชิ้นงานเสีย}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}} \quad (2.5)$$

$$= \frac{\text{จำนวนชิ้นงานดี}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}} \quad (2.6)$$

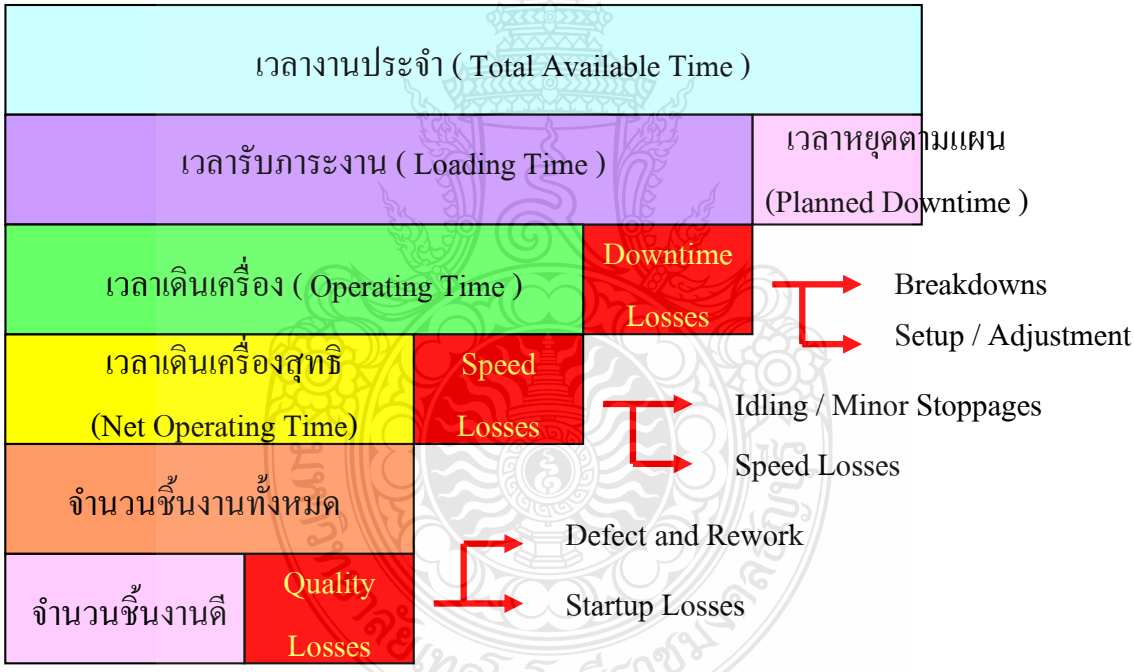
จำนวนชิ้นงานเสีย หมายถึง งานเสียและงานซ่อม

เมื่อทราบค่าอัตราการเดิน ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ จะสามารถทำการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวม ได้โดยการนำค่าทั้ง 3 ค่ามาคูณกันได้ผลลัพธ์ออกมามีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังที่กล่าวไว้ด้านล่างนี้

$$\text{OEE} = \underset{\text{(Availability)}}{\text{อัตราการการเดินเครื่อง}} \times \underset{\text{(Performance Efficiency)}}{\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง}} \times \underset{\text{(Quality Rate)}}{\text{อัตราคุณภาพ}} \quad (2.7)$$

และหลังจากทำการคำนวณค่า OEE ได้ทราบค่าแล้ว จะต้องทำการเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย เพื่อให้ทราบว่ามีความสูญเสียเกิดขึ้นเท่าไร โดยค่าเป้าหมายของค่า OEE ในระดับสากลกำหนดไว้ว่าต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 85%(http://www.oee.com/world-class-oee.html, 2012) และค่าของตัวแปรคือ อัตราการเดินเครื่องต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 90%, ประสิทธิภาพการเดินเครื่องต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 95% และ อัตราคุณภาพต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 99%

ดังนั้นหากพบว่ามีค่า OEE, อัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ มีค่าต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดจะสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาได้ง่ายโดยจากรูปที่ 2.17 จะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 3 ค่ากับความสูญเสีย 6 ประการและเมื่อทำแก้ไขปรับปรุงเพิ่มค่า OEE ให้สูงขึ้นจะสามารถทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้อย่างถูกต้อง ดังนี้



รูปที่ 2.17 ผังภาพความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 3 ค่า ของ OEE กับความสูญเสีย 6 ประการ [5]

เวลางานประจำ (Total Availability Time) หมายถึง เวลาทั้งหมดที่มีเครื่องจักรอยู่ในสถานที่ทำงานหรือโรงงาน โดยไม่ต้องนำไปหักลบกับเวลาหยุดตามแผน เช่น การพัก, การประชุม,

การทำความสะอาด เป็นต้น และไม่ต้องนำไปหักลบกับเวลาหยุดไม่ตามแผนที่มีเวลาการหยุดแต่ละครั้งมากกว่า 5 นาที เช่น เครื่องเสีย, การเปลี่ยนใบมีดกลึง, การปรับแต่ง เป็นต้น

เวลารับภาระงาน หมายถึง เวลาการทำงานของเครื่องจักรที่ลบกับเวลาหยุดตามแผน

เวลาเดินเครื่อง หมายถึง เวลาการทำงานของเครื่องจักรที่หลังจากลบกับเวลาหยุดตามแผนแล้วนำไปลบกับเวลาหยุดไม่ตามแผนอีกครั้ง

ดังนั้นหากเมื่อพบว่าอัตราการเดินเครื่องมีค่าต่ำกว่าเป้าหมายตามมาตรฐานสากลที่ได้กำหนดไว้ หมายความว่า เครื่องจักรเกิดการหยุดไม่ตามตามแผน (Down Time Loss) เนื่องจากการชำรุด หรือการปรับตั้งและปรับแต่ง เป็นเวลามาก จึงทำให้ค่าอัตราการเดินเครื่องต่ำ และหากต้องการแก้ไขปรับค่าให้อัตราการเดินเครื่องมีค่าเพิ่มขึ้น ก็จะต้องวิเคราะห์ทำการแก้ไขปรับปรุงขจัดเวลาการหยุดไม่ตามแผนของเครื่องจักรให้ลดลง หรือหมดสิ้นไป

เวลาเดินเครื่องสุทธิ หมายถึง เวลาการทำงานของเครื่องจักรตามเวลามาตรฐานกำหนดหรือเวลามาตรฐานคูณด้วยจำนวนการผลิตทั้งหมด

ดังนั้นหากเมื่อพบว่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง มีค่าต่ำกว่าเป้าหมายตามมาตรฐานสากล ที่ได้กำหนดไว้ หมายความว่า เครื่องจักรเกิดการหยุดไม่ตามตามแผน (Down Time Loss) เนื่องหยุดเดินของเครื่องจักรเล็กๆ น้อยๆ เวลาในการหยุดไม่เกิน 5 นาทีต่อครั้ง เป็นความถี่จำนวนมาก หรือสูญเสียความเร็วในการผลิต จึงทำให้ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องต่ำ และหากต้องการแก้ไขปรับค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องให้มีค่าเพิ่มขึ้น ก็จะต้องวิเคราะห์ทำการแก้ไขปรับปรุงขจัดเวลาการหยุดเดินของเครื่องจักรเล็กๆ น้อยๆหยุด ลดลงหรือหมดสิ้นไป และปรับความเร็วในการผลิตให้เป็นปกติ

จำนวนชิ้นงานทั้งหมด หมายถึง จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้ง หรือชิ้นงานดีบวกกับชิ้นงานเสีย

ดังนั้นหากเมื่อพบว่าอัตราคุณภาพ มีค่าต่ำกว่าเป้าหมายตามมาตรฐานสากลตามที่กำหนดไว้ หมายความว่า เกิดงานเสียงานซ่อม หรือสูญเสียในช่วงเริ่มต้นการผลิตเป็นจำนวนมาก จึงทำให้ค่าอัตราคุณภาพต่ำ และหากต้องการแก้ไขปรับค่าอัตราคุณภาพให้มีค่าเพิ่มขึ้น ก็จะต้องวิเคราะห์ทำการแก้ไขปรับปรุงขจัดไม่ให้เกิดการผลิตงานเสียงานซ่อม หรือสูญเสียในช่วงเริ่มต้นการผลิตให้ลดลงหรือหมดสิ้นไป

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดของการวัดผล โดยใช้ค่า OEE เป็นค่าดัชนี และรูปที่ 2.17 แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปร กับ ความสูญเสียหลัก 6 ประการ นำมาคำนวณหาค่า OEE ดังแสดงตามตัวอย่างดังนี้

โรงงานแห่งหนึ่งมีเวลาการทำงานวันละ 8 ชั่วโมง

ข้อมลการหยุดเดินของเครื่องจักร

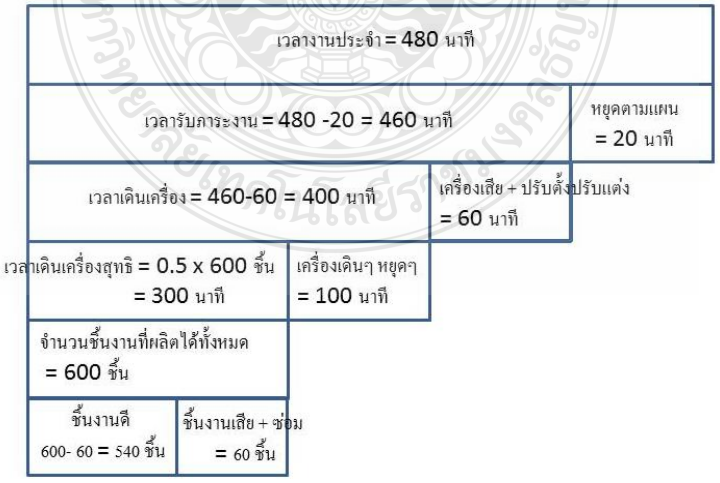
1)	พัก	10	นาที
2)	ประชุมตอนเช้าก่อนการผลิต	5	นาที
3)	ทำความสะอาดก่อนเลิกงาน	5	นาที
4)	เครื่องจักรเสีย	20	นาที
5)	เปลี่ยนแม่พิมพ์	30	นาที
6)	ปรับแต่งเครื่องจักร	10	นาที
	รอบเวลามาตรฐานการผลิต	0.5	นาที/ชิ้น

ข้อมูลคุณภาพ

1)	จำนวนชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด	600	ชิ้น
2)	มีของเสีย 20 ชิ้น และงานซ่อม	40	ชิ้น

จงคำนวณหาอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง อัตราคุณภาพ และประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

จากรูปที่ 2.18 แสดงให้เห็นถึงการจำแนกเวลาและจำนวนการผลิตเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปคำนวณค่าตัวแปรแต่ละตัวแปรทั้ง 3 ค่า



รูปที่ 2.18 การจำแนกเวลาและจำนวนการผลิตสำหรับการคำนวณค่า OEE

การคำนวณตามสูตรที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

อัตราการเดินเครื่อง = 400/460

= 86.96 %

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง = 300/400

= 75%

อัตราคุณภาพ = (600-60)/600

= 90%

OEE = 86.96 x 75 x 90

= 58.7%

จากค่า OEE ที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่า 85% ต่ำกว่าเท่ากับ 26.3% ซึ่งหมายความว่าเครื่องจักรนี้ยังคงเกิดความสูญเสียค่อนข้างมาก ซึ่งมีสาเหตุมาจาก อัตราการเดินเครื่องมีค่าต่ำกว่า 90% ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง มีค่า ต่ำกว่า 95% และอัตราคุณภาพ มีค่าต่ำกว่า 99%

2.3.2 ค่าใช้จ่ายความสูญเสีย หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเครื่องจักรที่ทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ สาเหตุเนื่องมาจากเกิดความสูญเสียหลัก 6 ประการดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งจะสามารถทราบถึงความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้จากการนำเวลาเดินเครื่องหมายถึง เวลาการทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตจริง ลบด้วยเวลาเดินเครื่องสุทธิ หมายถึงเวลามาตรฐานการผลิต (Time Standard) จะทำให้ทราบถึงเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้น และจะทราบค่าใช้จ่ายความสูญเสีย ได้โดยการนำ Charge Wage Rate : CWR หมายถึง ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการเครื่องจักรต่อเดือน คิดเป็นค่าเฉลี่ยต่อชั่วโมงการทำงานต่อเดือน ดังตัวอย่างการคำนวณดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาค่า CWR

เวลาการผลิต 8 ชั่วโมงต่อวัน

จำนวนวันทำงาน 22 วันต่อเดือน

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดจากเครื่องจักร 100,000 บาทต่อเดือน

ดังนั้น CWR = 100,000 บาท/176 ชั่วโมง

= 568 บาทต่อชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณค่าใช้จ่ายความสูญเสีย

เวลาเดินเครื่อง = 160 ชั่วโมงต่อเดือน

เวลาเดินเครื่องสุทธิ = 140 ชั่วโมงต่อเดือน

จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ = 1,500 ชิ้นต่อเดือน

ดังนั้นค่าใช้จ่ายความสูญเสีย = 160-140 X 568 = 11,360 บาทต่อเดือน

หมายเหตุ จากวิธีการคำนวณความสูญเสียที่กล่าวมาพร้อมได้แสดงตัวอย่างการคำนวณ เป็นการวิธีการคำนวณที่ใช้เฉพาะในโรงงานตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้เข้าทำการศึกษาเท่านั้น ซึ่งอาจจะมีการคำนวณค่าใช้จ่ายความสูญเสียวิธีการอื่นๆ ซึ่งไม่ได้กล่าวไว้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องในเรื่องที่เกี่ยวกับระบบการบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance : TPM) พบว่ามีงานวิจัยที่นำหลักการของ TPM ไปใช้เป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจจะใช้ชื่อที่แตกต่างกัน หรือมีวิธีการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือที่แตกต่างกันไป เพื่อมาประยุกต์ใช้ในการที่จะลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นของเครื่องจักร โดยมีการนำไปประยุกต์ใช้ในเครื่องจักรหลากหลายชนิด เช่น Offset printing machine[6], Shot peening machine [7][8],CNC Cutting[13], Creeper hammer mill crumb rubber[14] Rolling Stock [11] เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำไปประยุกต์ในการนำความสูญเสียที่เกิดขึ้นนำไปคิดเป็นมูลค่าใช้จ่าย เพื่อเป็นตัวชี้นำในการที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงในเรื่องเกี่ยวกับคุณภาพ[12],[13],[14] และยังมีงานวิจัยที่กล่าวถึง ค่ามาตรฐานสากล (World class standard) [13],[15],[16],[17] ที่ค่า OEE จะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 85% กำหนดให้เป็นเป้าหมายของการแก้ไขปรับปรุงเพื่อเพิ่มค่า OEE ให้สูงขึ้น โดยมีการนำไปประยุกต์ใช้ในโรงงานต่างๆ เช่น โรงงานผลิตเครื่องยนต์ของรถฟอร์ด[8], Pharmaceutical Industry[18], White Durables Industry[19], Beverage Manufacturing Plant[20], Indian Manufacturing Industry[21], Piston Manufacturing Industry[22], Cold Rolling Plant[23], Bajaj Motor Company[24] เป็นต้น งานวิจัยมีความคล้ายคลึงกัน เริ่มต้นจากการศึกษาสภาพปัจจุบันของความสูญเสียที่เกิดขึ้นโดยการวัดค่า OEE และมีการกำหนดเป้าหมายของการแก้ไขปรับปรุงเพื่อเพิ่มค่า OEE ให้สูงขึ้นตามมาตรฐานสากลกำหนด โดยการนำระบบ TPM ไปปฏิบัติ คือ

Hemant Singh Rajput, Pratesh Jayaswak [7] ได้เริ่มต้นนำหลักการของระบบ TPM มาใช้ในการปรับปรุงเครื่อง Shot Peening เพื่อเพิ่มค่า OEE ให้สูงขึ้น มุ่งเน้นการขจัดความสูญเสียหลัก 6 ประการการที่ส่งผลกระทบต่อค่า OEE จึงได้ทำการวิเคราะห์ค่า OEE ของสภาพการทำงาน พบว่ามีเท่ากับ 67% ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 85% ไม่เป็นไปตามมาตรฐานสากลกำหนด เนื่องจากการขัดข้องเดินๆหยุดๆของเครื่องจักร จึงได้ทำให้สามารถเกิดการเริ่มต้น ทำการปรับปรุงด้วย การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) และ การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement) เพื่อเพิ่มค่า OEE ให้เพิ่มขึ้นตามมาตรฐานสากลกำหนดในอนาคต

Harsha G.Hegde, N.S. Mahesh, Kishan Doss[13] ได้นำหลักการของประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร OEE มาใช้ในการปรับปรุง CNC Machine Shop โดยค่า OEE ควรจะต้องมีค่าอยู่ในระดับมาตรฐานสากล OEE 85% อัตราการเดินเครื่อง 90% ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง 95% อัตราคุณภาพ 99% ได้ทำการวัดค่า OEE เป็นเวลา 3 เดือนและเปรียบเทียบกับเป้าหมาย และทำการปรับปรุงโดยนำหลักการของ TPM และ 5ส. มาประยุกต์ใช้ มุ่งเน้นไปที่การแก้ไขปัญหาเครื่องจักรเสียด้วยการใช้แผนภูมิเหตุและผล วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเครื่องจักรเสีย กำหนดมาตรการแก้ไขปรับปรุงดำเนินการ โดยทุกคนมีส่วนร่วมในการดำเนินการ ผลลัพธ์ของการปรับปรุงที่ได้กล่าวมาทำให้ค่า OEE เพิ่มขึ้นจาก 42% เป็น 72%

P Sharma , Vishwas Bhave, Dr.H.B. Khurasia,B Shikari[16] ได้ทำการศึกษาการเกิดการขัดข้องเดินๆ หยุดๆ ของเครื่องจักร ซึ่งส่งผลให้ค่า OEE มีค่าเท่ากับ 65% ทำการแก้ไขปรับปรุงด้วยการนำระบบ TPM ไปปฏิบัติ มีการกำหนดเป็นนโยบาย และเป้าหมายอย่างชัดเจนในการที่จะนำระบบ TPM มาใช้ในการแก้ไขปรับปรุงเพื่อเพิ่มค่า OEE จึงทำให้ค่า OEE เพิ่มขึ้น 20%

Ranjeet M.Jadhav, Morosin Alessandro, Pro.S.H.Sawant[21] ทำการพัฒนาระบบ TPM มีการกำหนดเป้าหมายค่า OEE ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 90% มุ่งเน้นการลดความสูญเสีย 6 ประการที่ส่งผลกระทบต่อค่า OEE ประกอบกับการใช้หลักการ 5ส เป็นพื้นฐานของ TPM จึงทำให้ค่า OEE เพิ่มขึ้น ลดข้อร้องเรียนของลูกค้าลดลง ต้นทุนการผลิตลดลง 30% และความพึงพอใจความต้องการของลูกค้าทางด้านการส่งมอบเท่ากับ100%

เยกสรร สิงห์ธนู[25] ได้นำ TPM มาใช้ในการบำรุงรักษาเชิงแผนงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร กรณีศึกษาสายการบรรจุน้ำยาทำความสะอาดสุขภัณฑ์ ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ เกิดการหยุดกะทันหันของเครื่องจักร เนื่องจากระบบการบำรุงรักษาไม่มีประสิทธิภาพ และเครื่องจักรอยู่ในสภาพที่เก่าขาดการดูแลและบำรุงรักษา เริ่มดำเนินด้วยการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของการหยุดของเครื่องจักร จากนั้นทำการวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไข และนำไปปฏิบัติ ทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และเพิ่มอัตราการเดินเครื่องจักร การปรับปรุง เพื่ออัตราการหยุดกะทันหันของเครื่องจักรด้วย การบำรุงรักด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) โดยใช้ค่า OEE เป็นดัชนีชี้วัด ซึ่งส่งผลทำให้ค่า OEE เพิ่มขึ้น จากเดิม 73.70% เพิ่มเป็น 84.10% ค่าการเดินเครื่องจักรเฉลี่ย เพิ่มขึ้น จากเดิม 5,670 นาที เพิ่มเป็น 7,146 นาที เท่ากับ 84.10% ค่าการซ่อมเฉลี่ยลดลง จากเดิม 14 นาที ลดลง 11 นาที หรือลดลงเท่ากับ 21.43%

นิศากร สมสุข[26] ได้ทำการศึกษา และปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตท่อ ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ ค่า OEE ของเครื่องขึ้นรูปท่อเท่ากับ 42.31% และเครื่องทำ

เกลียวเท่ากับ 47.51% ซึ่งมีค่าค่อนข้าง เนื่องจากมีประสิทธิภาพการเดินเครื่องต่ำ จึงโดยได้นำแนวคิดและหลักการของ TPM กำหนดเป็นนโยบายของการบำรุงรักษาที่ทุกคนในองค์กรมีส่วนร่วม โดยมีการมุ่งเน้นไปที่การขจัดความสูญเสียหลัก 6 ประการ จึงได้ทำการศึกษาสภาพการทำงาน และระบบการบำรุงรักษาในปัจจุบัน พบว่าปัจจุบันมีระบบการบำรุงรักษาแบบชำรุดแล้วซ่อม (Break Down Maintenance) ซึ่งจะต้องหยุดเดินเครื่องเพื่อทำการซ่อมแซม ได้ทำการรวบรวมข้อมูลและคำนวณค่า OEE ดังได้ผลลัพธ์ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น พบว่ามีค่า OEE ที่ต่ำ จึงทำการวิเคราะห์ ข้อมูล OEE พบว่าสาเหตุที่ทำให้ OEE มีค่าต่ำกว่าเนื่องจากค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องต่ำ จึงได้ใช้วิธีการการระดมสมองของทีมงานหาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขเพิ่มค่าประสิทธิภาพให้สูงขึ้น สรุปได้ว่า สาเหตุหลักมาจากเครื่องจักรเสียบ่อย ต้องใช้เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร และมีระบบการบำรุงรักษาที่ไม่เหมาะสม จึงได้นำระบบ TPM มาปฏิบัติ จึงทำให้ค่า OEE ของเครื่องขึ้นรูปท่อเพิ่มขึ้นเท่ากับ 51.61% และเครื่องทำเกลียวเพิ่มขึ้นเท่ากับ 53.20%

รัฐกร อุดมสุข[27] ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับความร้อนมีความต้องการอิฐทนไฟมากขึ้น จึงต้องเตรียมการรองรับโดยการกำจัดความสูญเสียต่างๆ เพื่อเพิ่มค่า OEE ของสายงานวิกฤต คือ เครื่องชั่ง เครื่องผสม เครื่องอัดขึ้นรูปและเตาเผา จึงได้ทำการศึกษาในการจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตและความปลอดภัยในการผลิตอิฐทนไฟ โดยประยุกต์ใช้ระบบประเมินการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA) มาทำการคัดเลือกเครื่องจักรที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตมาทำการแก้ไขเพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิผลโดยรวมสูงขึ้น และนำเครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้า คือ Why-Why Analysis กำหนดแนวทางการแก้ไขและนำไปปฏิบัติจึงทำให้ค่า OEE เฉลี่ยเพิ่มขึ้นดังนี้ เครื่องชั่ง เพิ่มขึ้น เดิม 89.23% เพิ่มเป็น 89.69% เครื่องผสม เพิ่มขึ้น เดิม 85.25% เพิ่มเป็น 88.07% เครื่องอัดขึ้นรูป เพิ่มขึ้น เดิม 75.33% เพิ่มเป็น 82.09% และเตาเผา เพิ่มขึ้น เดิม 82.13% เพิ่มเป็น 86.27%

โกสินทร์ ชวลีพันธ์สกุล[28] ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และต้นทุนการบำรุงรักษา ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ ในโรงงานอุตสาหกรรมหลายโรงมีการใช้เครื่องจักรเก่า หากไม่มีระบบการบำรุงรักษาที่ดี จะก่อปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินการของโรงงานอุตสาหกรรมโดยตรงคือ 1) ไม่สามารถดำเนินการผลิตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ 2) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงขึ้นกว่าระดับที่ควรจะเป็น 3) คุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน ได้มีการนำหลักการของ TPM ไปจัดทำโปรแกรมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ค่า OEE และ

ต้นทุนการบำรุงรักษาและนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงค่า OEE จึงทำให้ค่า OEE เพิ่มขึ้น 2.28 เท่า จาก 6.74% เป็น 15.39% ต้นทุนการบำรุงรักษาลดลง 53.80% จาก 346.07 บาทต่อตัว เป็น 159.89 บาทต่อตัว

ศักดา วิริยะภาพ[29] ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้า ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ เครื่องจักรไม่สามารถทำการผลิตได้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า และเกิดคความสูญเสียในกระบวนการผลิตและในกลุ่มเครื่อง ดึง รีด ดัด เครื่องตัด เครื่องหุ้มฟลักซ์-ผสมฟลักซ์ และเตาอบมีค่า OEE ต่ำซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูล ก่อนการปรับปรุงเป็นเวลา 3 เดือน นำมาคำนวณค่า OEE พบว่า กระบวนการผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้าที่ส่งผลต่อค่า OEE ที่ต่ำลง และทำการแบ่งแยกประเภทความสูญเสีย และชั่วโมงความสูญเสียที่เกิดขึ้นของแต่ละประเภท โดยได้นำพาเรโตไดอะแกรมมาใช้ในการจัดลำดับและคัดเลือกประเภทของความสูญเสีย และใช้แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปรับปรุงนำไปปฏิบัติ ซึ่งหลังการปรับปรุงทำให้ค่า OEE มีเพิ่มขึ้นเฉลี่ยโดยรวมของทุกกระบวนก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 68.84% หลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้นเท่ากับ 83.16%

ประสิทธิ เดชนครินทร์[30] ได้ทำการเพิ่มค่าประสิทธิภาพการผลิตโดยเทคนิค TPM กรณีศึกษาโรงงานอาหารกึ่งสำเร็จรูป ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ อุตสาหกรรมมีการขยายตัวของตลาดสูงมากขึ้น เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิตเครื่องหยุดไม่ตามแผน เครื่องจักรมีอายุการใช้งานมานาน การที่จะสั่งซื้อเครื่องจักรใหม่เข้ามาใช้งานเพื่อให้ผลผลิตเพิ่มต้องลงทุนสูงเนื่องจากเครื่องจักรมีราคาแพง จึงต้องทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรให้สูงขึ้น โดยการนำระบบ TPM มาดำเนินการและใช้ค่า OEE เป็นตัวชี้วัด เริ่มต้นด้วยการเก็บข้อมูลในสภาพการทำงานปัจจุบัน พบว่าอัตราการเดินเครื่องมีค่าต่ำที่สุด ซึ่งส่งผลทำให้ค่า OEE ต่ำ จึงได้ทำการเก็บข้อมูลความสูญเสีย และนำพาเรโตไดอะแกรมมาใช้ในการจัดลำดับและคัดเลือกหัวข้อความสูญเสีย ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) และ การวิเคราะห์ Why-Why ทำให้ได้แนวทางการแก้ไขปรับปรุง และนำไปปฏิบัติโดยทีมปรับปรุงกลุ่มย่อย (Small Group) จึงทำให้เครื่องจักรมีการหยุดน้อยลงส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และทำให้มีค่า OEE เพิ่มขึ้นจากเดิม 64% เป็น 78%

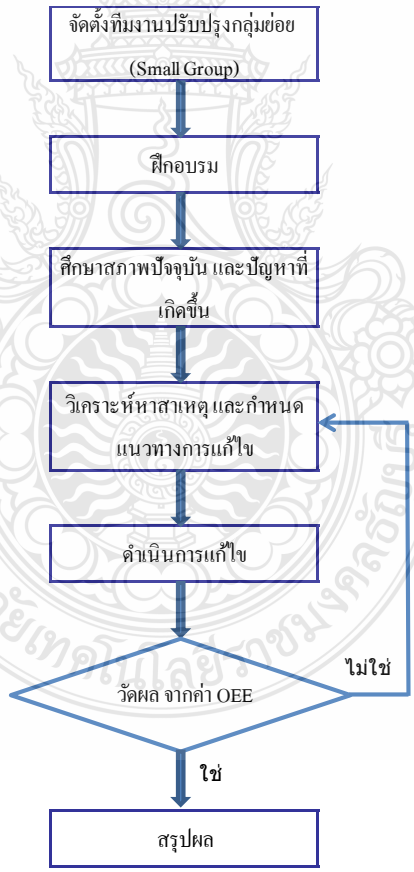
และนอกจากนั้น วีรชัย มัฏฐารักษ์ [31]ได้ทำการเพิ่มผลผลิตด้วยวิธีการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรของสายการผลิตที่ 2 และ 3 ของโรงงานผลิตอาหารสัตว์ มีความต้องการเพิ่มค่า OEE ของเครื่องอัดเม็ดในโรงงานอาหารสัตว์น้ำเพื่อทำการลดต้นทุน เนื่องจากต้องการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในตลาดให้สูงขึ้น ดังนั้นจึงทำการศึกษาเก็บข้อมูลรอบเวลาการมาตรฐาน (Cycle Time) ของสภาพการทำงานปัจจุบันเพื่อนำไปประกอบการคำนวณค่า OEE และนำค่า OEE

ไปวิเคราะห์แก้ไขปรับปรุงให้มีค่าสูงขึ้นมุ่งเน้นการขจัดความสูญเปล่า โดยได้นำการแก้ไขแบบ QC Story มาใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ไขปรับปรุง และใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์คือ พาเรโตไดอะแกรมในการคัดเลือกหัวข้อปัญหา และวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วย แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) กำหนดแนวทางการแก้ไขปรับปรุงและนำไปปฏิบัติ จึงทำให้ความสูญเสียลดลงและส่งผลทำให้ค่า OEE ของสายการผลิตที่ 2 เพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ยอยู่ที่ 74% เพิ่มขึ้นเป็น 84% และสายการผลิตที่ 3 เพิ่มขึ้นเฉลี่ยจากเดิมเฉลี่ยอยู่ที่ 75% เพิ่มขึ้นเป็น 93%

งานวิจัยนี้ได้นำการบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance : TPM) การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Maintenance) และการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) มุ่งเน้นการลดความสูญเสียหลัก 6 ประการ ที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องจักร และมีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE) เป็นตัวชี้วัดผลการดำเนินการลดความสูญเสียมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ ซึ่งการที่จะเพิ่มค่า OEE ให้สูงขึ้นได้นั้น จะทำการศึกษาสภาพการทำงานปัจจุบันของเครื่องจักรก่อนเป็นอันดับแรก คำนวณค่า OEE ของสภาพการทำงานของเครื่องจักรออกมา หากมีค่าไม่ถึง 85% (http://www.oee.com/world-class-oee.html, 2012) นั้นหมายความว่า เครื่องจักรที่ทำการศึกษานั้นยังมีความสูญเสียเกิดขึ้นสูงอยู่ จะต้องทำการแก้ไขปรับปรุง โดยการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ ได้แก่ พาเรโตไดอะแกรม ใช้เพื่อจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้ ค่า OEE ต่ำ โดยการใช้หลัก 80 : 20 เพื่อเลือกหัวข้อใดที่ส่งผลกระทบต่อความสูญเสียที่เกิดขึ้น และ หลังจากที่ทราบหัวข้อปัญหาที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงแล้ว มีการวิเคราะห์ Why-Why เพื่อหาสาเหตุรากเหง้าหรือสาเหตุที่แท้จริงของแต่ละปัญหา เป็นต้น ซึ่งการแก้ไขปรับปรุงแต่ละปัญหาหมายถึง การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement) ซึ่งจะต้องปรับปรุงในรูปแบบของการป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำด้วย ซึ่งหมายถึง การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) กำหนดให้มีแผนการตรวจสอบเครื่องจักร โดยการนำแนวคิดและหลักการของการตรวจสอบด้วยการมองเห็น (Visual Control) มาประยุกต์ใช้ร่วมด้วย และกำหนดให้ผู้ใช้งานเครื่องจักรเป็นผู้ตรวจสอบเครื่องจักรอย่างเป็นประจำอย่างเคร่งครัด เพื่อให้เครื่องจักรมีสภาพความพร้อมใช้งาน และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดีอยู่เสมอ

บทที่ 3
ขั้นตอนการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการวิจัย ที่ผู้วิจัยได้เข้าทำการศึกษาในโรงงานผลิตมอเตอร์ไฟฟ้า ในส่วนของสายการผลิตเฟรม ซึ่งมีเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน เป็นเครื่องจักรที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิต เนื่องจากจัดว่าเป็นคอขวดของสายการผลิตเฟรม ซึ่งโครงสร้างของเครื่องมีกลไกลที่สลับซับซ้อน และเป็นเครื่องจักรที่เก่า หากเกิดการชำรุดจะต้องหยุดทำการแก้ไข จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสายการเฟรมและมอเตอร์ไฟฟ้าทั้งหมด ดังนั้นจึงต้องได้รับการดูแลบำรุงรักษาให้มีสภาพที่พร้อมใช้งานอยู่เสมอ และทำให้มีค่าประสิทธิผลโดยรวมที่ดี ซึ่งจะมุ่งเน้นการขจัดความสูญเสีย โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังในรูปที่ 3.1 ดังนี้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการวิจัย

3.1 จัดตั้งทีมงานปรับปรุงกลุ่มย่อย (Small Group)

การกำหนดสมาชิกกลุ่มจากหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง คือ ฝ่ายผลิต ฝ่ายสนับสนุนการ (ซึ่งผู้วิจัย มีส่วนร่วมในดำเนินการอยู่ในสังกัดงานฝ่ายสนับสนุนการผลิต มีหน้าที่ในการวางแผน กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานและเข้าร่วมดำเนินการ รวมถึงประสานงานผู้เกี่ยวข้องให้มีความก้าวหน้า จนสำเร็จลุล่วงเป็นไปตามแผนงาน และเป้าหมายที่กำหนดไว้ สุดท้ายนำเสนอต่อผู้บริหารระดับสูง และขยายผลการดำเนินการไปยังสายการผลิตอื่นๆ ที่ใช้เครื่องจักรเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิต เช่น สายการผลิตการหล่ออลูมิเนียมชิ้นส่วนยานยนต์ เป็นต้น) ฝ่ายซ่อมบำรุง ดังในรูปที่ 3.2 โดยใช้แนวคิดการจัดตั้งทีมงานปรับปรุงกลุ่มย่อย (Small Group) แบบ การทำให้เกิดการมีส่วนร่วม การบำรุงรักษาไม่ใช่หน้าที่ของฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง หรือฝ่ายซ่อมบำรุงเพียงฝ่าย จึงจำเป็นต้องมีการดำเนินการร่วมกัน เพื่อให้สามารถขจัดลดความสูญเสียทำให้เครื่องจักรพร้อมใช้งานอยู่เสมอและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดี

รูปที่ 3.2 แผนผังสมาชิกกลุ่มย่อย

ในช่วงเริ่มต้น (Kickoff) มีการดำเนินการชี้แจงวัตถุประสงค์ของโครงการให้สมาชิกกลุ่มย่อย ทราบในการที่จะลดความสูญเสียของการทำงานของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน โดยที่จะนำระบบ TPM ดัชนี OEE มาใช้ในการดำเนินการแก้ไข โดยได้มีการดำเนินการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบ ตามกิจกรรมหลักของระบบ TPM ดังนี้

1. การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement) รับผิดชอบร่วมกันทุกฝ่าย

รายละเอียดของการดำเนินการ คือ ค้นหาและนำหัวข้อปัญหาที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย (Loss) และอุปสรรคในการบำรุงรักษาเครื่องจักร (Autonomous Backup) ทำการแก้ไขและปรับปรุง

2. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) รับผิดชอบโดยฝ่ายผลิต รายละเอียดของการดำเนินการคือ การทำความสะอาด หล่อลื่น ขันแน่น และตรวจเช็คประจำวัน และพัฒนาทักษะไปสู่การ เป็นผู้ชำนาญเครื่องจักร และเป็นผู้ชำนาญในกระบวนการของตน

หมายเหตุ การวิจัยนี้จะเน้นปฏิบัติในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ 1) การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย และ 2) การบำรุงรักษาด้วยตนเอง เท่านั้น เพราะเนื่องจากโรงงานตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้เข้าทำการศึกษานั้นยังไม่มีนโยบายที่จะนำ TPM มาดำเนินการอย่างเต็มระบบ

3.2 การฝึกอบรม

การฝึกอบรม ถือว่า เป็นการปรับพื้นฐานความรู้ของสมาชิกกลุ่มย่อยให้มีความรู้ ความเข้าใจไปในทิศทางเดียวกันซึ่งถือว่า เป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในช่วงเริ่มต้นการดำเนินการ โดยได้มีการมีจัดฝึกอบรม มีหัวข้อการฝึกอบรม (Course Outline) ดังนี้

3.2.1 การบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance : TPM)

1. ความหมายของ TPM และแนวคิดพื้นฐาน
2. 12 ขั้นตอนการดำเนินการ TPM
3. ความสูญเสียหลัก 6 ประการ และ OEE
4. 8 กิจกรรมหลัก TPM
   1) การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement)
   2) การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)
   3) การบำรุงรักษาเชิงวางแผน (Planned Maintenance)
   4) ฝึกอบรม เพิ่มทักษะการเดินเครื่องและการบำรุงรักษา (Education/Training)
   5) การจัดการเครื่องจักรใหม่ (Early Management)
   6) การบำรุงรักษาเชิงคุณภาพ (Quality Management)
   7) การปรับปรุงสำนักงาน (Office TPM)
   8) การจัดการด้านความปลอดภัย (Safety/Environment)

3.2.2 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE)

1. ทำความเข้าใจกับ OEE คืออะไร
2. แนวคิด OEE
3. การคำนวณหาค่า OEE
4. ประโยชน์ของ OEE
5. ขั้นตอนการหาค่า OEE
6. การคำนวณหาค่า OEE (Work Shop)

โดยทั้ง 2 หัวข้อการอบรม ดังที่ได้กล่าวมาได้รับการฝึกอบรมจาก สถาบันไฟฟ้า โดย วิทยากร อาจารย์ โสภณ ด้วงประเสริฐ ในเดือนพฤศจิกายน 2555 ดังในรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 การฝึกอบรมแก่สมาชิกกลุ่มย่อย

3.3 การศึกษาสภาพปัจจุบัน และปัญหาที่เกิดขึ้น

ส่วนประกอบหลักที่สำคัญ ดังในรูปที่ 3.4 และแต่ละส่วนประกอบหลัก มีหน้าที่ทำงานพอสังเขปดังนี้

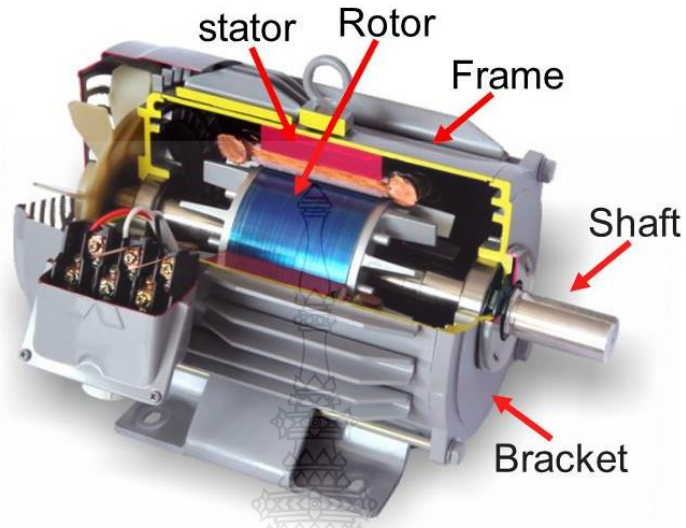
Stator ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าให้เกิดเป็นสนามแม่เหล็กผลัก Rotor ให้หมุน

Rotor ทำหน้าที่รับแรงผลักจากสนามแม่เหล็กทำให้ Rotor เกิดการหมุน

Shaft ทำหน้าที่ถ่ายส่งแรงจากการหมุนของ Rotor ไปยังการจุดเชื่อมต่อ เช่น พลูเล่ย์, คับปิ้ง เป็นต้น เพื่อถ่ายส่งกำลังไปขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

Frame ทำหน้าที่เป็นตัวถังและมีรูสำหรับยึดติดกับเครื่องจักรหรือตามตำแหน่งที่จะนำไปติดตั้งเพื่อนำไปขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

Bracket ทำหน้าที่เป็นฝาปิดด้านหัวและท้ายของมอเตอร์และมีเบ้า (Housing) สวมกับตลับลูกปืนเพื่อบังคับให้ Shaft หมุนในแนวนอน



รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบหลักของมอเตอร์ไฟฟ้า

ซึ่งในกระบวนการผลิตแต่ละชิ้นส่วนใช้เครื่องจักรในการผลิตเป็นหลัก ดังนั้นเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตประเภทจึงต้องได้รับการดูแลรักษาซ่อมบำรุงให้มีสภาพพร้อมใช้งานและ กำจัดความสูญเสียต่างๆ เพื่อทำให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพอยู่เสมอ

เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้า สามารถจำแนกประเภทของเครื่องจักรออกได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกันคือ เครื่องจักรทั่วไป หมายถึง เครื่องที่ใช้ในการผลิตตามขั้นตอนมาตรฐานทั่วไป เช่น เครื่องกลึงอัตโนมัติ เครื่องเจียระไน เป็นต้น ดังในรูปที่ 3.5 และ 3.6

รูปที่ 3.5 เครื่องกลึงอัตโนมัติ

รูปที่ 3.6 เครื่องเจียระไน

และ **เครื่องจักรพิเศษ** หมายถึง เครื่องที่ใช้ในการผลิตเฉพาะ ทำหน้าที่เฉพาะ เช่น เครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน เป็นต้น ดังในรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 เครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน

ซึ่งผู้วิจัยพบว่า เครื่องจักรพิเศษ มีข้อจำกัดในการใช้งานมากกว่าเครื่องจักรทั่วไปหรือเครื่องจักรพิเศษมีความยืดหยุ่นน้อยกว่าเครื่องจักรทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น หากในบางเดือนมีการวางแผนจำนวนผลิตสูงกว่าปกติ โดยไม่เกินกำลังการผลิตของเครื่องจักรพิเศษที่จะทำได้ จะทำให้เครื่องจักรพิเศษนี้ตกอยู่ในสถานะเป็นคอขวด (Bottleneck) เพราะเนื่องจากไม่สามารถกระจาย

ภาระงานไปให้เครื่องจักรอื่นให้ช่วยผลิตได้ จะเกิดการรอชิ้นงานจากเครื่องจักรพิเศษหรือ หากเกิดการชำรุดขึ้นก็จะทำให้การผลิตทั้งหมด ต้องหยุดชะงักส่งผลกระทบกันเป็นลูกโซ่เครื่องจักรที่เป็นเครื่องจักรพิเศษในการผลิตมอเตอร์ไฟฟ้า คือ เครื่องจักรของสายการผลิตเฟรม

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาการทำงาน และรวบรวมข้อมูลเวลามาตรฐานการผลิตของแต่ละขั้นตอนของสายการผลิตเฟรมที่โรงงานตัวอย่างเป็นผู้กำหนดขึ้น เพื่อให้ทราบว่าขั้นตอนใดเป็นคอขวดของสายการผลิตเฟรม ดังแสดงข้อมูลไว้ในตารางที่ 3.1 เวลาการผลิตของแต่ละรุ่นในขั้นตอนการผลิตเดียวกันจะใช้เวลาการผลิตจะแตกต่างกันเนื่องจากการออกแบบ มีการกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฟรมและจำนวนครีบระบายความร้อนที่เชื่อมติดกับเฟรมมีแตกต่างกัน เช่น เฟรมของรุ่น JR3 มีขนาดเล็กที่สุด และรุ่น JR 10 มีขนาดใหญ่ที่สุด ดังในรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 ขนาดของเฟรมที่แตกต่างกัน ขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง เท่ากับ 160 mm ขนาดใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 210 mm

ตารางที่ 3.1 แผนภูมิกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องของสายการผลิตเฟรม

สัญลักษณ์	ขั้นตอน	เวลาการผลิตของแต่ละขั้นตอนของเฟรมแต่ละรุ่น (หน่วย : วินาที)											
		JRG3	JRG5	JRG7.5	JRG10	JRV3	JRV5	JRV7.5	JRV10	JR3	JR5	JR7.5	JR10
แผ่นเหล็ก													
ข้อต่อหูยก	การม้วน (Rolling)	120	120	163	163	120	120	163	163	120	120	163	163
	การเชื่อมตะเข็บ (Seam Welding)	149	152	154	154	149	152	154	156	149	152	154	156
ครีบระบายความร้อน	การเชื่อมข้อต่อหูยก (Hanging Seat Welding)	40	62	64	64	40	62	64	64	40	62	64	64
	การเชื่อมครีบระบายความร้อน (Fin Welding)	273	328	364	364	273	328	364	364	273	328	364	364
Attachment	การเบ่งขยายให้ได้ขนาด (Sizing)	34	36	37	37	34	36	37	37	34	36	37	37
ขาเฟรม	การเชื่อมข้อต่อกล่องสายไฟ (Attachment Welding)	42	49	54	54	42	49	54	56	42	49	54	56
	การเชื่อมขาเฟรม (Frame Foot Welding)	----	----	----	----	----	----	----	----	113	113	125	125

หมายเหตุ ---- ไม่มีการเชื่อมในรุ่นนั้นๆ

ตารางที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการเชื่อมครีบระบายความร้อน (Fin Welding Machine) ตามแถบสีเหลือง เป็นขั้นตอนการผลิตที่ใช้เวลามากที่สุดของกระบวนการผลิตจัดเป็นคอขวด (Bottleneck)

เฟรมที่ทำการผลิตมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 160 mm 180 mm และ 210 mm ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การม้วน (Rolling) โดยการนำแผ่นโลหะทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ผ่านการเจาะรูช่องทางออกสายไฟทำการม้วนให้เป็นทรงกลม

2. การเชื่อมตะเข็บ (Seam Welding) คือ การเชื่อมรอยต่อของขอบเฟรมเข้าด้วยกัน โดยใช้การเชื่อมแบบ MIG (Metal Inert Gas) ที่มีการเติมโลหะหลอมละลายลงไปในแนวเชื่อม

3. การเชื่อมข้อต่อหูยก (Hanging Seat Welding) คือ การเชื่อมข้อต่อหูยก ติดกับตัวเฟรมโดยใช้การเชื่อมแบบ MIG (Metal Inert Gas) ที่มีการเติมโลหะหลอมละลายลงไปในแนวเชื่อม หูยกจะใช้สำหรับยกตัวมอเตอร์เคลื่อนย้ายไปยังตำแหน่งที่ต้องการติดตั้งใช้งาน

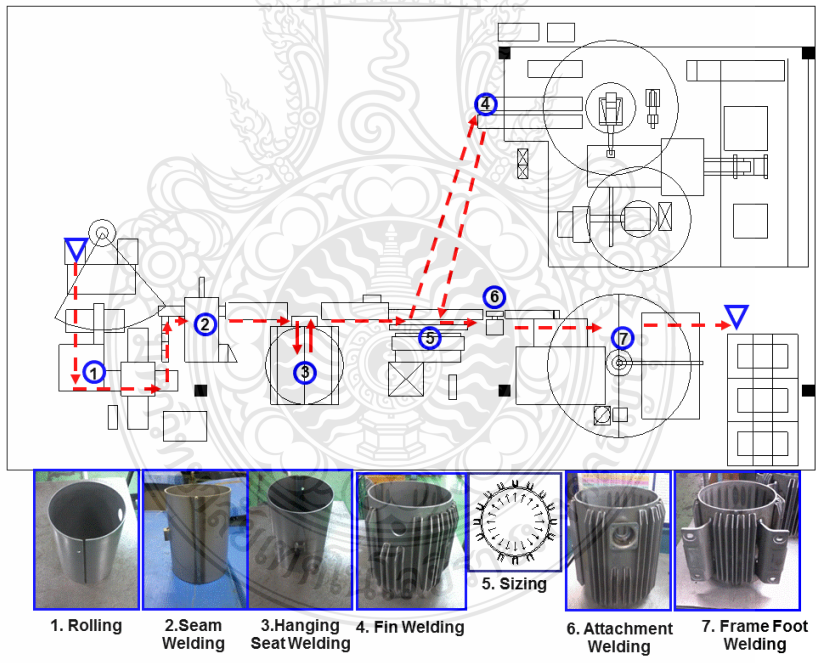
4. การเชื่อมครีบระบายความร้อน (Fin Welding) คือ การเชื่อมครีบระบายความร้อนติดกับตัวเฟรมโดยการเชื่อมแบบความต้านทาน (Projection Welding)

5. การเบ่งขยายให้ได้ขนาด (Sizing) คือ การเบ่งขยายขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในของเฟรมให้มีขนาดตามพิกัดสวมอัดตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยเฟรมจะสวมอัดเข้ากับสเตเตอร์

6. การเชื่อมข้อต่อกล่องต่อสายไฟ (Attachment Welding) คือ การเชื่อมข้อต่อกล่องสายไฟติดกับตัวเฟรม โดยใช้การเชื่อมแบบ MIG (Metal Inert Gas) ที่มีการเติมโลหะหลอมละลายลงไปในแนวเชื่อม

7. การเชื่อมขาเฟรม (Frame Foot Welding) คือ การเชื่อมขาเฟรมติดกับตัวเฟรมโดยใช้การเชื่อมแบบ MIG (Metal Inert Gas) ที่มีการเติมโลหะหลอมละลายลงไปในแนวเชื่อม ขาเฟรมมีรูสำหรับขันน็อตยึดติดกับจุดที่ต้องการติดตั้งใช้งาน

ทั้งหมดที่ได้กล่าวถึงขั้นตอนการผลิตเฟรมทั้ง 7 ขั้นตอน ได้แสดงลักษณะชิ้นงานที่ผ่านการผลิตในแต่ละขั้นตอนและการไหลของงาน ดังในรูปที่ 3.9 และลักษณะเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตดังในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 แผนผังภาพกระบวนการผลิตเฟรม

รูปที่ 3.10 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตเฟรม

สภาพปัญหาโดยรวม การผลิตเฟรม คือทุกๆขั้นตอนจะใช้เครื่องจักรในการผลิตเป็นหลักทั้งหมด คนมีหน้าที่ป้อนวัตถุดิบ และนำชิ้นออกจากเครื่องจากเครื่องหลังจากเครื่องทำงานเสร็จ และตรวจสอบชิ้นงานเท่านั้น ในปัจจุบันเกิดปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร เกิดความสูญเสียความเร็วในการผลิต

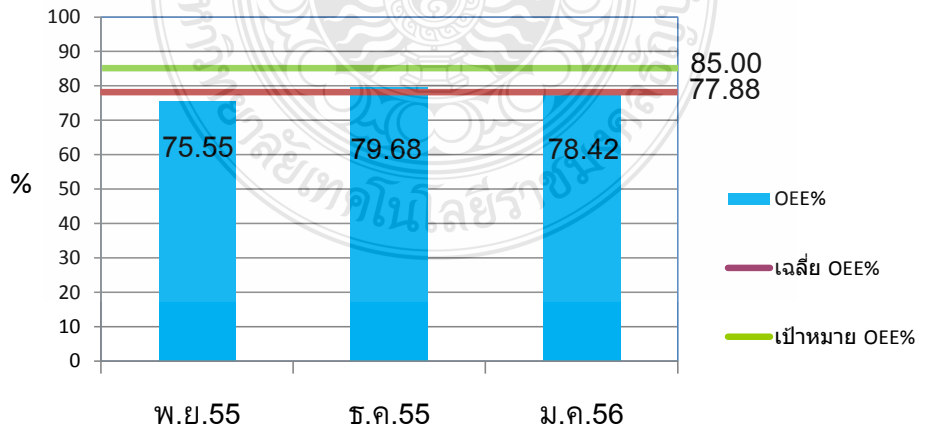
การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น

ผู้วิจัยโดยการเก็บข้อมูลเวลาการทำงาน และบันทึกการเกิดการขัดข้องของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน เป็นระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่พฤศจิกายน 2555 ถึง มกราคม 2556 นำมาคำนวณค่า OEE ดังข้อมูลที่ได้แสดงในภาคผนวก ก และสรุปผลรวมค่า OEE ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ดังในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางสรุปผลรวมค่า OEE ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน

ตัวแปร	รายการ	ก่อนการปรับปรุง				
	เดือน	พ.ย. 55	ธ.ค. 55	ม.ค. 56	รวม	เฉลี่ย
a	เวลางานประจำ (นาที)	41,280	31,200	28,620	101,100	33,700
b	เวลาหยุดตามแผน (นาที)	7,494	6,079	5,788	19,361	6,454
c	เวลาเครื่องเสีย,ปรับตั้ง,ปรับแต่ง (นาที)	462	351	179	992	331
	เวลาเปลี่ยนรุ่นผลิต (นาที)	503	540	596	1,639	546
d	จำนวนชิ้นงานทั้งหมด	10,201	7,782	7,058	25,041	8,347
e	จำนวนชิ้นเสีย (Test)	30	27	28	85	28
	จำนวนชิ้นเสีย (Set up)	33	50	42	125	42
	จำนวนชิ้นเสีย (Process)	80	44	41	165	55
	จำนวนชิ้นเสีย	143	121	111	375	125
f	เวลารับภาระงาน (f = a-b) (นาที)	33,786	25,121	22,832	81,739	27,246
g	เวลาเดินเครื่อง (g = f-c) (นาที)	33,324	24,770	22,653	80,747	26,916
h	เวลาเดินเครื่องสุทธิ(h = Qty.*Ts.) (นาที)	25,889	20,333	18,190	64,412	21,471
I	อัตราการเดินเครื่อง (I = g/f)	98.63	98.60	99.22	296.45	**98.82**
j	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง(j=h/g)	77.69	82.09	80.30	240.07	**80.02**
k	อัตราคุณภาพ (k = (d-e)/d)	98.60	98.45	98.43	295.47	**98.49**
L	**OEE%**	**75.55**	**79.68**	**78.42**	233.65	**77.88**

การวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.2 จะทำให้ทราบว่าค่า OEE ของทั้ง 3 เดือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.88% ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเป้าหมายหรือต่ำกว่า 85% ดังได้แสดงการเปรียบเทียบไว้ในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 กราฟการเปรียบเทียบระหว่าง ค่าเฉลี่ย OEE กับเป้าหมาย

ข้อมูลในตารางที่ 3.2 ตารางสรุปผลรวมค่า OEE ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนนำไปคำนวณหาค่าใช้จ่ายความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การคำนวณค่าใช้จ่ายความสูญเสียของสายการผลิตเฟรม ก่อนการปรับปรุง

ตัวแปร	รายการ	ป้อนข้อมูล	หน่วย	หมายเหตุ
	ค่า CWR ของบริษัท			CWR : คือการเฉลี่ยค่าใช้จ่ายในการผลิตทั้งหมด (ไม่รวมต้นทุนวัตถุดิบ) ให้กับเวลาทำงานที่มีอยู่ทั้งหมดของแต่ละสายการผลิต
A	ค่าแรง	200.74	บาทต่อชั่วโมง	
B	ค่าเครื่องจักร	198.03	บาทต่อชั่วโมง	
C	จำนวนพนักงาน	4.00	คน	
D	จำนวนเครื่องจักร	7.00	เครื่อง	
E	ค่าแรงโดยรวม (A x C)	802.96	บาทต่อชั่วโมง	
F	ค่าเครื่องจักรโดยรวม (B x D)	1,386.21	บาทต่อชั่วโมง	
G	รวมค่าใช้จ่ายตาม CWR ของสายการผลิตเฟรม (E + F)	2,189.17	บาทต่อชั่วโมง	
	ข้อมูลจากตารางที่ 3.4			ข้อมูลรวม 3 เดือน จากตารางที่ 3.4
H	เวลาเดินเครื่อง	1,345.78	ชั่วโมง	
I	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	1,073.53	ชั่วโมง	
J	เวลาสูญเสีย (H - I)	272.25	ชั่วโมง	
K	รวมค่าใช้จ่ายความสูญเสียของสายการผลิตเฟรมที่ผลิตจริง (G x J)	596,001.53	บาทต่อ 3 เดือน	
L	รวมค่าใช้จ่ายความสูญเสียของสายการผลิตเฟรมที่ผลิตจริง (K / 3)	198,667.18	บาทต่อเดือน	

ตารางที่ 3.3 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายรวมของสายการผลิตเฟรมทั้งหมด ที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2555 ถึง มกราคม 2556 เนื่องจากได้รับผลกระทบจากเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน เพราะเป็นขั้นตอนที่เป็นคอขวดของสายการผลิต ดังนั้นเมื่อเกิดความล่าช้าหรือ เกิดการหยุดชะงักในกรณีเกิดการขัดข้องใดๆ หมายความว่า ทั้งสายการผลิตจะต้องหยุดรอทั้งหมด

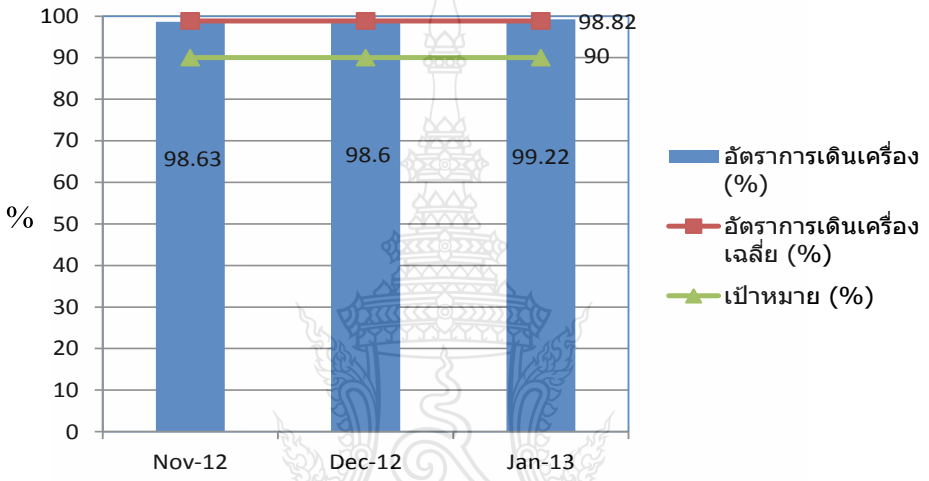
สรุปการศึกษาสภาพปัจจุบัน และปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้ทราบว่า เครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนมีความสูญเสียเกิดขึ้น โดยดูได้จากค่า OEE ที่ต่ำกว่า 85% ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.88% และทำให้เกิดค่าใช้จ่ายความสูญเสียเฉลี่ย 198,667.18 บาทต่อเดือน

3.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุ และกำหนดแนวทางการแก้ไข

หลังจากที่ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.3 จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและกำหนดแนวทางการแก้ไข โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

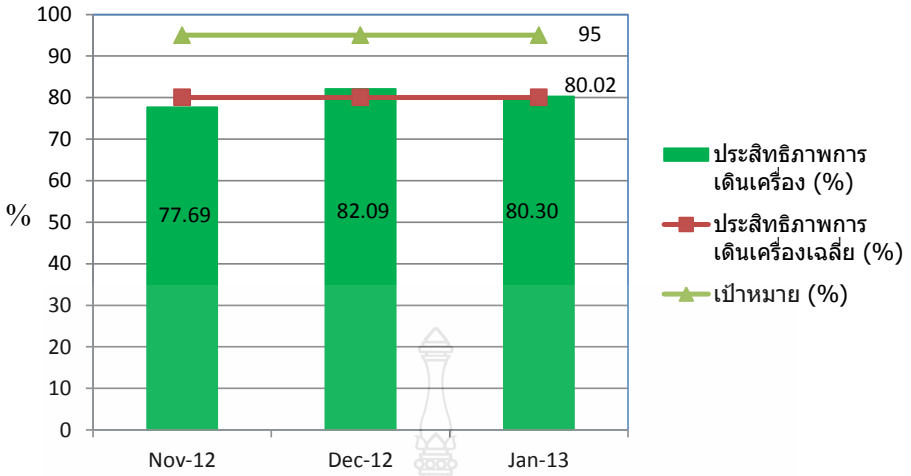
3.4.1 การ วิเคราะห์ค่า OEE โดยการนำค่าตัวแปรย่อยทั้ง 3 ค่า ของค่า OEE คือ อัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ มาพิจารณาอีกครั้ง โดยการนำไป

เปรียบเทียบกับเป้าหมายตามมาตรฐานสากล (http://www.oee.com/world-class-oee.html, 2012) กำหนดไว้ คือ ค่า OEE ต้องไม่ต่ำกว่า 85% และค่าตัวแปรย่อยทั้ง 3 ค่าจะต้องมีค่าดังนี้ คือ ค่าอัตราการเดินเครื่องต้องไม่ต่ำกว่า 90% ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 95% และค่าอัตราคุณภาพต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 99% เพื่อที่จะให้ทราบว่าค่าตัวแปรใดที่มีค่าต่ำกว่าเป้าหมายกำหนด ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงทำให้ค่า OEE ต่ำ ดังได้ทำการเปรียบเทียบค่าแต่ละค่าของตัวแปรย่อยทั้ง 3 ค่ากับเป้าหมายดังในรูปที่ 3.12, 3.13, 3.14



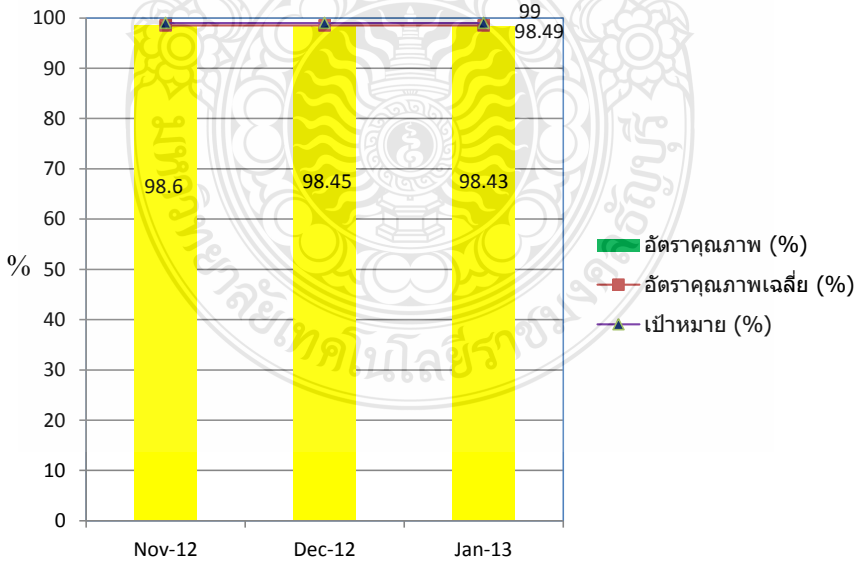
รูปที่ 3.12 กราฟค่าอัตราการเดินเครื่องเปรียบเทียบกับเป้าหมาย ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนในช่วงระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2555 ถึง มกราคม 2556

รูปที่ 3.12 ทำให้ทราบว่าค่าอัตราการเดินเครื่อง มีผลลัพธ์อยู่ในเกณฑ์ที่ดี จึงทำให้พิจารณาได้ว่า อัตราการเดินเครื่องที่ปรากฏไม่ส่งผลกระทบต่อค่า OEE ต่ำ



รูปที่ 3.13 กราฟค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องกับเป้าหมายของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนในช่วงระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2555 ถึง มกราคม 2556

รูปที่ 3.13 ทำให้ทราบว่าค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง มีผลลัพธ์อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าเป้าหมาย จึงพิจารณาได้ว่า ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องที่ปรากฏส่งผลกระทบต่อค่า OEE ต่ำ จะต้องนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุทำการแก้ปรับปรุงให้มีค่าเพิ่มขึ้น



รูปที่ 3.14 กราฟค่าอัตราคุณภาพเปรียบเทียบกับเป้าหมายของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนในช่วงระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2555 ถึง มกราคม 2556

รูปที่ 3.14 ทำให้ทราบว่าค่าอัตราคุณภาพ มีผลลัพธ์อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าเป้าหมายเล็กน้อย จึงพิจารณาได้ว่า ค่าอัตราคุณภาพที่ปรากฏส่งผลกระทบต่อค่า OEE ต่ำเพียงเล็กน้อย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สาเหตุหลักที่ส่งผลกระทบต่อค่า OEE ต่ำเป็นอย่างมากคือ การที่เครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ยังมีประสิทธิภาพการเดินเครื่องที่ต่ำอยู่ ซึ่งปัจจุบันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 80.02%

3.4.2 วิเคราะห์หาสาเหตุการด้อยประสิทธิภาพการเดินเครื่อง

ความสัมพันธ์ของสูตรการคำนวณ OEE กับความสูญเสีย 6 ประการ สาเหตุที่ทำให้ด้อยประสิทธิภาพการเดินเครื่อง เนื่องมาจากเกิดการขัดข้องเดินๆ หยุดๆ ของเครื่องจักร จึงได้นำข้อมูลการบันทึกการขัดข้องเดินๆ หยุด ๆ ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน เป็นระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่พฤศจิกายน 2555 ถึง มกราคม 2556 มาทำการคัดเลือกหัวข้อเพื่อที่จะนำไปทำการปรับปรุงโดยใช้เทคนิคพาเรโตไดอะแกรม (Parato Diagram) ใช้หลัก 80 : 20 ในการคัดเลือก ดังในตารางที่ 3.4 และรูปที่ 3.15

ตารางที่ 3.4 สรุปบันทึกความถี่ การเกิดปัญหาของเครื่องจักร (เดินๆ หยุดๆ ของเครื่องจักรหยุดเดินเวลาไม่เกิน 5 นาทีต่อครั้ง) ระหว่าง พฤศจิกายน 2555 ถึง มกราคม 2556

ลำดับ	ปัญหา	ความถี่			ความถี่	ความถี่สะสม	%สะสม
		พ.ย.-55	ธ.ค.-55	ม.ค.-56			
1	Frame Eject Alarm	66	11	5	82	82	17.8
2	Dividing Motor Alarm	19	28	21	68	150	32.5
3	Fin Feeder Alarm	12	2	43	57	207	44.9
4	Alarm Opener	7	47	0	54	261	56.6
5	Fin Setting Alarm		44	0	44	305	66.2
6	Alarm Setting	6	25	12	43	348	75.5
7	Cover Spray Tank (ค้าง)			25	25	373	80.9
8	Fin Carier Alarm	17	7	0	24	397	86.1
9	สลัก Frame Clamp (ค้าง)	13	0	0	13	410	88.9
10	Alarm Tank Spray Unit	12	1	0	13	423	91.8
11	Fin 200/15 คว่ำ (สัปฟรี)	6	5	0	11	434	94.1
12	Chuck Hanging Seat Alarm		8	0	8	442	95.9
13	Fin ทับรู (Pump) ปรับ Stoke Carier	5	0	0	5	447	97.0
14	Alarm Clamp Supply Unit	4	0	0	4	451	97.8
15	Alarm Supply Advance (Setting ค้าง)	3	0	0	3	454	98.5
16	Alarm Centering Model	3	0	0	3	457	99.1
17	® Electorde Shift Alarm		2	0	2	459	99.6
18	Fin Supply Alarm		1	0	1	460	99.8
19	สกรูกระบอกสูบ Setting ขาด	1	0	0	1	461	100.0
				รวม	461		

ทำให้สามารถเลือกหัวข้อปัญหาได้ทั้งหมด 6 หัวข้อ ได้แก่

1. สัญญาณเตือนเมื่อเครื่องหยุดเดินเนื่องจากเกิดการขัดข้องของการนำเฟรมออกจากการเชื่อม (Frame Eject Alarm)

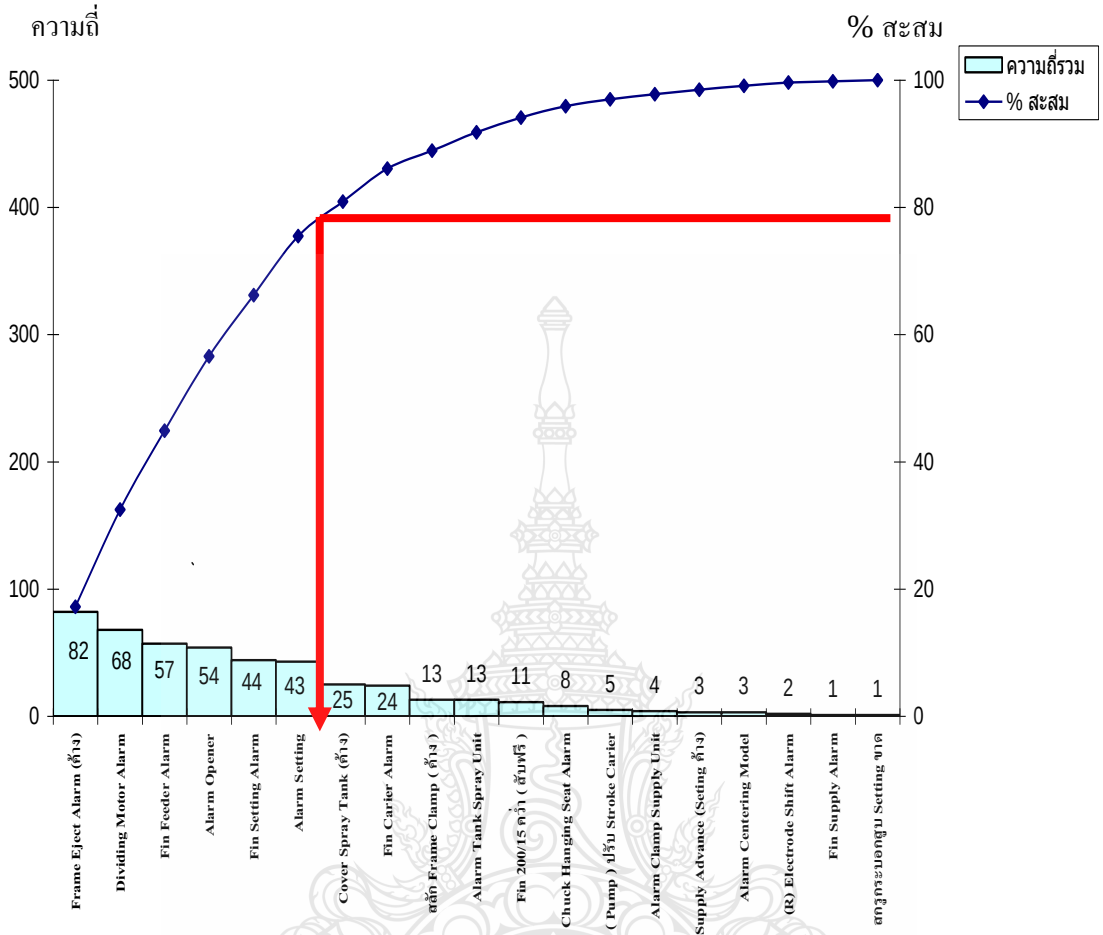
2. สัญญาณเตือนเมื่อเครื่องหยุดเดินเนื่องจากเกิดการหยุดหมุนของมอเตอร์ควบคุมตำแหน่งเชื่อมครีบระบายความร้อน (Dividing Motor Alarm)

3. สัญญาณเตือนเมื่อเครื่องเกิดการหยุดเดินเนื่องจากเกิดการขัดข้องของการป้อนครีบระบายความร้อนเข้าทำการเชื่อม (Fin Feeder Alarm)

4. สัญญาณเตือนเมื่อเครื่องเกิดการหยุดเดินเนื่องจากเกิดการขัดข้องของแผ่นเปิดและปิดสำหรับป้อนครีบระบายความร้อนเข้าทำการเชื่อมเชื่อม (Opener Alarm)

5. สัญญาณเตือนเมื่อเครื่องเกิดการหยุดเดินเนื่องจากเกิดการขัดข้องของชุดหัวจับด้านล่างและกำหนดระยะเชื่อมครีบระบายความร้อน (Fin Setting Alarm)

6. สัญญาณเตือนเมื่อเครื่องเกิดการหยุดเดินเนื่องจากเกิดการขัดข้องของชุดหัวจับครีบระบายความร้อนด้านบน (Setting Alarm)

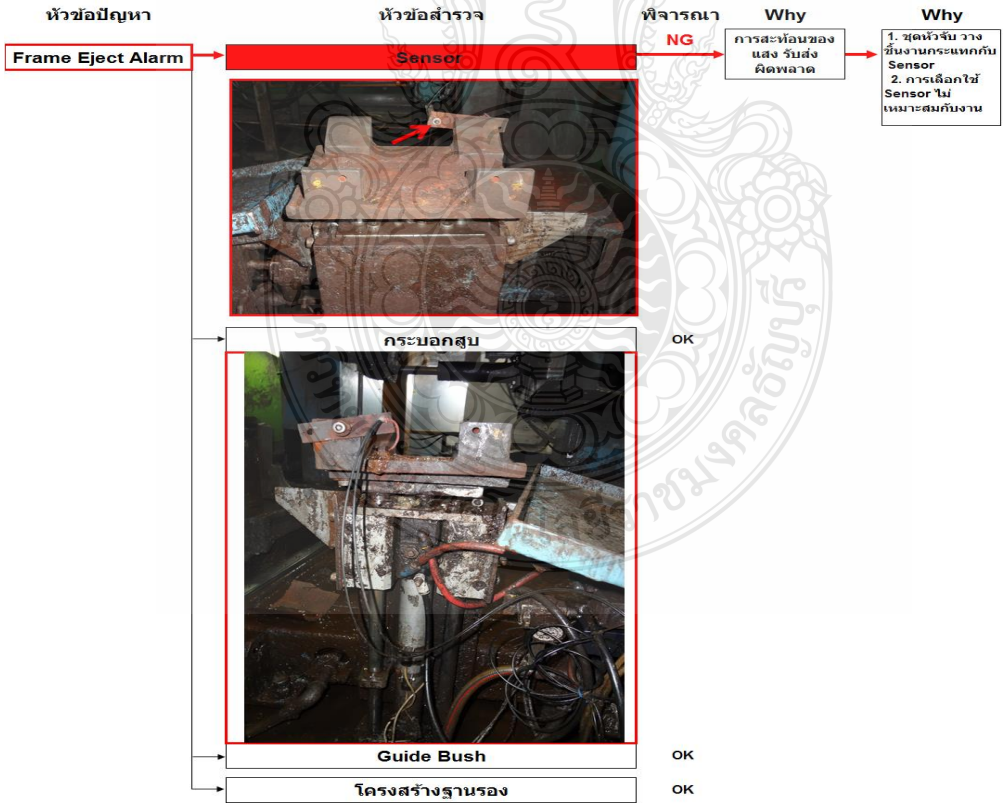


รูปที่ 3.15 พาเรโตกราฟแสดงการคัดเลือกหัวข้อปัญหา

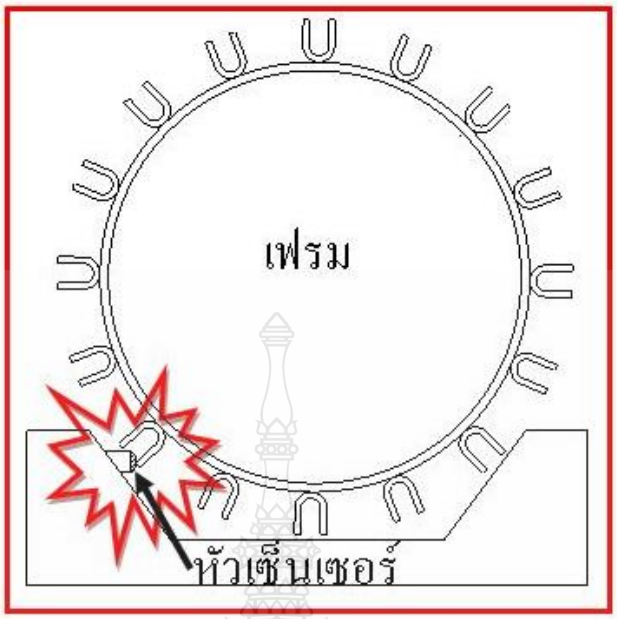
ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และค้นคว้าจากหนังสือที่เกี่ยวข้องพบว่าเครื่องมือที่มีการนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และกำหนดวิธีการแก้ไข ที่สามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับงานปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรคือ Why-Why Analysis โดยทำการวิเคราะห์หาสาเหตุตามหัวข้อปัญหาที่คัดเลือกไว้ โดยมีผู้เข้าร่วมในการวิเคราะห์คือ ทีมงานปรับปรุงงานกลุ่มย่อย (Small Group), ซ่อมบำรุง, และฝ่ายสนับสนุนการผลิต ทำการตรวจสอบหน้างานจริงเพื่อเก็บข้อมูลจริงที่เกิดขึ้น และร่วมกันระดมสมองโดยใช้เครื่องมือ Why Why Analysis ในการวิเคราะห์หาสาเหตุและกำหนดแนวทางการแก้ไขปรับปรุงป้องกัน ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Frame Eject Alarm

รูปที่ 3.16 แสดงถึงการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Frame Eject Alarm โดยทำการพิจารณาตามโครงสร้างของเครื่องจักรมีหัวข้อที่ต้องสำรวจอยู่ด้วยกัน 4 หัวข้อได้แก่ อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) , กระบอกสูบ, Guide Bush , และโครงสร้างฐานรอง สาเหตุของปัญหาที่พบคือ Sensor ทำงานผิดปกติ การสะท้อนของแสงรับส่งเกิดการผิดพลาด มีความถี่ในการเกิดขัดข้องเท่ากับ 82 ครั้ง ต่อ 3 เดือน ดังลูกศรชี้ในรูปที่ 3.11 เนื่องจากได้รับกระแทกจากชิ้นงานตกใส่โดนหัว Sensor จากการวางชิ้นงานโดยชุดจับเฟรม ลักษณะดังรูปที่ 3.17 จึงทำให้ต้องปรับตั้งตำแหน่งของหัว Sensor ให้ได้ตำแหน่งดังเดิมทุกครั้ง และมีการเลือกใช้ Sensor ที่ไม่เหมาะสมกับลักษณะงานได้มีการเลือกใช้ Photo Electric Sensor ชนิด 1 หัว รับและส่งแสงในหัวเดียวกันทำงาน ซึ่งเกิดความผิดพลาดในบางครั้งในการสะท้อนแสงเนื่องจากชิ้นงานมีรูปทรงที่ไม่สม่ำเสมอ การเลือกใช้ที่ถูกต้องควรเลือกใช้ชนิด 2 หัว คือ 1 หัวส่งแสง และ 1 หัวรับแสง เมื่อชิ้นงานถูกวางลงบนฐานรองจะเกิดการทึบแสง ไม่มีแสงผ่านไปยังหัวรับแสง ทำให้ Sensor สั่งการไปยังขั้นตอนต่อไป ซึ่งจะไม่เกิดความผิดพลาดดังเช่น Photo Electric Sensor ชนิด 1 หัว



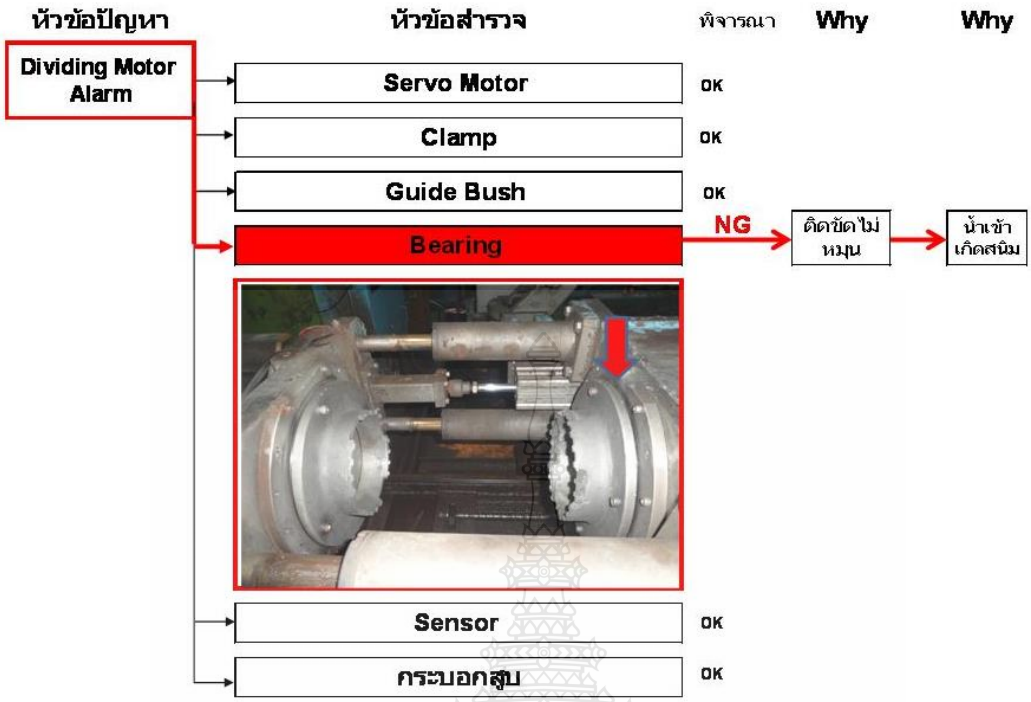
รูปที่ 3.16 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Frame Eject Alarm



รูปที่ 3.17 ลักษณะการกระแทกของเฟรมกับเซ็นเซอร์

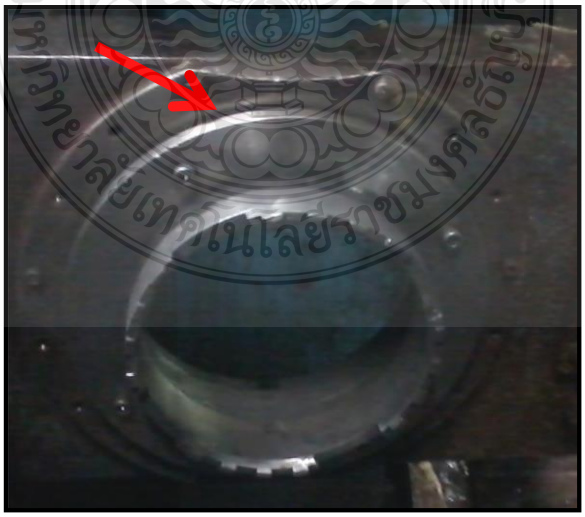
2. การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Dividing Motor Alarm

รูปที่ 3.18 แสดงถึงการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Dividing Motor Alarm โดยทำการพิจารณาตามโครงสร้างของเครื่องจักรมีหัวข้อที่ต้องสำรวจอยู่ด้วยกัน 6 หัวข้อ ได้แก่ มอเตอร์ควบคุมตำแหน่ง (Servo Motor), หัวจับยึดเฟรม (Clamp), ประคองศูนย์ (Guide Bush) , ตลับลูกปืน(Bearing), อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) , กระบอกสูบ สาเหตุของปัญหาที่พบคือ Bearing เกิดการติดขัดไม่หมุน เนื่องจากมีน้ำเข้าในบริเวณที่ดังในรูปที่ 3.19 ทำให้เกิดสนิมภายใน มีความถี่ในการเกิดขัดข้องเท่ากับ 68 ครั้งต่อ 3 เดือน จากสภาพการทำงานของเครื่องขณะเชื่อมชิ้นงานมีการระบายความร้อนด้วยสเปรย์น้ำพ่นไปชิ้นงาน และชุดหัวเชื่อม (Electrode) จึงทำให้ Bearing ซึ่งติดตั้งอยู่ในชุด Clamp Unit ดังในรูปที่ 3.20 ได้รับการโดนน้ำไปเข้าไปภายในของ Bearing ทำให้เกิดสนิม ดังในรูปที่ 3.21 ส่งผลให้เกิดการติดขัดไม่หมุนไปตามทิศทางที่กำหนด



รูปที่ 3.18 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Dividing Motor Alarm

รูปที่ 3.19 บริเวณที่ลูกศรชี้เป็นร่องรอยต่อระหว่าง Clamp และแท่นรองรับ ซึ่งภายในจะมีตลับลูกปืนทำหน้าที่หมุน Clamp ให้เคลื่อนที่ไปในองศาต่างๆตามที่กำหนด ซึ่งบริเวณดังกล่าวมีช่องว่างที่น้ำสามารถเข้าไปสู่ภายในตลับลูกปืนได้



รูปที่ 3.19 บริเวณน้ำเข้าไปยังตลับลูกปืน

บริเวณที่ลูกศรชี้ดังในรูปที่ 3.20 คือส่วนประกอบภายใน และบริเวณที่ติดตั้งตลับลูกปืนไม่มีอุปกรณ์ในการป้องกันน้ำไม่ให้เข้าสู่ตลับลูกปืน

รูปที่ 3.20 ส่วนประกอบภายในของชุดหัวจับเฟรมที่บริเวณติดตั้งตลับลูกปืน

บริเวณที่ลูกศรชี้ดังในรูปที่ 3.21 แสดงให้เห็นลักษณะการเกิดสนิมสะสมจนกระทั่งทำให้การหมุนเกิดการฝืด และติดขัดไม่หมุน

รูปที่ 3.21 การเกิดสนิมภายในตลับลูกปืน

3. การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Fin Feeder Alarm

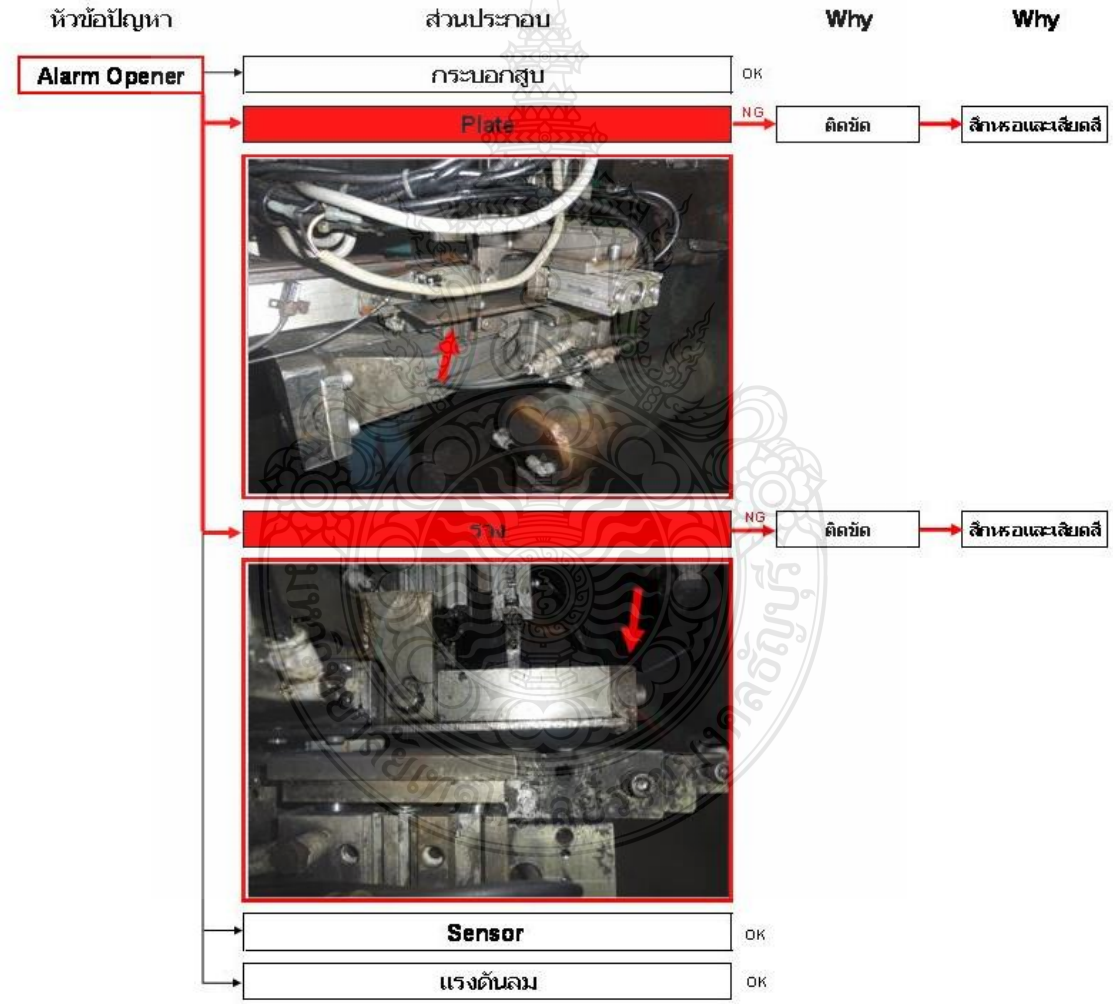
รูปที่ 3.22 แสดงถึงการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Fin Feeder Alarm โดยทำการพิจารณาตามโครงสร้างของเครื่องจักรมีหัวข้อที่ต้องสำรวจอยู่ด้วยกัน 4 หัวข้อ ได้แก่ อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor), ราง, กระบอกสูบ, ครีบระบายความร้อน (Fin) จากสภาพการทำงานชุด Fin Feeder ทำหน้าที่ส่ง Fin เข้าไปในชุด Opener และส่งต่อชุด Fin Setting ทำการเชื่อม Fin ติดกับ Frame สาเหตุของปัญหาที่พบคือ ชิ้นงานหรือ Fin ติดขัดในราง มีความถี่ในการเกิดขัดข้องเท่ากับ 57 ครั้งต่อ 3 เดือน ดังลูกศรชี้ดังในรูปที่ 3.22 เนื่องจากผิวของรางเกิดรอยขรุขระ (มีความขรุขระเทียบเท่ากับตะไบหยาบ รอยขรุขระสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า และใช้มือสัมผัส สามารถรู้สึกได้อย่างชัดเจน) จากการเสียดสี ดังในรูปที่ 3.23 เมื่อแขนกล (Robot) จับ Fin ใส่ลงในรางและ กระบอกสูบดัน Fin ให้เลื่อนไปจะเกิดการติดขัดกับรอยขรุขระในบางครั้ง

รูปที่ 3.22 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Fin Feeder Alarm

รูปที่ 3.23 ลักษณะของราง ที่ผิวภายในเกิดการขรุขระ

4. การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Alarm Opener

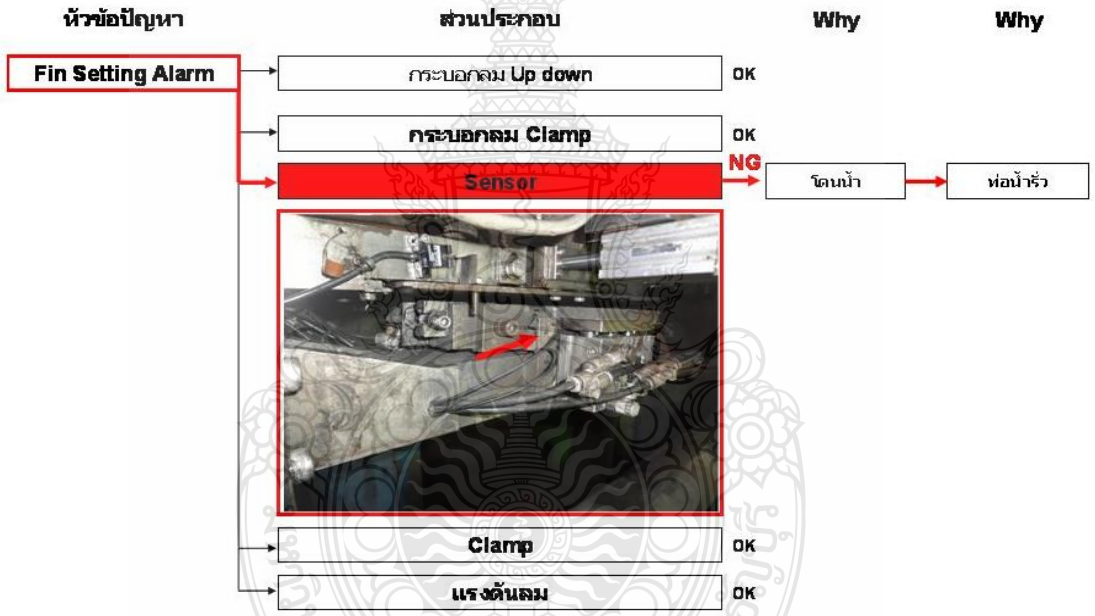
รูปที่ 3.24 แสดงถึงการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Alarm Opener โดยทำการพิจารณาตามโครงสร้างของเครื่องจักรมีหัวข้อที่ต้องสำรวจอยู่ด้วยกัน 5 หัวข้อได้แก่ กระบอกสูบ, Plat, ราง, อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor), แรงดันลม จากสภาพการทำงานของชุด Opener จะทำหน้าที่รับ Fin จากชุด Fin Feeder และส่งต่อ Fin ให้กับ ชุด Fin Setting สาเหตุของปัญหาที่พบคือ Plant และราง เกิดการติดขัด มีความถี่ในการเกิดขัดข้องเท่ากับ 54 ครั้งต่อ 3 เดือน เนื่องจากการมีการเสียดสีและสึกหรอของ Plate และราง ดังลูกศรชี้ในรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Alarm Opener

5. การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Fin Setting Alarm

รูปที่ 3.25 แสดงถึงการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Fin Setting Alarm โดยทำการพิจารณาตามโครงสร้างของเครื่องจักรมีหัวข้อที่ต้องสำรวจอยู่ด้วยกัน 5 หัวข้อ ได้แก่ กระบอกลม Up Down, กระบอกลม Clamp, Sensor, Clamp, แรงดันลม จากสภาพการทำงานของ Fin Setting ทำหน้าที่รับ Fin มาจากชุด Opener ส่ง Fin เข้าเชื่อมติดกับ Frame สาเหตุของปัญหาที่พบคือ Sensor ทำงานผิดปกติ มีความถี่ในการเกิดขัดข้องเท่ากับ 44 ครั้งต่อ 3 เดือนดังลูกศรชี้ในรูปที่ 3.25 เนื่องจากโดนน้ำที่รั่วซึมจากข้อต่อท่อทางต่างๆ ลักษณะดังรูปที่ 3.26 ของชุดระบายความร้อนของชุดหัวเชื่อม (Electrode)

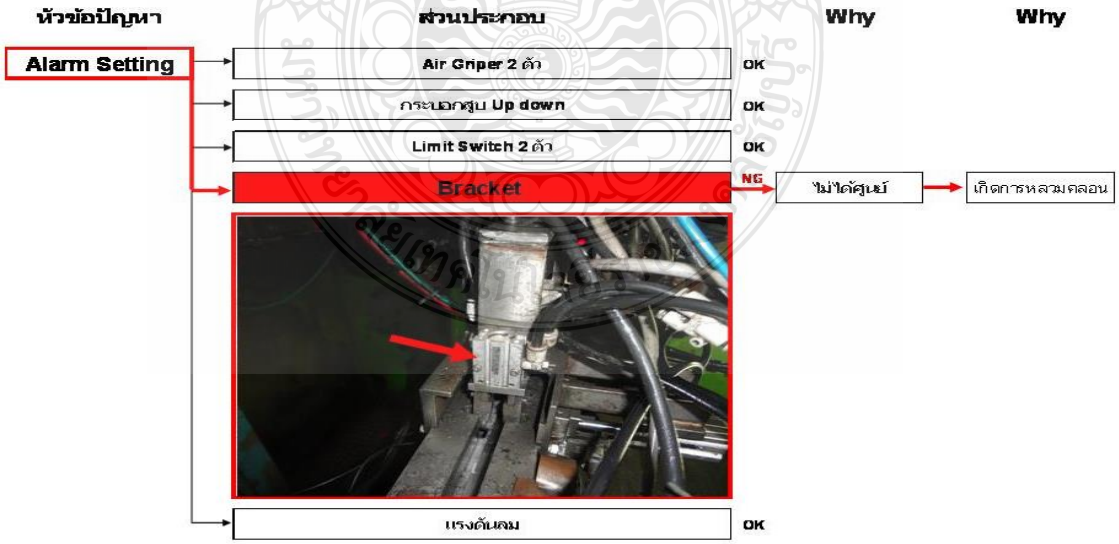


รูปที่ 3.25 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Fin Setting Alarm

รูปที่ 3.26 ลักษณะการเกิดน้ำรั่วซึม

6) การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Alarm Setting

รูปที่ 3.27 แสดงถึงการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Alarm Setting โดยทำการพิจารณาตามโครงสร้างของเครื่องจักรมีหัวข้อที่ต้องสำรวจอยู่ด้วยกัน 5 หัวข้อ ได้แก่ หัวหนีบ (Air Griper) 2 ตัว ,กระบอกสูบขึ้นลง, ลิมิตสวิทช์ (Limit Switch) 2 ตัว, ตัวยึดหัวหนีบ (Bracket), แรงดันลม จากสภาพการทำงานของ Setting เป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งของชุด Opener ทำหน้าที่จับ Fin และปล่อยวางลงบนชุด Fin Setting สาเหตุของปัญหาที่พบคือ Bracket ไม่ได้ศูนย์ มีความถี่ในการเกิดขัดข้องเท่ากับ 43 ครั้งต่อ 3 เดือน ดังลูกศรชี้ในรูปที่ 3.27 และ 3.28 เนื่องจากเกิดการหลวมคลอน เกิดการคลายตัวของหัวน็อตยึดเมื่อได้รับแรงสั่นสะเทือน จากการทำงานของเครื่องจักร



รูปที่ 3.27 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Alarm Setting

รูปที่ 3.28 ลักษณะเกิดการหลวมคลอน

3.5 ดำเนินการแก้ไข

3.3.1 นำผลการวิเคราะห์ Why Why Analysis ไปปฏิบัติ ดำเนินการ โดยกลุ่มย่อย (Small Group)

3.3.2 นำแนวคิดของ TPM โดยนำส่วนของกิจกรรม การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) และ การตรวจสอบด้วยการมองเห็น (Visual Control) มาประยุกต์ใช้ โดยการกำหนดแผนการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำวัน, สัปดาห์, เดือน และ ดำเนินการปฏิบัติตามแผนโดยพนักงานที่ใช้งานเครื่องจักรนั้น

3.3.3 นำแนวคิดและหลักการของ การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) มาร่วมใช้ ในการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำวัน, สัปดาห์, เดือน เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงความ เป็นปกติและผิดปกติได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย

3.3.4 กำหนดให้ ค่า OEE เป็นตัวชี้วัดของสายการผลิตเฟรม และ ดำเนินการปรับปรุงอย่าง ต่อเนื่อง ดังตามลำดับขั้นตอนการวิจัยที่กล่าวมา เพื่อเพิ่มขึ้นและคงรักษาระดับของค่า OEE ให้มีค่า ไม่น้อยกว่า 85%

3.6 วัดผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

3.4.1 เปรียบเทียบค่า OEE ของเครื่องครีบระบายความร้อน โดยทำการรวบรวมข้อมูลบันทึกเวลาการทำงาน และคำนวณค่า OEE ก่อนการปรับปรุง ช่วงระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่ พฤศจิกายน 2555 ถึง มกราคม 2556 และหลังการปรับปรุง ตั้งแต่ กรกฎาคม 2556 ถึง กันยายน 2556

3.4.2 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายความสูญเสียสายการผลิตเฟรมที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการปรับปรุง

3.4.3 เปรียบเทียบความถี่การเดินๆ หยุดๆ ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ก่อนและหลังการปรับปรุง

3.7 สรุปผลการดำเนินการ

3.3.1 เปรียบเทียบผลลัพธ์ กับเป้าหมายทำกำหนดไว้

3.3.2 กำหนดแผนการบำรุงรักษาให้เป็นมาตรฐาน

3.3.3 กำหนดขั้นตอนการปรับปรุงงานให้เป็นรูปแบบมาตรฐาน และดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มขึ้น และคงรักษาระดับของค่า OEE ให้มีค่าไม่น้อยกว่า 85%

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

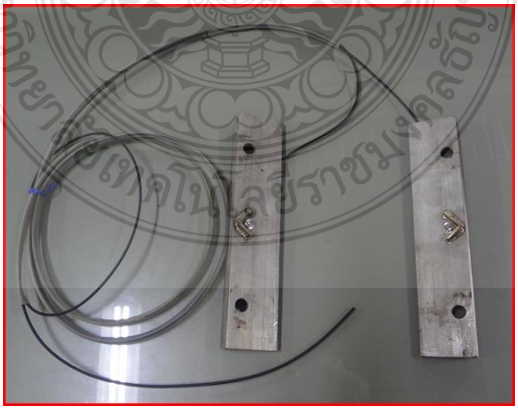
จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังได้อธิบายไว้ในบทที่ 3 หลังจากที่ได้ดำเนินการศึกษาสภาพปัจจุบัน และปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาตั้งแต่พฤศจิกายน 2555 ถึง มกราคม 2556 จึงทำให้ทราบถึงประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นที่ส่งผลกระทบโดยตรงที่เป็นสาเหตุให้ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องต่ำกว่า 95% และส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรต่ำกว่า 85% ได้อย่างชัดเจน จึงทำให้สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปรับปรุงป้องกัน โดยได้ผลการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 ผลการแก้ไขปรับปรุงประสิทธิภาพการเดินเครื่อง

จากรายละเอียดของการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาทั้ง 6 ของการขัดข้องเดินๆ หยุดๆ ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนดังที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น ได้ทำการระดมสมองของทีมปรับปรุงงานกลุ่มย่อยทำให้สามารถกำหนดมาตรการแก้ไขปรับปรุง และนำไปปฏิบัติ โดยมีผลการแก้ไขปรับปรุงดังนี้

ปัญหาที่ 1. Frame Eject Alarm

แนวทางการแก้ไขปรับปรุง โดยการออกแบบสร้างฝาครอบหัวเซ็นเซอร์ และทำการเปลี่ยนหัวเซ็นเซอร์ให้เหมาะสมกับลักษณะงาน ดังในรูปที่ 4.1 เพื่อไม่ให้หัวเซ็นเซอร์โดนกระแทก



รูปที่ 4.1 ฝาครอบหัวเซ็นเซอร์

จึงได้ทำการแก้ไขปรับปรุง ติดตั้งฝาครอบหัวเซ็นเซอร์เข้ากับแท่นรับเฟรมดังในรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นถึงก่อน และหลังการปรับปรุงจะเห็นได้ว่าหัวเซ็นเซอร์จะอยู่ด้านใต้ฝาครอบตามลูกศรชี้ หากเมื่อเกิดกระแทกจากเฟรม ฝาครอบจะทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้การกระแทกถึงหัวเซ็นเซอร์ ซึ่งไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย และเคลื่อนตำแหน่ง

ก่อนการปรับปรุง หลังการปรับปรุง

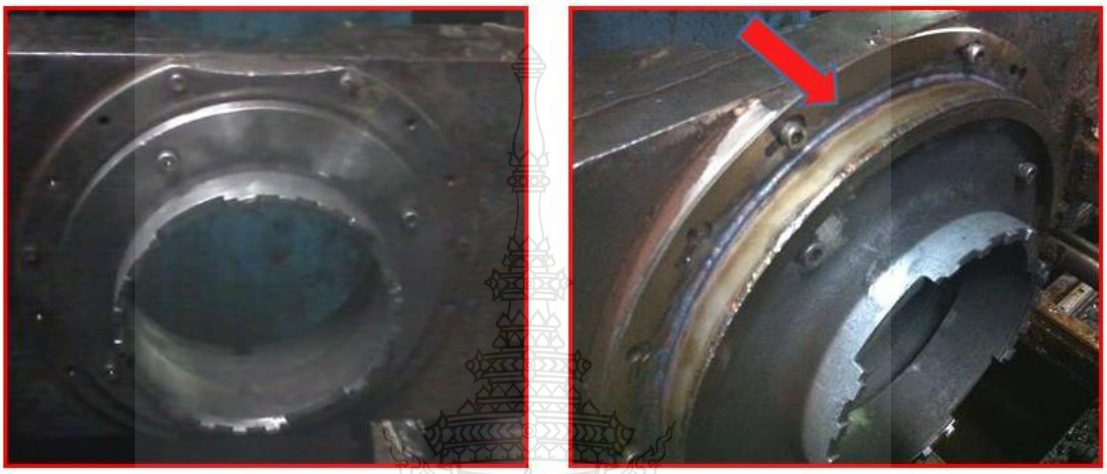
รูปที่ 4.2 การแก้ไขปรับปรุง Frame Eject Alarm

ปัญหาที่ 2. Dividing Motor Alarm

แนวทางการแก้ไขปรับปรุง ได้ทำการออกแบบ และสร้างฝาครอบป้องกันน้ำเข้าตลับลูกปืน ดังในรูปที่ 4.3 และกำหนดให้ต้องติดตั้งได้ง่าย

รูปที่ 4.3 ฝาครอบกันน้ำเข้าตลับลูกปืน

จึงได้ทำการแก้ไขปรับปรุง ติดตั้งฝาครอบกันน้ำเข้าตลับลูกปืน ดังในรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นถึงก่อนและหลังการปรับปรุง ฝาครอบทำหน้าปิดช่องว่างระหว่าง Clamp และแท่นรองรับตามลูกศรชี้ เมื่อทำการเชื่อมครีบระบายความร้อน น้ำที่พ่นระบายความร้อนของการเชื่อมจะไม่สามารถเข้าในช่องว่างระหว่าง Clamp และแท่นรองรับได้



ก่อนการปรับปรุง หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.4 การแก้ไขปรับปรุง Dividing Alarm

ปัญหาที่ 3. Fin Feeder Alarm

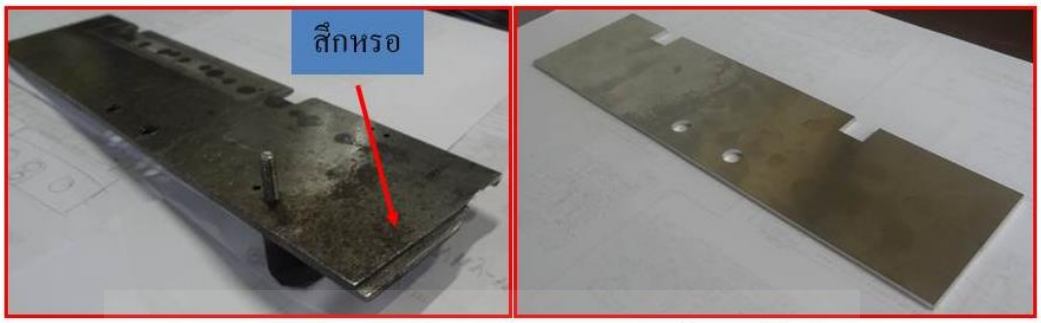
แนวทางการแก้ไขปรับปรุง เมื่อเกิดการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องจักรการแก้ไขเบื้องต้นต้องทำการฟื้นฟูสภาพให้คืนสู่สภาพเดิมดังในรูปที่ 4.5 ก่อนการปรับปรุงผิวเกิดรอยขรุขระ หลังการปรับปรุงทำการเปลี่ยนรางใหม่ที่มีผิวเรียบ บริเวณลูกศรชี้ในรูปที่ 4.5 และเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์นั้นจนกระทั่งหมดอายุการใช้งาน และส่งผลให้เครื่องจักรต้องหยุดเพื่อซ่อมแซม ซึ่งที่ผ่านมาไม่มีการกำหนดอายุการใช้งานเอาไว้ ดังนั้นจึงได้กำหนดอายุการใช้งานเปลี่ยนราง เมื่ออายุการครบ 1 ปี และจัดทำอะไหล่สำรองเตรียมไว้ล่วงหน้าและวางแผนในการเปลี่ยนไม่ให้กระทบต่อการผลิต

ก่อนการปรับปรุง หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.5 การแก้ไขปรับปรุง Fin Feeder Alarm

ปัญหาที่ 4. Alarm Opener

แนวทางการแก้ไขปรับปรุง โดยทำการฟื้นฟูสภาพ ให้คืนสู่สภาพเดิม ดังในรูปที่ 4.6,4.7 และกำหนดอายุการใช้งานให้เปลี่ยนชิ้นส่วนดังกล่าว เมื่อมีอายุการใช้งานครบ 6 เดือนและจัดทำอะไหล่สำรองเตรียมไว้ล่วงหน้า และวางแผนในการเปลี่ยนไม่ให้กระทบต่อการผลิต



ก่อนการปรับปรุง หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.6 การแก้ไขปรับปรุง Alarm Opener ของชิ้นส่วน Plate

ก่อนการปรับปรุง หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.7 การแก้ไขปรับปรุง Alarm Opener ของชิ้นส่วน ราง

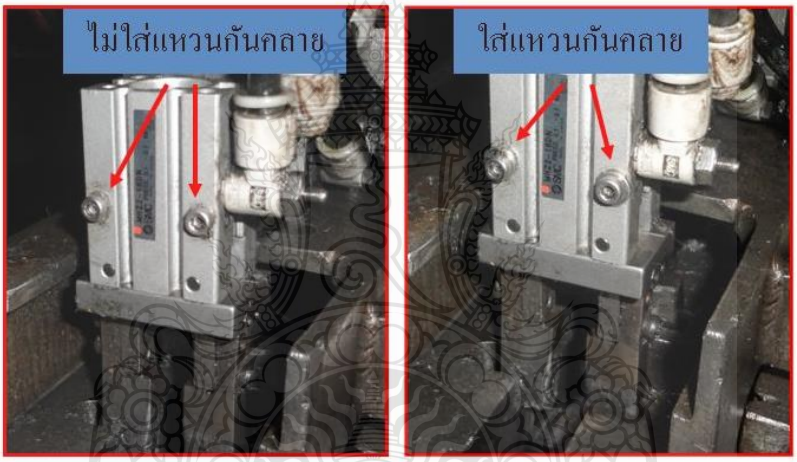
ปัญหาที่ 5. Fin Setting Alarm

แนวทางการแก้ไขปรับปรุง โดยทำการฟื้นฟูสภาพ ให้คืนสู่สภาพเดิม และกำหนดอายุการใช้งานให้เปลี่ยนชิ้นส่วนดังกล่าวเมื่อมีอายุการใช้งานครบ 6 เดือน และจัดทำอะไหล่สำรองเตรียมไว้ล่วงหน้า วางแผนในการเปลี่ยนไม่ให้กระทบต่อการผลิต และวางแผนรองรับในกรณีฉุกเฉินเมื่อเกิดการรั่วซึมโดยความผิดพลาดต่างๆ ที่ไม่สามารถทำการเปลี่ยนได้ทันที

ปัญหาที่ 6. Alarm Setting

แนวทางการแก้ไขปรับปรุง โดยการปรับตั้งศูนย์ ใส่แหวนป้องกันการคลายของหัวน็อตยึด ดังในรูปที่ 4.8 และขันแน่น ดังในรูปที่ 4.9 แสดงให้เห็นก่อน และหลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.8 น็อตและแหวนกันคลาย



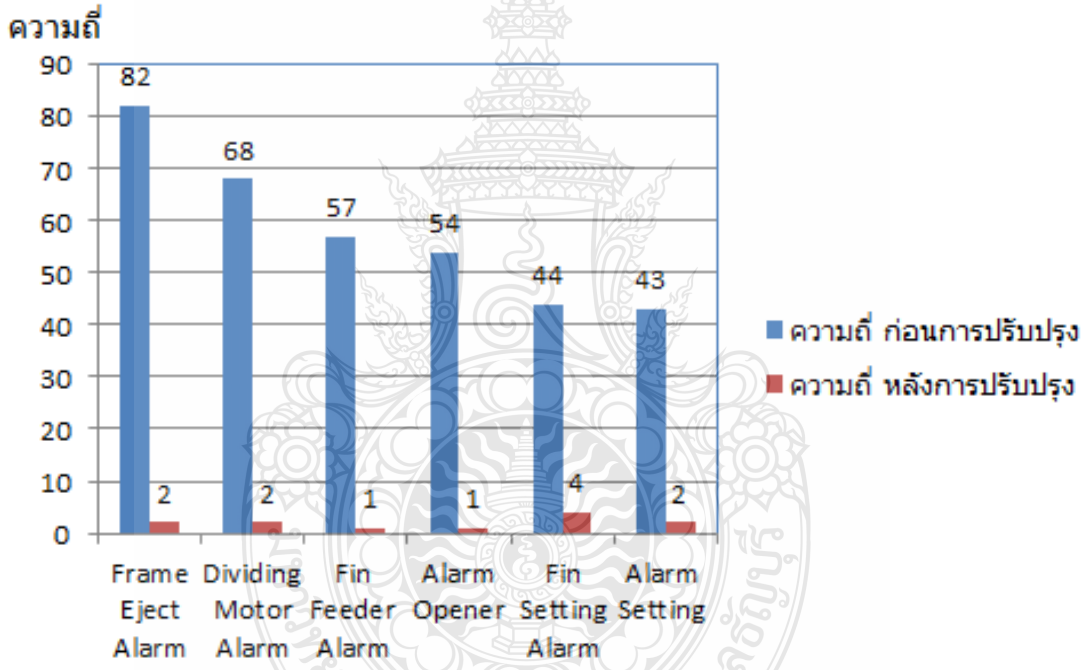
ก่อนการปรับปรุง หลังการปรับปรุง

รูปที่ 4.9 การแก้ไขปรับปรุง Alarm Setting

หลังจากทำการแก้ไขปรับปรุงการขัดข้องทั้งหมด 6 ปัญหา ดังที่ได้กล่าวมา ทำให้ความถี่ของการเกิดขัดข้องของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน มีจำนวนความถี่ลดลง ดังในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่าความถี่ การเกิดปัญหาของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน (เดินๆ หยุดๆ ของเครื่องหยุดเดินเวลาไม่เกิน 5 นาทีต่อครั้ง) ก่อนและหลังการปรับปรุง

ลำดับ	ปัญหา	ความถี่ที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุง			รวมความถี่	ความถี่ที่เกิดขึ้นหลังการปรับปรุง			รวมความถี่
		พ.ย.-55	ธ.ค.-55	ม.ค.-56		ก.ค.-56	ส.ค.-56	ก.ย.-56	
1	Frame Eject Alarm	66	11	5	82	0	1	1	2
2	Dividing Motor Alarm	19	28	21	68	1	0	1	2
3	Fin Feeder Alarm	12	2	43	57	0	1	0	1
4	Alarm Opener	7	47	0	54	0	0	1	1
5	Fin Setting Alarm	0	44	0	44	1	2	1	4
6	Alarm Setting	6	25	12	43	0	8	0	2



รูปที่ 4.10 กราฟเปรียบเทียบค่าความถี่ การเกิดปัญหาของเครื่องจักร(เดินๆ หยุดๆ ของเครื่องจักรหยุดเดินเวลาไม่เกิน 5 นาทีต่อครั้ง) ก่อนและหลังการปรับปรุง

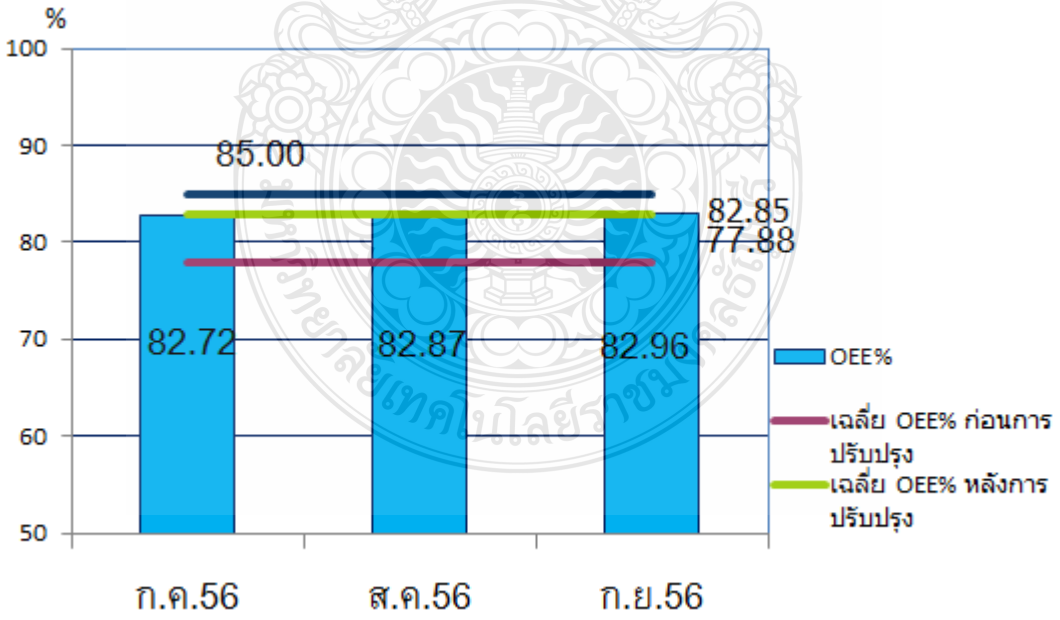
ปัญหาที่ได้ทำการวิเคราะห์ทำการแก้ไขปรับปรุง และป้องกันที่ได้กล่าวมาทุกหัวข้อนั้น เป็นการปฏิบัติตามหลักการของการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance) เฉพาะในส่วนของกิจกรรมในเสาที่ 1 เท่านั้นคือ การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement) และในส่วนของการปฏิบัติของกิจกรรมในเสาที่ 2 คือ การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) จึงได้กำหนดให้มีตารางตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ประจำวัน โดยการนำเทคนิคการควบคุมดูแลด้วยสายตา Visual Management มาร่วมประยุกต์ใช้เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้อย่างง่ายดายสะดวกรวดเร็ว และกำหนดให้พนักงานที่ควบคุมเครื่องจักรเป็นผู้ปฏิบัติ โดยตารางตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ประจำวัน ได้แสดงไว้ที่ภาคผนวก ข

4.2 ผลการแก้ไขค่า OEE

หลังจากที่ได้นำวิธีการแก้ไขปรับปรุงที่ได้จากการวิเคราะห์ Why Why ไปปฏิบัติทำให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมเฉลี่ยของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนมีค่าเพิ่มสูงขึ้น จากเดิมก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 77.88% หลังการปรับปรุงเท่ากับ 82.82% เพิ่มขึ้น 5.07% และ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของความสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักรลดลง จากเดิมก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 198,667 บาทต่อเดือน หลังการปรับปรุงเท่ากับ 137,939.60 บาทต่อเดือน ลดลง 60,727.58 บาทต่อเดือน โดยได้ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน 2555 ถึง เดือนมกราคม 2556 และ หลังการปรับปรุงตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม 2556 ถึง เดือนกันยายน 2556 ได้ผลลัพธ์ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางข้อมูลการวัดค่า OEE ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ในภาคผนวก ข, ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวม ก่อนและหลังการปรับปรุง, รูปที่ 4.11 กราฟแสดงค่าประสิทธิผลโดยรวมหลังการปรับปรุง, ตารางที่ 4.3 แสดงการคำนวณค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของความสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักร, รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายความสูญเสีย ก่อนและหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวม ก่อนและหลังการปรับปรุง

ตัวแปร	รายการ	ก่อนการปรับปรุง					หลังการปรับปรุง				
	เดือน	พ.ย. 55	ธ.ค. 55	ม.ค. 56	รวม	เฉลี่ย	ก.ค. 56	ส.ค. 56	ก.ย. 56	รวม	เฉลี่ย
a	เวลางานประจำ (นาที)	41,280	31,200	28,620	101,100	33,700	30,180	31,560	31,320	93,060	31,020
b	เวลาหยุดตามแผน (นาที)	7,494	6,079	5,788	19,361	6,454	5,704	5,701	5,695	17,100	5,700
c	เวลาเครื่องเสีย,ปรับตั้ง,ปรับแต่ง (นาที)	462	351	179	992	331	268	265	356	889	296
	เวลาเปลี่ยนรุ่นผลิต (นาที)	503	540	596	1,639	546	712	709	720	2,141	714
d	จำนวนชิ้นงานทั้งหมด	10,201	7,782	7,058	25,041	8,347	7,126	8,358	8,554	24,038	8,013
e	จำนวนชิ้นเสีย (Test)	30	27	28	85	28	25	12	25	62	21
	จำนวนชิ้นเสีย (Set up)	33	50	42	125	42	32	41	50	123	41
	จำนวนชิ้นเสีย (Process)	80	44	41	165	55	22	52	41	115	38
	จำนวนชิ้นเสีย	143	121	111	375	125	79	105	116	300	100
f	เวลารับภาระงาน (f = a-b) (นาที)	33,786	25,121	22,832	81,739	27,246	24,476	25,859	25,625	75,960	25,320
g	เวลาเดินเครื่อง (g = f-c) (นาที)	33,324	24,770	22,653	80,747	26,916	24,208	25,594	25,269	75,071	25,024
h	เวลาเดินเครื่องสุทธิ(h = Qty.*Ts.) (นาที)	25,889	20,333	18,190	64,412	21,471	20,474	21,701	21,554	63,729	21,243
I	อัตราการเดินเครื่อง (I = g/f)	98.63	98.60	99.22	296.45	**98.82**	98.91	98.98	98.61	296.49	**98.83**
j	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง(j=h/g)	77.69	82.09	80.30	240.07	**80.02**	84.58	84.79	85.30	254.66	**84.89**
k	อัตราคุณภาพ (k = (d-e)/d)	98.60	98.45	98.43	295.47	**98.49**	98.89	98.74	98.64	296.28	**98.76**
L	**OEE%**	**75.55**	**79.68**	**78.42**	233.65	**77.88**	**82.72**	**82.87**	**82.97**	248.56	**82.85**

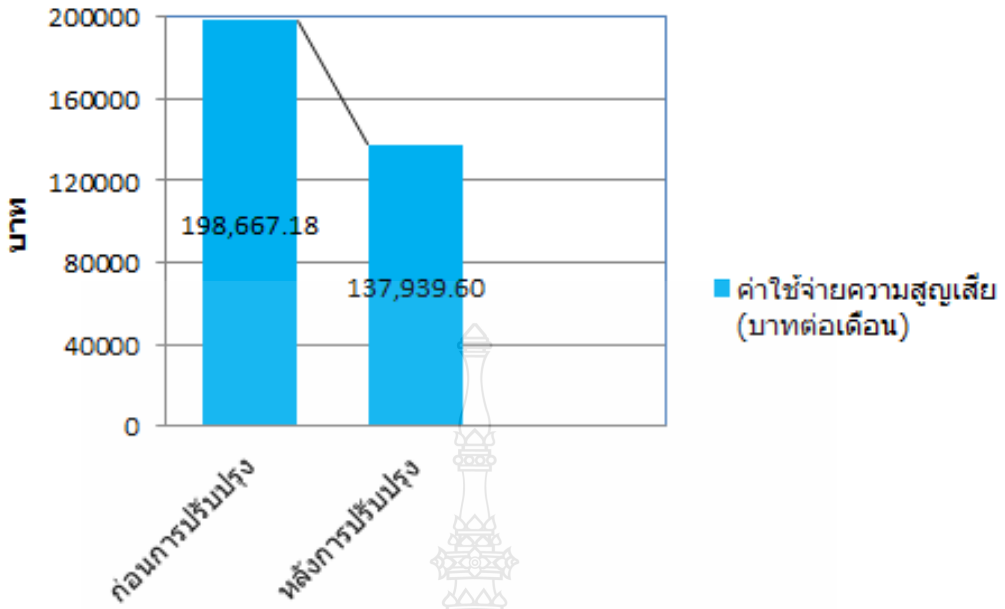


รูปที่ 4.11 กราฟค่าประสิทธิผลโดยรวมหลังการปรับปรุง

การเพิ่มขึ้นของค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และยังส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของความสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักร ทำให้เกิดการลดลง ดังในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.12 การคำนวณค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของความสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าใช้จ่ายความสูญเสียก่อนและหลังการปรับปรุง

ตัวแปร	รายการ	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	หน่วย
	ค่า CWR ของบริษัท			
A	ค่าแรง	200.74	200.74	บาทต่อชั่วโมง
B	ค่าเครื่องจักร	198.03	198.03	บาทต่อชั่วโมง
C	จำนวนพนักงาน	4.00	4.00	คน
D	จำนวนเครื่องจักร	7.00	7.00	เครื่อง
E	ค่าแรงโดยรวม (A x C)	802.96	802.96	บาทต่อชั่วโมง
F	ค่าเครื่องจักรโดยรวม (B x D)	1,386.21	1,386.21	บาทต่อชั่วโมง
G	รวมค่าใช้จ่ายตาม CWR ของสายการผลิตเฟรม (E + F)	2,189.17	2,189.17	บาทต่อชั่วโมง
	ข้อมูลจากตารางที่ 3.4			
H	เวลาเดินเครื่อง	1,345.78	1,251.18	ชั่วโมง
I	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	1,073.53	1,062.15	ชั่วโมง
J	เวลาสูญเสีย (H - I)	272.25	189.03	ชั่วโมง
K	รวมค่าใช้จ่ายความสูญเสียของสายการผลิตเฟรมที่ผลิตจริง (G x J)	596,001.53	413,818.81	บาทต่อ 3 เดือน
L	รวมค่าใช้จ่ายความสูญเสียของสายการผลิตเฟรมที่ผลิตจริง (K / 3)	198,667.18	137,939.60	บาทต่อเดือน
	ค่าใช้จ่ายความสูญเสียเฉลี่ยต่อเดือนที่สามารถลดลงได้	60,727.58		บาทต่อเดือน
	ค่าใช้จ่ายความสูญเสียเฉลี่ยต่อเดือนที่สามารถลดลงได้	728,730.91		บาทต่อปี



รูปที่ 4.12 กราฟการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายความสูญเสีย ก่อนและหลังการปรับปรุง

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสายการผลิตเฟรม ของโรงงานผลิตมอเตอร์ไฟฟ้าแห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นโรงงานตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้เข้าทำการศึกษา ได้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความสูญเสียที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักร เนื่องมาจากเกิดการขัดข้องทำให้ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดี โดยเครื่องจักรที่เกิดปัญหาดังกล่าว คือ เครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน เป็นเครื่องจักรเครื่องหนึ่งที่อยู่ในสายการผลิตเฟรม ขั้นตอนการเชื่อมครีบระบายความร้อนเป็นขั้นตอนการทำงานที่เป็นคอขวดของสายการผลิตเฟรม ดังนั้นจึงต้องทำการดูแลรักษาซ่อมบำรุงให้เครื่องมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีและพร้อมใช้งานอยู่เสมอ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อลดความสูญเสียของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน เพื่อปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ให้มีค่าเพิ่มขึ้น และเพื่อลดค่าใช้จ่ายความสูญเสีย

ดังนั้นจึงได้นำแนวคิด และวิธีการของ การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM) ด้วยการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Maintenance) และการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) โดยมีค่าประสิทธิผลโดยรวมเป็นดัชนี มาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ ซึ่งได้ผลการวิจัยดังนี้

1) สามารถลดความสูญเสียที่เกิดจากการทำงานของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนลงได้ โดยมีค่าประสิทธิผลโดยรวมเป็นดัชนี ผลลัพธ์ทำให้ค่าประสิทธิผลโดยรวม (OEE) มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.88% หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.85% เพิ่มขึ้น 4.97%

2) สามารถลดค่าใช้จ่ายความสูญเสียลงได้ จากเดิมก่อนการปรับปรุงเฉลี่ยเท่ากับ 198,667.18 บาทต่อเดือน หลังการปรับปรุงเฉลี่ยเท่ากับ 137,939.60 บาทต่อเดือน ลดลง 60,727.58 บาทต่อเดือน

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยสามารถแก้ไขปรับปรุงลดความสูญเสีย ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนมีค่าเพิ่มขึ้น และลดค่าใช้จ่ายความสูญเสียลงได้ โดยมีแนวคิดและวิธีการที่ใช้เฉพาะสำหรับการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียของเครื่องจักร คือการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม ซึ่งมีหลักสำคัญคือ การมุ่งเน้นขจัดความสูญเสียหลัก 6 ประการ ที่ส่งผลกระทบต่อเครื่องจักร และการมีส่วนร่วมของบุคคลต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ทำการระดมสมองหาแนวทางการแก้ไข นำไปปฏิบัติร่วมกัน ซึ่งการดำเนินวิจัยมีแนวคิดคล้ายกับ ประเสริฐ เดชนครินทร์ [32] วีรชัย มัฏฐารักษ์ [33] ศักดา วิริยะภาพ [31] และโกสินทร์ ชวลีพันธ์สกุล[30] ในการให้ความสำคัญต่อการลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเครื่องจักร

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การขยายผลการดำเนินการสำหรับโรงงานตัวอย่าง

ยังมีเครื่องจักรของโรงงานตัวอย่างในสายการผลิตอื่นๆ ที่ยังมีปัญหาของการเกิดความสูญเสียจากการทำงานของเครื่องจักร อันเนื่องมาจากเกิดการขัดข้อง เช่นเดียวกันกับสายการผลิตเฟรม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงอย่างเป็นระบบเช่นเดียวกับสายการผลิตเฟรม ผู้วิจัยได้ทำการนำเสนอแนวทางการดำเนินการตามการวิจัยที่ได้ดำเนินการกับสายการผลิตเฟรม ต่อผู้บริหาร วิศวกร และทีมงานแก้ปรับปรุงงานเพื่อเพิ่มผลผลิตของสายการผลิตอื่นๆที่ต้องใช้เครื่องจักรเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิต ได้ทราบถึงคุณประโยชน์ และได้นำไปปฏิบัติเพื่อลดความสูญเสีย โดยจะต้องกำหนดให้สายการผลิตที่ใช้เครื่องจักรในการผลิตกำหนดให้ค่าประสิทธิผลโดยรวม OEE เป็นตัวชี้วัดเพื่อเป็นจุดสังเกตการณ์และควบคุมให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานสากล

5.3.2 การวางแผนรองรับเหตุฉุกเฉิน

เครื่องจักรบางเครื่องของโรงงานตัวอย่าง เช่น เครื่องเชื่อมครีมระบายความร้อน ที่ได้ทำการวิจัยเพื่อลดความสูญเสียนั้นเป็นเครื่องจักรที่ถูกสร้างขึ้นมาให้ทำงานผลิตเฉพาะเท่านั้น และไม่มีตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศไทย เมื่อเกิดการขัดข้องหรือชำรุดเสียหาย เครื่องจักรอื่นๆ ไม่สามารถทำงานแทนได้ นั้นหมายถึงเครื่องจักรจะต้องได้รับการบำรุงรักษาให้มีสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอนั้น และต้องมีแผนรองรับเหตุฉุกเฉิน โดยการกำหนดอายุการใช้งานของชิ้นส่วนต่างๆ ที่จำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ ชิ้นส่วนที่ไม่สามารถสั่งซื้อได้ภายในประเทศ มีระยะเวลาในการสั่งซื้อนานๆ เพื่อจัดทำสต็อกอะไหล่สำรองเก็บไว้ สำหรับรองรับเหตุฉุกเฉินที่เกิดขึ้นจากการเกิดชำรุดเสียหาย

อย่างกะทันหันไม่ให้เครื่องจักรต้องหยุดเดินเพื่อซ่อมแซม นานเกินไปเนื่องจากการที่ไม่มีอะไหล่สำรองเก็บไว้ต้องรอชิ้นส่วนที่ต้องสั่งจากต่างประเทศ

5.3.3 การเตรียมความพร้อมทางด้านบุคคลากร

จะต้องจัดให้มีการฝึกอบรมให้ความรู้ทางด้านเทคนิคต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรแก่พนักงานที่ดูแลควบคุมเครื่องจักรนั้น เช่น ระบบไฮดรอลิค นิวแมติกส์ PLC เป็นต้น เพื่อเพิ่มทักษะความรู้ความสามารถให้เกิดความเข้าใจในการบำรุงรักษาเครื่องจักรได้อย่างสมบูรณ์ และสามารถที่จะทำให้การบำรุงรักษาเครื่องจักรมีความสะดวกมากขึ้น และเป็นการรองรับเหตุฉุกเฉินเครื่องจักรชำรุดกะทันหันได้อย่างทันท่วงที โดยไม่ต้องรอช่างซ่อมบำรุงมาทำการซ่อมแซมเท่านั้น

รายการอ้างอิง

[1] Society of TPM Research (TPM Tokoton Kenkyu Kai) ผู้เขียนและบรรณาธิการ Kinjiro Nakano แปลและเรียบเรียงโดย ผศ.ดร มังกร โรจน์ประภากร **Zero Loss ด้วย TPM ฉบับเข้าใจง่าย** สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

[2] กฤชชัย อนรรฆมณี, เชษฐพงศ์ สินธารา **Visual Control พลังการสื่อสาร เพิ่มประสิทธิภาพองค์กร** พิมพ์ครั้งที่ 2 สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ

[3]วันรัตน์ จันทกิจ **17 เครื่องมือนักคิด Problem Solving Devices** ฉบับปรับปรุงใหม่ พิมพ์ครั้งที่ 8 สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ

[4] Hitoshi Ogura แปลโดย ผศ.วิเชียร เบญจวัฒนาผล ผศ.ดร. สมชัย อัครทิวา เรียบเรียงโดย ผศ.ดร. สมชัย อัครทิวา **Why -Why Analysis เทคนิคการวิเคราะห์อย่างถึงแก่น เพื่อปรับปรุงสถานประกอบการ โดยเริ่มต้นจากคำว่า ทำไม?** พิมพ์ครั้งที่ 4 สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

[5] The Productivity Development Team เขียน ดร.วิทยา สุหฤทดำเรง บรรณาธิการ พรเทพ เหลือทรัพย์สุข, ยุพา กลอนกลาง แปล **ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร OEE for Operators : Overall Equipment Effectiveness** http://publishing.eisquare.com

[6] Prof Pradeep Kumar, Dr. K. V. M. Varambally, Dr. Lewlyn L.R. Rodrigues **A Methodology for Implementing Total Productive Maintenance in Manufacturing Industries–A Case Study** International Journal of Engineering Research and Development **e**-ISSN: 2278-067X, p-ISSN : 2278-800X, www.ijerd.com Volume 5, Issue 2 (December 2012), PP. 32-39 [1]Manipal Institute of Technology, Manipal University, Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, MANIPAL-576104, Karnataka state INDIA.

[7] Hemant Singh Rajput, Pratesh Jayaswal **A Total Productive Maintenance (TPM) Approach To Improve Overall Equipment Efficiency** International Journal of Modern Engineering Research (IJMER) www.ijmer.com Vol.2, Issue.6, Nov-Dec. 2012 pp-4383-4386 ISSN: 2249-6645 (Mechanical, M.I.T.S. /R.G.P.V., India) (Department of Mechanical Engineering, R.G.P.V. University, India)

รายการอ้างอิง (ต่อ)

[8] Peter-John Koen **An Investigation Into The Main Causes for Poor OEE at The Struandale Engine Plant of Ford Motor Company of Southern Africa** Submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Magister in Business Administration In the Faculty of Business and Economic Sciences At the Nelson Mandela Metropolitan University Promoter November, 2009

[9] Muhammad Abdus Samad, Muhammed Rifat Hossain , Md. Asrafuzzaman **Analysis of Performance by Overall Equipment Effectiveness of the CNC Cutting Section of a Shipyard** ARPN Journal of Science and Technology Department of Industrial and Production Engineering, Shahjalal University of Science & Technology, Sylhet, Bangladesh. VOL. 2, NO. 11, Dec 2012

[10] Creeper Hammermill Crumb Rubber" Heri Wibowo **Analysis Overall Equipment Effectiveness (OEE) in Improving Productivity in The Machine Processing** Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Malahayati University International Journal of Engineering and Science Vol. 3, No. 2, 2012

[11] Railways Thomas Stoiber, Ernst Basler + Partner AG **An Approach to Calculate Overall Efficiency of Rolling Stock for an Urban Rail Transit System** Journal of Public Transportation Qamar Mahboob, Technische Universität Dresden & Pakistan Vol. 15, No. 1, 2012

[12] D. Sivakumar, S.M. Sapuan, N. Ismail and M.Y. Ismail **Application of Total Productive Maintenance to reduce Non-Stick on PAD Problem Packing** Department of Mechanical and Manufacturing Engineering Universiti Putra Malaysia 43400 Serdang, Selangor, Malaysia International Journal of Engineering and Science Vol. 3, No. 1, 2012

[13] Harsha G. Hegde, N. S. Mahesh, Kishan DossSASTECH **Overall Equipment Effectiveness Improvement by TPM and 5S Techniques in a CNC Machine Shop**Volume 8, Issue 2, September 2009

รายการอ้างอิง (ต่อ)

[14] Kiran M, Cijo Mathew, Jacob Kuriakose **Root Cause Analysis for Reducing Breakdowns in a Manufacturing Industry** International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering ISSN 2250-2459, ISO 9001:2008 Certified Journal, Volume 3, Issue 1, January 2013

[15] Soniya Parihar, Sanjay Jain, Dr. Lokesh Bajpai **Calculation of OEE for an Assembly Process** IJRMET Vol. 2, Issue 2, July - Dec 2012

[16] P Sharma,Vishwas Bhave,Dr. H.B. Khurasia,B Shikari **Enhancing Overall Equipment Effectiveness Through TPM** Research scholar IIT Delhi, 110016, India. Senior Deputy General Manager (F.N.X.) BHEL, Bhopal. , India Professor, Department of Mechanical Engineering, MANIT, Bhopal 462 007. India

[17] Anil S. Badiger, R. Gandhinathan, V. N. Gaitonde, Rajesh S. Jangaler**Implementation of Kaizen and Poka-yoke to Enhance Overall Equipment Performance - A case study**

[18] T. Ahmed and S.M. Ali M.M Allama M.S. Parvez **A Total Productive Maintenance (TPM) Approach to Improve Production Efficiency and Development of Loss Structure in a Pharmaceutical Industry** Global Journal of Management and Business Research P a g e |186 Vol. 10 Issue 2 (Ver 1.0), April 2010

[19] **Determination of Costs Resulting from Manufacturing Losses: An Investigation in White Durables Industry** İzlem Tekin Department of Management Engineering Istanbul Technical University, Macka 34367 Istanbul, Turkey Proceedings of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul, Turkey, July 3 – 6, 2012

[20] Olayinka S. Ohunakin and Richard O. LeramoJournal **Total Productive Maintenance Imprementation in a Beverage Industry : A Case Study** Engineering and Applied Sciences 7 (2): 128-133, 2012

รายการอ้างอิง (ต่อ)

[21] Mr. Ranjeet M. Jadhav, Mr.Morosin Alessandro, Prof.S.H.Sawant **Total Productive Maintenance Theoretical Aspect:A Journey Towards Manufacturing Excellence** IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)

[22] Rohit Sharma , V.Trikha **TPM Implementation in Piston Manufacturing Industry for OEE** International Journal of Current Engineering and Technology, Vol.1, No.1 Dec. 2011

[23] Manu Dogra, Vsihal S. Sharma, Anish Sachdeva, J.S. Dureja **TPM-A Key Strategy for Productivity Improvement in Process Industry**Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 6 No.1 1-16 (2011)

[24] Tarique Anwer Qureshi, Manish Sagar **Improving Overall Equipment Effectiveness Through Total Productive Maintenance – A Case Study** Corona Journal of Science and Technology ISSN : 2319-6327 (Online), Vol.2, No.1 pp.8-16 (2013)

[25] เสกสรร สิงห์ธนู, **การบำรุงรักษาเชิงแผนงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร กรณีศึกษาสายการบรรจุน้ำยาทำความสะอาดสุขภัณฑ์**,วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาการผลิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระนครเหนือ, 2550.

[26] นิศากร สมสุข* , จิตลดา ชิ้มเจริญ, สุพจน์ งอกกำไร, สมชาย น้ำขาว, นัยนา ไชยโกฏิ **การศึกษาและปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตท่อ** สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย บทความ การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ.2551

[27] รัฐกร อุดมสุข, **การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

[28] โกสินทร์ ชวลีพันธ์สกุล, **การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยการวิเคราะห์ ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและต้นทุนการบำรุงรักษา,** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

รายการอ้างอิง (ต่อ)

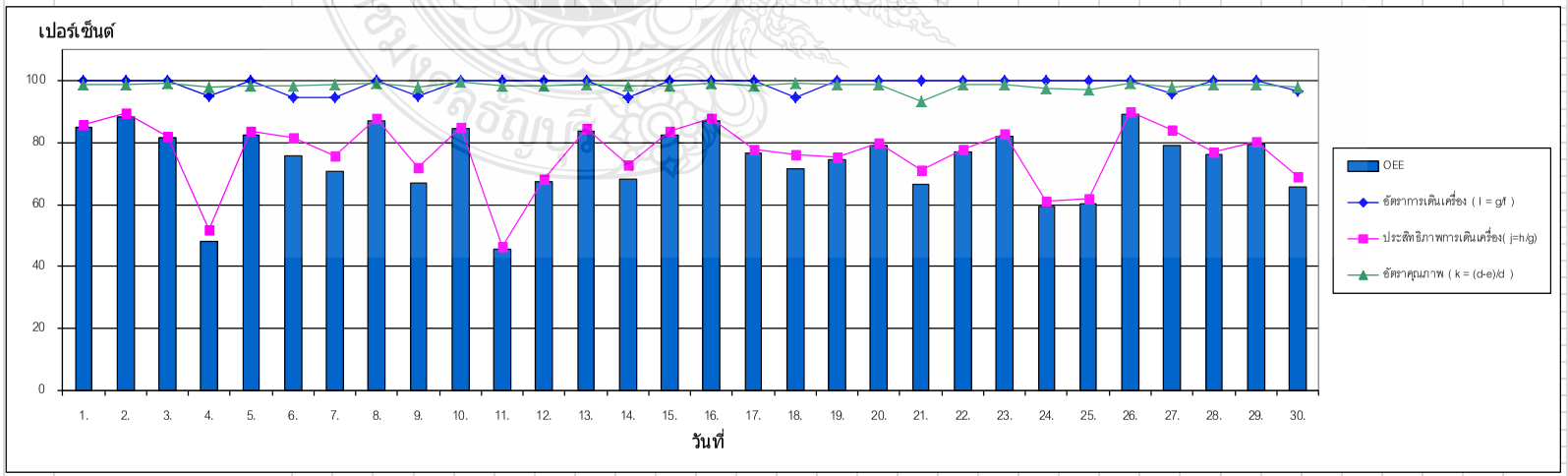
[29] ศักดา วิริยะภาพ, **การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตลวดเชื่อมไฟฟ้า,** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

[30] ประสิทธิ เดชนครินทร์, **การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยเทคนิค TPM กรณีศึกษาโรงงานอาหารกึ่งสำเร็จรูป,** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาการผลิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระนครเหนือ, 2550.

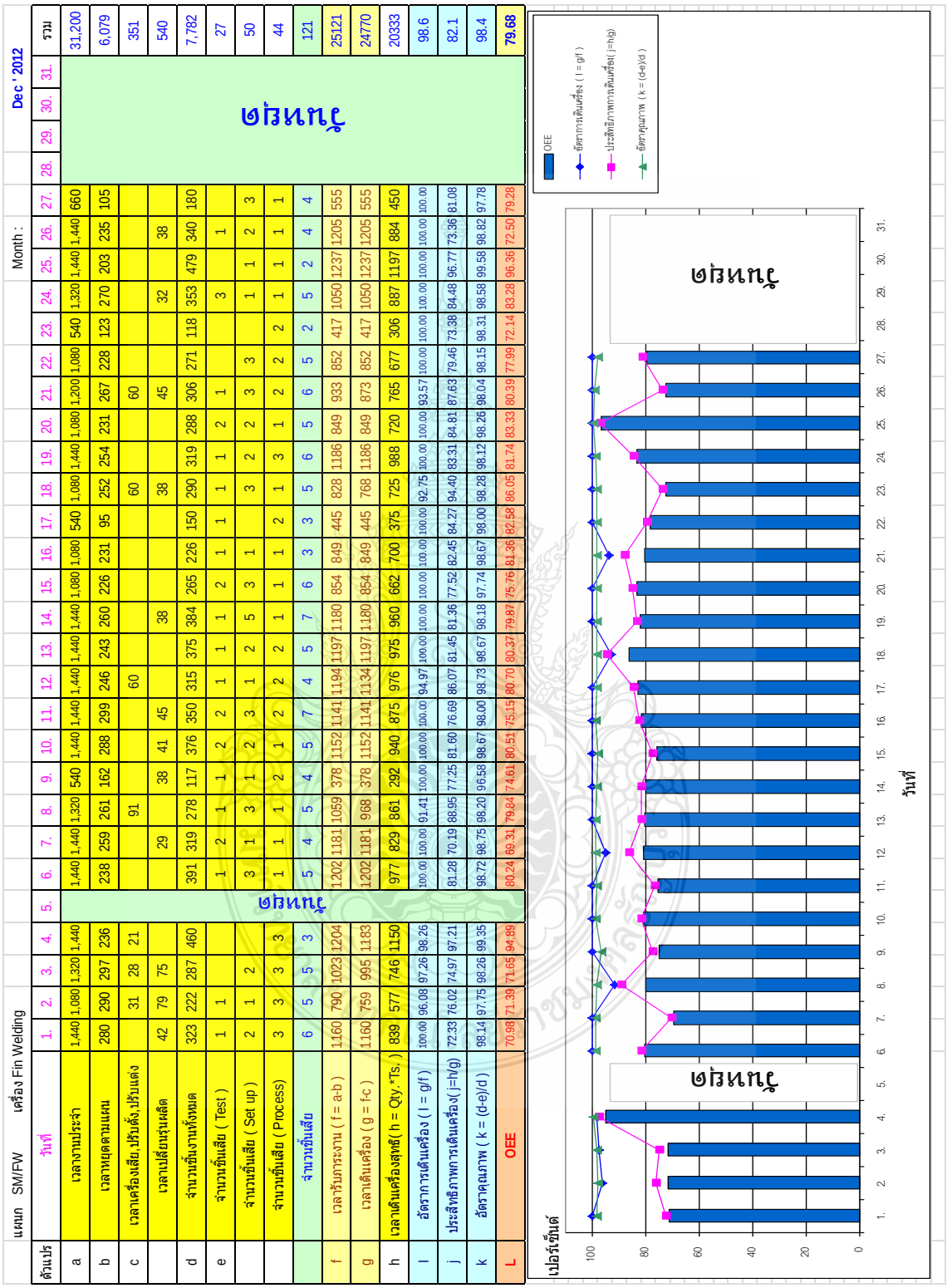
[31] วีรชัย มัฏฐารักษ์ และ วิมล จันนิวงศ์ **การเพิ่มผลผลิตด้วยวิธีการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร กรณีศึกษาโรงงานผลิตอาหารสัตว์,** บทความวิจัย วารสารการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2553

ภาคผนวก ก
ตารางข้อมูล การวัดค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน

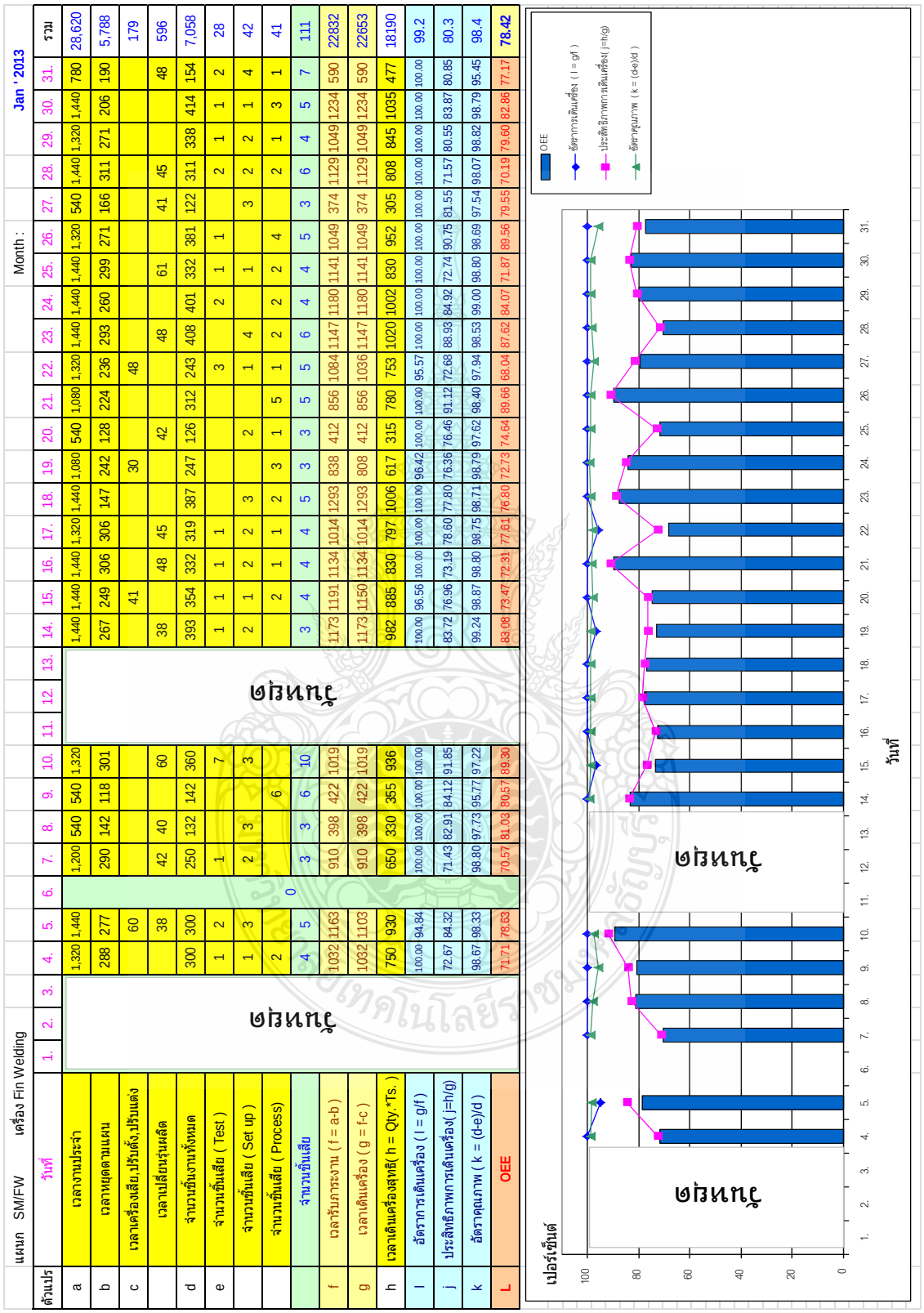
	แผนก SM/FW	เครื่อง Fin Welding																							Month :						Nov ' 2012
ตัวแปร	วันที่	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	รวม
a	เวลางานประจำ	1,440	1,440	1,440	1,440	1,320	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	540	1,320	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	660	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	1,440	41,280
b	เวลาหยุดตามแผน	263	294	200	276	294	288	296	242	237	230	126	259	275	265	285	256	288	257	250	236	127	246	225	233	323	267	248	238	246	224	7,494
c	เวลาเครื่องเสีย,ปรับตั้ง,ปรับแต่ง				60		61	60		62					61				65										51			42	462
	เวลาเปลี่ยนรุ่นผลิต		39		42	40	38	42					38	41	29	35	28	36								38	28	29				503
d	จำนวนชิ้นงานทั้งหมด	404	411	408	229	344	356	328	422	328	416	62	279	395	325	312	417	358	341	358	325	152	372	402	294	277	422	385	370	384	325	10,201
e	จำนวนชิ้นเสีย (Test)	1	1	1	1	2	2	1	1	2			1	1	2	1	1	1			2	3	2			2		2				30
	จำนวนชิ้นเสีย (Set up)	1	2		1	1	3	2		3			2	2	2	2	1	2				3				2		1	2	1		33
	จำนวนชิ้นเสีย (Process)	2	2	2	3	2	1	1	3	1	2	1	1	1	1	2	2	2	3	4	2	4	3	4	7	4	4	4	2	4	6	80
	จำนวนชิ้นเสีย	4	5	3	5	5	6	4	4	6	2	1	4	4	5	5	4	5	3	4	4	10	5	4	7	8	4	7	4	5	6	143
f	เวลารับภาระงาน (f = a-b)	1177	1146	1240	1164	1026	1152	1144	1198	1203	1210	414	1061	1165	1175	1155	1184	1152	1183	1190	1204	533	1194	1215	1207	1117	1173	1192	1202	1194	1216	33786
g	เวลาเดินเครื่อง (g = f-c)	1177	1146	1240	1104	1026	1091	1084	1198	1141	1210	414	1061	1165	1114	1155	1184	1152	1118	1190	1204	533	1194	1215	1207	1117	1173	1141	1202	1194	1174	33324
h	เวลาเดินเครื่องสุทธิ(h = Qty.*Ts.)	1010	1027	1020	572	860	890	820	1055	820	1030	192	725	987	812	967	1042	895	852	895	962	380	930	1005	735	692	1055	962	925	960	812	25889
I	อัตราการเดินเครื่อง (I = g/f)	100.00	100.00	100.00	94.85	100.00	94.70	94.76	100.00	94.85	100.00	100.00	100.00	100.00	94.81	100.00	100.00	100.00	94.51	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	95.72	100.00	100.00	96.55	98.6
j	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง(j=h/g)	85.81	89.62	82.26	51.81	83.82	81.58	75.65	88.06	71.87	85.12	46.38	68.33	84.72	72.89	83.72	88.01	77.69	76.21	75.21	79.90	71.29	77.89	82.72	60.89	61.95	89.94	84.31	76.96	80.40	69.17	77.7
k	อัตราคุณภาพ (k = (d-e)/d)	99.01	98.78	99.26	97.82	98.55	98.31	98.78	99.05	98.17	99.52	98.39	98.57	98.99	98.46	98.40	99.04	98.60	99.12	98.88	98.77	93.42	98.66	99.00	97.62	97.11	99.05	98.18	98.92	98.70	98.15	98.6
L	OEE	84.96	88.53	81.65	48.07	82.60	75.95	70.80	87.23	66.92	84.71	45.63	67.35	83.86	68.04	82.38	87.16	76.61	71.39	74.37	78.92	66.60	76.84	81.89	59.44	60.16	89.09	79.24	76.12	79.36	65.54	75.55



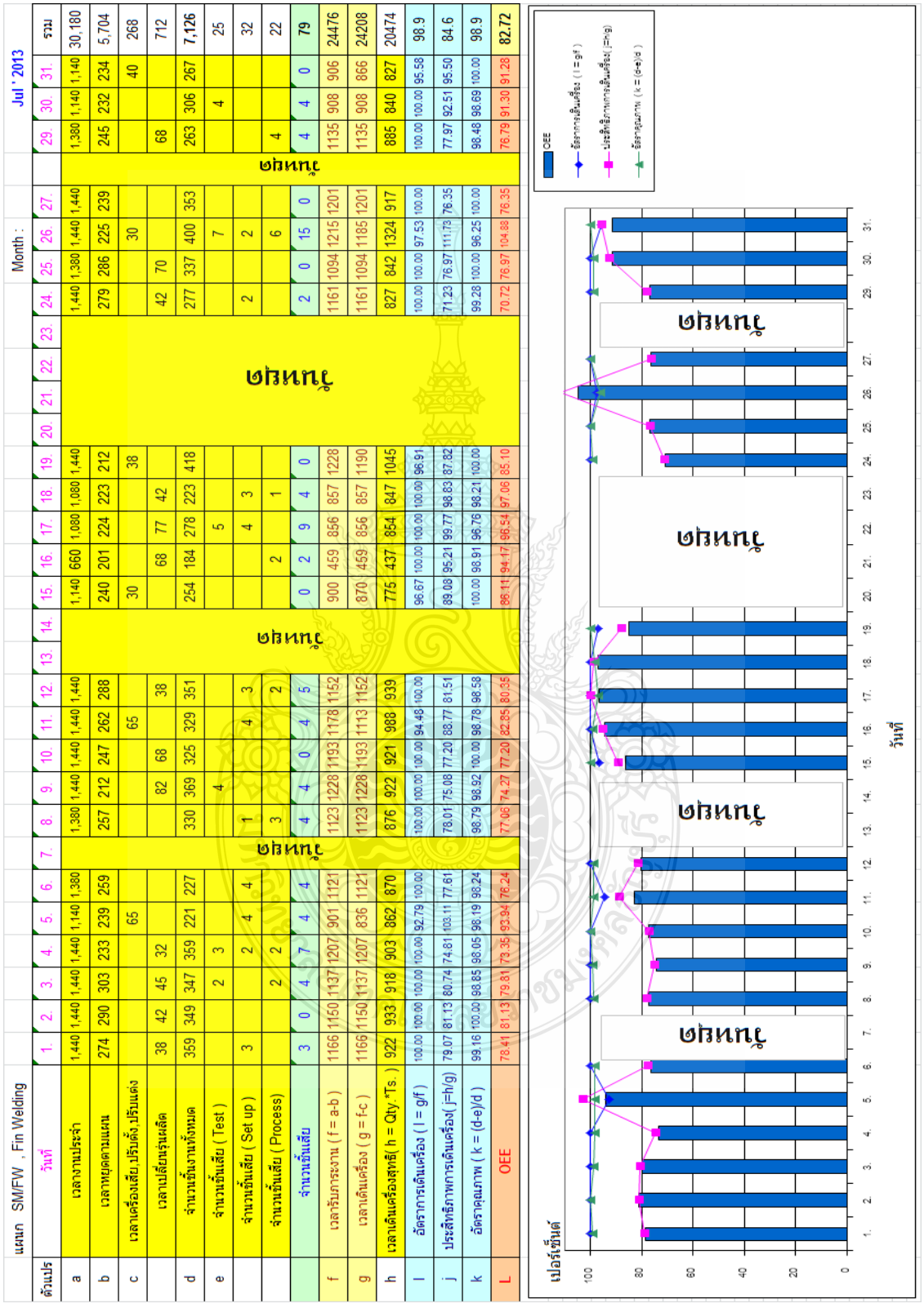
ตารางที่ ก.2 การวัดค่า OEE ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ประจำเดือนธันวาคม 2555



ตารางที่ ก.3 การวัดค่า OEE ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ประจำเดือนมกราคม 2556

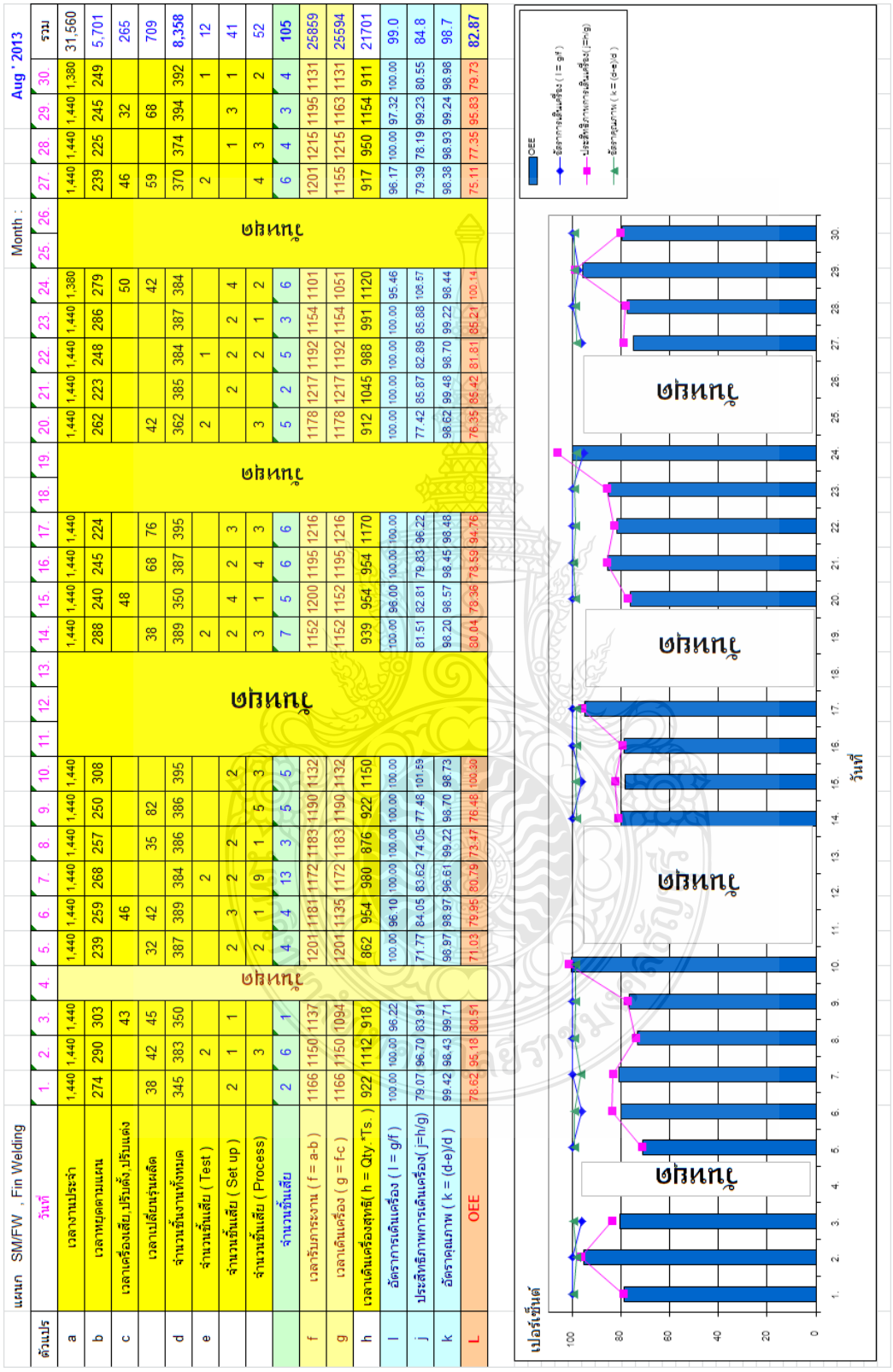


ตารางที่ ก.4 การวัดค่า OEE ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ประจำเดือน กรกฎาคม 2556



แผนก SM/FW , Fin Welding																																		
ตัวแปร	วันที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		29	30	31	รวม
a	เวลางานปรจำ	1,440	1,440	1,440	1,440	1,140	1,380		1,380	1,440	1,440	1,440	1,440			1,140	660	1,080	1,080	1,440					1,440	1,380	1,440	1,440		1,380	1,140	1,140	30,180
b	เวลาหยุดตามแผน	274	290	303	233	239	259		257	212	247	262	288			240	201	224	223	212					279	286	225	239		245	232	234	5,704
c	เวลาเครื่องเสีย,ปรับตั้ง,ปรับแต่ง					65						65				30				38							30					40	268
	เวลาเปลี่ยนรุ่นผลิต	38	42	45	32					82	68		38				68	77	42						42	70				68			712
d	จำนวนชั้นงานทั้งหมด	359	349	347	359	221	227		330	369	325	329	351			254	184	278	223	418					277	337	400	353		263	306	267	7,126
e	จำนวนชั้นเสีย (Test)			2	3					4								5									7				4		25
	จำนวนชั้นเสีย (Set up)	3			2	4	4		1			4	3					4	3						2		2						32
	จำนวนชั้นเสีย (Process)			2	2				3				2				2		1						4		6						22
	จำนวนชั้นเสีย	3	0	4	7	4	4		4	4	0	4	5			0	2	9	4	0					2	0	15	0		4	4	0	79
f	เวลารับภาระงาน (f = a-b)	1166	1150	1137	1207	901	1121		1123	1228	1193	1178	1152			900	459	856	857	1228					1161	1094	1215	1201		1135	908	906	24476
g	เวลาเดินเครื่อง (g = f-c)	1166	1150	1137	1207	836	1121		1123	1228	1193	1113	1152			870	459	856	857	1190					1161	1094	1185	1201		1135	908	866	24208
h	เวลาเดินเครื่องสุทธิ(h = Qty.*Ts.)	922	933	918	903	862	870		876	922	921	988	939			775	437	854	847	1045					827	842	1324	917		885	840	827	20474
I	อัตราการเดินเครื่อง (I = g/f)	100.00	100.00	100.00	100.00	92.79	100.00		100.00	100.00	100.00	94.48	100.00			96.67	100.00	100.00	100.00	96.91					100.00	100.00	97.53	100.00		100.00	100.00	95.58	98.9
j	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง(j=h/g)	79.07	81.13	80.74	74.81	103.11	77.61		78.01	75.08	77.20	88.77	81.51			89.08	95.21	99.77	98.83	87.82					71.23	76.97	111.73	76.35		77.97	92.51	95.50	84.6
k	อัตราคุณภาพ (k = (d-e)/d)	99.16	100.00	98.85	98.05	98.19	98.24		98.79	98.92	100.00	98.78	98.58			100.00	98.91	96.76	98.21	100.00					99.28	100.00	96.25	100.00		98.48	98.69	100.00	98.9
L	OEE	78.41	81.13	79.81	73.35	93.94	76.24		77.06	74.27	77.20	82.85	80.35			86.11	94.17	96.54	97.06	85.10					70.72	76.97	104.88	76.35		76.79	91.30	91.28	82.72

ตารางที่ ก.5 การวัดค่า OEE ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ประจำเดือน สิงหาคม 2556



ตารางที่ ก.6 การวัดค่า OEE ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ประจำเดือน กันยายน 2556

แผนก SM/FW , Fin Welding — Month : Sep'2013

ตัวแปร	วันที่	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	รวม
a	เวลางานประจำ	ชั่วโมง			1,320	1,440		1,200	1,140	1,140	1,320				1,440	1,440	1,440	1,320	1,440	1,320	1,140	1,140	1,320	1,380	1,440	1,440	1,320	1,140	1,440	1,320	1,140	31,320
b	เวลาหยุดตามแผน				288	277		290	142	118	301				267	249	306	306	147	242	128	224	236	293	260	274	250	166	258	268	207	198	5,695
c	เวลาเครื่องเสีย,ปรับตั้ง,ปรับแต่ง					60			55							41				53				48			45			54				356
	เวลาเปลี่ยนรุ่นผลิต				40	38		42	40		60				38		48	45	40		42			48			61		41	45	44	48	720
d	จำนวนชิ้นงานทั้งหมด				325	330		325	315	335	360				393	406	400	319	387	334	320	312	350	408	401	395	381	315	311	338	414	380	8,554
e	จำนวนชิ้นเสีย (Test)				1	2		1			6				1			1					3		2	1	1		2	1	1	2	25
	จำนวนชิ้นเสีย (Set up)				1	3		2	3	3	3				2	1	2	2	3		2		2	4	3	1		3	2	3	1	4	50
	จำนวนชิ้นเสีย (Process)				2					6						2	1	1	2	3	1	5	1	2	2	2	4		2	1	3	1	41
	จำนวนชิ้นเสีย	ชิ้น			4	5	0	3	3	9	9				3	3	3	4	5	3	3	5	6	6	7	4	5	3	6	5	5	7	116
f	เวลารับภาระงาน (f = a-b)				1032	1163		910	998	1022	1019				1173	1191	1134	1014	1293	1078	1012	916	1084	1087	1180	1166	1070	974	1182	1052	933	942	25625
g	เวลาเดินเครื่อง (g = f-c)				1032	1103		910	943	1022	1019				1173	1150	1134	1014	1293	1025	1012	916	1036	1087	1180	1121	1070	974	1128	1052	933	942	25269
h	เวลาเดินเครื่องสุทธิ(h = Qty.*Ts.)				885	862		894	876	894	850				935	875	847	890	894	914	912	875	897	991	925	895	954	889	890	896	920	894	21554
I	อัตราการเดินเครื่อง (I = g/f)				100.00	94.84		100.00	94.49	100.00	100.00				100.00	96.56	100.00	100.00	100.00	95.08	100.00	100.00	95.57	100.00	100.00	96.14	100.00	100.00	95.43	100.00	100.00	100.00	98.6
j	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง(j=h/g)				85.76	78.15		98.24	92.90	87.48	83.42				79.71	76.09	74.69	87.77	89.14	89.17	90.12	95.52	86.58	91.17	78.39	79.84	89.16	91.27	78.90	85.17	98.61	94.90	85.3
k	อัตราคุณภาพ (k = (d-e)/d)				98.77	98.48		99.08	99.05	97.31	97.50				99.24	99.26	99.25	98.75	98.71	99.10	99.06	98.40	98.29	98.53	98.25	98.99	98.69	99.05	98.07	98.52	98.79	98.16	98.6
L	OEE				84.70	73.00		97.33	86.94	85.13	81.33				79.10	72.92	74.13	86.67	88.25	84.03	89.27	93.99	81.33	89.83	77.02	75.98	87.99	90.40	73.84	83.91	97.42	93.16	82.97

ภาคผนวก ข
ตารางตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน

ตารางที่ ข.1 ตารางตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ประจำวัน

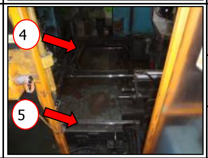
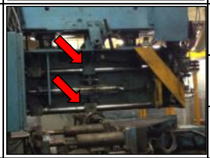
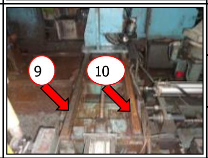
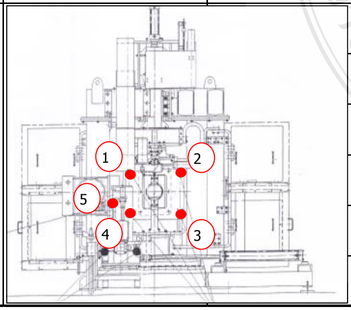
ตารางตรวจเช็คเครื่องจักร SMALL MOTOR / FRAME WELDING

ชื่อผู้รับผิดชอบ _____

ตารางบันทึกประจำเดือน _____ ชื่อเครื่องจักร เครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน (Fin Welding)

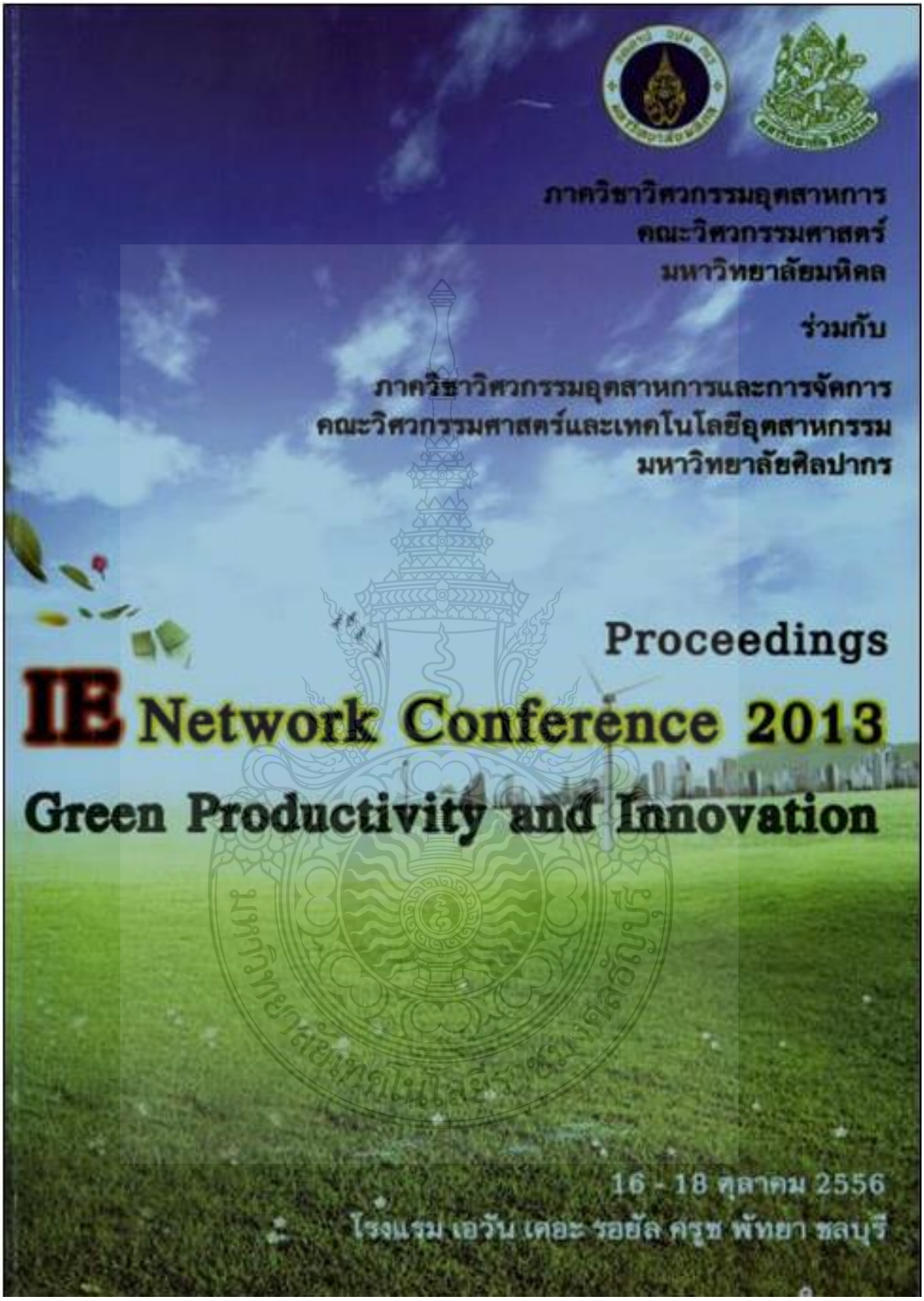
ลำดับ	รูปภาพ	รายละเอียดการตรวจ	Date 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	หมายเหตุ
1		ระบบความปลอดภัย																																
		Safety plug (ทดสอบว่าทำงานหรือไม่)																																
		Limit Switch (ทดสอบว่าทำงานปกติหรือไม่)																																
2		ระบบหล่อลื่น																																
		จาระบี (ยยดน้ำมันทุกครั้ง)																																
		รางเหล็ก (ป้ายจาระบีทุกวัน)																																
3		ระบบน้ำ																																
		ท่อน้ำ (เช็คความปกติของระบบน้ำที่ใช้ในระบบ)																																
		Flow meter (ดูลูกลอยที่วาล์ว ว่ามีน้ำผ่านหรือไม่)																																
4		ระบบไฮโดรลิค																																
		เกจวัดน้ำมัน (อยู่ในช่วงปกติหรือไม่)																																
		สภาพท่อไฮโดรลิค (ตรวจดูท่อว่ามีท่อแตกหรือรั่วซึมหรือไม่)																																
5		Conductor Block																																
		Conductor Block 1 (ซ้าย) *1 เช็คระบบการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวา																																
		Conductor Block 2 (ขวา) *2 เช็คระบบการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวา																																

ตารางที่ ข.1 ตารางตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ประจำวัน (ต่อ)

6		Ball screw																																
		Ball screw *3 ป้ายจาระบี																																
		Ball screw *4 ป้ายจาระบี																																
7		LM Guide รางเลื่อน																																
		LM Guide *5 ป้ายจาระบี																																
		LM Guide *6 ป้ายจาระบี																																
8		Shaft																																
		Shaft (บน) *7 หยดน้ำมัน/ป้ายจาระบี																																
		Shaft (ล่าง) *8 หยดน้ำมัน/ป้ายจาระบี																																
		LM Guide รางเลื่อน																																
		LM Guide *9 ป้ายจาระบี																																
		LM Guide *10 ป้ายจาระบี																																
9		LM Guide *11																																
		LM Guide 1 หยดน้ำมัน/ป้ายจาระบี																																
		LM Guide 2 หยดน้ำมัน/ป้ายจาระบี																																
		LM Guide 3 หยดน้ำมัน/ป้ายจาระบี																																
		LM Guide 4 หยดน้ำมัน/ป้ายจาระบี																																
		LM Guide 5 หยดน้ำมัน/ป้ายจาระบี																																

ตารางที่ ข.1 ตารางตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องเชื่อมระบายความร้อน ประจำวัน (ต่อ)

ภาคผนวก ค
ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่


ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล
ร่วมกับ
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร
Proceedings
IE Network Conference 2013
Green Productivity and Innovation
16 - 18 ตุลาคม 2556
โรงแรม เอวัน เดอะ รอยัล ครูซ พัทยา ชลบุรี

การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2556

IE Network Conference 2013

ขอมอบเกียรติบัตรนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

เกียรติบัลลังก์ คิดหมาย ระพี กาญจนะ

ได้เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิชาการในหัวข้อ

การลดความสูญเสียของขั้นตอนการเชื่อมครีบระบายความร้อนโดยใช้เทคนิคประสิทธิผล
โดยรวมของเครื่องจักรกรณีศึกษาสายการผลิตเฟรม

ระหว่างวันที่ 16-18 ตุลาคม 2556

ณ โรงแรมเอวัน เดอะ รอยัล ครูซ พัทยา จังหวัดชลบุรี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกวรรณ กิ่งผดุง)
ประธานข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2556

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร)
ประธานข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2556

การลดความสูญเสียของขั้นตอนการเชื่อมครีบระบายความร้อน โดยใช้เทคนิคประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร กรณีศึกษาสายการผลิตเฟรม

A LOSS REDUCTION OF FIN WELDING PROCESS USING OEE TECHNIQUE A CASE STUDY OF FRAME MANUFACTURING

เกียรติบัลลังก์ คิดหมาย[1*] ระพี กาญจนะ [2]

[1,2]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

E-mail: kiatkid@hotmail.com*

Kiatbullung Kidmai[1*] Rapee Kanchana[2]

[1,2]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

E-mail: kiatkid@hotmai.com*

บทคัดย่อ

การกำจัดความสูญเสียในระบบการผลิตเป็นเทคนิคหนึ่งที่นิยมนำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตในการดำเนินงาน สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วและมีคุณภาพ โรงงานกรณีศึกษาประสบปัญหาเกิดความสูญเสียความเร็วในกระบวนการผลิตเฟรม อันมีสาเหตุหลักมาจากเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง หยุดทำงานบ่อย ส่งผลให้ค่า OEE เฉลี่ย อยู่ 77.88% เมื่อพิจารณาทุกขั้นตอนในกระบวนการผลิตเฟรม พบว่าขั้นตอนที่เป็นจุดคอขวดคือขั้นตอนการเชื่อมครีบระบายความร้อน เพราะเป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่เฉพาะและมีความสำคัญมาก ความสูญเสียที่เกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่อการผลิตโดยรวมทั้งหมด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาและหาแนวทางลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตดังกล่าว เทคนิคการวิเคราะห์ OEE ที่ต้องพิจารณา 3 ส่วน คือ อัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ ถูกนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์ why-why นำมาใช้เพื่อค้นหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร นอกจากนี้ยังได้นำเทคนิคการบำรุงรักษาแบบทวีผล (TPM) มาดำเนินการแก้ไข หลังการปรับปรุงผลการศึกษาพบว่าค่า OEE มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 82.85 % จากผลลัพธ์ดังกล่าวยังสามารถทำให้ลดค่าใช้จ่ายความสูญเสียโดยรวมของสายการผลิตเฟรมลงได้ 30.57%

คำหลัก ความสูญเสีย การเชื่อมครีบระบายความร้อน ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การวิเคราะห์แบบ Why-Why

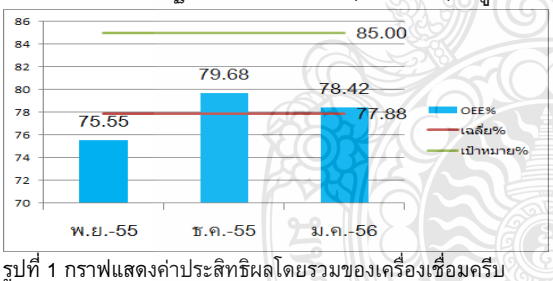
Abstract

Eliminating waste in the production system is a technique commonly used in industry to increase productivity and efficiency in operations in order to respond the customers' needs quickly and with quality. A case study plant faced with the speed losses in the frame production due to frequency breakdown and failure of machine. This leads to the average OEE which equals to 77.88%. From overall process consideration, it found that the bottleneck process located at welding process in which machine was specific use and very important in frame production. The loss in this process caused high impact on the overall performance. Therefore, the method of loss reduction in the frame production is needed. The techniques of OEE analysis is also used to considering 3 important parts; availability, performance efficiency and quality rate as well as the why-why analysis technique is also used to investigate the root cause of the problem of machine failure. Besides this, the technical maintenance; Total Productive Maintenance (TPM), is applied to take corrective action. After implementation, the results showed that the OEE increase to 82.85%. Based on this improvement, the overall cost of the loss of frame production lines is down to 30.57%.

Keywords: Losses, Fin welding, overall equipment effectiveness, Why-Why Analysis.

1. บทนำ

จาก สภาวะการปัจจุบันมีความแปรปรวนทางด้านเศรษฐกิจธุรกิจต่างๆมีการแข่งขันสูง เนื่องจากความต้องการของลูกค้าที่มีความต้องการหลากหลายมากยิ่งขึ้น สถานประกอบการ ต่างๆ จำเป็นต้องทำการปรับปรุงแผนการดำเนินธุรกิจของตนให้มีความแข็งแกร่ง ให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งและตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างพึงพอใจ ดังนั้นสถานประกอบการต่างๆ จึงหันมาทำการปรับปรุงงานของตนเพื่อลดต้นทุนในการผลิตลงพร้อมทั้งรักษาคุณภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสม่ำเสมอ พร้อมกับการส่งมอบที่ตรงต่อเวลา แนวทางของการลดต้นทุนที่ดำเนินการกันอย่างแพร่หลาย คือ การกำจัดความสูญเสียหรือสูญเปล่าต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทำงาน โรงงานตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้เข้าทำการศึกษา คือโรงงานผลิตมอเตอร์ไฟฟ้า ในส่วนของสายการผลิตเฟรมได้ประสบกับสภาวะการดังกล่าวเช่นกัน โดยเครื่องจักรที่มีความสำคัญของสายการผลิตเฟรมคือเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อนโดยพบว่ามีค่า OEE เฉลี่ยต่ำกว่า 85% เปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายของ OEEที่ระดับมาตรฐานสากล = 85% (oee.com)ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กราฟแสดงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน

ดังนั้น จึงเป็นต้องที่ทำการศึกษาและปรับปรุงแก้ไข ดังวัตถุประสงค์ข้างล่าง

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดจากก ารทำงานขอ ง เครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน โดยใช้ค่า OEE เป็นตัวชี้วัด โดยค่า OEE เฉลี่ยที่ได้หลังการปรับปรุ งจะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 4 %

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการกำจัดความสูญเสียที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักร ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

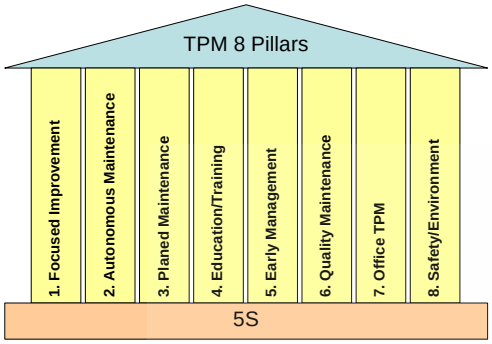
2.1 ความสูญเสียหลัก 6 ประการที่มีผลต่อเครื่องจักร

1. เครื่องจักรเสีย
2. การปรับตั้ง และปรับแต่ง
3. การสูญเสียความเร็ว
4. เครื่องจักรหยุดเล็กๆน้อยๆ และเดินเครื่องตัวเปล่า
5. ของเสียและงานแก้ไข
6. ความสูญเสียช่วงเริ่มต้นผลิต

2.2 การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM)

คือ การบำรุงรักษาทวีผล แบบ ทุกคนมีส่วนร่วมทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย โดยมีวัตถุประสงค์ คือ “การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการผลิตเพื่อทำให้บริษัทสามารถ สร้างผลกำไรได้ โดยมีวิธีการคือ การกำจัดความสูญเสีย (Loss) ต่างๆ ที่แอบแฝงอยู่ในระบบการผลิตให้หมดสิ้นไป”[1] รวมถึงการบำรุงรักษาเครื่องจักรและการ

รักษาสภาพการดำเนินการที่เป็นมาตรฐาน นอกจากนี้ วิธีการต่างๆ ของ TPM ยังช่วยปรับปรุงระบบการทำงานของเครื่องจักร



รูปที่ 2 8 กิจกรรมหลัก TPM

การดำเนินการอย่างเต็มระบบของ ประกอบด้วย 8 กิจกรรมหลักหรือ 8 เสาหลัก โดยมี การดำเนินการ 5ส อย่างต่อเนื่องเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการจัดทำระบบการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม ให้ประสบความสำเร็จ ดังแสดงใน รูปที่ 2 โดยแต่ละกิจกรรมมีความหมายดังนี้

1.การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement) คือ การนำหัวข้อปัญหาที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย (Loss) และอุปสรรคในการบำรุงรักษาเครื่องจักร (Autonomous Backup) มาทำการแก้ไข โดยสมาชิกกลุ่มย่อย (Small Group)

2. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) คือการบำรุงรักษาโดยใช้พนักงานที่ใช้เครื่องจักรนั้นๆ เพื่อให้การขัดข้องของเครื่องมือลดลงเป็นศูนย์ในส่วนของการทำความสะอาด หล่อลื่น ขันแน่น และตรวจเช็ครายวัน
(หมายเหตุ การดำเนินการวิจัยจะมุ่งเน้นปฏิบัติเฉพาะกิจกรรมที่ 1 และ 2 เท่านั้น)

3. การบำรุงรักษาเชิงวางแผน (Planned Maintenance) คือ การสร้างระบบบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพ ตลอดช่วงอายุการใช้งานของเครื่องจัก ร เพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

4.การฝึกอบรม เพื่อเพิ่มทักษะการเดินเครื่องและการบำรุงรักษา (Education and Training) คือการสร้างระบบการฝึกอบรมและพัฒนาหลักสูตร เพื่อเพิ่มศักยภาพของพนักงานให้สอดคล้องกับคุณสมบัติ หรือความสามารถที่ต้องมีตามที่กำหนด เช่น การบำรุงรักษาด้วยตนเอง การ
ปรับปรุงเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานเป็นต้น

5. การจัดการเครื่องจักร/อุปกรณ์ใหม่หรือช่วงแรก (Early/Initial Phase Management) เพื่อให้การบำรุงรักษาด้วยตนเองสะดวกยิ่งขึ้น การใช้งานเครื่องมืออุปกรณ์ง่ายยิ่งขึ้นคุณภาพดีขึ้น การดูแลรักษาง่าย ซ่อมแซมได้รวดเร็วมีความปลอดภัยในการใช้งาน

6. การบำรุงรักษาเชิงคุณภาพ (Quality Maintenance) โดยสภาวะการเงื่อนไขควบคุม ที่ถูกกำหนดขึ้นในกระบวนการผลิต คือการป้องกันไม่ให้เกิดของเสีย (Defect) ซึ่งมีสาเหตุมาจาก 4 Ms คือ วัตถุดิบ (Material) เครื่องจักร(Machine) วิธีการ(Method) คน (Man) โดยการกำหนดเงื่อนไขควบคุม 4 Ms ให้เป็นมาตรฐานที่จะไม่ทำให้เกิ ดของเสียได้เลย ดังนั้นจึงเป็นการสร้างระบบการบำรุงรักษาคุณภาพเชิงป้องกัน

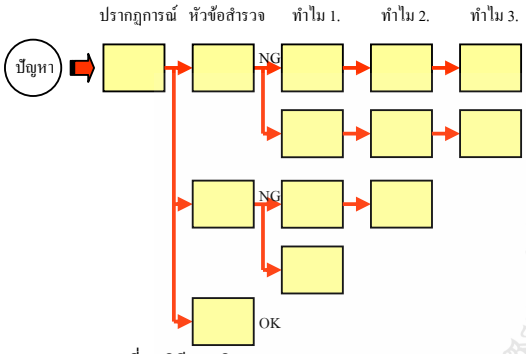
7. การทำ TPM ในสำนักงาน (Office TPM) คือ การทำ TPM ในหน่วยงานที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรงแต่มีผลทางอ้อมต่อการผลิต หรือการทำงานสนับสนุนการผลิต โดยมุ่งเน้นการกำจัดความสูญเสีย ที่เกิดขึ้นจากการทำงาน โดยทั่วไปงานทางด้านธุรการจะมีลักษณะสำคัญ 3 ประการอันได้แก่ กระบวนการตัดสินใจ การสื่อสาร กระบวนการทางด้านข้อมูล กิจกรรม TPM ที่เข้ามาช่วยในการปรับปรุงได้แก่ Focused Improvement, Autonomous Maintenance, Education/Training เป็นต้น

8.การจัดการด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (Safety, Health and Environment) คือ การสร้างระบบอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในโรงงานที่ต้องการให้อุบัติเหตุเป็นศูนย์และสร้างสภาวะแวดล้อมในการทำงานที่ดีรวมถึงลดมลภาวะ เช่น เสียง น้ำเสีย และอากาศเสีย เป็นต้น

2.3 พาเรโตไดอะแกรม (Pareto Diagram) ใช้เพื่อจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้ ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (O v e r a l l E q u i p m e n t Effectiveness : OEE) ต่ำ โดยการใช้หลัก 80 : 20 เพื่อคัดเลือกหัวข้อใดของสาเหตุ ที่ส่งผลกระทบต่อความสูญเสียที่เกิดขึ้นในอัตราส่วน 80%

2.4 เทคนิควิเคราะห์หาสาเหตุ Why-Why Analysis

Why Why Analysis เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบมีขั้นตอน ไม่เกิดเกิดการตกหล่น ซึ่งไม่ใช้การคิดแบบคาดเดาหรือนั่งเทียน [5]



รูปที่ 3 วิธีการคิดของ Why-Why Analysis

วิธีคิดของ Why Why Analysis ดังรูปที่ 3 เมื่อมีปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้นให้ทำการพิจารณาประกอบกับการสังเกต ณ สถานที่เกิดปรากฏการณ์จริง หัวข้อสำรวจ หรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นั้น น หัวข้อสำรวจใดเป็น NG และ OK หลังจากนั้นพิจารณาต่อเฉพาะปัจจัยที่เป็น NG โดยการ การตั้งคำถามว่า “ทำไม” ไปเรื่อยจนกว่าจะพบสาเหตุที่แท้จริงของการที่ทำให้หัวข้อที่สำรวจเกิดการ NGและทำการกำหนดมาตรการการแก้ไข

2.5 ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE)[2]

การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม TPM ตัวชี้วัดคือ ประสิทธิผลการทำงานของเครื่องจักรประกอบด้วย ตัวแปรหลัก 3 ค่า คือ

อัตราการเดินเครื่อง (Availability)

$$= \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง}}{\text{เวลาการับภาระงาน}} \times 100 \quad (1)$$

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง(Performance Efficiency)

$$= \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \times 100 \quad (2)$$

อัตราคุณภาพ(Quality Product)

$$= \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ดี}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}} \times 100 \quad (3)$$

OEE = อัตราการการเดินเครื่อง X ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง X อัตราคุณภาพ (4)

ค่าเป้าหมายของ OEE ที่ระดับมาตรฐานสากล = 85% (อ้างอิงจาก http://www.oee.com/world-class-oee.html) อัตราการการเดินเครื่อง90 % X ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง 95% X อัตราคุณภาพ 99%

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รัฐกร (2553) ได้ทำการศึกษาเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ ได้ประยุกต์ใช้ Failure Mode and Effect Analysis : FMEA เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ร่วมกับเทคนิควิเคราะห์ why why เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา แต่ละหัวข้อ และทำการแก้ไขปรับปรุงส่งผลทำให้มีค่าประสิทธิผลโดยรวมเพิ่มขึ้น

เษกสรร (2550) ได้เพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรของสายการบรรจุน้ำยาทำความสะอาดสุขภัณฑ์ โดยนำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาแก้ไขปัญหาการหยุด กระทันหันของเครื่องจักร ซึ่งมี สาเหตุมาจาก ระบบงา นบำรุง รักษาเชิงป้องกันเดิมไม่มีประสิทธิภาพและสภาพพื้นฐานของเครื่องจักรเก่า เพราะขาดการดูแลและการบำรุงรักษา เช่นเดียวกับ ประเสริฐ (2550) ได้นำ เทคนิค การบำรุงรักษาแบบทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM) ประกอบด้วย 8 เสากิจกรรมคือ 1.การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย 2. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง 3. การบำรุงรักษาเชิงวางแผน 4.การฝึกอบรม เพื่อเพิ่มทักษะการเดินเครื่องและการบำรุงรักษา 5. การจัดการเครื่องจักร/อุปกรณ์ใหม่ 6.การบำรุงรักษาเชิงคุณภาพ 7. การทำ TPM ในสำนักงาน (Office TPM) 8.การจัดการด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม มาดำเนินการในโรงงานผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูป เพื่อลดความสูญเสียต่างๆที่เกิดขึ้น และเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมโดยใช้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเป็นตัวชี้วัด

นอกจากนี้ประสิทธิ์ (2550) ได้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมของอุตสาหกรรมอาหารกึ่งสำเร็จรูป 3 ชนิด โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น ปัญหาที่เกิดขึ้นคือได้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต เครื่องจักรมีการใช้งานมานาน เกิดการหยุดของเครื่องจักรที่ไม่เป็นไปตามแผนที่กำหนด จึงได้นำ TPM มาปฏิบัติและทำการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เพื่อลดความสูญเสีย ของอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการผลิต

อัตราคุณภาพ พบว่าทั้ง 3 สินค้ามีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 64% โดยได้กำหนดเป้าหมายของการปรับปรุงไม่ต่ำกว่า 80% ผลลัพธ์ที่ได้หลังการปรับปรุงเท่ากับ 78 % และผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 17,481 กิโลกรัมต่อเดือน

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาการทำงานสภาพปัจจุบัน

ขั้นตอนการผลิตเฟรม แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังรูปที่ 3 การผลิตเฟรมทุกๆขั้นตอน จะใช้เครื่องจักรในการผลิตเป็นหลักทั้งหมด คนมีหน้าที่ป้อนวัตถุดิบ และนำชิ้นออกจากเครื่องหลังจากเครื่องทำงานเสร็จและ ตรวจสอบชิ้นงานเท่านั้น จึงได้ทำการคัดเลือกเครื่องจักรเพื่อทำการ

แผนภูมิขบวนการผลิตแบบต่อเนื่องของสายการผลิตเฟรม

สัญลักษณ์	ขั้นตอน	เวลาการผลิตแต่ละรุ่น (วินาที)			
		JR3	JR5	JR7.5	JR10
แผ่นเหล็ก					
ข้อต่อหูยก	การม้วน (Rolling)	120	120	163	163
	การเชื่อมตะเข็บ (Seam Welding)	149	152	154	156
ครีบระบายความร้อน	การเชื่อมข้อตกหูยก (Hanging Seat Welding)	40	62	64	64
	การเชื่อมครีบระบายความร้อน (Fin Welding)	273	328	364	364
Attachmen	การเบ่งขยายให้ได้ขนาด (Sizing)	34	36	37	37
ขาเฟรม	การเชื่อมข้อต่อกล่องสายไฟ (Attachment Welding)	42	49	54	56
	การเชื่อมขาเฟรม (Frame Foot Welding)	113	113	125	125

รูปที่ 4 แผนภูมิกระบวนการผลิตของสายการผลิตเฟรม

ศึกษาโดยพิจารณา จากการศึกษาเวลาการผลิต ของการผลิตเฟรมแต่ละขั้นตอนแต่ละรุ่นที่ผลิต พบว่าขั้นตอนการเชื่อมครีบระบายความร้อน ใช้เวลาในการผลิตมากที่สุด ดังรูปที่ 4 จึงเป็นคอขวด ของกระบวนการผลิตเฟรม เป็นเครื่องจักรที่มีระบบกลไกที่ซับซ้อน มีอายุการใช้งานมานานไม่ต่ำกว่า 10 ปี จึงจัดว่าเป็นเครื่องจักรที่ สำคัญมาก หากเมื่อเกิดการขัดข้อง จะส่งผลกระทบต่อการผลิ ตโดยรวมทั้งหมดของสายการผลิตเฟรม

3.2 การเก็บข้อมูลและศึกษาผลกระทบ

โดยการเก็บข้อมูล ดังตารางที่ 1 เพื่อดูว่า การทำงานของเครื่องจักรมีความสูญเสียเป็นเท่าไร โดยใช้ OEE เป็นตัวชี้วัด การศึกษานี้ได้ทำการเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องจักร และบันทึกการเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2555 ถึง มกราคม 2556 นำมาคำนวณค่า OEE พบว่ามีค่า OEE เฉลี่ยเท่ากับ 77.88% ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 85%

ตารางที่ 1 การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ระหว่าง พ.ย. 2555 ถึง ม.ค. 2556

	เดือน	พ.ย.-55	ธ.ค.-55	ม.ค.-56	Total
a	เวลางานประจำ	41280	31200	28620	101100
b	เวลาหยุดตามแผน	7494	6079	5788	19361
c	เวลาเครื่องเสีย,ปรับตั้ง,ปรับแต่ง	462	351	179	992
	เวลาเปลี่ยนรุ่นผลิต	503	540	596	1639
d	จำนวนชิ้นงานทั้งหมด	10201	7782	7058	25041
e	จำนวนชิ้นเสีย (Test)	30	27	28	85
	จำนวนชิ้นเสีย (Set up)	33	50	42	125
	จำนวนชิ้นเสีย (Process)	80	44	41	165
	จำนวนชิ้นเสีย	143	121	111	375
f	เวลารับภาระงาน (f = a-b)	33786	25121	22832	81739
g	เวลาเดินเครื่อง (g = f-c)	33324	24770	22653	80747
h	เวลาเดินเครื่องสุทธิ(h = Qty.*Ts.)	25889	20333	18190	64412
I	อัตราการเดินเครื่อง (I = g/f)	98.63	98.60	99.22	98.79
j	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง(j=h/g)	77.69	82.09	80.30	79.77
k	อัตราคุณภาพ (k = (d-e)/d)	98.60	98.45	98.43	98.50
L	OEE	75.55	79.68	78.42	77.62

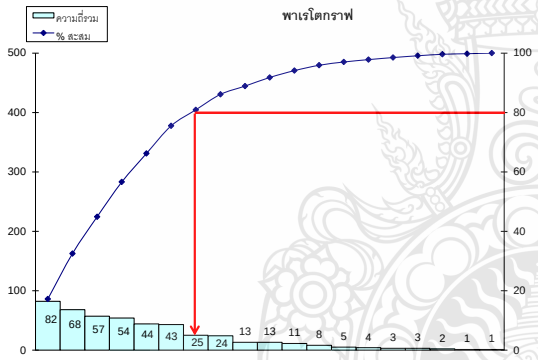
3.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุความสูญเสีย

จากความสัมพันธ์ของสูตรการคำนวณ OEE สาเหตุที่ทำให้ประสิทธิภาพการเดินเครื่องมีค่าต่ำกว่า 95%(อ้างอิงตามมาตรฐานสากล) เนื่องมาจากเกิดการขัดข้องเดินๆหยุดๆ ของเครื่องจักรทำให้จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้มีจำนวนต่ำกว่าที่ควร เมื่อเปรียบเทียบกับเวลามาตรฐานการผลิต จึงได้เก็บข้อมูลการบันทึกการขัดข้องเดินๆหยุด ๆ ของเครื่องจักรระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2555 ถึง มกราคม 2556 มาทำการคัดเลือกหัวข้อเพื่อที่จะนำไปทำการปรับปรุงโดยใช้เทคนิคพาเรโตไดอะแกรม (Pareto

Diagram) ใช้หลัก 80 : 20 ดังตารางที่ 2 และรูปที่ 3 ในการคัดเลือก หลังจากคัดเลือกหัวข้อการขัดข้องเดินๆ หยุดๆ เครื่องจักรได้แล้วจะใช้เทคนิค Why Why Analysis ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นและกำหนดมาตรการแก้ไข

ตารางที่ 2 บันทึกการเดินๆ หยุดๆ ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ระหว่าง พ.ย. 2555 ถึง ม.ค. 2556

ลำดับ	ปัญหา	ความถี่	ความถี่สะสม	% สะสม
1	Frame Eject Alarm (ค้าง)	82	82	17.8
2	Dividing Motor Alarm	68	150	32.5
3	Fin Feeder Alarm	57	207	44.9
4	Alarm Opener	54	261	56.6
5	Fin Setting Alarm	44	305	66.2
6	Alarm Setting	43	348	75.5
7	Cover Spray Tank (ค้าง)	25	373	80.9
8	Fin Carier Alarm	24	397	86.1
9	สลัก Frame Clamp (ค้าง)	13	410	88.9
10	Alarm Tank Spray Unit	13	423	91.8
11	Fin 200/15 ควัา (สั้นพรี)	11	434	94.1
12	Chuck Hanging Seat Alarm	8	442	95.9
13	Fin ทันรู (Pump) ปรับ Stroke Carier	5	447	97.0
14	Alarm Clamp Supply Unit	4	451	97.8
15	Alarm Supply Advance (Seting ค้าง)	3	454	98.5
16	Alarm Centering Model	3	457	99.1
17	(R) Electrode Shift Alarm	2	459	99.6
18	Fin Supply Alarm	1	460	99.8
19	สกรูกระบอกสูบ Setting ขาด	1	461	100
		461		



รูปที่ 5 พาเรโตกราฟ การเดินๆหยุดๆ ของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน

นำผลการวิเคราะห์ Why Why ไปปฏิบัติ ดำเนินการโดยกลุ่มย่อย (Small Group) ตัวอย่างดังรูปที่4,5,7

3.4 การดำเนินการปรับปรุง

1. ทำการหาที่มาของการเกิดสาเหตุทั้ง 7 จากตารางที่ 2 โดยแบ่งกลุ่มย่อยทำการวิเคราะห์ Why Why ดังนี้

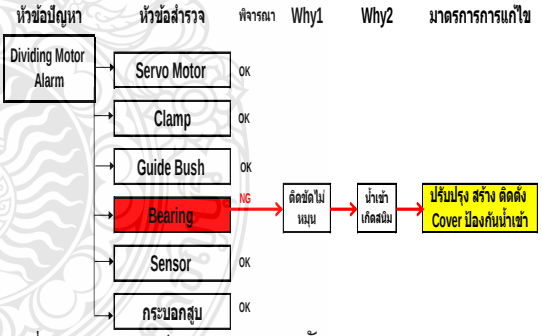
- ตัวอย่างการแก้ไขปัญหา Frame Eject Alarm สาเหตุที่ทำให้ Frame Eject Alarm เนื่องการ Sensor ทำงานผิดพลาดเนื่องจากเลือกใช้ประเภทผิด และโดนชิ้นงานตกกระแทกใส่ จึงเลือกใช้ Sensor ให้ถูกต้องและปรับปรุงแท่นรองเฟรมเพื่อป้องกันชิ้นงานกระแทก Sensor ดังแสดงในรูปที่ 6 และ7

รูปที่ 6 การวิเคราะห์ Why Why ของปัญหา Frame Eject Alarm

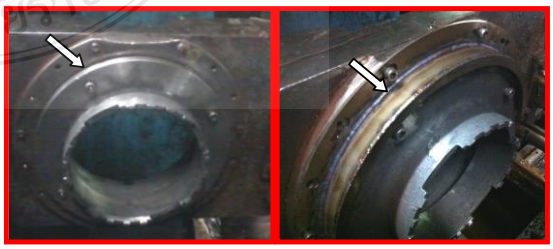
ก่อนการปรับปรุง หลังการปรับปรุง

รูปที่ 7 การนำผลของการวิเคราะห์ Why Why นำไปปฏิบัติแก้ไข

- ตัวอย่างการแก้ไขปัญหา Motor Dividing Alarm สาเหตุที่ทำให้ Motor หมุนติดขัดเนื่องเนื่องจากเกิดสนิมที่ Bearing เพราะโดนน้ำ จึงทำการสร้างฝาครอบทำการติดตั้งเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเข้าอีกดังแสดงในรูปที่ 8 และ 9



รูปที่ 8 การวิเคราะห์ Why Why ของปัญหา Motor Dividing Alarm

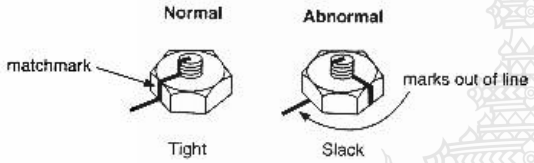


ก่อนการปรับปรุง หลังการปรับปรุง

รูปที่ 9 การนำผลของการวิเคราะห์ Why Why นำไปปฏิบัติแก้ไขปัญหา Motor Dividing Alarm

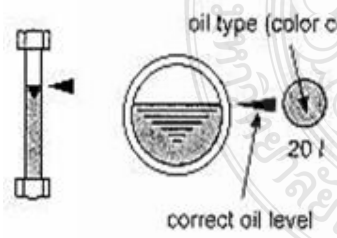
2. จัดทำ แผนการตรวจสอบ และบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำวัน, สัปดาห์, เดือน และดำเนินการปฏิบัติตามแผนโดยพนักงานที่ใช้งานเครื่องจักรนั้น

3. จัดทำ การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) มาร่วมใช้ในการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำวัน, สัปดาห์ , เดือน เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงความเป็นปกติและผิดปกติได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย ตัวอย่างดังรูปที่ 8 คือการตรวจสอบการขันแน่นเพื่อไม่ให้เกิดหลวมคลอน กรณีปกติเส้น match mark จะตรงกัน กรณีผิดปกติเกิดการคลายตัวของน็อตเส้น match mark ก็จะไม่ตรงกัน



รูปที่ 8 ตัวอย่างการตรวจสอบด้วยการมองเห็นกรณีการขันแน่น [3]

-อีกหนึ่งตัวอย่างดังรูปที่ 9 เป็นการตรวจสอบระดับน้ำมันที่อยู่ในถังพักของเครื่องจักร มีการกำหนดสีให้กับน้ำมันแต่ละชนิด เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการเลือกชนิดน้ำมันผิดมาทำการเติม และกำหนดระดับที่ปกติด้วย marking หากต่ำกว่าหรือสูงกว่าตำแหน่งที่กำหนดก็หมายถึง ผิดปกติต้องทำการเติมให้อยู่ในระดับปกติ



รูปที่ 9 ตัวอย่างการตรวจสองด้วยการมองเห็นของระดับน้ำมัน [3]

4. ผลการดำเนินการวิจัย

จากการแก้ไขปรับปรุงและการจัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันและ ระบบ การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) ผลการดำเนินงานสามารถสรุปได้ดังนี้

4.1 การลดความสูญเสียของขั้นตอนการเชื่อมครีบระบายความร้อน โดยใช้เทคนิคประสิทธิผลโดยรวมโดยใช้ค่า OEE เป็นตัวชี้วัด ผลลัพธ์ทำให้ค่า OEE เพิ่มขึ้นจาก 77.88% เพิ่มขึ้นเป็น 82.85%

4.2 สามารถลดค่าใช้จ่ายความสูญเสียจากเดิมเฉลี่ย 198,667.18 บาท/เดือน เป็น 137,939.60 บาท/เดือน ลดลงเท่ากับ 60,727.58 บาท/เดือน คิดเป็น 30.57%

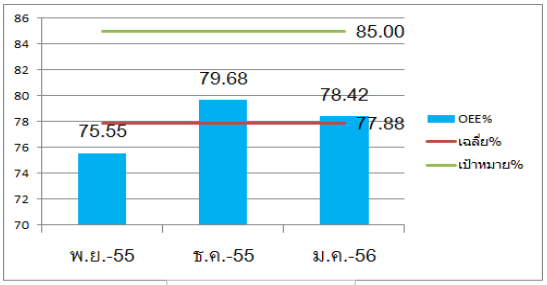
4.3 มีการกำหนดมาตรฐานการบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างชัดเจน เพื่อยืดอายุการใช้งานอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร และรักษาสภาพให้มีความพร้อมใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพอยู่เสมอ

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

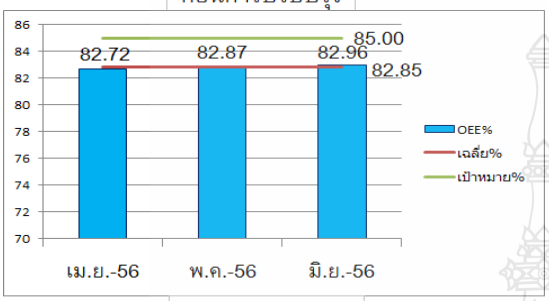
จากผลลัพธ์ของงานสามารถลดความสูญเสียได้ในระดับหนึ่งค่า OEE มีค่าสูงขึ้น ดังตารางที่ 3 และรูปที่ 10 และสามารถลดมูลค่าความสูญเสีย ซึ่งจะต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องเมื่อสามารถกำจัดหัวขัดข้องเดินๆหยุดๆของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน ทั้ง 7 ประการ ดังตารางที่ 2 ได้แล้วนั้น จะต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องดังตามขั้นตอนของการวิจัยนี้เพื่อกำจัดหัวข้อขัดข้องเดินๆ หยุดๆ ในหัวข้ออื่นๆต่อไป และได้ขยายผลทางด้านความรู้นี้ โดยผู้วิจัยได้นำผลงานวิจัยนี้นำเสนอแก่ผู้บริหารชั้นสูง วิศวกรของสายการผลิตอื่นๆ แนะนำให้นำไปปฏิบัติ และกำหนดให้ OEE เป็นตัวชี้วัดสำหรับสายการผลิตที่ใช้เครื่องจักรเป็นสำคัญ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลลัพธ์ค่า OEE เฉลี่ยก่อนและหลังการปรับปรุง

		ก่อนการปรับปรุง			หลังการปรับปรุง		
	เดือน	พ.ย.-55	ธ.ค.-55	ม.ค.-56	เม.ย.-56	พ.ค.-56	มิ.ย.-56
a	เวลางานประจำ	41280	31200	28620	30,180	31,560	31,320
b	เวลาหยุดตามแผน	7494	6079	5788	5,704	5,701	5,695
c	เวลาเครื่องเสีย,ปรับตั้ง,ปรับแต่ง	462	351	179	268	265	356
	เวลาเปลี่ยนรุ่นผลิต	503	540	596	712	709	720
d	จำนวนชิ้นงานทั้งหมด	10201	7782	7058	7,126	8,358	8,554
e	จำนวนชิ้นเสีย (Test)	30	27	28	25	12	25
	จำนวนชิ้นเสีย (Set up)	33	50	42	32	41	50
	จำนวนชิ้นเสีย (Process)	80	44	41	22	52	41
	จำนวนชิ้นเสีย	143	121	111	79	105	116
f	เวลารับภาระงาน (f = a-b)	33786	25121	22832	24476	25859	25625
g	เวลาเดินเครื่อง (g = f-c)	33324	24770	22653	24208	25594	25269
h	เวลาเดินเครื่องสุทธิ(h = Qty.*Ts.)	25889	20333	18190	20474	21701	21554
I	อัตราการเดินเครื่อง (I = g/f)	98.6	98.6	99.2	98.9	99.0	98.6
j	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง(j=h/g)	77.7	82.1	80.3	84.6	84.8	85.3
k	อัตราคุณภาพ (k = (d-e)/d)	98.6	98.4	98.4	98.9	98.7	98.6
L	OEE%	75.55	79.68	78.42	82.72	82.87	82.97
		เฉลี่ย 77.88%			เฉลี่ย 82.85%		



ก่อนการปรับปรุง



หลังการปรับปรุง

รูปที่ 10 กราฟเปรียบเทียบแสดงค่า OEE ก่อนและหลังการปรับปรุง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอย่างสูง ดร.ระพี กาญจนะ อาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีทุกๆท่าน รวมถึงวิศวกร ทีมงานกิจกรรมปรับปรุงงานกลุ่มย่อยของบริษัทมิตซูบิชิอิเล็คทริคออโตเมชั่น(ประเทศไทย) จำกัด ของสายการผลิตเฟรมทุกท่าน ที่ได้ให้การสนับสนุนการดำเนินการวิจัยจนสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Kinjiro Nakano, ผศ.ดร มังกร โรจน์ประภากร , Society of TPM Research (TPM Tokoton Kenkyu Kai) 2550, Zero Loss ด้วย TPM ฉบับเข้าใจง่าย สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. พิมพ์ครั้งที่ 5

[2] The Productivity Development Team, ดร.วิทยา สุหฤทดำเรง, พรเทพ เหลือทรัพย์สุข, ยุพา กลอนกลาง ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร OEE for Operators : Overall Equipment Effectiveness

[3] Jishu Hozen No Katsuyo Gaido, พงศ์ศักดิ์ วิวรรธนะเดช คู่มือการบำรุงรักษาด้วยตนเอง Self-Maintenance สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

[4] Takashi Watanabe, รศ.ดร.สมชัย อัครทิวา Visual Management เทคนิคการควบคุมดูแลด้วยการมองเห็น สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

[5] Hitoshi Ogura, ผศ.วิเชียร เบญจวัฒนาผล, ผศ.ดร.สมชัย อัครทิวา 2545,Why -Why Analysis เทคนิคการวิเคราะห์อย่างถึงแก่นเพื่อปรับปรุงสถานประกอบ การ โดยเริ่มต้นจากคำว่า ทำไม? สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.

[6] วันรัตน์ จันทกิจ 2546, 17 เครื่องมือนักคิด Problem Solving Devices ฉบับปรับปรุงใหม่ สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ พิมพ์ครั้งที่ 8

[7] กฤชชัย อนรรฆมณี, เชษฐพงศ์ สินธารา 2546, Visual Control พลังการสื่อสาร เพิ่มประสิทธิภาพองค์กร จัดทำโดยสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ พิมพ์ครั้งที่ 2

[8] รัฐกร อุดมสุข 2553, การปรับปรุงประสิทธิผล โดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[9] เษกสรร สิงห์ธนู 2550 ,การบำรุงรักษาเชิงแผนงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรกรณีศึกษาสายการบรรจุน้ำยาทำความสะอาดสุขภัณฑ์ ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[10] ประเสริฐ เดชนครินทร์ 2550, การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยเทคนิค TPM กรณีศึกษาโรงงานอาหารกึ่งสำเร็จรูป ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายเกียรติบัลลังก์ คิดหมาย
วัน เดือน ปีเกิด	24 ตุลาคม 2513
ที่อยู่	169/163 แขวงท่าแร้ง เขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10220
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต (อศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น เมื่อ พ.ศ. 2542
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2538 – ปัจจุบัน	ตำแหน่ง JIT Center Department Manager บริษัท มิตซูบิชิ อีเล็คทริค ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) จำกัด นิคมอุตสาหกรรมบางชัน เลขที่ 111 ซอยเสรีไทย 54 แขวงคันนายาว เขตคันนายาว จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10230
เบอร์โทรศัพท์	0815548210