

การบำรุงรักษาวิมลทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อลดเครื่องจักรเสียหายปฏิบัติงาน

กฤษฎีกาติถนน์ เมืองน้อย

TNI

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ปีการศึกษา 2561

TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE TO REDUCE MACHINES BREAK DOWN
DURING AN OPERATIONS

Krittin Muangnoi

TNI

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program in Industrial Management

Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Year 2018

หัวข้อสารนิพนธ์

การบำรุงรักษาผิวผลทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อลดเครื่องจักรเสีย
ขณะปฏิบัติงาน

โดย

กฤษฎีรัตน์ เมืองน้อย

สาขาวิชา

การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักร ดิงศภักดิ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิศุทธิ์ พงษ์ชัยฤกษ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

กฤษฎีกาติฉินนุชนาวี : การบำรุงรักษาวิผลทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อลดเครื่องจักรเสีย
ขณะปฏิบัติงาน. อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์, 85 หน้า.

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้ระบบการบำรุงรักษาวิผลทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อลด
ปัญหาเครื่องจักรเสียขณะปฏิบัติงานในเครื่องจักรคอนกรีตปั๊มของบริษัท พาวเวอร์ปั๊ม จำกัด
เป็นงานวิจัยในสถานการณ์จริง ทำการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นและส่งผลกระทบให้เครื่องจักรเสีย
ขณะปฏิบัติงาน เพื่อหาวิเคราะห์หาแนวทางทำการปรับปรุงให้เครื่องจักรเกิดปัญหาระหว่าง
ปฏิบัติงานน้อยลง

จากการวิเคราะห์พบว่าเครื่องจักรมีการเสียเนื่องจากหลายสาเหตุ ทั้งในด้านวิธีการบำรุง
รักษา การละเลยในการบำรุงรักษา คุณภาพของชิ้นส่วนที่นำมาทำการซ่อมบำรุง และการติดตามผล
การซ่อมบำรุงและบำรุงรักษา ดังนั้นจึงได้นำหลักการของ TPM มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหา
และพัฒนาระบบการซ่อมบำรุงและบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยมุ่งเน้นการปรับปรุงเฉพาะจุดใน
ระบบของเครื่องจักรที่มีการเสียจนทำให้เกิดการเสียขณะปฏิบัติงาน และทำการหาสาเหตุและ
ต้นตอของปัญหาในการเสียของระบบต่างในเครื่องจักรคอนกรีตปั๊มและการนำวิธีการบำรุงรักษา
ด้วยตนเองมาประยุกต์ใช้เพื่อป้องกันการ เสียของเครื่องจักรขณะปฏิบัติงาน

ผลจากการวิจัยพบว่า จำนวนของเครื่องจักรที่เสียระหว่างปฏิบัติงานลดลงจาก 44 ครั้ง
เหลือ 12 ครั้ง การเสียหายของคอนกรีตที่เกิดจากเครื่องจักรเสียลดลงจาก 235 คิว เหลือ 66 คิว
การประยุกต์การบำรุงรักษาด้วยตนเองช่วยให้พบจุดผิดปกติของเครื่องจักรทั้งหมด 558 รายการ
และทำการแก้ไขเหลือ 221 รายการ

KRITTIN MUANGNOI : TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE TO REDUCE
MACHINES BREAK DOWN DURING AN OPERATIONS. ADVISOR : ASSOC.
PROF. DR. PICHIT SUKCHAREONPONG, 85 PP.

This research presents the application of Total Productive Maintenance to reduce the problem of machines break down while operation in the concrete pump of the Power Pump Company. A research is an action research.

The research result shows that the machines has been damaged for several reasons. In terms of maintenance methods, ignore of maintenance, quality of spare parts and maintenance follow up Therefore. TPM's principles have been applied in order to solve the stated problems and develop the system of maintenance and maintenance of machinery, focusing on the improvement of specific points in the system of broken machinery to cause break down and cause and root cause. The problem of wastage of different systems in concrete pumps and manual maintenance methods have been applied to prevent the breakdown of the machines.

The results obtained were, the number of machines break down during operation was reduced from 44 to 12 times. Damage from concrete caused by waste machineries was reduced from 235 to 66 cubic meter. The autonomous maintenance applications help to find 558 machine faults and 221 repairs were performed.

TNI

Graduate School

Field of Study Industrial Management

Academic Year 2018

Student's Signature.....

Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ที่ได้เสียสละเวลาในการแนะนำให้ความรู้ ข้อเสนอแนะแนวทางและตรวจสอบข้อบกพร่องของสารนิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูงที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ อบรมสั่งสอน รวมถึงประสบการณ์ จนทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้

ขอขอบคุณคณะผู้บริหาร บริษัท พาวเวอร์บีม จำกัด ตลอดจนพนักงานทุกท่าน ที่ไว้วางใจ และให้ความร่วมมือ สนับสนุนการดำเนินสารนิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้องและครอบครัว เพื่อน-พี่ร่วมชั้นเรียน ที่ช่วยเหลือติดตาม และให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้าน เพื่อเป็นแรงผลักดันให้การทำสารนิพนธ์ และการทำการศึกษาในระดับปริญญาโท ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กฤษฎ์ดิษฐ์ เมืองน้อย

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
สภาวะความเป็นมา แนวทางเหตุผล และปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา/วิจัย.....	1
ขอบเขตการศึกษา.....	2
กรอบแนวคิดในการวิจัย	2
ขั้นตอนการศึกษาและการดำเนินงาน.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
นิยามศัพท์.....	3
แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน.....	3
2 หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
ความเป็นมาของ TPM	4
แนวคิดการขัดข้องเป็นศูนย์.....	4
ความสูญเสียหลักที่เป็นอุปสรรคในการเพิ่มประสิทธิภาพ.....	4
8 เสาหลัก ของ TPM.....	7
แนวคิดการบำรุงรักษาเชิงวางแผน.....	8
ขั้นตอนการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง.....	14
การดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง	16
7 QC Tools.....	17
วงล้อ PDCA	21
ระบบไฮดรอลิค	22
Concrete Pump	24

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2	การทำงานของคอนกรีตปัม งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26 27
3	วิธีดำเนินงานวิจัย..... ขั้นตอนการดำเนินการ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... ข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	32 32 37 37
4	ผลสรุปการศึกษาและข้อเสนอแนะ ผลการออกแบบเครื่องมือเก็บข้อมูล ผลจากการสำรวจสภาพปัจจุบัน..... การดำเนินการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง การดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง..... สรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ.....	38 39 40 43 64 68 73
	บรรณานุกรม.....	74
	ภาคผนวก	78
	ภาคผนวก ก. ประวัติการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิกและกรองของ เครื่องจักร	79
	ภาคผนวก ข. ผลการวัดรอบปัมไฮดรอลิกของเครื่องจักรทุกเครื่อง	81
	ภาคผนวก ค. Maintenance Instructions.....	83
	ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์	85

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน	3
2 จำแนกเครื่องจักรที่อายุการใช้งานกรองและน้ำมันไฮดรอลิกเกิน	46
3 แผนการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิกและกรองไฮดรอลิก.....	47
4 จุดรั่วซึมบริเวณท่อ Suction.....	50
5 จำนวนรอบการทำงานปั๊มไฮดรอลิกเกิน	51
6 อายุการใช้งานของกรองและน้ำมันไฮดรอลิกก่อนและหลังปรับปรุง.....	52
7 การบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิก.....	54
8 การบำรุงรักษาระบบช่วงล่าง.....	57
9 อายุการใช้งานก่อนและหลังปรับปรุงของ Flange Bearing.....	63
10 การบำรุงรักษาและหล่อลื่นบริเวณ Hopper.....	64
11 ผลการดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง.....	68
12 ประวัติการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิกและกรองครั้งสุดท้าย.....	80
13 ผลการวัดรอบปั๊มไฮดรอลิกของเครื่องจักรทุกเครื่อง.....	82

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	2
2	เสาหลัก 8 ประการของ TPM	8
3	ตัวอย่าง Check Sheet	17
4	ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต	18
5	ตัวอย่างแผนผังก้างปลา	19
6	ตัวอย่างกราฟ	19
7	ตัวอย่างแผนภาพการกระจาย	20
8	ตัวอย่างแผนภาพฮิสโตแกรม	20
9	ตัวอย่างแผนภาพควบคุม	21
10	วงล้อ PDCA	22
11	การเกิดควิเตชันและอะเรชันในปั๊ม	24
12	เครื่องจักรคอนกรีตปั๊มแบบ Stationary	25
13	เครื่องจักรคอนกรีตปั๊มแบบ Moli	25
14	เครื่องจักรคอนกรีตปั๊มแบบบูม	26
15	การทำงานของเครื่องจักรคอนกรีตปั๊ม	26
16	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	32
17	รูปแบบใบงานในการเก็บข้อมูลซ่อมบำรุง	33
18	แผนภูมิพาเรโต	34
19	แผนผังก้างปลา	34
20	ขั้นตอนการดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง	35
21	ขั้นตอนในการดำเนินการตามแผน	36
22	ใบบันทึกการซ่อมบำรุง	39
23	แผนภูมิพาเรโตแสดงความถี่การเสียระบบของเครื่องจักร	40
24	สถิติอาการเสียของระบบไฮดรอลิกแยกตามรายการ	41
25	สถิติอาการเสียของระบบช่วงล่าง	42
26	สถิติอาการเสียของระบบไฟฟ้า	42
27	สถิติอาการเสียของ Wear Part	43
28	ปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหาย	44
29	แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุที่ทำให้ปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหาย	45

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
30	ความสกปรกภายในถังไฮดรอลิกหลังจากทำการผ่าถัง	48
31	แกนแม่เหล็กดูดเศษโลหะมีความสกปรก	48
32	การปรับปรุงขั้นตอนการซ่อมบำรุงระบบไฮดรอลิก	49
33	จุดรั่วซึมบริเวณท่อ Suction	50
34	จำนวนการเสียของปั๊มไฮดรอลิก	51
35	น้ำมันมีน้ำผสมอยู่เครื่องจักร PM16	53
36	แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุเหตุน้ำมันรั่วทุกหัว	55
37	กราฟแสดงผลการปรับปรุงเหตุน้ำมันรั่วทุกหัว	57
38	แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุไดชาร์จไม่ชาร์จ	58
39	แผนภูมิแสดงผลการแก้ไขไดชาร์จไม่ชาร์จไฟ	59
40	ตำแหน่งของ Flange Bearing	60
41	แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุการเสียของ Flange Bearing	61
42	การอัดจารบี Flange Bearing หลังการใช้งาน	62
43	จุดอัดจารบีหล่อลื่นในจุดต่างๆ ภายใน Hopper	64
44	ตัวอย่าง Check Sheet ตรวจเช็คเครื่องจักรแบบละเอียด	65
45	ตัวอย่างตารางแผนการดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง	66
46	การดำเนินกิจกรรมทำความสะอาดเครื่องจักร	66
47	การดำเนินกิจกรรมหล่อลื่นและขันแน่นจุดต่างๆ	67
48	ทีมงานคอยให้ความช่วยเหลือการดำเนินกิจกรรม	67
49	กราฟแสดงจำนวนเครื่องจักรเสียขณะปฏิบัติงานก่อนและหลังปรับปรุง	69
50	กราฟแสดงจำนวนปั๊มไฮดรอลิกแตกก่อนและหลังปรับปรุง	69
51	กราฟแสดงจำนวนเหตุน้ำมันรั่วทุกหัวก่อนและหลังปรับปรุง	70
52	กราฟแสดงจำนวนไดชาร์จไม่ชาร์จไฟเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง	70
53	กราฟแสดงจำนวน Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้าก่อนและหลังปรับปรุง	71
54	กราฟแสดงจำนวนจุดบกพร่องของเครื่องจักรเทียบก่อนและหลังปรับปรุง	71
55	กราฟแสดงจำนวนคอนกรีตเสียหายเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง	72
56	กราฟแสดงจำนวนค่าใช้จ่ายคอนกรีตเสียหายก่อนและหลังปรับปรุง	72

บทที่ 1

บทนำ

สภาวะความเป็นมา แนวทางเหตุผล และปัญหา

บริษัท พาวเวอร์บีม จำกัด ได้ดำเนินธุรกิจเครื่องจักรบีมคอนกรีตผสมเสร็จมาเป็นเวลากว่า 30 ปี ในช่วงเริ่มเปิดทำธุรกิจนั้น ธุรกิจในด้านให้บริการเครื่องจักรคอนกรีตบีมยังไม่แพร่หลาย งานก่อสร้างตึกสูงยังมีไม่มาก เครื่องจักรยังใหม่และไม่ได้ใช้งานหนัก จึงทำให้เครื่องจักรไม่เสื่อมโทรมและไม่ก่อปัญหาในขณะปฏิบัติงาน เมื่อเวลาผ่านไปปัจจุบันงานก่อสร้างตึกสูงหรือแม้แต่กระทั่งงานเทคอนกรีตพื้นราบมากขึ้น ทำให้เครื่องจักรทำงานหนักมากขึ้น อีกทั้งเครื่องจักรเมื่อผ่านการใช้งานเป็นเวลานาน และขาดการดูแลอย่างดี จึงทำให้ปัจจุบันนี้บริษัท พาวเวอร์บีม จำกัด ประสบกับปัญหาเครื่องจักรเสียหายขณะปฏิบัติงานโดยในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน 2560 มีเครื่องจักรเสียหายขณะปฏิบัติงาน 44 ครั้ง สามารถแก้ไขจนใช้งานได้ 4 ครั้ง และไม่สามารถแก้ไขได้ จำนวน 40 ครั้ง ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายของคอนกรีตที่รอทำการบีบขึ้นสู่ตึกสูงหมดอายุต้องทำการทิ้งทั้งหมด ซึ่งค่าเสียหายที่บริษัทต้องรับผิดชอบต่อลูกค้าเนื่องจากไม่สามารถปฏิบัติงานให้ทันได้นั้น ในแต่ละครั้งเป็นจำนวนเงินที่สูง

บริษัทจึงมีมาตรการเน้นเรื่องการซ่อมบำรุงเครื่องจักรให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ แต่เนื่องด้วยเครื่องจักรมีจำนวนมากและไม่ได้ทำการเก็บข้อมูลในการซ่อมบำรุงแต่ละครั้งจึงทำให้การซ่อมนั้นไม่มีการนำข้อมูลการซ่อมบำรุงมาวิเคราะห์หาสาเหตุ และยังเป็นลักษณะเสียเมื่อใดก็ซ่อมเมื่อนั้น หรือหากเจอว่าเสียจึงทำการซ่อมบำรุง และตัวผู้ใช้เครื่องจักรเองก็ไม่เคยดูแลรักษาเครื่องจักรของตัวเองทำให้ปัญหาเครื่องจักรเสียหายขณะปฏิบัติงานยังไม่ลดน้อยลงรวมกับผู้ใช้เครื่องจักรขาดการดูแลเครื่องจักรด้วยยิ่งทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพไม่พร้อมใช้งานมากขึ้น ซึ่งถ้าปล่อยให้เป็นลักษณะนี้ต่อไปนั้น ยิ่งเพิ่มความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดเครื่องจักรเสียหายหน้างาน ส่งผลกระทบต่อกำไร ชื่อเสียงของบริษัท ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำระบบ TPM (Total Preventive Maintenance) เข้ามาช่วยลดปัญหาความเสียหายของเครื่องจักรให้น้อยลง และลดค่าใช้จ่ายที่ไม่ควรเกิดขึ้นเนื่องจากความผิดพลาดที่สามารถป้องกันได้

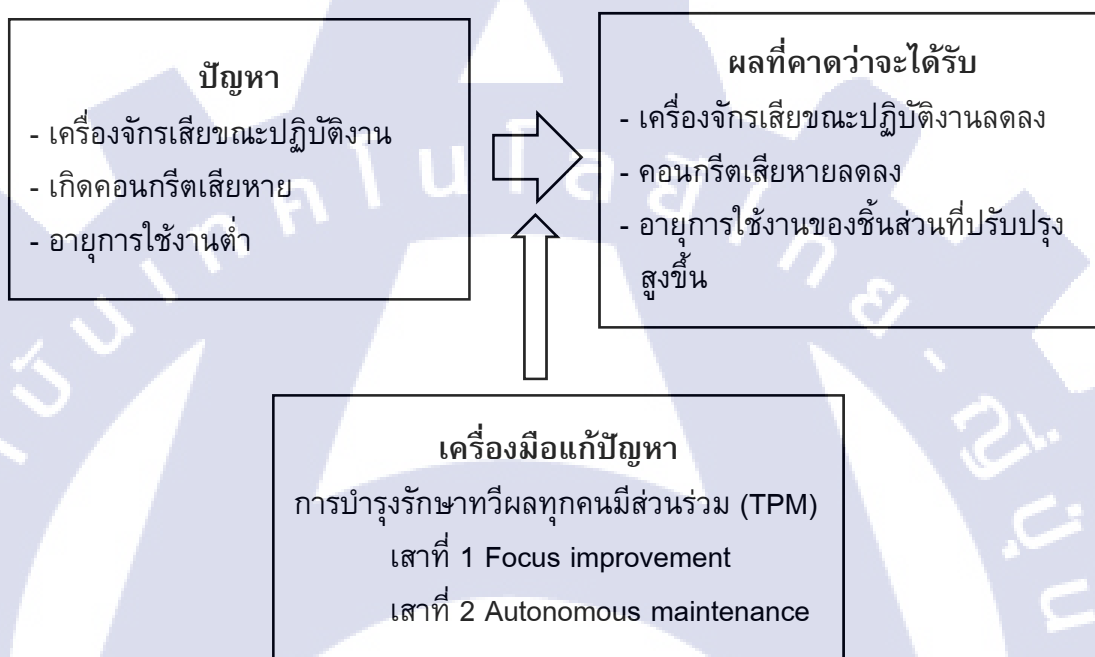
วัตถุประสงค์ของการศึกษา/วิจัย

1. เพื่อลดปัญหาเครื่องจักรเสียหายขณะปฏิบัติงาน
2. เพื่อลดปริมาณคอนกรีตที่เสียหายเนื่องจากเครื่องจักรเสีย

ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรคอนกรีตปั๊มของบริษัท พาวเวอร์ปั๊ม จำกัด จำนวน 21 เครื่อง แบ่งเป็น 2 รุ่นดังนี้ โมลิปั๊ม 14 เครื่อง บวมปั๊ม 7 เครื่อง โดยใช้เครื่องมือ TPM ในการปรับปรุงการซ่อมบำรุงและดูแลรักษาเครื่องจักร

กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ขั้นตอนการศึกษาและการดำเนินงาน

1. เลือกหัวข้อ
2. ศึกษาและทบทวนวรรณกรรม
3. สรุปรวสภาพปัจจุบัน
4. วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ
5. วางแผนการแก้ปัญหา
6. ดำเนินการแก้ไขปัญหา
7. ตรวจสอบผลการแก้ไขปัญหา
8. กำหนดมาตรการการแก้ไขปัญหา
9. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องจักรมีการเสียหายขณะปฏิบัติงานลดลง
2. จำนวนคอนกรีตเสียหายเนื่องจากเครื่องจักรเสียหายลดลง

นินยามศัพท์

1. เครื่องจักรคอนกรีตปั๊ม เครื่องจักรที่ใช้ในการลำเลียงคอนกรีตผสมเสร็จจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยจะมี 2 ประเภท

- 1.1 บวมปัม คือ เครื่องจักรที่มีลักษณะเหมือนครนไม่ต้องต่อท่อสามารถบีดบวมออกไปทำงานได้เลย

- 1.2 **Stationary Pump** คือ ปั๊มที่มีลักษณะที่อยู่กับที่ ไม่มีบวมทางออกไป จึงจำเป็นต้องต่อท่อเพื่อลาเลี้ยงคอนกรีต ปั๊มลักษณะนี้เหมาะสำหรับงานตึกสูง

- 1.3 **Moli Pump** คือ Stationary Pump ที่ทำการขึ้นไปติดตั้งบนรถบรรทุก เพื่อช่วยต่อการเดินทางไปยังจุดต่างๆ ลักษณะการทำงาน เหมือน Stationary Pump ทั้งหมด

2. **คอนกรีตเสียหาย** คอนกรีตผสมสำเร็จที่ออกจากหัวโหลตคอนกรีตและไม่ได้เทลงแบบภายใน เวลาที่ผู้ผลิตคอนกรีตกำหนด

3. **S-valve** วาล์วคอนกรีตอยู่บริเวณ Hopper เป็นวาล์วที่เชื่อมต่อระหว่างกระบอคอนกรีตและท่อลำเลียง

4. **Wearpart** ชิ้นส่วนที่สัมผัสคอนกรีต ตั้งแต่ กระบอกคอนกรีต ลูกสูบคอนกรีต แหวน S-Valve (Wear Ring) แวนตา (Wear Plate) S-Valve ไปกวนปูน

5. **Flange Bearing** ชิ้นส่วนที่อยู่บริเวณเพลาน้ำของ S-valve และปากของ S-Valve ทำหน้าที่เป็นจุดเคลื่อนที่ที่สึกหรอแทนเพลและปากของ S-Valve

แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

[illegible]

บทที่ 2

หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความเป็นมาของ TPM

กล่าวว่า หลังจากญี่ปุ่นนำเอา Preventive Maintenance จากสหรัฐอเมริกาเข้ามาใช้ในช่วงทศวรรษ 1950 และ 1960 แล้ว ได้มีการพัฒนาเป็น TPM ในรูปแบบญี่ปุ่นเองในปี ค.ศ. 1971 จากนั้นกิจกรรม TPM ก็ได้รับการยอมรับในผลลัพธ์ที่สามารถวางแผนคาดหวังได้ มีจำนวนโรงงานที่ได้รับ PM Award จาก TPM เป็นจำนวนมากและรวดเร็วและขยายตัวไปสู่อุตสาหกรรมต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

เป้าหมายของกิจกรรม TPM มีเป้าหมายในด้านของประสิทธิภาพในการผลิตโดยรวมให้สูงที่สุดในสภาวะปัจจุบันที่มีการใช้เครื่องจักรในการผลิตมากขึ้นแทนแรงงานคนนั้น ประสิทธิภาพเครื่องจักรจึงมีผลต่อการทำงานของโรงงานในปัจจุบัน ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องจักรนั้นก็ขึ้นอยู่กับวิธีการผลิตเครื่องจักร และการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน กิจกรรม TPM จึงมาช่วยในกระบวนการผลิตเครื่องจักรและบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพ และลดการสูญเสียของเครื่องจักรให้เป็นศูนย์ (นาคาชิมะ เซอิจิ. 2550)

แนวคิดการขัดข้องเป็นศูนย์

แนวคิดการขัดข้องเป็นศูนย์ สาเหตุของการขัดข้องของเครื่องจักรมักมาจากการขาดการดูแลรักษา และตรวจสอบข้อบกพร่อง แต่ถ้าหากมีการพบเจอก่อนและทำการแก้ปัญหานั้นก็จะสามารถทำให้การสูญเสียที่จะเกิดจากเครื่องจักรลดลงได้ ซึ่งผู้ควบคุมเครื่องจะมีส่วนร่วมต่อความรับผิดชอบในกิจกรรมต่างๆ ดังนี้ (โกศล ดีศีลธรรม. 2547)

1. รักษาเครื่องจักรให้มีสภาพดี
2. ทำการเดินเครื่องในสภาวะที่ปกติ
3. ทำการตรวจจับสิ่งผิดปกติ ด้วยสายตา เสียง และอาการอื่นๆ ของเครื่องในช่วงของการเดินเครื่อง
4. การปรับปรุงทักษะการบำรุง

ความสูญเสียหลักที่เป็นอุปสรรคในการเพิ่มประสิทธิภาพ

ความสูญเสียที่เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิภาพการผลิตมีดังต่อไปนี้

1. ความสูญเสียหลักที่เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักร
 - 1.1 ความสูญเสียจากการชำรุดเสียหาย
 - 1.2 ความสูญเสียจากการเตรียมงาน

- 1.3 ความสูญเสียจากการเปลี่ยนใบมีด
- 1.4 ความสูญเสียจากการเริ่มผลิต
- 1.5 ความสูญเสียจากการหยุดชะงัก
- 1.6 ความสูญเสียจากความเร็วลดลง
- 1.7 ความสูญเสียจากของเสีย
2. ความสูญเสียที่เป็นอุปสรรคต่อความสามารถในการทำงานของเครื่องจักร
 - 2.1 ความสูญเสียจากการหยุดเครื่อง
3. ความสูญเสียหลักที่เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิภาพของคน
 - 3.1 ความสูญเสียจากการบริหารจัดการ
 - 3.2 ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว
 - 3.3 ความสูญเสียจากการจัดวางตำแหน่ง
 - 3.4 ความสูญเสียจากการวางระบบอัตโนมัติ
 - 3.5 ความสูญเสียจากการตรวจวัด
4. 3 ความสูญเสียที่เป็นอุปสรรคต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของทรัพยากรต่อหน่วย
 - 4.1 ความสูญเสียผลได้ต่อวัตถุดิบ
 - 4.2 ความสูญเสียด้านพลังงาน
 - 4.3 ความสูญเสียจากแม่พิมพ์

ความสูญเสียหลักต่อที่เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักร

1. ความเสียหายต่อการชำรุดเสียหาย เป็นการสูญเสียที่เกิดจากการชำรุดของเครื่องจักร ทั้งแบบฉับพลันหรือแบบเรื้อรัง ซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียด้านเวลา และเกิดของเสีย ประเด็นความเสียหายนั้นเกิดจากความไม่ชัดเจนของคำจำกัดความของ การชำรุดเสียหาย จึงทำให้ช่วงแรกของการทำ TPM พบจำนวนครั้งของการชำรุดเสียหายมากขึ้น ซึ่งแท้จริงแล้ว จำนวนครั้งความเสียหายในความจริงไม่ได้เพิ่มขึ้น แต่คำจำกัดความในอดีตนั้นไม่มีความชัดเจนสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันนั้นจะเห็นได้ด้วยสายตาและเข้าใจง่าย ทำให้ดำเนินการมาตรการแก้ไขได้ง่าย แต่การชำรุดเรื้อรังนั้น ถึงแม้มีมาตรการแก้ไขหลายๆ อย่างก็ยังไม่หาย จึงมักถูกปล่อยทิ้งไว้อย่างนั้น

2. ความสูญเสียจากการเตรียมงาน ความสูญเสียจากการเตรียมงานเป็นความสูญเสียทางด้านเวลาที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนและเตรียมการเมื่อสิ้นสุดการผลิตสินค้าปัจจุบัน ไปสู่การผลิตสินค้าใหม่ ปัจจุบันแต่ละบริษัทได้พยายามค้นคว้าเกี่ยวกับการเตรียมงานเพื่อปรับเปลี่ยนการผลิต แต่โดยรวมยังมีปัญหาที่จะต้องแก้ไขเหลืออยู่มาก

3. ความสูญเสียจากการเปลี่ยนใบมีด เป็นความสูญเสียที่เกิดจากเวลาที่ต้องใช้ในการเปลี่ยนใบมีดตามกำหนด หรือการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันเมื่อเกิดการเสียหายของใบมีด รวมทั้งความสูญเสียเชิงปริมาณ ที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการเปลี่ยนใบมีดนั้น

4. ความสูญเสียจากการเริ่มผลิต เป็นความสูญเสียทางด้านเวลาที่จะต้องใช้ในการทำให้เครื่องเดินได้ตาม Cycle โดยปราศจากปัญหาความยุ่งยากทางเครื่องจักร จนกระทั่งสามารถทำให้มีการผลิตสินค้าได้คุณภาพที่คงที่ รวมถึงความสูญเสียในเชิงปริมาณที่เกิดขึ้นในระหว่างนั้น

5. ความสูญเสียจากการหยุดชะงัก การเดินเครื่องเปล่า ความสูญเสียจากการหยุดชะงักนั้นต่างจากสภาพการชำรุดเสียหาย กล่าวคือ เป็นการหยุดของเครื่องจักรเนื่องจากการเกิดปัญหาขึ้นชั่วขณะหนึ่ง หรือเป็นการเดินเครื่องเปล่า เช่น ชีงงานไปติดขัดอยู่ทำให้เดินเครื่องเปล่า เมื่อนำชิ้นงานที่ติดขัดออกและเดินเครื่องใหม่ก็จะสามารถทำงานต่อไปปกติ เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้มักจะพบเจอได้ในเครื่องจักรแบบอัตโนมัติ โดยทั่วไปมักมีแนวโน้มที่จะมองข้ามปัญหาเหล่านี้ เนื่องจากเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้โดยง่าย นอกจากนี้ยังไม่เด่นชัด ถึงเด่นชัดก็ยากที่จะคิดในเชิงปริมาณ

6. ความสูญเสียจากความเร็วลดลง ความสูญเสียจากความเร็วลดลง คือความสูญเสียที่เกิดขึ้นเมื่อความเร็วของเครื่องจักรลดลงมีค่าจำกัดความดังต่อไปนี้

6.1 ความสูญเสียที่มาจากความแตกต่างของความเร็วที่เกิดขึ้นจริง เมื่อเทียบกับความเร็วที่กำหนดไว้ขณะออกแบบ

6.2 ความสูญเสียจากความเร็วของเครื่องจักรที่กำหนดไว้ ต่ำกว่ามาตรฐานที่เทคโนโลยีปัจจุบันนั้นจะทำได้ ในขณะที่เดินเครื่องตามความเร็วที่กำหนด หากมีปัญหาทางด้านคุณภาพหรือปัญหาทางด้านเชิงกลเกิดขึ้น ก็จะหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะลดความเร็วลง หรืออาจเพิ่มความเร็วได้แต่ไม่เพิ่มเนื่องจากเครื่องจักรเคยมีปัญหาหรืออายุการใช้งานของเครื่องจักรนั้นสั้นลงในอดีต หรืออาจจะมีการเดินเครื่องจักรโดยไม่รู้จักถึงความเร็วที่เหมาะสมของเครื่องจักรนั้นเป็นเท่าใด โดยส่วนมากนั้นมักจะไม่มี การทำความเข้าใจที่ชัดเจนเกี่ยวกับการสูญเสียที่มาจากความเร็วที่ลดลง แต่ความสูญเสียจากความเร็วลดลงนั้นมีอัตราสูงต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักร

7. ความสูญเสียจากของเสียและของซ่อม คือการสูญเสียเชิงปริมาณจากของเสีย และของซ่อม และความสูญเสียเชิงเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซมเพื่อทำให้เป็นของดี โดยทั่วไปของเสียที่การแก้ไขของเสียอย่างฉับพลันมักทำได้ง่าย จึงไม่ปล่อยทิ้งไว้นาน แต่การสูญเสียเรื้อรังนั้น มักจะไม่ค่อยรู้สาเหตุซึ่งถึงมาตรการแก้ไขก็มักจะไม่ได้อัลลัพท์ที่ดี (นาคาชิมา เซอิจิ. 2550)

8 เสาหลัก ของ TPM

เพื่อบรรลุเป้าหมาย กิจกรรม TPM จะดำเนินกิจกรรมทั้งหมด 8 กิจกรรม ซึ่งทุกคนมีส่วนร่วม ดังนี้

1. Focused Improvement ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตเป็นกิจกรรมสำรวจหาและระบุค่าความสูญเสียของแต่ละสายการผลิต และแต่ละเครื่องจักรเป็นตัวเลข และลดความสูญเสียนั้น เพื่อเพิ่มกำไร

2. Autonomous Maintenance จุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความสามารถในการพึ่งพาตัวเองได้ นั่นคือ สามารถดูแลรักษาเครื่องจักรที่ใช้งานได้เอง

3. Planned Maintenance เป็นกิจกรรมการยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร ทำให้เป็น Zero Break-down และควบคุมค่าซ่อมบำรุง ด้วยการตรวจวินิจฉัยการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรและฟื้นฟูสภาพและรวมถึงการปรับปรุงเครื่องจักร

4. Initial Phase Management เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดความสูญเสียที่คาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้นในขณะทำการผลิต และทำให้เริ่มการผลิตได้อย่างรวดเร็ว ตั้งแต่ขั้นตอนการพัฒนาออกแบบผลิตภัณฑ์และเครื่องจักร

5. Quality Maintenance กิจกรรมการกำหนดสภาวะการผลิตซึ่งไม่เกิดของเสียและรักษาสภาพที่ดีนั้นไว้ และคาดการณ์ล่วงหน้าได้ว่าจะมีของเสียใดเกิดขึ้น และดำเนินการเพื่อป้องกันไม่ให้เกิด Defect Loss

6. Education and Training กิจกรรมจัดเตรียมความรู้และทักษะซึ่งจำเป็นต่อการทำงาน ให้ความรู้และเพิ่มทักษะในการลดความสูญเสียและป้องกันไม่ให้เกิดความสูญเสีย

7. Administrative and Indirect Departments นอกจากลดการสูญเสียในโรงงานแล้ว ต้องดำเนินการลดการสูญเสียในสำนักงานด้วยเช่นกัน

8. Safety, Health and Environment กิจกรรมที่ทำให้อุบัติเหตุเป็นศูนย์ (Zero Accident) มลภาวะเป็นศูนย์ (Zero Pollution) และไม่เกิดขยะ (Zero Waste) และสร้างสภาพแวดล้อมในที่ทำงานให้ดี (คินชิโระ นากาโนะ. 2550)



รูปที่ 2 เสาหลัก 8 ประการของ TPM

ที่มา : มงคล พชรดำรงกุล; และชุตีมาวดี ทองจีน. (2553). **บริหารธุรกิจยุคใหม่ ต้องประยุกต์ใช้โมเดล 3T. ออนไลน์.**

แนวคิดการบำรุงรักษาเชิงวางแผน

การบำรุงรักษาเชิงวางแผนคือการทำให้ประสิทธิภาพการผลิตของบริษัทเพิ่มสูงขึ้น โดยการลดต้นทุนโดยรวมของตัวเครื่องจักรเอง และค่าใช้จ่ายในการรักษาสภาพเช่น ซ่อมบำรุง รวมถึงความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการชำรุดเสียหาย

การสร้างระบบการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพที่ดี ดัชนีวัดผลของกิจกรรมเชิงรูปธรรม มักจะใช้ค่า Inherent Availability

Inherent Availability สามารถหาได้โดย

$$\text{Inherent Availability} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

MTBF หมายถึง Mean Time Between Failures เป็นระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง

MTTR หมายถึง Mean Time To Repair เป็นระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่เสียหายจนใช้งานได้แต่ละครั้ง

การหาค่า MTBF

$$MTBF = \frac{\text{เวลาเครื่องจักรทำงานโดยการเกิดผลผลิต Production Time (ชม.)}}{\text{จำนวนครั้งที่เกิดเหตุขัดข้องในช่วงเวลานั้นๆ (ครั้ง)}}$$

หากค่า MTBF มีค่ามากกว่าช่วงก่อนนั้นหมายถึงการปรับปรุงนั้นทำให้ได้ผลดีขึ้น

การหาค่า MTTR

$$MTTR = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรหยุดเนื่องจากการขัดข้อง (ชม.)}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุด (ครั้ง)}}$$

หากค่า MTTR มีค่าลดลงหลังจากการปรับปรุงแสดงว่าการปรับปรุงนั้นได้ผลดีขึ้น

กิจกรรมสามารถแบ่งออกได้ 2 กิจกรรมหลัก ดังนี้

1. กิจกรรมการเพิ่มระดับความไว้วางใจในตัวเครื่องจักร เป็นกิจกรรมการลดงานซ่อมบำรุงที่มีสาเหตุมาจากตัวเครื่องจักรอย่างจริงจัง
2. กิจกรรมเพิ่มความสามารถในการซ่อมบำรุง ซึ่งเป็นกิจกรรมการซ่อมเครื่องจักรที่เสียหายได้อย่างรวดเร็ว

กิจกรรมเหล่านี้จะสามารถดำเนินได้อย่างมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดสามารถวัดได้จาก Achievement Availability กิจกรรมที่เพิ่ม Availability Maintainability มีดังนี้

- ป้องกันการเสียหายของเครื่องจักร ——— กิจกรรมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
 - ไม่ทำให้เครื่องจักรเสียหาย ——— กิจกรรมบำรุงรักษาเชิงทำนาย
 - ——— กิจกรรมบำรุงรักษาเชิงแก้ไข
 - ——— กิจกรรม MP
 - ทำให้เครื่องจักรที่เสียหายกลับสู่สภาพเดิมโดยเร็ว ——— การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ
- กิจกรรมที่จะทำให้การบำรุงรักษาดำเนินต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะมีกิจกรรมบริหารจัดการต่างๆ ดังนี้

- การบริหารจัดการและการวางแผน
- การบริหารจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา
- การบริหารจัดการชิ้นส่วนและอะไหล่ที่ใช้สำหรับงานซ่อมบำรุง
- การบริหารจัดการค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง

สำหรับกิจกรรม TPM เพื่อขยายผลได้อย่างมีประสิทธิภาพรวดเร็วในเวลาอันสั้น ฝ่ายซ่อมบำรุงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะเข้ามาให้ความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง โดยมีกิจกรรม 2 กิจกรรม เพิ่มมาคือ

- กิจกรรมแนะนำการบำรุงรักษาด้วยตนเอง
- กิจกรรม 7 ขั้นตอนของการบำรุงรักษาเชิงวางแผน

กิจกรรม 7 ขั้นตอนของการบำรุงรักษาเชิงวางแผนเป็นกิจกรรมกลุ่มย่อยของฝ่ายซ่อมบำรุงที่ดำเนินในช่วงเวลาสอดคล้องกันกับกิจกรรม 7 ขั้นตอนการบำรุงรักษาด้วยตัวเอง และเป็นกิจกรรมที่ใช้หลักการเดียวกันกับกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่มีมาแต่เดิม

7 ขั้นตอนของการบำรุงรักษาตามแผนสำหรับเครื่องจักรต้นแบบ

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ความแตกต่างของสภาพพื้นฐานและสภาพปัจจุบัน

ขั้นตอนนี้เป็นการถอดและทำความสะอาดทุกชิ้นส่วนทั้งภายนอกและภายในของเครื่องจักร เพื่อให้ฝ่ายซ่อมบำรุงรู้จักและเข้าใจการทำงานของชิ้นส่วนต่างๆ และจะต้องเข้าใจลักษณะการทำงานที่ผิดปกติ และเหตุที่ทำให้เกิดความผิดปกตินั้นๆ โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

- ศึกษาหน้าที่ โครงสร้าง และหลักการทำงานของเครื่องจักร
- วิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักร ว่ามีสิ่งใดที่แก้ไขได้ทันทีและความเสียหายอะไรบ้างที่ยังแก้ไขไม่ได้ หากความเสียหายนั้นแก้ไขได้สามารถลงมือทำได้ทันที
- วิเคราะห์ที่มาของความเสียหายนั้นๆ โดยปกติจะแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้แก่
 - ความเสียหายจากสภาพพื้นฐานไม่ดีพอ
 - ความเสียหายสุ่ม (Random Failures) หรือความเสียหายที่มีสาเหตุเปลี่ยนไปเรื่อยๆ
 - ความเสียหายจากสภาพการใช้งานไม่ดีพอ
 - ความสาเหตุอันเกิดมาจากสาเหตุที่ยังไม่ได้แก้ไข
 - ความเสียหายจากความผิดปกติที่เกิดขึ้น
- จัดทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้สามารถป้องกันความเสียหายจากสาเหตุต่างๆ ได้

ขั้นตอนที่ 2 การปรับปรุงสภาพเครื่องจักรปัจจุบันให้เข้าสภาพพื้นฐาน

จากความเสียหายที่พบในขั้นตอนที่ 1 วิธีการแก้ไขและปรับปรุงที่ดี จะถูกออกแบบขึ้นมาในขั้นตอนนี้ เพื่อป้องกันความเสียหายเดิมไม่ให้เกิดขึ้นอีก โดยนำข้อมูลจากการเฝ้าดูเครื่องจักรอย่างใกล้ชิดโดยมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

- แก้ไขปัญหาต่างๆ ที่ยังเหลือจากขั้นตอนที่ 1
- กำหนดเวลาที่ต้องหยุดเครื่องในการทำความสะอาดและหล่อลื่นเพื่อนำเครื่องเดิน

ได้ดี

- ประสานกับพนักงานที่ดูแลเครื่องเพื่อทำความสะอาดเครื่องจักรและดูแลเครื่องจักร
- ปรับปรุงสภาพการใช้งาน

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดมาตรฐานการใช้งานและสภาพพื้นฐาน

ขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบมาตรฐานการปฏิบัติงานเพื่อรักษาการปรับปรุงที่เกิดขึ้นแล้วในขั้นตอนที่ 2 โดยมีการดำเนินการดังนี้

- จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบเชิงป้องกันที่มีประสิทธิภาพ เพื่อป้องกันไม่เกิดความเสียหายอีก
- จัดทำระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น ที่มาจากมุมมองของผู้ใช้เครื่อง
- แบ่งความรับผิดชอบในการปรับปรุงระหว่างฝ่ายซ่อมบำรุงที่ทำหน้าที่บำรุงรักษาตามแผนกับพนักงานผู้ใช้
- บันทึกผลหลังจากนำมาตรฐานการใช้งานและสภาพพื้นฐานไปใช้ เช่น ระยะเวลาในการตรวจสอบแต่ละครั้ง

ขั้นตอนที่ 4 การยืดอายุการใช้งาน

เป้าหมายหลักของขั้นตอนนี้คือการยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรโดยบำรุงรักษาเชิงแก้ไขและปรับปรุงมีวิธีการดำเนินการดังนี้

- ศึกษาแบบต่างๆ ของเครื่องจักรร่วมกับขั้นตอนในการตรวจสอบโดยรวม ของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง
- วิเคราะห์ประวัติความเสียหาย การซ่อมบำรุง และ MTBF
- วิเคราะห์ความเสียหายที่ยังหาสาเหตุไม่ได้
- ปรับปรุงการเสียหายแบบสุ่ม
- จัดทำกำหนดการซ่อมบำรุง

ขั้นตอนที่ 5 การปรับปรุงวิธีการตรวจสอบและประสิทธิภาพการบำรุงรักษา

เป็นการนำขั้นตอนที่ 3 มาปรับปรุงให้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

- ปรับปรุงวิธีปฏิบัติงานให้สะดวกขึ้น
- สืบรวจเพื่อหาสิ่งบอกเหตุหรืออาการต่างๆ ของเครื่องที่เกิดขึ้นก่อนเกิดการเสียหาย
- มีการรับรู้ได้ง่าย เมื่อมีสิ่งบอกเหตุหรืออาการต่างๆ เกิดขึ้น
- ลดจำนวนจุดต่างๆ ในการตรวจสอบให้เหลือจุดสำคัญ
- ดำเนินกิจกรรมเพื่อลดเวลาแก้ไขเครื่องจักรให้น้อยลง
- ทบทวนมาตรฐานการซ่อมบำรุง

ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบภาพรวมทั้งหมด

ขั้นตอนนี้จะคำนึงถึงความเสี่ยงนอกเหนือจากการทำให้เครื่องจักรหยุดทำงาน โดยมีความเสี่ยงอีกส่วนหนึ่งนั่นก็คือ ความเสี่ยงที่ทำให้เครื่องจักรด้อยสภาพในการใช้งานมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

- ปฏิบัติตามรายละเอียดและมาตรฐานต่างๆ ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5
- วิเคราะห์ลักษณะทางคุณภาพ
- พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเงื่อนไขในการใช้งานเครื่องกับคุณภาพในการใช้งาน
- วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์กับคุณภาพของพลังงานที่ใช้
- สืบหาผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆ ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพการใช้งาน
- หาวิธีการป้องกันการเกิดปัญหาคุณภาพการใช้งานและปรับปรุงวิธีการใช้งาน
- จัดทำและปรับปรุงมาตรฐานการรักษาสภาพการใช้งานที่ปราศจากของเสีย

ขั้นตอนที่ 7 การใช้งานเครื่องให้เต็มประสิทธิภาพความสามารถของเครื่อง

ขั้นตอนนี้จะทำการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance หรือการบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition-Based Maintenance) เพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ ใช้งานได้ยาวนานที่สุด

- พยากรณ์เวลาหมดอายุของชิ้นส่วน
- ศึกษาวิจัยหาเทคโนโลยีการบำรุงรักษาต่างๆ เพื่อให้การพยากรณ์อายุการใช้งานแม่นยำ
- หาวิธีการที่จะแสดงให้เห็นฝ่ายซ่อมบำรุงหรือพนักงานที่ใช้เครื่องเห็นว่าชิ้นส่วนนั้นจะหมดอายุด้วยตัวของมันเอง

รูปแบบของการบริหารการบำรุงรักษา

รูปแบบของการบำรุงรักษาอาจจำแนกออกได้ตามลักษณะการปฏิบัติงานและวัตถุประสงค์ของกิจกรรมได้ดังนี้

1. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Self Maintenance : SM)

เป็นกิจกรรมที่ปฏิบัติงานโดยผู้ใช้งานเครื่องจักร (Machine Operator) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการใช้งานเครื่องจักรและอุปกรณ์อย่างถูกต้องพร้อมกับการกำจัดการดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรในระดับเบื้องต้นอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องผ่านรูปแบบการปฏิบัติงานของกลุ่มย่อย (Small Group) ซึ่งปฏิบัติงานในกิจกรรมเพิ่มผลผลิตอื่นๆ ในคราวเดียวกันด้วยกิจกรรม SM. เป็นกิจกรรมพื้นฐานซึ่งมีความสำคัญมากต่อกิจกรรม TPM โดยถ้าเปรียบเทียบกับกิจกรรม TPM เป็นตัวอาคารกิจกรรม SM. ก็เปรียบเสมือนเป็นรากฐานของตัวอาคารนั่นเองเราไม่อาจสร้างระบบ TPM ขึ้นมาได้หากไม่มีกิจกรรม SM. เป็นรากฐานรองรับที่มั่นคงก่อน

2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM)

เป็นการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการชำรุดเสียหายขัดข้องของเครื่องจักรอุปกรณ์หรือทำให้สาเหตุดังกล่าวมีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อยที่สุดโดยการทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ล่วงหน้าตามกำหนดเวลาแผนงานที่เหมาะสมก่อนที่จะเกิดเหตุขัดข้องชำรุดขึ้นเพราะสาเหตุดังกล่าวจะทำให้เกิดความเสียหายของผลผลิตการเสื่อมประสิทธิภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์หรือการหยุดชะงักของการผลิตการปฏิบัติงานซึ่งเป็นสิ่งไม่พึงปรารถนา กิจกรรมนี้ดำเนินการโดยหน่วยงานที่ทำหน้าที่ซ่อมบำรุงโดยอาศัยความร่วมมืออย่างใกล้ชิดของฝ่ายซ่อมบำรุงและฝ่ายวางแผนเพื่อกำหนดเวลาและแผนงานที่เหมาะสมในการทำงานซ่อมบำรุงเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าและได้ประโยชน์สูงสุดต่อองค์กรโดยรวม

3. การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance: CM)

การบำรุงรักษาในรูปแบบนี้มีวัตถุประสงค์หลักในการดำเนินการแก้ไขจุดอ่อนข้อเสียของเครื่องจักรอุปกรณ์เพื่อลดความถี่ของความเสียหายความขัดข้องของเครื่องจักรอุปกรณ์ลงหรือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ให้ดีขึ้น กิจกรรมนี้ส่วนใหญ่ดำเนินการโดยหน่วยงานที่ทำหน้าที่ซ่อมบำรุง กิจกรรมนี้ต้องการข้อมูลเพื่อพิจารณาดำเนินการมากกว่ากิจกรรม PM. และจะดำเนินการโดยพิจารณาถึงความคุ้มค่าของการทำมาประกอบด้วยโดยเฉพาะในกรณีของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่เก่าล้าสมัยหรือเสื่อมโทรมมากแล้วมักจะพิจารณาความคุ้มค่าในการทำเป็นหัวข้อในอันดับแรก

4. การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention: MP)

กิจกรรมนี้เป็นการดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งเครื่องจักรที่ไม่ต้องการการบำรุงรักษาหรือต้องการน้อยที่สุดเป็นกิจกรรมในระดับสูงสุดของระบบ TPM เพราะต้องมีการดำเนินการและพิจารณาในหลายๆ ด้าน โดยคำนึงถึงความคุ้มค่าวัตถุประสงค์หลักในการใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์ตลอดจนคุณลักษณะเฉพาะที่ไม่ต้องการการซ่อมบำรุงหรือต้องการแต่น้อยที่สุดขององค์การส่วนใหญ่จะไม่ดำเนินการซ่อมบำรุงครอบคลุมในระดับนี้ทั้งหมดนอกจากในกรณีที่มีความคุ้มค่าหรือในกรณีที่ต้องทำเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่างเช่นต้องการความปลอดภัยสูงสุดต้องการปริมาณคุณภาพของผลผลิตที่เชื่อถือได้สูงสุดเป็นต้นทั้งนี้เพราะระบบนี้มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูงมากหากจะทำให้ครบถ้วนใกล้เคียงค่าในอุดมคติที่สมบูรณ์ 100% กิจกรรมนี้ต้องได้รับความร่วมมือในการทำจากฝ่ายต่างๆ มาก เช่น ฝ่ายสนับสนุนจากสำนักงานส่วนกลางฝ่ายวิศวกรรมและการวัดปริมาณการออกแบบเพื่อให้ได้เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ดีมีความแข็งแรงทนทานมีความเชื่อถือในการใช้งานได้สูงไม่ต้องการการบำรุงรักษาหรือต้องการน้อยและทำการบำรุงรักษาได้ง่ายสะดวกรวดเร็วเลือกใช้เทคนิคใหม่หรือวัสดุใหม่ๆ ที่ก้าวหน้าดีกว่าเดิมเพื่อให้ได้เครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติที่ดีตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้นทำการเลือกซื้อเครื่องจักร

อุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติมากที่สุดตามวัตถุประสงค์หลักของผู้ใช้งานในกรณีที่จะเลือกได้จากผู้ผลิตเครื่องจักรหลายๆ ราย ที่มีอยู่แล้วตามท้องตลาดโดยพิจารณาเน้นที่คุณภาพเป็นประการสำคัญอันดับแรก

5. การซ่อมหลังเกิดเหตุเสียหาย (Breakdown Maintenance: BM)

การซ่อมในกรณีนี้เกิดขึ้นหลังจากที่เครื่องจักรอุปกรณ์ได้เกิดความชำรุดเสียหายขัดข้องขึ้นมาแล้วเพื่อแก้ไขให้เครื่องจักรอุปกรณ์ทำงานได้อย่างเดิมการซ่อมในรูปแบบนี้จะมีโอกาสเกิดขึ้นได้ยากหากมีการใช้งานซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์อย่างดีอย่างต่อเนื่องตามรูปแบบต่างๆ ดังกล่าวแต่ในบางกรณีเครื่องจักรอุปกรณ์ก็อาจเกิดความชำรุดเสียหายอย่างกะทันหันได้โดยแม้ว่าจะได้มีระบบซ่อมบำรุงเป็นอย่างดีแล้วก็ตามเช่นเกิดขึ้นจากอุบัติเหตุเหตุสุดวิสัยอุบัติเหตุภัยทางธรรมชาติ เป็นต้นทำให้จำเป็นต้องทำการซ่อมในรูปแบบนี้กิจกรรมซ่อมบำรุงนี้เป็นงานของหน่วยงานที่ทำหน้าที่ซ่อมบำรุงซึ่งอาจต้องการความร่วมมือจากฝ่ายอื่นบ้างระบบการซ่อมบำรุงต่างๆ ตามข้อ 1-4 ล้วนแต่มีจุดหมายหลักประการสำคัญอย่างหนึ่งอยู่ด้วยกันคือการป้องกันการเกิด Breakdown ของเครื่องจักรกะทันหันเพราะการเกิดความเสียหายของเครื่องจักรในลักษณะนี้จะทำให้เกิดผลเสียอย่างร้ายแรงขึ้นแก่ระบบการผลิตการปฏิบัติงานอันเป็นสิ่งไม่พึงประสงค์อย่างยิ่งต่อการปฏิบัติการซ่อมบำรุงในรูปแบบต่างๆ ทั้ง 5 รูปแบบ คือกิจกรรมโดยรวมทั้งหมดของ TPM ลักษณะของการปฏิบัติงานจะเป็นทั้งการปฏิบัติงานโดยตรงตามหน้าที่และการปฏิบัติควบคู่กับการปฏิบัติงานตามปกติของหลายฝ่ายรวมกันเพื่อให้เกิดผลของการซ่อมบำรุงที่ดีอย่างเป็นระบบต่อเนื่องซึ่งผลสำเร็จของการทำกิจกรรม TPM อาจเป็นการเพิ่มผลผลิตของหน่วยงานและองค์กรนั้น

ขั้นตอนการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง

ขั้นตอนที่ 0 การเลือกหัวข้อการปรับปรุง

การเลือกหัวข้อการปรับปรุงนั้นเลือกจากสิ่งที่เป็นการสูญเสียหลัก ซึ่งตรงกับนโยบายของบริษัท ใช้วิธีการที่เข้าใจง่ายที่สุด โดยสมาชิกที่ร่วมการปรับปรุงเรื่องที่มีความยากควรมาจากหลายๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายซ่อมบำรุง ฝ่ายออกแบบ ซึ่งในบางหัวข้อนั้นอาจจะต้องเพิ่มเติมพนักงานในระดับปฏิบัติการ การวางแผนดำเนินการควรทำเป็นขั้นตอนและมีระยะเวลาดำเนินการ 3-6 เดือน

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจสภาพจริง

การสำรวจสภาพความจริงเริ่มจากการค้นหาความสูญเสียเชิงมหภาคโดยการสำรวจคอบวดของกระบวนการทั้งหมด การกำหนดความสูญเสียนั้นไม่จำกัดเฉพาะความสูญเสียหลัก 8 ประการ จากนั้นกำหนดเป้าหมายที่สูงแต่มีความเป็นไปได้จริง

ขั้นตอนที่ 2 การค้นหาและกำจัดจุดบกพร่อง

จากอดีต จะพบว่าการเกิดการสูญเสียในส่วนใหญ่มักเกิดจากการเสื่อมสภาพหรือการไม่แก้ไขสภาวะพื้นฐาน ซึ่งก่อนจะใช้การวิเคราะห์ที่ยังยากควรแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ ให้อยู่ในสภาพปกติ ซึ่งในขั้นตอนที่ 2 จะมองหาสิ่งที่ต้องปรับปรุงในจินตนาการ

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์หาปัจจัย

ใช้เครื่องมือที่สามารถใช้ได้ทั้งหมดวิเคราะห์หาปัจจัย หากเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยทักษะความชำนาญควรขอความร่วมมือจากผู้ที่มีความชำนาญในด้านนั้น ในกรณีที่ต้องมีการวิเคราะห์สิ่งที่มีกลไกเคลื่อนไหวที่เร็วจะต้องใช้อุปกรณ์ช่วยเหลือเช่นเครื่องถ่ายวิดีโอความเร็วสูง

ขั้นตอนที่ 4 การจัดทำข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

ในการจัดทำข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ควรจะจัดทำข้อเสนอแนะหลายๆ ข้อ ซึ่งข้อควรระวังในการจัดทำข้อปรับปรุงมักมีการรีบตัดสินใจด้วยความคิดของตนเองโดยพลการ ซึ่งมักเกิดจากความชำนาญและประสบการณ์ ซึ่งการจัดทำข้อเสนอควรคำนึงถึงจุดบกพร่องใหม่ที่อาจเกิดจากการปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 5 การดำเนินการปรับปรุง

ในการดำเนินการปรับปรุงนั้น ความเข้าใจและความเห็นพ้องของผู้ที่เกี่ยวข้องที่อยู่ในโรงงานเป็นสิ่งสำคัญ การปรับปรุงโดยการบังคับจะทำให้การติดตามเป็นไปอย่างไม่ต่อเนื่อง ในเครื่องจักรที่เหมือนกันหลายเครื่องให้ทำการปรับปรุงเครื่องต้นแบบเครื่องเดียว และนำผลลัพธ์ไปขยายเครื่องอื่นต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 การยืนยันผลลัพธ์

การยืนยันผลลัพธ์ควรยืนยันอย่างตรงไปตรงมา และการประเมินควรมีการสำรวจผลลัพธ์เป็นช่วงๆ หลังจากได้ทำการดำเนินการไปแล้ว และให้ทราบชัดเจนว่าการปรับปรุงใดที่มีประสิทธิผลและเกี่ยวข้องกับปัจจัยใด

ขั้นตอนที่ 7 มาตรการป้องกัน

สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงสภาวะเงื่อนไขพื้นฐานและการทำให้สิ่งที่เสื่อมสภาพกลับสู่สภาวะปกติ จะมีความเป็นไปได้สูงที่จะประสบความสำเร็จในการปรับปรุง และการมีมาตรการป้องกัน โดยมีเกณฑ์มาตรฐานการตรวจเช็คตามระยะเวลา หรือการซ่อมบำรุงตามระยะเวลาเป็นสิ่งสำคัญ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน จำเป็นต้องมีมาตรการป้องกันสำหรับผู้ปฏิบัติงานโดยการกำหนดมาตรฐานการทำงาน

การดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

การดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง มี 7 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความสะอาดขั้นต้น

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญยิ่งที่ทำให้พนักงานในระดับปฏิบัติการเห็นจุดบกพร่อง เช่น การรั่ว การหลวม และความเสียหาย ได้โดยการทำทำความสะอาด และสามารถสร้างประสบการณ์ได้โดยระลึกอยู่เสมอว่า การทำความสะอาดคือการตรวจเช็ค ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นจุดเริ่มต้นในการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ซึ่งการทำความสะอาดและตรวจเช็คนั้นอาจจะสามารถค้นหาความบกพร่องได้มากถึง 200-500 รายการ

ขั้นตอนที่ 2 การแก้ไขจุดที่ก่อให้เกิดสิ่งสกปรกและตำแหน่งที่ยากลำบากในการปฏิบัติงาน

ในขั้นตอนนี้จะมีการหยุดแหล่งที่ก่อให้เกิดสิ่งสกปรกและความยากลำบากในการทำ ความสะอาดหรือการหล่อลื่น หรือป้องกันปัญหาการฟุ้งกระจาย รวมถึงการทำให้การทำความสะอาดหล่อลื่นสามารถทำได้ภายในเวลาที่กำหนดและเป็นเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนมาตรฐานชั่วคราวของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

ในขั้นตอนนี้ คือการเขียนมาตรฐานที่สามารถปฏิบัติตามได้ง่าย โดยการเขียนมาตรฐานชั่วคราวในการทำ ความสะอาด เพื่อรักษาสภาพของสิ่งต่างๆ ขั้นตอนนี้ยังมีจุดประสงค์เพื่อทำการทบทวนสภาพการหล่อลื่นและวิธีการเติมน้ำมันหล่อลื่น รวมถึงกำหนดตำแหน่งและจุดบกพร่อง ตำแหน่งที่ยากลำบากในการหล่อลื่น รวมถึงตำแหน่งที่ยากลำบากในการตรวจเช็ค

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจเช็คโดยรวม

เป็นขั้นตอนทำความเข้าใจเรื่องโครงสร้าง Function การทำงาน ทฤษฎีการทำงานของเครื่องจักร และศึกษา สภาพที่ควรจะเป็นของเครื่องจักร เพื่อให้เครื่องจักรนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด และทำการตรวจเช็คชิ้นส่วนและกลไก ที่สำคัญที่เป็นองค์ประกอบของเครื่องจักร

ขั้นตอนที่ 5 การตรวจเช็คด้วยตนเอง

เป็นขั้นตอนที่เนื่องจากเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรักษาสภาพของสิ่งที่ได้ปรับปรุง และสิ่งที่ได้ทำให้การชำรุดของเครื่องจักรกลับสู่สภาพเดิมดังที่ได้ดำเนินการไว้ในขั้นตอนที่ผ่านมา และยังต้องเพิ่มความไว้วางใจและความสะดวกในการบำรุงรักษา และคุณภาพของเครื่องจักรให้สูงขึ้น โดยจุดประสงค์ของขั้นตอนนี้ คือ การทบทวนมาตรฐานการทำความสะอาดและหล่อลื่น มาตรฐานการตรวจเช็ค เพื่อสร้างมาตรฐานการตรวจเช็คที่มีประสิทธิภาพและไม่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการดำเนินการตรวจสอบรวมถึงมาตรฐานการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 6 การเขียนมาตรฐาน

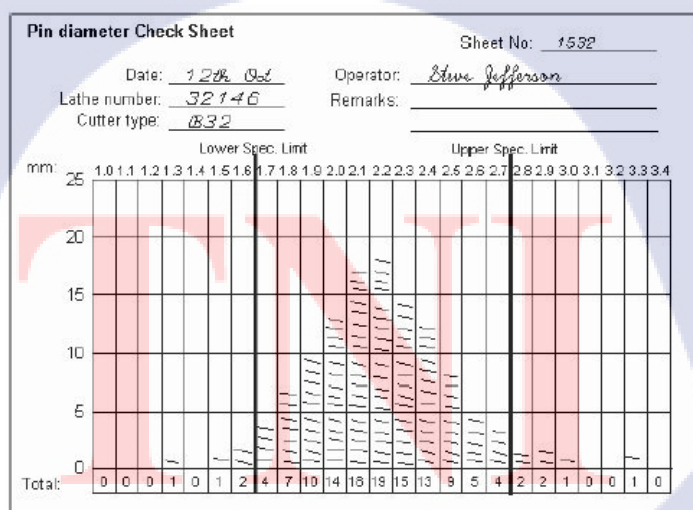
ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนควบคุมการดูแลรักษาเครื่องจักรอย่างจริงจัง และพยายามขยายบทบาทหน้าที่ของพนักงานในระดับปฏิบัติการไปยังงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรอบๆ เครื่องจักร รวมถึงพยายามลดความสูญเสียอย่างจริงจัง ทำให้สามารถควบคุมได้ด้วยตนเองอย่างสมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 7 การควบคุมดูแลด้วยตนเอง

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนรวบรวมสรุปถึงกิจกรรมทั้งหมดที่ได้ดำเนินการมาจนถึงขั้นตอนที่ 6 และเป็นขั้นตอนที่พนักงานจะมีความมั่นใจในผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร นอกจากนี้ยังเกิดความท้าทายที่จะแก้ปัญหาต่างๆ อย่างต่อเนื่อง โดยความคิดที่ว่า การปรับปรุงนั้นไม่มีจุดสิ้นสุด และประทับใจถึงประโยชน์ของการเข้าร่วมกิจกรรม และได้รับผลของความริเริ่มสร้างสรรค์ (ชูชุกิ, โตกุทาโร. 2547)

7 QC Tools

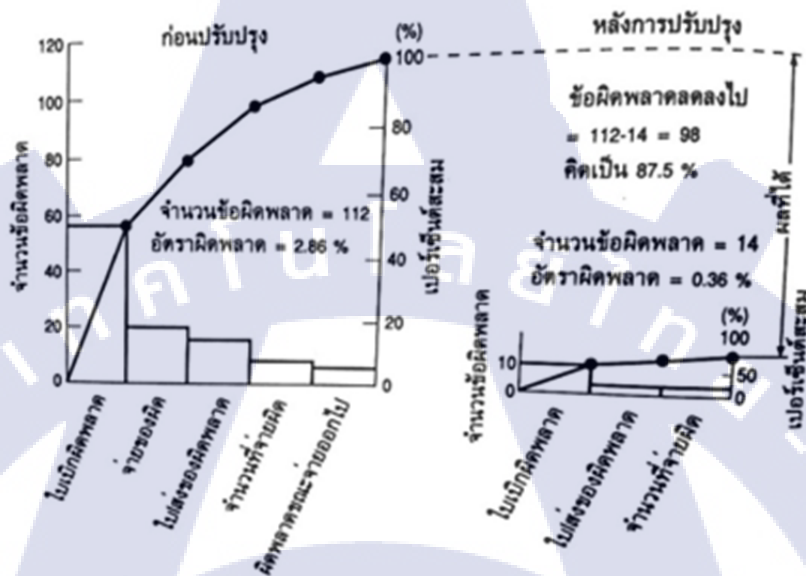
1. Check Sheet ใช้ในการบันทึกและตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ว่ามี ของเสียอาการมากน้อยแค่ไหน ซึ่งการออกแบบ Check Sheet ที่ดีนั้นจะต้องบันทึกข้อมูลได้ง่ายและครบถ้วน เนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้นของการเก็บข้อมูล เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและแก้ไขปัญหาในภายภาคหน้า



รูปที่ 3 ตัวอย่าง Check Sheet

ที่มา : ธนกฤษ ชื่นเซ่ง. (2557). การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก.

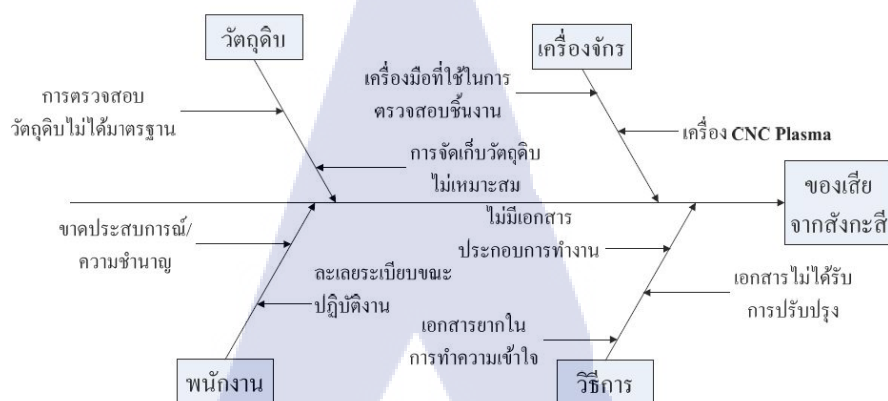
2. แผนภาพพาเรโต ใช้ในการวิเคราะห์หาอะไรคือปัญหาหลัก ที่ส่งผลให้เกิดของเสียหรือจุดบกพร่อง โดยแผนภูมินี้แสดงให้เห็นขนาดของปัญหาและเพื่อจัดการลำดับความสำคัญหลักการของ พาเรโตนั้นใช้หลัก 20/80 ส่วนน้อย 20% จะเป็นส่วนสำคัญอีก 80% จะเป็นส่วนที่ไม่สำคัญ



รูปที่ 4 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต

ที่มา : คะทชียะ โอโซตานิ. (2548). การแก้ปัญหาแบบ QC. หน้า 25.

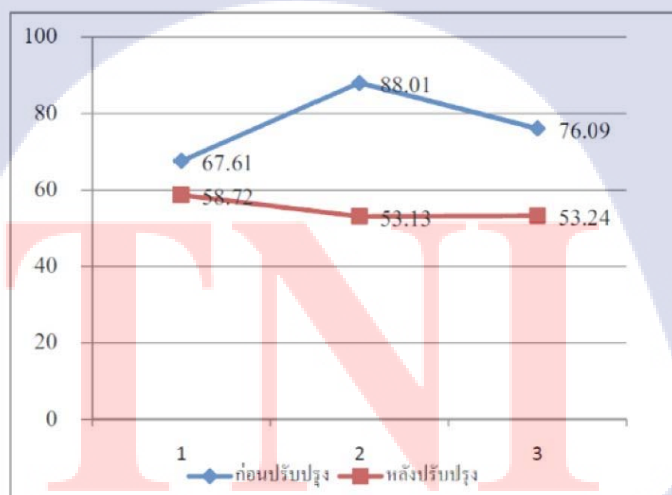
3. แผนภาพสาเหตุและผล แผนภาพสาเหตุและผลหรือ Cause and Effect Diagram หรือที่เรียกว่า แผนผังก้างปลา เป็นแผนภาพที่ใช้สำหรับพิสูจน์หาสาเหตุของสาเหตุหลักที่ได้จากการสร้างภาพพาเรโต โดยจะนำสาเหตุหลักไว้ที่หัวปลา และจะหาสาเหตุย่อยที่ทำให้เกิดปัญหาหลักไว้ที่ก้างปลา โดยสาเหตุมากส่วนน้อยมาจาก คน วิธีการ เครื่องจักร วัตถุดิบ และสิ่งแวดล้อม โดยใช้หลักการ Why Why Analysis เป็นการถามทำไมไปเรื่อยๆ



รูปที่ 5 ตัวอย่างแผนผังก้างปลา

ที่มา : อรพรรณ วิชัยเดช; และนิว เจริญใจ. (2554). การปรับปรุงงานเพื่อลดของเสียในการผลิตห้องสะอาด. ออนไลน์.

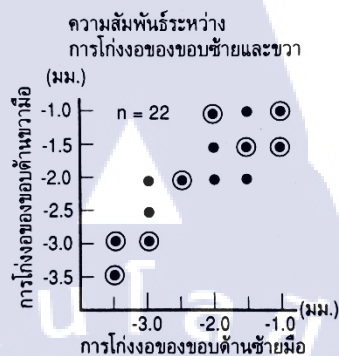
4. กราฟ เป็นแผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติที่ใช้ เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูลวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว เพื่อให้เข้าใจง่ายและรวดเร็วโดยประเภทของกราฟ จะประกอบไปด้วย กราฟเส้น กราฟแท่ง กราฟวงกลม กราฟใยแมงมุม



รูปที่ 6 ตัวอย่างกราฟ

ที่มา : อรพรรณ วิชัยเดช; และนิว เจริญใจ. (2554). การปรับปรุงงานเพื่อลดของเสียในการผลิตห้องสะอาด. ออนไลน์.

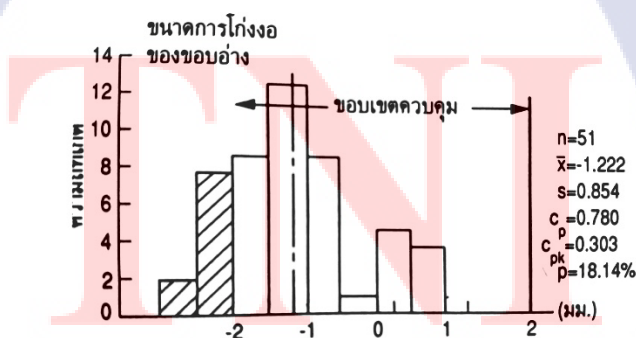
5. แผนภาพการกระจาย หรือ Scatter Diagram เป็นแผนภาพที่ใช้หาความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุและผลกันของปัญหา ว่าเป็นทิศทางเดียวกันหรือไม่ โดยแกนนอนเป็นสาเหตุและแกนตั้งเป็นผล ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ x และตัวแปรตาม y ว่ามีลักษณะแบบใด



รูปที่ 7 ตัวอย่างแผนภาพการกระจาย

ที่มา : คะทชียะ โอโซตานี. (2548). การแก้ปัญหาแบบ QC. หน้า 116.

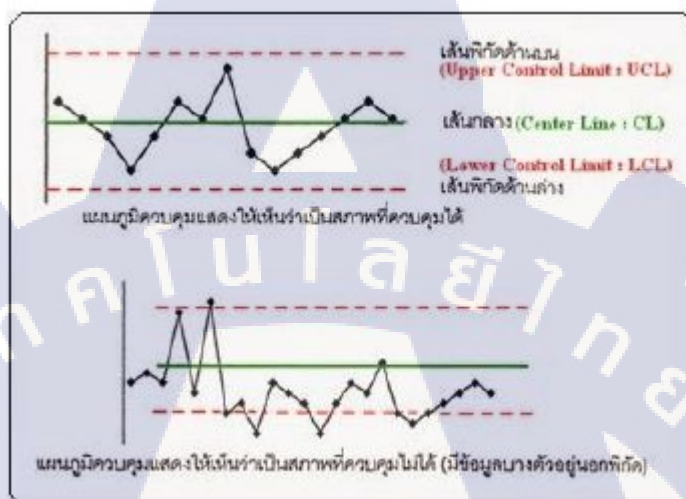
6. ฮิสโตแกรม เป็นแผนภาพการกระจายข้อมูล ซึ่งแสดงค่ากลางของปัญหา และค่าความแปรปรวนของข้อมูลฮิสโตแกรม ในรูปแบบของกราฟแท่งแบบเฉพาะ โดยแกนตั้งเป็นตัวเลขแสดงความถี่และแกนนอนเป็นข้อมูลของคุณสมบัติของสิ่งที่เราสนใจ โดยเรียงลำดับจากน้อย ที่ใช้โดย



รูปที่ 8 ตัวอย่างแผนภาพฮิสโตแกรม

ที่มา : คะทชียะ โอโซตานี. (2548). การแก้ปัญหาแบบ QC. หน้า 117.

7. แผนภูมิควบคุม เป็นแผนภูมิที่ใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุที่มีความแปรปรวนผิดปกติ หรือสาเหตุที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มาก ซึ่งในการทำแผนภูมิควบคุมจะใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์หาค่าความผิดปกติ



รูปที่ 9 ตัวอย่างแผนภาพควบคุม

ที่มา : ธนฤช ชุ่มเซ่ง. (2557). การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก. หน้า 20.

วงล้อ PDCA

PDCA คือวงจรบริหารคุณภาพย่อมาจาก P คือ Plan หรือวางแผน D คือ Do หรือปฏิบัติ C คือ Check หรือตรวจสอบ และ A คือ Act หรือการดำเนินการให้เหมาะสม ซึ่งวงจร PDCA สามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุกเรื่อง นับตั้งแต่กิจกรรมส่วนตัว เช่น การเดินทางไปทำงาน การวางแผนการเรียน การตั้งเป้าหมายชีวิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. P Plan (ขั้นตอนการวางแผน)

ขั้นตอนการวางแผนครอบคลุมถึงการกำหนดกรอบหัวข้อที่ต้องการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ซึ่งรวมถึงการพัฒนาสิ่งใหม่ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน พร้อมกับพิจารณาว่ามีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลใดบ้างเพื่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง โดยกำหนดการเก็บข้อมูลและทางเลือกที่ชัดเจน ซึ่งการวางแผนจะช่วยให้กิจการสามารถคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคตและช่วยลดความสูญเสียได้

2. D Do (ขั้นตอนการปฏิบัติ)

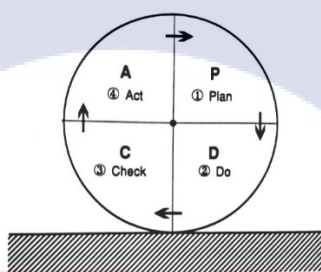
ขั้นตอนการปฏิบัติคือการลงมือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามทางเลือกที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนนี้ต้องมีการตรวจสอบระหว่างการปฏิบัติด้วยว่าได้ดำเนินการไปในทิศทางที่ตั้งใจหรือไม่ เพื่อทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เป็นไปตามแผนที่ต้องการ

3. C Check (ขั้นตอนการตรวจสอบ)

ขั้นตอนการตรวจสอบหรือประเมินผลที่ได้รับจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ทราบว่าในขั้นตอนการปฏิบัติงานสามารถบรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ แต่สิ่งสำคัญคือต้องรู้ว่าตรวจสอบอะไรบ้างบ่อยครั้งแค่ไหน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบเป็นประโยชน์

4. A Action ขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสม

ขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสมจะพิจารณาผลที่ได้จากการตรวจสอบ ซึ่งมีอยู่ 2 กรณี คือกรณีแรก ให้นำแนวทางหรือการปฏิบัติมาจัดทำเป็นมาตรฐาน กรณีที่ 2 คือผลที่ได้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามแผนที่วางไว้ ควรนำข้อมูลที่รวบรวมไว้มาวิเคราะห์และพิจารณาว่าควรดำเนินการอย่างไร



รูปที่ 10 วงล้อ PDCA

ที่มา : คะทชียะ โฮโซทานิ. (2548). การแก้ปัญหาแบบ QC. หน้า 55.

ระบบไฮดรอลิก

ไฮดรอลิกมาจากคำในภาษากรีก 2 คำคือ Hydro หมายถึงน้ำ และ Aulis ซึ่งหมายถึงท่อ ซึ่งเดิมหมายถึงการไหลของน้ำในท่อ ปัจจุบันหมายถึงการไหลของๆ เหลวทุกชนิดที่ใช้ในระบบเพื่อเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดกำลังงานในการเปลี่ยนแปลงกำลังงานของๆ ไหลให้เป็นกำลังงานกล ระบบไฮดรอลิกมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้

- อุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิก
- อุปกรณ์ควบคุมและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮดรอลิก
- อุปกรณ์สร้างการไหล
- อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน
- อุปกรณ์การทำงาน
- อุปกรณ์ในระบบท่อทาง

หน้าที่ของปั๊มไฮดรอลิก

ปั๊มไฮดรอลิกทำหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานการไหลภายใต้ความดัน น้ำมันไฮดรอลิกจะถูกดูดจากถังพักแล้วส่งออกไปตามท่อทางในระบบเพื่อใช้งานได้ การไหลของน้ำมันจะต้องมีพลังงานศักย์มากเพียงพอที่จะผ่านแรงต้านทานของระบบ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้ตัวขับเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ถ้าเป็นในที่ห่างไกลจะใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับ

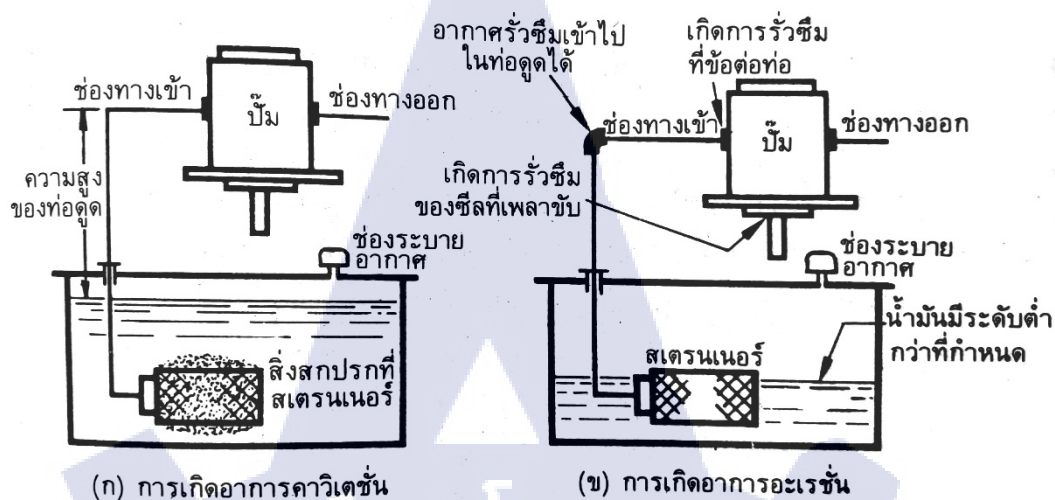
อายุการใช้งานของปั๊มไฮดรอลิกจะกำหนดเป็นชั่วโมงการทำงาน ปั๊มไฮดรอลิกทั่วไปจะมีอายุการใช้งานประมาณ 10,000 ชั่วโมงหรือ 1 ปี แต่บางชนิดจะมีอายุการใช้งาน 3-5 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการออกแบบโครงสร้างรวมทั้งวิธีการใช้งานของปั๊มแต่ละชนิด

ฟองอากาศภายในระบบปั๊ม

ฟองอากาศที่มีผสมมากับน้ำมันในท่อทางดูดเมื่อไหลเข้าไปสู่อุปกรณ์ปั๊ม ขณะทำงานจะทำให้เกิดการไหลกระแทกขึ้นภายในปั๊ม ทำให้ชิ้นส่วนทำงานภายในสึกหรอเร็วกว่ากำหนด ถ้าสังเกตจากภายนอกจะพิจารณาได้แค่เสียงในการทำงานของปั๊ม ฟองอากาศที่มาจากน้ำมันเกิดได้ 2 กรณีคือ ฟองอากาศที่เกิดจากน้ำมันเกิดการเดือดเป็นไอ เพราะเกิดความดันสุญญากาศในท่อทางดูดเพิ่มมากขึ้นหรือ Cavitation และฟองอากาศที่เกิดจากอากาศภายในรั่วเข้ามาในระบบ เรียก Aeration

อาการ Cavitation ในปั๊ม (Pump Cavitation) มีสาเหตุมาจากการที่ปั๊มดูดน้ำมันได้ไม่เพียงพอ ผลจากการเกิด Cavitation ทำให้เกิดแรงกระแทกกับชิ้นส่วนภายในอย่างรุนแรงขณะปั๊มหมุนทำงาน ทำให้ปั๊มสึกหรอเร็วกว่าปกติ สาเหตุการเกิด Cavitation นั้นมักเกิดจาก น้ำมันมีความหนืดมากเกินไป อุณหภูมิในการทำงานของน้ำมันต่ำเกินไป ใส่กรองน้ำมันในท่อทางดูดเล็กเกินไป ใส่กรองน้ำมันอุดตัน ท่อทางดูดของปั๊มมีขนาดเล็กหรือยาวเกินไป ปั๊มอยู่สูงจากถังพักน้ำมัน และความเร็วรอบ

อาการอะเรชันในปั๊ม (Pump Aeration) คือลักษณะของน้ำมันที่เข้าปั๊มเป็นฟองอากาศ เนื่องจากมีการรั่วเข้าสู่อุปกรณ์ปั๊ม สาเหตุที่เกิด อะเรชัน มีสาเหตุจาก ระดับน้ำมันในถังต่ำเกินไป ซีลที่เพลาของปั๊มเกิดการสึกหรอ ท่อน้ำมันไหลกลับสูงกว่าระดับของน้ำมัน ท่อน้ำมันรั่วหรือข้อต่อต่างๆ ขันไม่แน่น (ขวัญชัย สันทิพย์สมบุรณ์; และปานเพชร ชินินทร. 2530)



รูปที่ 11 การเกิดควิเตชันและอะเรชันในปั๊ม

ที่มา : ขวัญชัย สันทิพย์สมบูรณ์; และปานเพชร ชินินทร. (2530). ไฮดรอลิกอุตสาหกรรม. หน้า 89.

Concrete Pump

เครื่องจักรคอนกรีตปั๊มคือ เครื่องจักรที่ลำเลียงคอนกรีตโดยใช้แรงดันของกระบอกไฮดรอลิกเพื่อผลักดันคอนกรีตไหลไปยังจุดที่ต้องการ ผ่านท่อส่งคอนกรีต คอนกรีตปั๊มในปัจจุบันเข้ามามีส่วนในงานก่อสร้างต่างๆ มากมายเนื่องจากความสะดวกในการลำเลียงไปยังจุดที่คับแคบไม่สามารถทำงานได้สะดวกหรือแม้กระทั่งตึกสูงซึ่งปกติใช้ Crane ยก Bucket เท ซึ่งทำได้ล่าช้าและมีความอันตรายในการเคลื่อนย้าย เครื่องจักรคอนกรีตปั๊มได้เข้ามาลดปัญหาเหล่านี้ และทำให้การทำงานสะดวกรวดเร็วและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

ประเภทของเครื่องจักรคอนกรีตปั๊ม

เครื่องจักรคอนกรีตปั๊มแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1. Stationary Pump เป็นเครื่องจักรแบบตั้งอยู่กับที่ตัวเครื่องจักรนั้นติดตั้งบนล้อลากสามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยการพ่วงลากจูงด้วยรถบรรทุก ตัวเครื่องจักรจะแยกกับท่อส่งคอนกรีต เครื่องจักรประเภทนี้เหมาะกับงานที่ไม่ต้องเคลื่อนย้ายบ่อย มีระยะทางในการส่งคอนกรีตไกล



รูปที่ 12 เครื่องจักรคอนกรีตปั๊มแบบ Stationary

2. Mobile Pump หรือเรียก Moli Pump เป็นเครื่องจักรที่พัฒนามาจาก Stationary Pump โดยทำการติดตั้งเครื่องจักรบนรถบรรทุกหกล้อหรือสิบล้อ เครื่องจักรชนิด Mobile Pump พัฒนามาเนื่องจากเครื่องจักร Stationary Pump ซึ่งมีข้อจำกัดในด้านความคล่องตัวในการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรไปยังจุดต่างๆ เครื่องจักร Mobile Pump นี้ก็จะเข้ามาลดข้อจำกัดในด้านนี้ ลักษณะการทำงานของเครื่องจักร Mobile Pump จะเหมือนกับเครื่องจักร Stationary Pump คือต้องทำการต่อท่อลำเลียงคอนกรีตต่างหากไปยังจุดที่ต้องการเท



รูปที่ 13 เครื่องจักรคอนกรีตปั๊มแบบ Moli

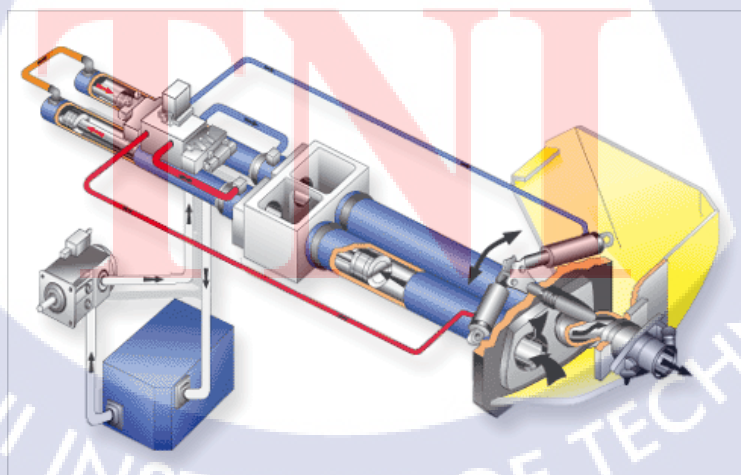
3. Boom Pump เป็นเครื่องจักรคอนกรีตปั๊มที่ติดตั้งท่อลำเลียงคอนกรีตอยู่ด้วยกัน โดยทั้งหมดนี้ติดตั้งอยู่บนรถบรรทุก 10 ล้อ และ 12 ล้อ ระยะในการลำเลียงคอนกรีตนี้ขึ้นอยู่กับความยาวของ แขน (Boom) ที่มีท่อติดตั้งอยู่ เหมาะกับงานที่ต้องมีการเคลื่อนย้ายจุดเทไปยังที่ต่างๆ ทำได้รวดเร็ว และประหยัดกำลังคน



รูปที่ 14 เครื่องจักรคอนกรีตปั๊มแบบบูม

การทำงานของคอนกรีตปั๊ม

ลักษณะการทำงานของเครื่องจักรคอนกรีตปั๊ม ทำงานโดยใช้แรงผลักดันจากระบบ Hydraulic Pump ซึ่ง Pump Hydraulic จะทำการปั๊มน้ำมันเข้าสู่กระบอกไฮดรอลิกเพื่อทำการขับเคลื่อนลูกสูบที่ต่อกับแกนกระบอกไฮดรอลิกอยู่ในกระบอกคอนกรีตให้ดูดคอนกรีตที่อยู่ในถังใส่คอนกรีต (Hopper) เมื่อถึงจังหวะที่ S Valve สลับมาฝั่งกระบอกที่ดูดคอนกรีตไว้แล้วนั้น Pump Hydraulic ก็ปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกเข้าไปยังกระบอกไฮดรอลิกอีกกระบอกเพื่อดันคอนกรีตเข้าไปท่อส่งคอนกรีตโดยผ่านวาล์วในถังคอนกรีตและทำสลับไปมาเรื่อยๆ



รูปที่ 15 การทำงานของเครื่องจักรคอนกรีตปั๊ม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เชกสรร สิงห์ธนู (2550) ได้ศึกษาวิจัยการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรสายการบรรจุน้ำยาทำความสะอาดสุขภัณฑ์ โดยเริ่มจากศึกษาข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงงาน ซึ่งมีทั้งหมด 3 สายการผลิต จึงได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของเครื่องจักรพบว่า สายการผลิต Ped Rotary มีค่าประสิทธิภาพโดยรวมต่ำที่สุด อยู่ที่ 73.70% จึงได้ทำการวิเคราะห์ 3 ปัจจัยของประสิทธิภาพโดยรวม และนำมาหาแนวทางแก้ปัญหาสายการผลิต จากการศึกษาค้นคว้าหาสาเหตุที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรนั้น เกิดจากการลดลงของความเร็วของเครื่องจักร ซึ่งมักมีปัญหาจากการหยุดกะทันหันของเครื่องจักร จากนั้นจึงใช้เครื่องมือ IE 7 Tools โดยใช้แผนผังก้างปลา ในการหาสาเหตุ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์มาแล้วนั้นเกิดจาก 2 ประการดังนี้ 1. ระบบงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันเดิมไม่มีประสิทธิภาพ 2. สภาพพื้นฐานของเครื่องจักรเก่าเนื่องจากขาดการดูแลรักษา จึงดำเนินการจัดทำแผนการบำรุงรักษาและกำหนดมาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักร หลังจากการดำเนินกิจกรรมต่างๆ แล้ว พบว่าความถี่และเวลาสูญเสียลดลง อัตราการเดินเครื่องมีค่าสูงขึ้น ทำให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากเดิม 73.70% เป็น 84.10% และค่า MTBF เพิ่มขึ้นจาก 5,670 นาฬิกา เป็น 7,146 นาฬิกา

ธนรัตน์ รัตนกุล (2560) ได้ศึกษาวิจัยการบำรุงรักษาที่ผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม เพื่อเพิ่มค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมเหล็กรูปพรรณ ซึ่งพบปัญหาเครื่องจักรในการผลิตหลัก คือ การหยุดชะงักของเครื่องจักร การใช้เวลาในการหยุดปรับตั้งเครื่อง ซึ่งส่งผลทำให้เสียเวลาและการผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมาย จึงได้เริ่มทำการปรับปรุงเริ่มจากเรื่องที่ 1 การปรับปรุงเฉพาะเรื่องโดยเลือกการลดเวลาปรับตั้งหัวอาร์คของเครื่องทอตะแกรงไวร์เมช โดยใช้เครื่องมือ Why Why Analysis และได้ทำการออกแบบเครื่องมือที่ช่วยในการปรับตั้ง ผลจากการปรับปรุงพบว่าสามารถลดการใช้คนงานในการปรับตั้งจากเดิม 4 คน เหลือ 2 คน ลดเวลาในการปรับตั้งหัวอาร์คบนจาก 30 นาที เป็น 16 นาที และหัวอาร์คล่างจาก 19 นาที เป็น 7.30 นาที เรื่องที่ 2 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง โดยเริ่มจากการให้พนักงานทำความสะอาดเครื่องจักรเบื้องต้นเพื่อทำการตรวจสอบการแตกหักชำรุด การรั่วซึมของของเหลว การตรวจจุดล้าบกในการทำความสะอาด เมื่อทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วนั้นจึงเริ่มทำการติด TAG ในจุดที่พบว่ามี การตรวจสอบยากลำบากและจัดทำทะเบียน จากนั้นจึงทำการสร้างมาตรฐานการทำความสะอาดและหล่อลื่น เพื่อให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา ตรวจสอบ ซึ่งผลจากการดำเนินงานเรื่องการบำรุงรักษาด้วยตนเองนั้น สามารถลดเวลาในการทำความสะอาดเครื่องจักรลงจากเดิมใช้เวลา 76 นาที เป็น 63 นาที เรื่องที่ 3 การบำรุงรักษาตามแผน โดยเริ่มจากการเก็บข้อมูลของเครื่องทอตะแกรงไวร์เมช เพื่อเก็บข้อมูลว่าเหตุใดบ้างที่ทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน หลังจากเก็บข้อมูลพบว่าสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรหยุดทำงานคือใบเลื่อยแตกร้าว หลังจากนั้นจึงใช้เครื่องมือ Why Why Analysis ในการวิเคราะห์หาต้นตอสาเหตุที่ทำให้ใบเลื่อยแตกร้าว ซึ่งแบ่งเป็น 2 สาเหตุ คือ เครื่องรับใบเลื่อยปรับองศาไม่ได้และไม่มีวาล์วหรือลม

เพื่อตั้งแรงดัน จากนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงปัญหาโดยทำการซ่อมให้สามารถปรับองศาได้และติดตั้งวาล์วหรือลมเข้าไป ผลจากการปรับปรุงพบว่าเครื่องจักรหยุดทำงานเนื่องจากใบเลื่อยแตกร้าวลดลงจาก 71.75 ครั้ง เป็น 27.75 ครั้ง ในระยะเวลาก่อนและหลังปรับปรุง 6 เดือน เท่ากัน ซึ่งผลจากการปรับปรุงส่งผลให้ค่า OEE ของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นหลังจากการปรับปรุงจากเดิมอยู่ที่ร้อยละ 34.98 เป็น ร้อยละ 49.09

จิรวิทย์ แก้วเวชบุตร (2555) ได้ศึกษาวิจัย การประยุกต์ทฤษฎีการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีสำหรับการบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบทวีผล โดยศึกษาหาปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อการยอมรับและมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมของพนักงาน โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล การวิจัยวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลสูงสุดเริ่มจากการนำค่า OEE ของเครื่องจักรแต่ละเครื่องมาเปรียบเทียบเพื่อคัดเลือกลำดับเป็นเครื่องจักรต้นแบบในการทำวิจัย และจากนั้นทำการเก็บข้อมูลแบบสอบถามกับพนักงานที่ปฏิบัติงานในแต่ละเครื่องจักร และนำมาวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลสูงสุด ด้วยเทคนิคสถิติวิเคราะห์สังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์จากโปรแกรม LISREL ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า ความคาดหวังต่อผลการปฏิบัติงาน เป็นอิทธิพลที่ส่งผลมากที่สุด 2. วิจัยการปรับปรุงพฤติกรรมของพนักงานการมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมการปรับปรุงอย่างเจาะจง โดยการใช้กลยุทธ์การนำดัชนีวัดผลการปฏิบัติงาน (KPI) เข้ามาใช้ในการปรับปรุงพฤติกรรมการมีส่วนร่วมของพนักงาน จากผลการปรับปรุงพบว่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เพิ่มขึ้นจากเดิม 73.09% เป็น 81.42%

ธีระศักดิ์ พรหมเสน (2556) ได้ศึกษาวิจัย การบำรุงรักษาตามสภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกรณีศึกษา โรงงานผลิตเครื่องดื่ม เป็นการศึกษาเพื่อลดเวลาอันเกิดจากปัญหาเครื่องจักรขัดข้องในระหว่างการผลิต โดยการคัดเลือกและวิเคราะห์เครื่องจักรตามความวิกฤติและวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการ โดยเริ่มจากการศึกษาสภาพปัจจุบันของโรงงานพบว่า ที่กระบวนการผลิตเครื่องดื่มชนิดพร้อมดื่ม มีค่าความพร้อมของเครื่องจักร 84.57% ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ที่ 95.40% ซึ่งสาเหตุหนึ่งเกิดจากการขัดข้องของเครื่องจักรบ่อยครั้ง จากนั้นใช้เครื่องมือกราฟพาเรโตในการแสดงสัดส่วนของเวลาที่เครื่องจักรเสียหาย 80% ของเวลาเพื่อนำไปทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันแก่เครื่องจักร ซึ่งได้ทั้งหมด 3 เครื่อง ได้แก่ 1. Filler & Capper 2. Labeller 3. Rinser และใช้แผนภูมิแกงปลาเพื่อแสดงสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องขัดข้องบ่อย จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์อาการที่ผิดปกติและผลกระทบของความเสียหายของเครื่องจักร หลังจากทำการวิเคราะห์อาการและผลกระทบของความเสียหายแล้วพบชิ้นส่วนที่มีความเสี่ยงสูงคือ อุปกรณ์หัวชุดจ่ายสุรา ซึ่งมีค่า RPN เท่ากับ 1,000 จึงให้ความสำคัญในการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จากนั้นจึงได้เริ่มกำหนดมาตรฐานในการบำรุงรักษาต่างๆ เพื่อให้เป็นมาตรฐานในการนำไปใช้ ซึ่งหลังจากทำการปรับปรุงนั้นพบว่า สามารถเพิ่มค่าความพร้อมการใช้งานของเครื่องจักรเป็น (Machine Availability) 96.45 %ต่อเดือน เวลาเฉลี่ยในการ

ซ่อมลดลง (MTTR) จาก 20.06 ชั่วโมง/เดือน เป็น 4 ชั่วโมง/เดือน ค่าเฉลี่ยระยะเวลาระหว่างเกิดเหตุขัดข้อง (MTBF) สูงขึ้นจาก 101.12 ชั่วโมง/เดือน เป็น 121.12 ชั่วโมง/เดือน

เทิดศักดิ์ เพ็ชรสะหัย (2554) ได้ศึกษาวิจัยการนำค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระป๋องอาหาร โดยเริ่มจากการศึกษาสภาพปัจจุบันด้านต่างๆ ของโรงงานและศึกษาที่มาของปัญหาพบว่า บริษัทมีนโยบายต้องการลดต้นทุนการผลิต จึงต้องการลดความสูญเสียเปล่า 6 ประการลง เพื่อเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ให้สูงขึ้น ซึ่งพบว่าค่า OEE นั้นน้อยกว่าเป้าหมาย จึงได้ทำการแยกประเภทของความสูญเสียเปล่าโดยใช้เครื่องมือ Check Sheet ในการเก็บข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลมาจึงนำ PM-Analysis มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุต้นตอของปัญหา โดยใช้กราฟพาเรโตเพื่อแยกสาเหตุปัญหา พบว่าสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรเสียเวลามากที่สุดคือ และใช้เครื่องมือ Why Why Analysis มาวิเคราะห์หาสาเหตุ และทำการจัดทำ QM Matrix เพื่อแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของคุณภาพและค่าเกณฑ์มาตรฐานในส่วนต่างๆ จากการดำเนินงานพบว่า สามารถเพิ่มค่า OEE ของเครื่องจักรมีค่าเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 85 และค่า OEE ที่เพิ่มขึ้นนี้ส่งผลให้เพิ่มปริมาณผลผลิตจากเดิม 83.13% เป็น 92.12%

ชัยวัฒน์ กิตติ (2555) ได้ศึกษาวิจัย การมีส่วนร่วมของพนักงาน โรงงานผลิตอาหารสัตว์ ในการดำเนินกิจกรรม TPM เป็นการศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของพนักงานในการดำเนินกิจกรรม TPM ต่อการบริหารงานคุณภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน จากการศึกษาพบว่าระดับการมีส่วนร่วมของพนักงานอยู่ในระดับปานกลาง โดยเรียงลำดับดังนี้ อันดับหนึ่งการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติตามกิจกรรม อันดับสองคือการมีส่วนร่วมในการวางแผน พนักงานได้มีการนำความรู้เรื่อง TPM ไปปรับใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน เช่น การนำ 5ส มาใช้หรือการนำวิธีการค้นหาสาเหตุของกระบวนการทำงานของเครื่องจักร มาปรับใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

กษิรัช สนธิเปล่งศรี (2555) ได้ศึกษาวิจัย การปรับปรุงประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องฆ่าเชื้อ เป็นการศึกษาการลดอัตราการเสียหายของเครื่องฆ่าเชื้อ และทำแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยใช้หลักการพาเรโตในการจำแนกปัญหาและใช้เครื่องมือ Why Why Analysis ในการหาต้นตอของปัญหา ผลจากการปรับปรุงพบว่า เครื่องฆ่าเชื้อมีอัตราเสียหายลดลงจากก่อนหน้ามีอัตราการเสียหายเฉลี่ยร้อยละ 1.45 ของเวลาการผลิต เป็นร้อยละ 0 ของเวลาการผลิต

ดุสิต สิงห์พรหมมาศ (2555) ได้ศึกษาวิจัย การเพิ่มประสิทธิผลโดยรวม ของเครื่องมือกลด้วยระบบงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ของบริษัทผลิตน้ำอัดลม ในเครือทั้งหมด 6 โรงงาน โดยเริ่มจากการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปหาสาเหตุและต้นตอของปัญหาที่ทำให้เครื่องจักรหยุดกะทันหัน จากนั้นจึงนำไปหาวิธีการปรับปรุงแก้ไข และนำไปใช้ โดยมีตัวชี้วัดของงานวิจัยคือค่าเวลาในการดำเนินการซ่อมเครื่องจักร ค่าเวลาการเดินเครื่องเฉลี่ย และนำสถิตินั้นมาเปรียบเทียบกับก่อน

และหลังการปรับปรุง ซึ่งจากการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยระหว่างการเสียของเครื่องจักร เพิ่มขึ้นจาก 192.66 ชั่วโมงต่อครั้ง เป็น 486.76 ชั่วโมงต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 152.65 และค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมลดลงจาก 7.11 ชั่วโมงต่อครั้งเป็น 0.39 ชั่วโมงต่อครั้ง หรือลดลงร้อยละ 94.51 และค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องกล เพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ยร้อยละ 74.18 เป็น 86.00

ธนา รุ่งโรจน์โชติสกุล (2559) ได้ศึกษาวิจัย การวางแผนการบำรุงรักษาสายการผลิต Heat Treatment โดยวิจัยเกี่ยวกับ ผลของการไม่ทำการบำรุงรักษาตามคู่มือของเครื่องจักร ในสายการผลิต Heat Treatment ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในตัวเครื่องจักร ดำเนินการวิจัยโดยการสำรวจสภาพปัจจุบันเพื่อหาปัญหา และใช้เครื่องมือ แผนผังก้างปลาในการแสดงสาเหตุของปัญหา จากนั้นจึงใช้เครื่องมือ การบำรุงรักษาตามระยะเวลา (TBM) ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการ นำ วิธีการบำรุงรักษาตามระยะเวลา เข้ามาแก้ใขนั้นช่วยให้ปัญหาของเครื่องจักรเสียลดน้อยลง

นิวัฒน์ ธาดาสีห์ (2556) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการบำรุงรักษาด้วยตนเอง กรณีศึกษาแม่พิมพ์ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยศึกษาการนำการบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยตนเอง มาช่วยในการดูแลเครื่องจักร ไม่ว่าจะเป็นการประเมินความรู้ความสามารถในการดูแลรักษาหรือการนำ AM TAG เพื่อเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ให้สูงขึ้น ซึ่งจากผลการวิจัยและดำเนินการพบว่า ลดเวลาการ Breakdown ของเครื่องจักรลงได้ 20.7% และยังสามารถเพิ่มยอดการผลิตได้เพิ่มขึ้น 12.6% และค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสูงขึ้นกว่าในงวดงบประมาณแรก 12.7%

ราเมซวาร์ ซิงห์ (Rameshwar Singh. 2013) ได้ศึกษาการวิจัยเกี่ยวกับการนำ TPM ปรับปรุงเครื่องจักร CNC ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งจากสถานการณ์ปัจจุบันพบว่าเกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิตทั้งในส่วนของเครื่องจักร การทำงานของพนักงาน และส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งส่งผลต่อเวลาในการทำงานของบริษัทและชื่อเสียงที่เสียไปจึงต้องการนำ TPM ไปปรับใช้เพื่อลดการเกิดการสูญเสียให้น้อยลงและเพิ่มประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรม 5ส. เป็นลำดับแรกเพื่อปรับปรุงพื้นที่การทำงานให้สะดวกและง่ายต่อการปฏิบัติงานและดำเนินการตรวจสอบการปฏิบัติตามกิจกรรมโดยใช้เครื่องมือ Check Sheet จากนั้นผู้วิจัยดำเนินกิจกรรม Autonomous Maintenance เพื่อให้ผู้ใช้เครื่องจักรมีส่วนร่วมในการรับผิดชอบดูแลรักษาเครื่องจักรโดยได้ทำการอบรมให้ผู้ใช้รู้ถึงวิธีการบำรุงรักษาประจำวัน และสอนให้สามารถทำการบำรุงรักษาเบื้องต้น เช่นการทำความสะอาดเครื่องจักร การหล่อลื่นและการขันแน่นตามจุดตรวจสอบต่างๆ โดยมีพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงเป็นผู้ช่วยในการให้คำแนะนำและดำเนินกิจกรรม การดำเนินกิจกรรม Planed Maintenance โดยทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์เพื่อป้องกันการ Break Down ของเครื่องจักรในชิ้นส่วนที่สำคัญ การอบรมให้แก่วิศวกรซ่อมบำรุงเพื่อให้รู้ถึงขั้นตอนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งกิจกรรมนี้เกิดจากความร่วมมือของทั้งผู้ใช้และพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง และทำให้ผู้ใช้สามารถแจ้งถึงปัญหาหรือสิ่ง

ผลิตปกติและแก้ไขได้ทันเวลาที่ การดำเนินกิจกรรม Kaizen ปรับปรุงที่เก็บอุปกรณ์โดยใช้เครื่องมือ Poka Yoke ทำให้ง่ายต่อการใช้งานและตรวจสอบ การใช้เครื่องมือแผนผังก้างปลาในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่น้ำยาหล่อเย็นรั่วและแก้ไขปัญหาและการปรับปรุงพื้นที่การวางเครื่องจักรเนื่องจากการซื้อเครื่องจักรใหม่ ซึ่งผลทำให้ลดเวลา Break Down ของเครื่องจักรจาก 4 นาทีเหลือ 0 นาที ประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจาก 63% เป็น 79%

เมเลส เวคเน เวคจีร่า; และอาจิต พาล ซิงห์ (Melesse Workneh Wakjira; and Ajit Pal Singh. 2012) ได้ศึกษาการวิจัยเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรม TPM ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของโรงงานมอลต์ ในเอธิโอเปีย โดยมีตัวชี้วัดความสำเร็จคือค่า OEE โดยผู้วิจัยมุ่งเน้นไปที่การมีส่วนร่วมสำคัญต่างๆ ของปัจจัยในความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรม TPM เช่น ความเป็นผู้นำด้านการบริหารระดับสูงและการมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาเครื่องจักรทั้งในรูปแบบดั้งเดิมและการบำรุงรักษาโดยนำหลัก TPM มาประยุกต์ใช้ โดยผู้วิจัยเริ่มปรับปรุงจากการทำ Master Plan โดย TPM Team กำหนดขอบเขตและจุดสนใจในการดำเนินกิจกรรม TPM รวบรวมข้อมูลประสิทธิภาพพื้นฐานต่างๆ และกำหนดเป้าหมายการดำเนินกิจกรรม ปรับปรุง Autonomous Maintenance โดย TPM Team ได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับวิธีการและเครื่องมือต่างๆ ของ TPM และเรื่อง Visual Controls พนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงจะทำการอบรมผู้ใช้เครื่องจักรให้เข้าใจถึงวิธีการบำรุงรักษาเครื่องตามตารางการบำรุงรักษาและรวมถึงขั้นตอนการทำงานให้ปลอดภัย Planged Maintenance โดยพนักงานซ่อมบำรุงเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และกำหนดความต้องการพื้นฐานในการบำรุงรักษา สร้างเครื่องมือในการติดตามวัดประสิทธิภาพการดำเนินกิจกรรม และนำตารางการบำรุงรักษาพื้นฐานรวมกับตารางการผลิตเพื่อป้องกันการติดขัดด้านเวลาในการดำเนินกิจกรรม Maintenance Reduction นำข้อมูลการซ่อมบำรุงที่รวบรวมไว้แบ่งปันให้กับผู้จัดหาอุปกรณ์ เพื่อออกแบบอุปกรณ์ให้ลดการซ่อมบำรุงในอุปกรณ์รุ่นต่อไป โดยเจ้าหน้าที่ฝ่ายบำรุงรักษาจะมีแผนการสำหรับการวิเคราะห์อุปกรณ์เป็นระยะตามตารางเวลาเพื่อนำข้อมูลไปทำการพัฒนา ข้อมูลที่นำไปวิเคราะห์นั้นจะถูกนำไปเพิ่มในฐานข้อมูลเพื่อประมาณการความต้องการในการซ่อมบำรุง และการนำข้อมูลประมาณการเหล่านี้ไปกำหนดนโยบายในการเก็บอะไหล่ จากการดำเนินกิจกรรมทั้งหมดพบว่า จากเดิมค่า OEE ในด้าน Availability ที่ส่งผลให้ค่า OEE ต่ำเนื่องจากมีการ Break Down ของเครื่องจักรสูงถึง 57 ชั่วโมง เมื่อทำการปรับปรุงแล้วนั้นลดเวลาการ Break Down เหลือ 16.25 ชั่วโมง และค่า Availability สูงขึ้นจาก 90% เป็น 96% และส่งผลให้ค่า OEE เพิ่มจาก 70.35% เป็น 80.23% หลังจากปรับปรุง

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

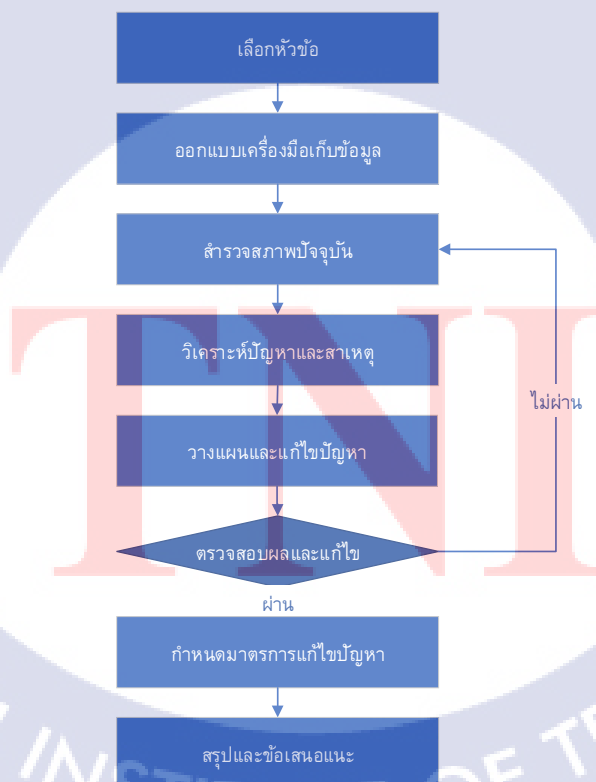
ในบทที่ 3 เป็นวิธีการดำเนินงานวิจัย โดยการศึกษาจากสถานการณ์จริงโดยการ ใช้เครื่องมือ TPM เข้ามาช่วยปรับปรุงการซ่อมบำรุงเครื่องจักรให้ดียิ่งขึ้น โดยมีหัวข้อหลักดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการดำเนินการ

ในการดำเนินการปรับปรุงเครื่องจักรเพื่อให้ลดปัญหาการเสียหายขณะปฏิบัติงานของเครื่องจักรโดยเริ่มจาก

1. การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง

การปรับปรุงเฉพาะจุดหรือ Focus Improvement เนื่องจากต้องการลดปัญหาเครื่องจักรเสียหายขณะปฏิบัติงาน และลดงานซ่อมเนื่องจากการเสียหายของเครื่องจักรขณะปฏิบัติงาน โดยมีขั้นตอนดำเนินการต่อไปนี้



รูปที่ 16 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1.1 เลือกหัวข้อเรื่อง โดยเลือกจากสถานที่ทำงาน คือการนำเสาของ TPM เรื่อง การปรับปรุงเฉพาะและการบำรุงรักษาด้วยตนเองมาประยุกต์ใช้กับการซ่อมบำรุง เนื่องจากสามารถเก็บข้อมูลได้ และเป็นประโยชน์ต่อบริษัท ผู้จัดทำจึงเลือกเครื่องจักร Concrete Pump ทุกเครื่องในการจัดทำ

1.2 ออกแบบเครื่องมือเก็บข้อมูล โดยการใช้ ใบงานการซ่อมบำรุงเพื่อเก็บสถิติในการซ่อมบำรุงของเครื่องจักรเพื่อให้รู้ว่าในระบบต่างๆ ของเครื่องจักรนั้นมีระบบใดที่มีการเสียบ่อยโดยเริ่มจากการออ

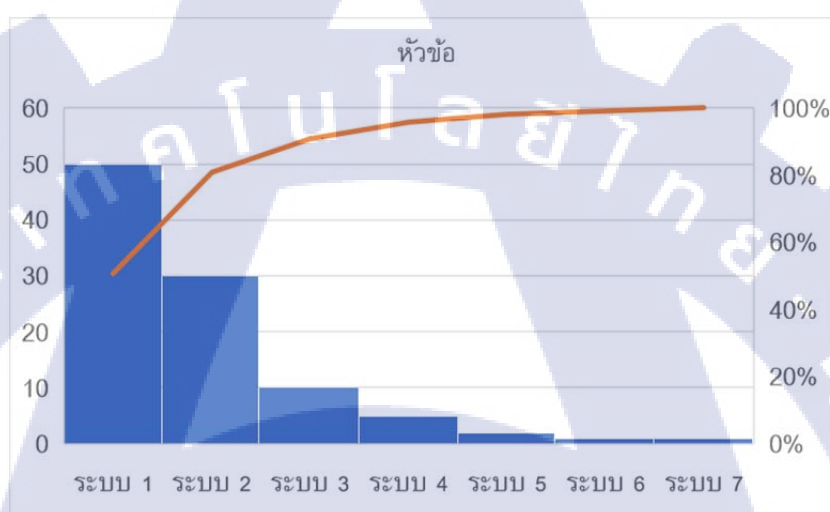
โลโก้องค์กร	ข้อมูลทั่วไป
Check list ระบบที่ทำการซ่อม	
วิธีการแก้ไข	
รายละเอียดการใช้อะไหล่	
รายละเอียดเวลาในการซ่อม	
ลายเซ็นผู้เกี่ยวข้อง	

รูปที่ 17 รูปแบบใบงานในการเก็บข้อมูลซ่อมบำรุง

1.3 สํารวจสภาพปัจจุบัน โดยทำการสํารวจสภาพปัจจุบันของเครื่องจักรในแต่ละเครื่องโดยการศึกษาที่หน้างานจริงเพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของเครื่องจักรนั้นมีลักษณะเป็นอย่างไรรวมถึงวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักร

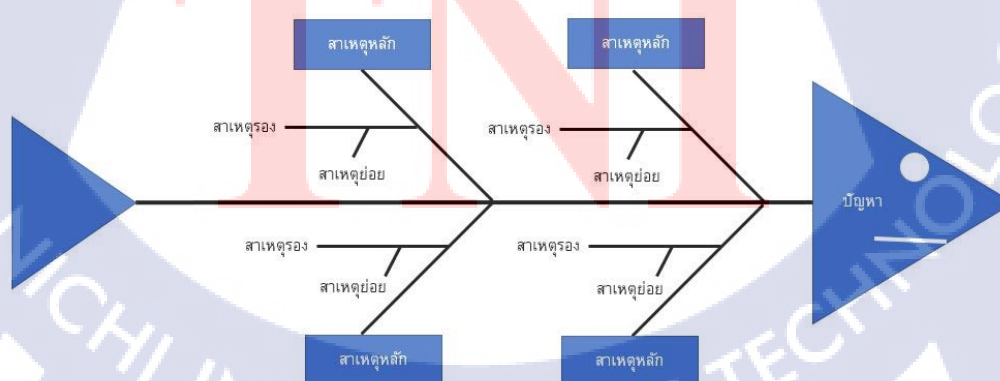
1.4 วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุโดยใช้เครื่องมือกลุ่ม QC 7 Tools ได้แก่ แผนภูมิ Pareto, แผนผังก้างปลา Why Why Analysis ในการวิเคราะห์หาต้นตอและสาเหตุของปัญหา

- แผนภูมิพาเรโต ใช้เพื่อแสดงรายละเอียดจำนวนการเสียในระบบต่างๆ ของเครื่องจักรโดยใช้หลักของกฎ 80:20 คือสาเหตุหลัก 20% ส่งผลให้เกิดผลลัพธ์ 80%



รูปที่ 18 แผนภูมิพาเรโต

- แผนภูมิพาเรโต ใช้เพื่อแสดงรายละเอียดจำนวนการเสียในระบบต่างๆ ของเครื่องจักรโดยใช้หลักของกฎ 80:20 คือสาเหตุหลัก 20% ส่งผลให้เกิดผลลัพธ์ 80%



รูปที่ 19 แผนผังก้างปลา

1.5 วางแผนและแก้ไขปัญห เมื่อทำการวิเคราะห์และหาสาเหตุของปัญหาได้แล้ว นั้น จึงนำมาวางแผนและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาดังนี้

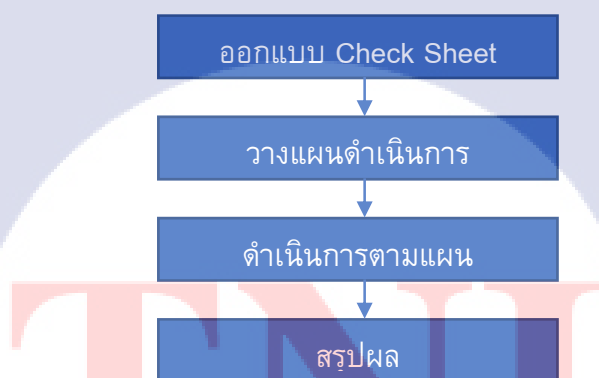
1.6 ตรวจสอบผลการแก้ไขปัญห เมื่อวางแผนและแก้ไขปัญหแล้ว ทำการตรวจสอบผลในการนำแผนหรือแนวทางการแก้ไขไปดำเนินการ ว่าสามารถแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นได้หรือไม่ หากไม่สามารถแก้ไขได้กลับไปวิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นต้นตอใหม่

1.7 การกำหนดมาตรการแก้ไขปัญห หากผลการตรวจสอบการแก้ไขปัญหานั้น สามารถแก้ไขปัญหได้จริงแล้ว จึงนำมาวิธีการแก้ไขปัญหานั้นมากำหนดเป็นมาตรการ

1.8 สรุปและข้อเสนอแนะ สรุปการแก้ไขและแผนการบำรุงรักษา

2. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง

การนำวิธีการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ขั้นตอนที่ 1 การทำความสะอาดและตรวจสอบ มีการประยุกต์ใช้กับการบำรุงรักษาเครื่องจักรคอนกรีตปั๊มให้เหมาะสมกับสภาพงานเป้าหมาย คือหาจุดบกพร่องของเครื่องจักรที่อาจส่งผลให้เครื่องจักร Break Down หรือเกิดอันตรายได้ในอนาคต โดยเริ่มการทำความสะอาดเครื่องจักรให้สะอาดและทำการตรวจสอบจุดบกพร่องของเครื่องจักรทำการแก้ไขหากสามารถทำได้ บำรุงรักษาด้วยการหล่อลื่นจุดต่างๆ และขันแน่น บันทึจุดที่ยังไม่สามารถแก้ไขได้ทันทีเพื่อรวบรวมข้อมูลและวางแผน

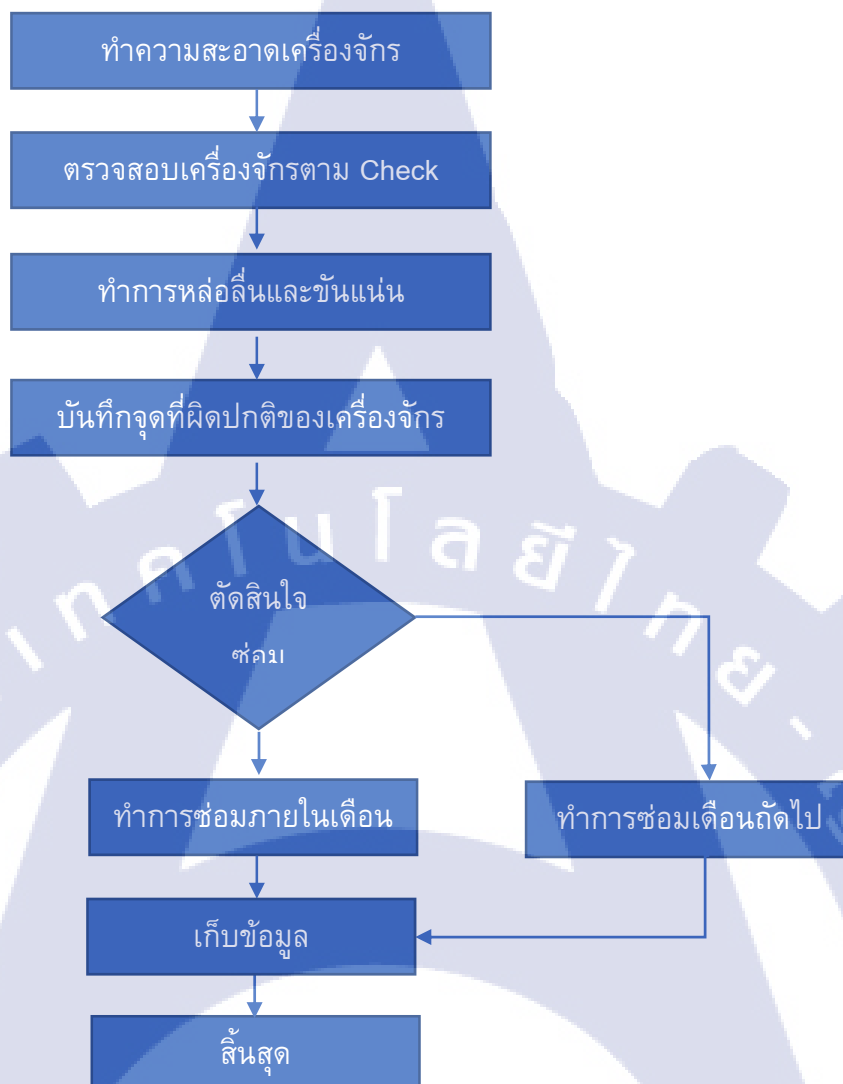


รูปที่ 20 ขั้นตอนการดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

2.1 การออกแบบใบตรวจเช็คเครื่องจักร โดยเน้นรายการในการตรวจสอบทุกจุด และละเอียดกว่าการตรวจเช็คประจำวัน

2.2 วางแผนดำเนินการ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนวางแผนดำเนินการในการดำเนินกิจกรรม Autonomous Maintenance ให้กับเครื่องจักรในแต่ละเครื่อง

2.3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการลงมือดำเนินกิจกรรม Autonomous Maintenance โดยดำเนินการในขั้นตอนที่ 1 คือ การทำความสะอาดและตรวจสอบ



รูปที่ 21 ขั้นตอนในการดำเนินการตามแผน

- ทำความสะอาดเครื่องจักร เป็นขั้นตอนการทำความสะอาดเครื่องจักรโดยเริ่มจากด้านบนลงสู่ด้านล่างเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบเช็คเครื่องจักร
- ตรวจสอบเครื่องจักรตาม Check Sheet เป็นขั้นตอนการตรวจสอบเครื่องจักรโดยละเอียดตามรายการที่ได้กำหนดไว้หากมีรายการที่ตกหล่นจะทำการเพิ่มเติมทันที
- ทำการหล่อลื่นและขันแน่น เป็นขั้นตอนการบำรุงรักษาหล่อลื่นจุดต่างๆ และขันแน่นรวมถึงแก้ไขในจุดที่บกพร่องที่ผู้ใช้สามารถแก้ไขเองได้
- บันทึกจุดที่ผิดปกติของเครื่องจักร เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้เพื่อบันทึกว่ามีจุดบกพร่องกี่จุดสามารถแก้ไขได้กี่จุด

- ตัดสินใจซ่อม เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลที่ได้มาตัดสินใจในการซ่อมบำรุง หากเป็นสิ่งที่เร่งด่วนเสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายหรือเป็นสิ่งที่สามารถซ่อมได้ง่ายค่าใช้จ่ายน้อยจะดำเนินการซ่อมบำรุงทันทีหากมีความเสี่ยงน้อยหรือไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานมากจะทำการซ่อมเดือนถัดไป

- เก็บข้อมูล เป็นขั้นตอนการเก็บข้อมูลการซ่อมบำรุงโดยแบ่งเป็นส่วนที่ดำเนินการแล้วและรอดำเนินการเดือนถัดไป

2.4 สรุปผลการดำเนินการ เป็นขั้นตอนการสรุปผลหลังจากดำเนินกิจกรรมว่าได้พบสิ่งใด แก้ไขไปแล้วหรือไม่ มีวิธีดำเนินการต่ออย่างไร

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ได้แก่ เครื่องจักร Boom Pump และ Moli Pump ของ บริษัท พาวเวอร์บีม จำกัด ทั้งหมด 21 เครื่อง ซึ่งมีลักษณะการทำงานที่คล้ายกัน

ข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้เก็บข้อมูลของเครื่องจักรคอนกรีตปั๊มทุกเครื่อง โดยเก็บข้อมูลการซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่มีการดำเนินการซ่อมบำรุงในแต่ละครั้งเพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรต้องหยุดทำการซ่อมบำรุงบ่อยครั้งที่สุดเพื่อทำการหาสาเหตุและทำการปรับปรุง

TNI

บทที่ 4

ผลสรุปการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ในบทที่ 4 เป็นบทสรุปและข้อเสนอแนะ โดยคิดวิเคราะห์ตามแผนผังการวิจัยโดยลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ผลการออกแบบเครื่องมือเก็บข้อมูล
2. ผลจากการสำรวจสภาพปัจจุบัน
3. การดำเนินการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง
 - ปัญหาปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหาย
 - วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหาย
 - ดำเนินการแก้ไขปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหาย
 - ตรวจสอบผลการแก้ไขปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหาย
 - กำหนดมาตรการการแก้ไขปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหาย
 - ปัญหาแชนรับน้ำหนักของรถบรรทุกหัก
 - วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุแชนรับน้ำหนักของรถบรรทุกหัก
 - ดำเนินการแก้ไขปัญหาแชนรับน้ำหนักของรถบรรทุกหัก
 - ตรวจสอบผลการแก้ไขปัญหาแชนรับน้ำหนักของรถบรรทุกหัก
 - กำหนดมาตรการการแก้ไขปัญหาแชนรับน้ำหนักของรถบรรทุกหัก
 - ปัญหามอเตอร์ชาร์จไฟชำรุด
 - วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุมอเตอร์ชาร์จไฟชำรุด
 - ดำเนินการแก้ไขปัญหามอเตอร์ชาร์จไฟชำรุด
 - ตรวจสอบผลการแก้ไขปัญหามอเตอร์ชาร์จไฟชำรุด
 - กำหนดมาตรการการแก้ไขปัญหามอเตอร์ชาร์จไฟชำรุด
 - ปัญหา Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้า
 - วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้า
 - ดำเนินการแก้ไขปัญหา Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้า
 - ตรวจสอบผลการแก้ไขปัญหา Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้า
 - กำหนดมาตรการการแก้ไขปัญหา Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้า
4. การดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง
5. สรุปผลการวิจัย
6. ข้อเสนอแนะ

ผลการออกแบบเครื่องมือเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัยโดยการทำแบบฟอร์มการซ่อมบำรุงเพื่อเก็บข้อมูลการซ่อมบำรุงและนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรเสียบ่อยครั้ง ออกแบบ Check Sheet เพื่อเก็บข้อมูล

PWP POWER PUMP

ใบซ่อมบำรุง
Maintenance Form

วันที่...../...../..... เลขที่ใบซ่อม.....

ผู้ซ่อม..... ใบแจ้งซ่อมเลขที่..... หมายเลขเครื่องจักร.....

ระบบที่ซ่อม (System)

☐ เครื่องยนต์ดีเซล ☐ เครื่องยนต์ดีเซล ☐ ช่วงล่าง ☐ ระบบ Hydraulic

☐ นิวเมติกส์ ☐ ไฟฟ้า ☐ แมคคาทรอนิกส์ ☐ อื่นๆ.....

สาเหตุ (Causes).....

วิธีการแก้ไข (Corrective Action).....

รายการอะไหล่ที่เปลี่ยนจริง (Past list to change)

ลำดับ	ชื่ออะไหล่	จำนวน	ลำดับ	ชื่ออะไหล่	จำนวน
1			8		
2			9		
3			10		
4			11		
5			12		
6			13		
7			14		

วันที่เริ่มซ่อม...../...../..... เวลาที่เริ่มซ่อม..... วันที่ซ่อมเสร็จ...../...../..... เวลาที่ซ่อมเสร็จ.....

ผู้ซ่อม..... หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง.....

.....

.....

หัวหน้าแผนกปฏิบัติการ..... หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง..... ผู้ตรวจ.....

.....

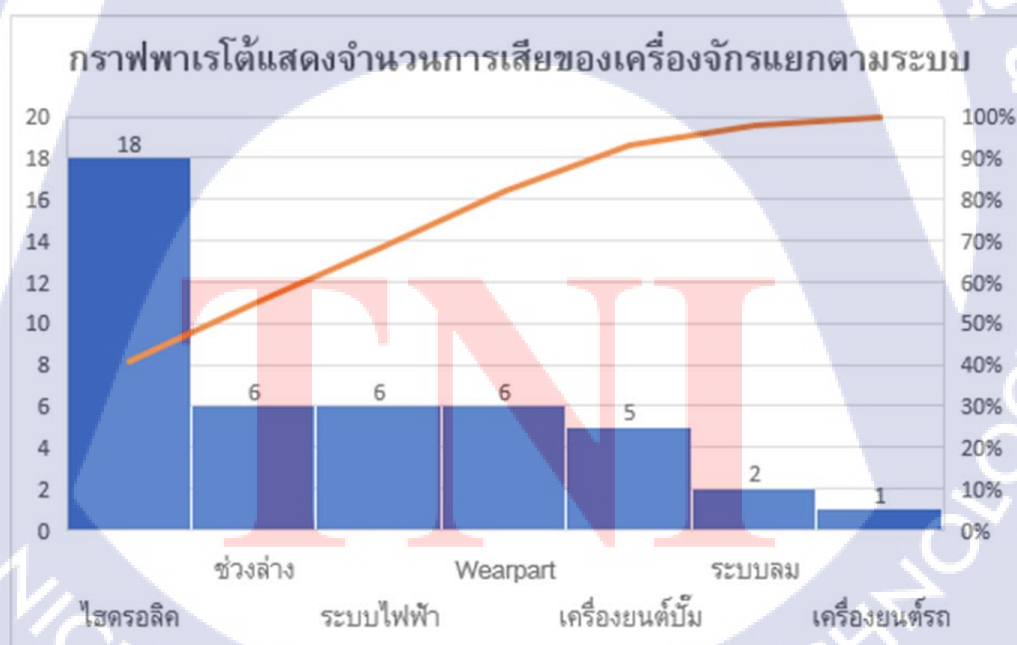
รูปที่ 22 ใบบันทึกการซ่อมบำรุง

การออกแบบ Check Sheet นั้นมีเป้าหมายคือเพื่อเก็บข้อมูลในการซ่อมของเครื่องจักรในแต่ละครั้ง เพื่อนำมาหาสถิติสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรเสียบ่อย และได้ทำการซ่อมอะไรไปแล้วบ้างนั้น เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่ถูกต้องอย่างแท้จริง และป้องกันการย้อนกลับไปซ่อมยังสาเหตุเดิมบ่อยครั้งโดยที่ไม่หาต้นตอของปัญหา

ผลจากการสำรวจสภาพปัจจุบัน

จากการสำรวจสภาพปัจจุบันของเครื่องจักรพบว่าเครื่องจักรมีการเสียขณะปฏิบัติงานอยู่บ่อยครั้ง เนื่องจาก ลักษณะการซ่อมบำรุงจะเป็นการซ่อมเมื่อมีการชำรุดเสียหาย ไม่มีการเก็บข้อมูลการซ่อมบำรุงรวมถึงสถิติในการเสียของเครื่องจักร และในการซ่อมนั้นจะเป็นการเปลี่ยนให้ใช้งานได้และเมื่อเครื่องจักรใช้ไปชักระยะก็เสียปัญหาเดิมอยู่เรื่อยไปไม่มีการวิเคราะห์หาสาเหตุและต้นตอของปัญหาที่แท้จริงที่ทำให้เครื่องจักรเสียในการดำเนินการซ่อม ซึ่งส่งผลให้เครื่องจักรเสียขณะปฏิบัติงานอยู่บ่อยครั้งในลักษณะอาการเดิม และไม่มีการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้ดี เช่น การหล่อลื่นในชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร ส่งผลให้อายุการใช้งานของชิ้นส่วน Wear Part สั้นลง

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2560 ถึง 30 เมษายน 2560 พบว่าเครื่องจักรมีการเสียขณะปฏิบัติงานทั้งหมด 44 ครั้ง ใน 44 ครั้ง มีการเกิดการเสียหายของคอนกรีตทั้งหมด 18 ครั้ง และมีคอนกรีตเสียหายทั้งหมด 235 คิว คิดเป็นเงินมูลค่าที่เสียหายไปทั้งหมด 470,000 บาท ซึ่งในการหยุดฉุกเฉินทั้งหมด 18 ครั้งที่ทำให้เกิดคอนกรีตเสียหายนั้นเกิดจากระบบไฮดรอลิก ซึ่งมีจำนวนการเสียทั้งหมด 18 ครั้ง ซึ่งระบบไฮดรอลิกนั้นเป็นระบบหลักในการทำงานของเครื่องจักรเมื่อเกิดการเสียฉุกเฉินแล้วนั้นไม่สามารถทำการแก้ไข ณ สถานที่ปฏิบัติงานได้ทันที

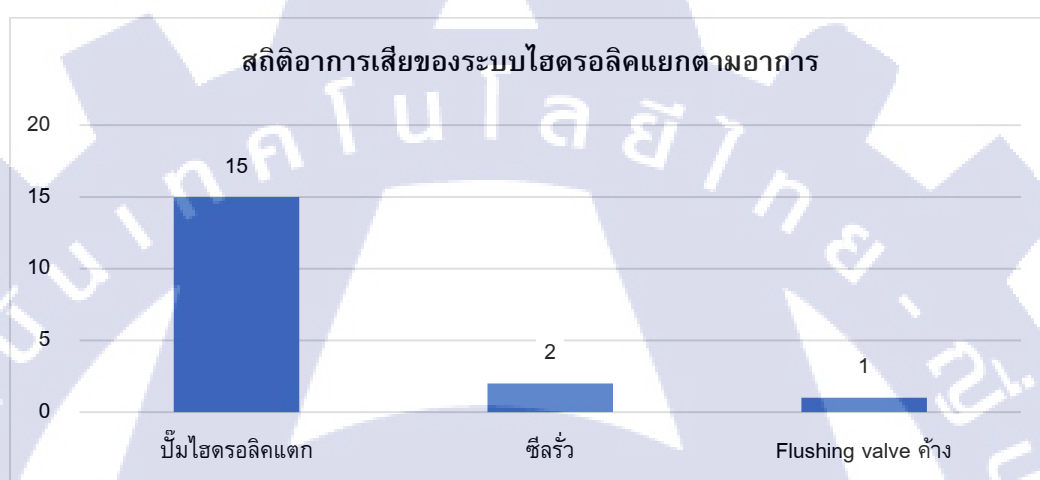


รูปที่ 23 แผนภูมิพายี่แสดงการเสียระบบของเครื่องจักร

จากกราฟแสดงให้เห็นถึงการเสียของเครื่องจักรแยกตามระบบ ซึ่งพบว่าระบบไฮดรอลิกของเครื่องจักรนั้นมีการเสียบ่อยที่สุด เมื่อได้ข้อมูลทางสถิติมาแล้วจึงเริ่มทำการปรับปรุงเฉพาะจุดเพื่อแก้ปัญหาในส่วนที่ทำให้เครื่องจักรเสียบ่อย โดยเริ่มจาก

1. ปรับปรุงระบบไฮดรอลิก

ระบบไฮดรอลิกเป็นระบบที่สำคัญหากระบบไฮดรอลิกมีการเสียส่งผลให้เครื่องจักรไม่สามารถทำงานต่อไปได้และหาวิธีแก้ไข ณ สถานที่ปฏิบัติงานลำบาก

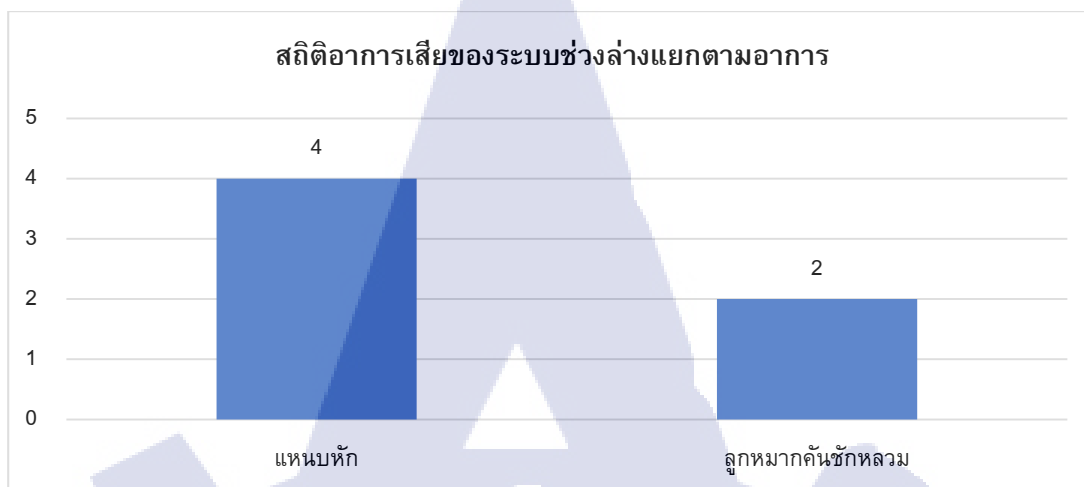


รูปที่ 24 สถิติการเสียของระบบไฮดรอลิกแยกตามรายการ

จากกราฟพบว่าระบบไฮดรอลิกนั้นสิ่งที่เสียบ่อยที่สุดคือปั๊มไฮดรอลิกชิ้นส่วนภายในแตกเสียหาย รองลงมาคือซีลรั่ว และ Flushing Valve ค้าง โดยการปรับปรุงจะปรับปรุงเรื่องปั๊มไฮดรอลิกภายในแตกเสียหายเนื่องจากเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญและส่งผลให้เครื่องจักร Break Down

2. ปรับปรุงระบบช่วงล่าง

ช่วงล่างรถบรรทุกนั้นเป็นส่วนที่สำคัญอีกส่วนเนื่องจากรถบรรทุกเป็นยานพาหนะนำพาเครื่องจักรไปยังสถานที่ปฏิบัติงานหากรถบรรทุกไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เนื่องจากช่วงล่างเสียหายก็จะทำให้ไม่สามารถนำเครื่องจักรไปปฏิบัติงานได้ และช่วงล่างนั้นส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของพนักงานอีกด้วย

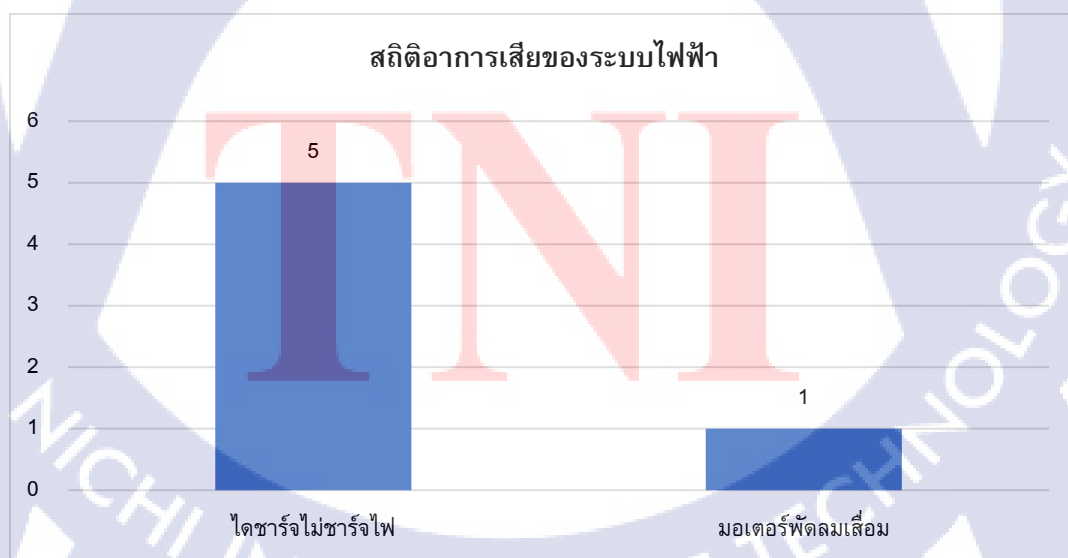


รูปที่ 25 สถิติการเสียของระบบช่วงล่าง

จากกราฟพบว่าระบบช่วงล่างนั้นสิ่งที่มีปัญหามากที่สุดคือ แหนบหักเกิดขึ้นทั้งหมด 4 ครั้ง และลูกหมากคันชักหลวม 2 ครั้ง

3. ระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าของเครื่องจักรเป็นสิ่งที่คอยจ่ายไฟฟ้าให้กับตู้ควบคุมหากระบบไฟฟ้ามีปัญหาจะทำให้เครื่องจักรหยุดทำงานลงในที่สุดซึ่งจากข้อมูลพบว่าระบบไฟฟ้ามีการเสียมาจากไดชาร์จไม่ชาร์จไฟมากที่สุด คือ 5 ครั้ง ดังรูปที่ 26



รูปที่ 26 สถิติการเสียของระบบไฟฟ้า

4. Wear Part

Wear Part เป็นชิ้นส่วนที่สึกหรอตามการปั๊มคอนกรีตจะเป็นชิ้นส่วนที่สัมผัสคอนกรีต จากการเก็บข้อมูลพบว่าอาการเสียของ Wear Part นั้นเกิดจากชิ้นส่วนของ Flange Bearing ซึ่งไม่ได้เสียจากการสึกหรอตามการใช้งานแต่เกิดจากการอัดจารบีไปเลี้ยงไม่เข้า เนื่องจากมีน้ำปูนแทรกเข้าไป เมื่อทำการใช้ไปโดยที่หล่อลื่นจารบีไม่ได้จะทำให้ S-valve ทำงานติดขัดและไม่ทำงานในที่สุด



รูปที่ 27 สถิติอาการเสียของ Wear Part

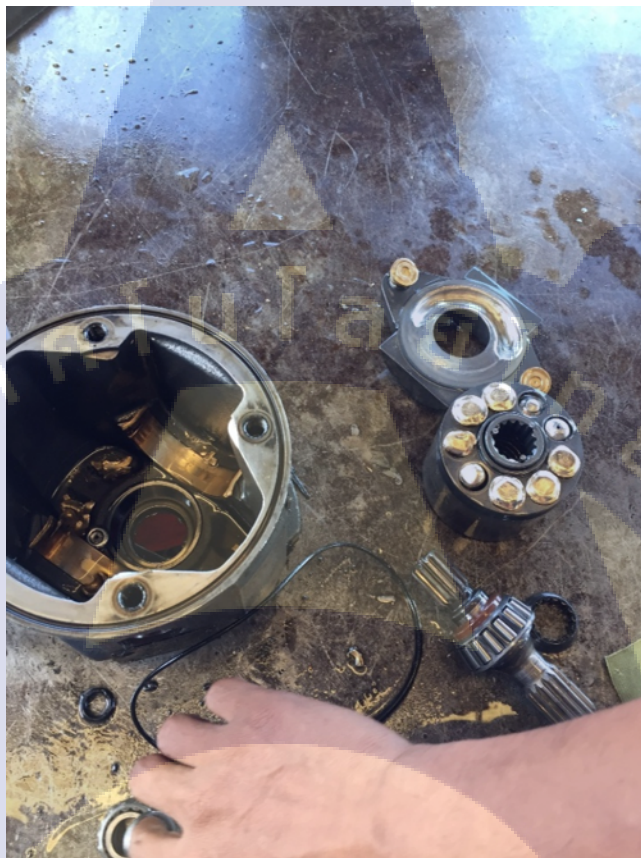
การดำเนินการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง

จากข้อมูลทั้งหมดนำผู้วิจัยดำเนินการเลือกปรับปรุงเฉพาะจุดในส่วนของการเสียของเครื่องจักรโดยเลือกจากการเสียสูงสุดในแต่ละระบบดังนี้

1. ปั๊มไฮดรอลิกชิ้นส่วนภายในแตก
2. แหวนรับน้ำหนักรถบรรทุกหัก
3. ไตชาร์จไม่ชาร์จไฟ
4. Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้า

1. การแก้ไขปัญหาปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหาย

จากการทำการซ่อมบำรุงในแต่ละครั้งพบว่าสิ่งที่ทำให้ระบบไฮดรอลิกของเครื่องจักรไม่สามารถทำงานต่อไปได้นั้นเกิดจากปั๊มไฮดรอลิกมีแตกหักของชิ้นส่วนภายในปั๊มไฮดรอลิก



รูปที่ 28 ปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหาย

1.1 วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหาย

ปั๊มไฮดรอลิกเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญการเสียจะบ่งบอกขึ้นคือแรงดันของปั๊มจะตกลงและลูกสูบคอนกรีตหลุดเดิน ซึ่งเมื่อทำการถอดปั๊มไฮดรอลิกออกมาตรวจสอบพบว่าชิ้นส่วนภายในของปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหายทั้งหมด จึงได้ดำเนินการวิเคราะห์ต้นตอของปัญหาโดยใช้เครื่องมือแผนผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram) ในการหาต้นตอที่เป็นไปได้ที่ทำให้ปั๊มไฮดรอลิกเสียหายอยู่บ่อยครั้ง

จากการใช้ Cause Effect Diagram ในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้ปั๊มไฮดรอลิกแตกลงพบว่า สาเหตุเกิดจากกรองไฮดรอลิกและน้ำมันไฮดรอลิกไม่ได้รับการเปลี่ยนตามกำหนดที่ 500 ชั่วโมงทำงาน ซึ่งส่งผลให้กรองไฮดรอลิกตันและน้ำมันไหลได้ไม่สะดวกส่งผลให้ปั๊มไฮดรอลิกได้รับการเสียดสีและแตกเสียหายในที่สุด ระบบไฮดรอลิกมีความสกปรกเนื่องจากวิธีการซ่อมบำรุงเมื่อปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหายนั้นไม่มีการถ่ายน้ำมันไฮดรอลิกเพื่อทำการล้างระบบนำเศษโลหะที่ติดค้างออกมา ซึ่งส่งผลทำให้กรองน้ำมันไฮดรอลิกอุดตันได้เร็วและทำให้ปั๊มไฮดรอลิกสึกหรอและแตกเสียหายอย่างรวดเร็ว มีอากาศเข้าไปในขณะที่ปั๊มดูดน้ำมันเมื่อใส่สายใส่ระหว่างกรองไฮดรอลิกไปยังปั๊มด้านดูดพบว่ามีอากาศวิ่งเข้าไปเป็นจำนวนมากและปั๊มมีเสียงดัง รอบการทำงานของปั๊มไฮดรอลิกสูงเกินกำหนดเมื่อทำการเร่งรอบปั๊มด้วยความเร็วที่มากเกินไปจะพบว่าจะเกิดฟองอากาศระหว่างท่อจากกรองไฮดรอลิกไปยังด้านดูดและปั๊มมีเสียงดังเกิดขึ้น

1.2 ดำเนินการแก้ไขปัญหาปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหาย

จากการวิเคราะห์หาต้นตอของสาเหตุพบ 4 สาเหตุหลักที่ทำให้ปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหายและดำเนินการแก้ไขดังนี้

1.2.1 ดำเนินการเปลี่ยนกรองไฮดรอลิกและน้ำมันไฮดรอลิกตามคู่มือกำหนด

การดำเนินการเปลี่ยนกรองไฮดรอลิกและน้ำมันไฮดรอลิกมีวิธีการดำเนินการโดยเริ่มจากหาข้อมูลการเปลี่ยนถ่ายครั้งล่าสุดและทำการหา ชั่วโมงการทำงานของกรองไฮดรอลิกและน้ำมันโดยใช้เกณฑ์การเปลี่ยนกรองไฮดรอลิกและน้ำมันตามคู่มือแนะนำคือ 500 ชั่วโมง

ตารางที่ 2 จำแนกเครื่องจักรที่อายุการใช้งานกรองและน้ำมันไฮดรอลิกเกิน

เครื่องจักรทั้งหมด	อายุการใช้งานกรองและน้ำมันเกิน	อายุการใช้งานปกติ
21 เครื่อง	17 เครื่อง	4 เครื่อง

เมื่อได้ข้อมูลการเปลี่ยนถ่ายล่าสุดของแต่ละเครื่องจักรมาแล้วทำการวางแผนเพื่อดำเนินการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิกและกรองในเครื่องจักรที่มีชั่วโมงการทำงานเกินคู่มือกำหนด โดยมีระยะเวลาดำเนินการ 2 เดือน การเรียงลำดับการเปลี่ยนถ่ายนั้นทำโดยเปลี่ยนในเครื่องจักรที่มีชั่วโมงการทำงานที่เกินมากมาหาน้อย

ตารางที่ 3 แผนการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิกและกรองไฮดรอลิก

Pump	เม.ย.				พ.ค.			
	1	2	3	4	1	2	3	4
ML18								
PM14								
PM18								
ML17								
ML7								
PM.11								
ML.9								
ML.16								
ML.15								
ML.14								
ML.11								
ML.8								
PM.12								
ML.6								
ML.10								
PM.15								
ML.4								

1.2.2 ทำความสะอาดระบบไฮดรอลิก

ความสกปรกของระบบไฮดรอลิก โดยปกติแล้วการบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิกนั้นจะทำการเปลี่ยนกรองไฮดรอลิกและน้ำมันไฮดรอลิกและนำกลับไปใช้งานโดยที่ไม่มีการล้างทำความสะอาดเศษฝุ่นหรือโลหะที่อยู่ในระบบซึ่งทำให้กรองไฮดรอลิกนั้นตันเร็วกว่ากำหนด 500 ชั่วโมง และเมื่อกรองไฮดรอลิกตันก็ส่งผลให้น้ำมันไฮดรอลิกไม่สามารถไหลเวียนได้ดีพอส่งผลให้ปั๊มไฮดรอลิกได้รับความเสียหาย โดยการแก้ปัญหาเรื่องระบบไฮดรอลิกมีความสกปรกนั้นแก้โดยปรับปรุงวิธีการทำงานโดยเพิ่มขั้นตอนการล้างระบบไฮดรอลิกและทำความสะอาดเพื่อนำสิ่งสกปรกออกมาให้มากที่สุด



รูปที่ 30 ความสกปรกภายในถังไฮดรอลิกหลังจากทำการผ่าถัง



รูปที่ 31 แกนแม่เหล็กดูดเศษโลหะมีความสกปรก

ปรับปรุงวิธีการในการซ่อมบำรุงระบบไฮดรอลิกโดยปรับวิธีการซ่อมระบบไฮดรอลิกจากเดิมที่ทำการซ่อมโดยเปลี่ยนเฉพาะชิ้นส่วนที่สึกหรอหรือแตกหักโดยไม่มีการถอดทำความสะอาดระบบไฮดรอลิกเพื่อเอาเศษโลหะที่ตกค้างออก

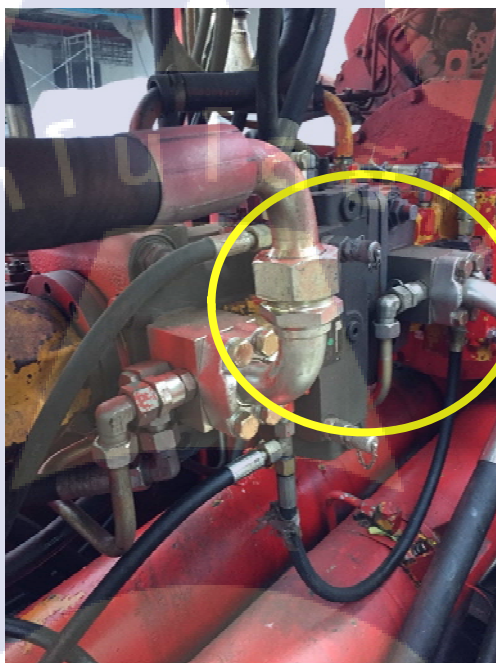


รูปที่ 32 การปรับปรุงขั้นตอนการซ่อมบำรุงระบบไฮดรอลิก

จากรูปที่ 32 พบว่าขั้นตอนการซ่อมบำรุงระบบไฮดรอลิกนั้นจะเริ่มจากการถ่ายน้ำมันไฮดรอลิก จากนั้นทำการถอดชิ้นส่วนเพื่อดูว่ามีส่วนใดแตกหักเสียหาย และทำการเปลี่ยนประกอบกลับ จากนั้นทำการใส่กรองและเติมน้ำมันไฮดรอลิก โดยที่ไม่มีการทำความสะอาดและนำเศษโลหะที่เกิดการแตกหักสึกหรอออกจากระบบไฮดรอลิกซึ่งเป็นสาเหตุให้กรองน้ำมันไฮดรอลิกตันและส่งผลให้น้ำมันไฮดรอลิกไม่สามารถไหลเวียนได้อย่างสะดวก นำไปสู่ความเสียหายของชิ้นส่วนภายในปั๊มไฮดรอลิกอีกครั้ง ทั้งหมดนี้แก้โดยการเพิ่มขั้นตอนในการวิเคราะห์สาเหตุจากการดูสภาพการสึกหรอ เมื่อเกิดอาการปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหายจะต้องทำการถอดล้างระบบไฮดรอลิกเพื่อนำเศษโลหะหรือฝุ่นผงออกมาจากระบบให้ได้มากที่สุดเพื่อป้องกันการอุดตันของระบบและทำให้ปั๊มไฮดรอลิกเสียหายในที่สุด เมื่อทำการซ่อมบำรุงระบบไฮดรอลิกแล้ว ต้องทำการทดสอบระบบไฮดรอลิกและแรงดันในจุดต่างๆ

1.2.3 ดำเนินการแก้ปัญหาจุดรั่วซึมบริเวณท่อ Suction

เครื่องจักรเมื่อมีอายุการใช้งานเป็นเวลานานหรือหากการซ่อมบำรุงไม่ได้มาตรฐานในการทำงานนั้นจะทำให้มีจุดรั่วซึมต่างๆ ของระบบไฮดรอลิกซึ่งทำให้มีน้ำมันไฮดรอลิกรั่วซึมออกไปจากระบบและจุดรั่วซึมที่สำคัญคือจุดรั่วซึมบริเวณข้อต่อระหว่างกรองน้ำมันไฮดรอลิกไปหาปั๊มไฮดรอลิกซึ่งถ้าหากมีจุดรั่วซึมให้น้ำมันไฮดรอลิกออกได้ย่อมทำให้อากาศสามารถแทรกตัวเข้าไปได้เช่นกันในขณะที่ปั๊มไฮดรอลิกทำการดูดน้ำมันไฮดรอลิกเข้าไป



รูปที่ 33 จุดรั่วซึมบริเวณท่อ Suction

1.2.4 ปรับตั้งรอบการทำงานของปั๊มไฮดรอลิกให้เหมาะสม

สาเหตุที่ทำให้ปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหายอีกสาเหตุคือการใช้รอบการทำงานเกินที่ผู้ผลิตกำหนดซึ่งส่งผลให้น้ำมันไฮดรอลิกไม่เพียงพอต่อการหล่อลื่นปั๊มและสึกหรอในที่สุด โดยผู้ผลิตได้กำหนดรอบการทำงานของปั๊มไฮดรอลิกไว้ดังนี้

ตารางที่ 4 รอบการทำงานของปั๊มไฮดรอลิกแต่ละรุ่น

Pump	รอบการทำงานสูงสุด
A4VG180HD	2,300 รอบ/นาที
A4VG125HD	2,700 รอบ/นาที
PV24	2,700 รอบ/นาที

ตารางที่ 6 อายุการใช้งานของกรองและน้ำมันไฮดรอลิกก่อนและหลังปรับปรุง

เครื่องจักร	(ก่อนปรับปรุง)	(หลังปรับปรุง)	ความแตกต่าง
PP1	500	348	ต่ำลง 152
ML1	500	500	ไม่เปลี่ยนแปลง
ML4	610	500	ต่ำลง 110
ML6	762	500	ต่ำลง 262
ML7	0	458	ไม่พบประวัติ
ML8	833	500	ต่ำลง 333
ML9	1144	500	ต่ำลง 644
ML10	713	389	ต่ำลง 324
ML11	901	500	ต่ำลง 401
ML14	920	500	ต่ำลง 420
ML15	1053	500	ต่ำลง 553
ML16	1128	500	ต่ำลง 628
ML17	0	500	ไม่พบประวัติ
ML18	0	500	ไม่พบประวัติ
PM9	500	289	ยังไม่ถึงอายุ
PM11	1321	439	ยังไม่ถึงอายุ
PM12	811	441	ต่ำลง 370
PM14	0	500	สูงขึ้น 500
PM15	669	500	ต่ำลง 169
PM16	500	234	ต่ำลง 198
PM18	500	500	ไม่เปลี่ยนแปลง

จากตารางที่ 6 พบว่าในเครื่องจักรที่มีปัญหาอายุการใช้งานของกรองไฮดรอลิกและน้ำมันก่อนและหลังปรับปรุงมีอายุการใช้งานที่เกินกำหนดคือ 500 ชั่วโมง นั้นเมื่อทำการปรับปรุงมีอายุการใช้งานที่น้อยลงเนื่องจากปรับให้อยู่ตามมาตรฐานที่คู่มือแนะนำ เครื่องจักร PP1 และ PM16 มีอายุการใช้งานที่สั้นลงเนื่องจากเกิดข้อผิดพลาดจากการทำงานคือ เครื่องจักร PP1 น้ำมันไฮดรอลิกแห้งทำให้ชิ้นส่วนภายในของปั๊มไฮดรอลิกแตก เครื่องจักร ML1 พบว่าน้ำมันไฮดรอลิกเป็นสีดำและมีกลิ่นไหม้เมื่อตรวจสอบพบว่าพัดลมระบายความร้อนระบบไฮดรอลิกไม่ทำงานแต่ไม่ได้หยุดเครื่องจักรเพื่อทำการซ่อมพัดลมระบายความร้อนส่งผลให้ปั๊มไฮดรอลิกสึกหรอและต้องทำการเปลี่ยนปั๊มไฮดรอลิกใหม่ เครื่องจักร ML10 เกิดปัญหาปั๊มไฮดรอลิกแตก

อีกครั้งโดยพบว่าเกิดจากการอุดตันของกรองไฮดรอลิกก่อนกำหนดซึ่งเกิดจากการสึกหรอของแหวนลูกสูบในกระบอกไฮดรอลิกเกิดการแตกหัก เครื่องจักร ML15 ปัมไฮดรอลิกแตกเสียหายเนื่องจากซีลเพลลาของปั๊มรั่วทำให้น้ำมันรั่วออกแต่จำเป็นต้องทำการเดินเครื่องจักรต่อเนื่องจากมีคอนกรีตจอตรอ และเครื่องจักร PM16 ตรวจพบน้ำมันไฮดรอลิกเป็นสีน้ำตาลดังรูปที่ 35 สาเหตุเกิดจาก O-Ring ของฝาเติมน้ำมันไฮดรอลิกฉีกขาดทำให้ต้องล้างระบบและเปลี่ยนกรองไฮดรอลิกและน้ำมัน แต่ปั๊มไฮดรอลิกยังไม่ได้รับความเสียหาย



รูปที่ 35 น้ำมันมีน้ำผสมอยู่เครื่องจักร PM16

1.4 กำหนดมาตรการในการแก้ไขปัญหาปั๊มไฮดรอลิกแตกเสียหาย

การบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิกต้องทำการเปลี่ยนกรองไฮดรอลิกและน้ำมันไฮดรอลิกตามกำหนดของผู้ผลิตคือ 500 ชั่วโมงทำงาน และทำความสะอาดระบบไฮดรอลิกทุกครั้งที่ทำกรถอดบำรุงรักษาตรวจสอบจุดรั่วซึมอยู่ทุกครั้งที่ใช้งานเพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศในท่อ Suction และตรวจสอบรอบการทำงานของปั๊มไฮดรอลิกทุกสัปดาห์เพื่อป้องกันการใช้รอบเครื่องยนต์เกินกำหนด รวมถึงกำหนดมาตรการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวันเพื่อสังเกตุดความผิดปกติของระบบไฮดรอลิก และการถ่ายน้ำมันที่กักตังเป็นประจำทุกวัน

ตารางที่ 7 การบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิก

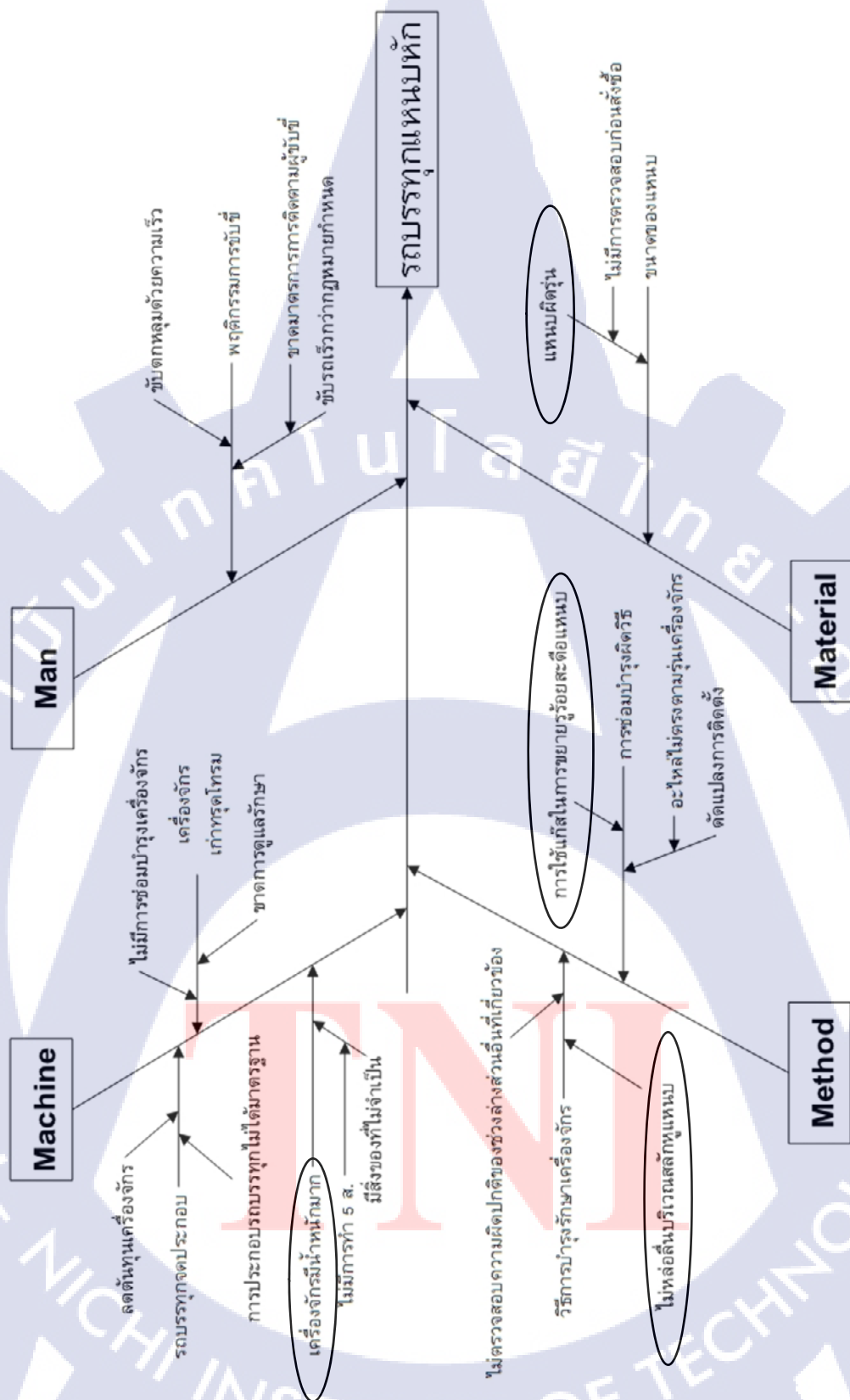
ลำดับ	รายการ	ความถี่				หมายเหตุ
		ทุกวัน	ทุกสัปดาห์	ทุกเดือน	500 ช.ม.	
1	ตรวจระดับน้ำมันไฮดรอลิก					
2	ถ่ายน้ำมันออกจากถังน้ำมันไฮดรอลิก					
3	ตรวจสอบรอยรั่วของระบบไฮดรอลิก					
4	ตรวจสอบเก็กรองไฮดรอลิก					
5	ตรวจเช็คแรงดันปั๊มไฮดรอลิก Main(แรงดันสูง)					320-350 บาร์
6	ตรวจเช็คแรงดันปั๊มไฮดรอลิก Main(แรงดันต่ำ)					25-30 บาร์
7	ตรวจเช็คแรงดันปั๊มไฮดรอลิก A10					190-210 บาร์
8	ตรวจเช็คแรงดันในถังสะสมพลังงาน					50-90 บาร์
9	ตรวจเช็คสีของน้ำมันไฮดรอลิก					
10	ตรวจเช็ครอบการทำงานปั๊มไฮดรอลิก					
11	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิกและกรอง					
12	ล้างระบบไฮดรอลิก					

2. การแก้ไขปัญหาแผนรับน้ำหนักของรถบรรทุกหัก

ปัญหาต่อมาที่ทำให้เครื่องจักรเสียบ่อย คือ ช่วงล่างของรถบรรทุกที่นำพาเครื่องจักรไปยังสถานที่ปฏิบัติงาน ซึ่งส่งผลทำให้รถบรรทุกไม่สามารถขับเคลื่อนได้อย่างปลอดภัยและทำให้ไม่สามารถนำเครื่องจักรไปยังสถานที่ปฏิบัติงานได้ ซึ่งจากสถิติพบว่า ส่วนที่มีการเสียหายบ่อยที่สุดนั้นคือ แหนบของรถบรรทุก ทางผู้วิจัยจึงได้ใช้เครื่องมือ Cause and Effect Diagram ในการวิเคราะห์หาสาเหตุและต้นตอที่ทำให้แหนบกักอยู่บ่อยครั้ง

2.1 วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุแผนรับน้ำหนักของรถบรรทุกหัก

ปัญหาแผนรับน้ำหนักของรถบรรทุก เกิดทั้งหมด 4 ครั้ง ในทั้ง 4 ครั้ง เกิดในเครื่องจักร Boom Pump ซึ่งมีน้ำหนักของรถบรรทุกรวมเครื่องจักร 28-29 ตัน หักที่แผนด้านหน้าของตัวรถทั้งหมด 4 ครั้ง และในการหัก 4 ครั้ง เกิดกับเครื่องจักรที่ใช้รถบรรทุกมือสองที่ทำการประกอบโดยผู้ต่อรถในประเทศไทย จากข้อมูลทั้งหมด ได้ใช้ Cause and Effect Diagram วิเคราะห์หาสาเหตุและต้นตอที่ทำให้แผนรับน้ำหนักรถบรรทุกหัก



รูปที่ 36 แผนผังกำลังแสดงสาเหตุแห่งรถบรรทุกแหก

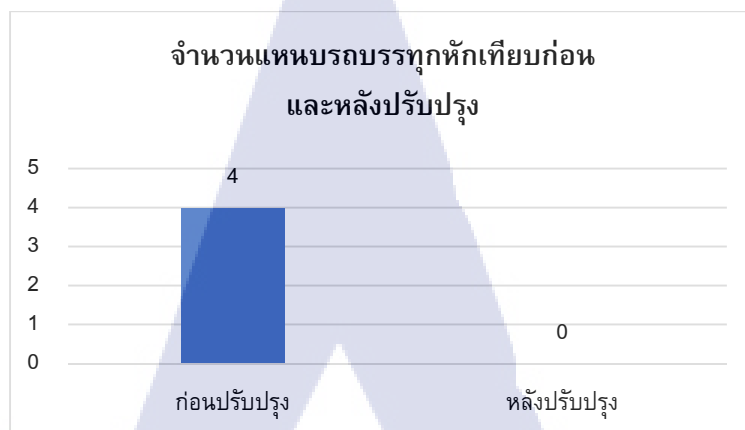
จากการหาสาเหตุด้วยเครื่องมือ Cause and Effect Diagram นั้นพบว่า สาเหตุที่ทำให้แหวนบรรทุกทุกหนักรุนแรงเกิดได้จาก พฤติกรรมการขับขี่ที่ขับตกหลุมด้วยความเร็ว น้ำหนักของเครื่องจักรที่มีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 29 ตัน เครื่องจักรมีสิ่งของที่ไม่จำเป็นทั้งขยะและท่อคอนกรีตที่ไม่ได้ใช้งานอยู่บนเครื่องจักรเป็นจำนวนมากซึ่งเกิดจากการขาดการทำ 5 ส. เพื่อแยกสิ่งของที่เป็นและไม่ใช่บนเครื่องจักร แหวนไม่เคยได้รับการดูแลรักษาโดยสังเกตจากบริเวณจุดอัดจารบีหล่อลื่นหุแหวนพบว่าไม่มีคราบการอัดจารบีและเมื่อถอดสลักอัดจารบีออกมาพบว่ามีสารสีน้ำตาลของสลักและรูสำหรับจารบีเข้าไปถูกเสียดสีจนเป็นเนื้อเดียวกันและไม่มีรูให้จารบีเข้าไป จากการออกซ่อมเปลี่ยนแหวนนอกบริษัทพบว่า การซ่อมบำรุงพบว่าขณะทำการเปลี่ยนแหวนนอกบริษัทมีการใช้แก๊สที่มีความร้อนในการเจาะรูสะดือแหวนเนื่องจากรูร้อยสะดือของแหวนมีขนาดไม่เท่ากับของเดิมของบรรทุก แต่มีความจำเป็นต้องทำการใส่เนื่องจากหากกลับไปเปลี่ยนอะไหล่ใหม่นั้นมีระยะทางที่ไกล

2.2 ดำเนินการแก้ไขปัญหาแหวนรับน้ำหนักของบรรทุกหัก

การแก้ไขปัญหาแหวนรับน้ำหนักของบรรทุกหัก ดำเนินการโดยทำการทำความสะอาดเครื่องจักรและตรวจสอบเพื่อหารอยแตกหักหากพบว่ามีรอยแตกหักจะต้องทำการเปลี่ยนโดยทันที การอัดจารบีหล่อลื่นบริเวณหุแหวนหากพบว่าไม่สามารถอัดได้จะถอดมาทำการเปลี่ยนและแก้ไข ผู้ใช้ทำการอัดจารบีหล่อลื่นหุแหวนรวมถึงจุดอัดจารบีหล่อลื่นของช่วงล่างจุดต่างๆ เดือนละ 1 ครั้ง ผู้ใช้และช่างซ่อมบำรุงร่วมกันทำกิจกรรม 5 ส. ในการคัดแยกสิ่งที่ไม่จำเป็นลงจากเครื่องจักรเพื่อลดน้ำหนักในการบรรทุก และการใช้ GPS เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมการขับขี่ของพนักงานขับรถย้อนหลัง รวมถึงใช้ GPS ร่วมวิเคราะห์วิธีการขับขี่ความเร็วในช่วงต่างๆ ด้านการซ่อมบำรุงหากมีการซ่อมนอกสถานที่และพบว่าจำเป็นต้องใช้แก๊สในการเจาะรูหรือตัดแหวนเพื่อใส่ใช้งานชั่วคราว เมื่อเครื่องจักรกลับมาถึงบริษัทต้องทำการเปลี่ยนแหวนขึ้นใหม่ทุกครั้ง

2.3 ตรวจสอบการแก้ไขปัญหาแหวนรับน้ำหนักของบรรทุกหัก

ผลจากการแก้ไขปัญหาแหวนรับน้ำหนักของบรรทุกหัก หลังจากดำเนินการแก้ไขตามมาตรการต่างๆ นั้น พบว่าเครื่องจักรที่ทำการเปลี่ยนแหวนไปนั้นไม่เกิดอาการแหวนหักอีกครั้ง ในส่วนของการบำรุงรักษาพบว่าจุดอัดจารบีช่วงล่างของเครื่องจักรทุกเครื่องมีร่องรอยการอัดจารบีเลี้ยงจุดหล่อลื่นในเครื่องจักรทุกเครื่อง การใช้ GPS ในการตรวจสอบพฤติกรรมการขับขี่พบว่าผู้ขับขี่ขับรถไม่เกินความเร็วที่บริษัทกำหนดคือ 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง การเกิดการหักของแหวนเครื่องจักรเครื่องอื่นยังไม่เกิดการแหวนหักอีก



รูปที่ 37 กราฟแสดงผลการปรับปรุงแหวนรถบรรทุกหัก

2.4 กำหนดมาตรการในการแก้ไขปัญหาแหวนรับน้ำหนักของรถบรรทุกหัก

การบำรุงรักษาแหวนรถบรรทุกนั้นต้องทำการหล่อลื่นจุดยึดหุ้แหวนโดยให้ทำการหล่อลื่นทุกเดือน ให้ผู้ใช้ตรวจสอบโดยการสังเกตด้วยการดูทุกวันถึงความผิดปกติของช่วงล่าง การทำ 5 ส. ทุกสัปดาห์ที่ทำการทำความสะอาดเครื่องจักร ช่วยลดน้ำหนักบรรทุก และการตรวจสอบโดยช่างซ่อมบำรุงทุกเดือน และทำการติดตามพฤติกรรมการทำงานอยู่ตลอดเวลา การซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรแหวนหักอยู่นอกบริษัทหากมีปัญหาอะไหล่ใส่ไม่ได้ผิดรุ่นให้ทำการดัดแปลงใส่และเมื่อกลับมาถึงบริษัทให้ทำการเปลี่ยนใหม่ให้ตรงตามรุ่นอีกครั้ง

ตารางที่ 8 การบำรุงรักษาระบบช่วงล่าง

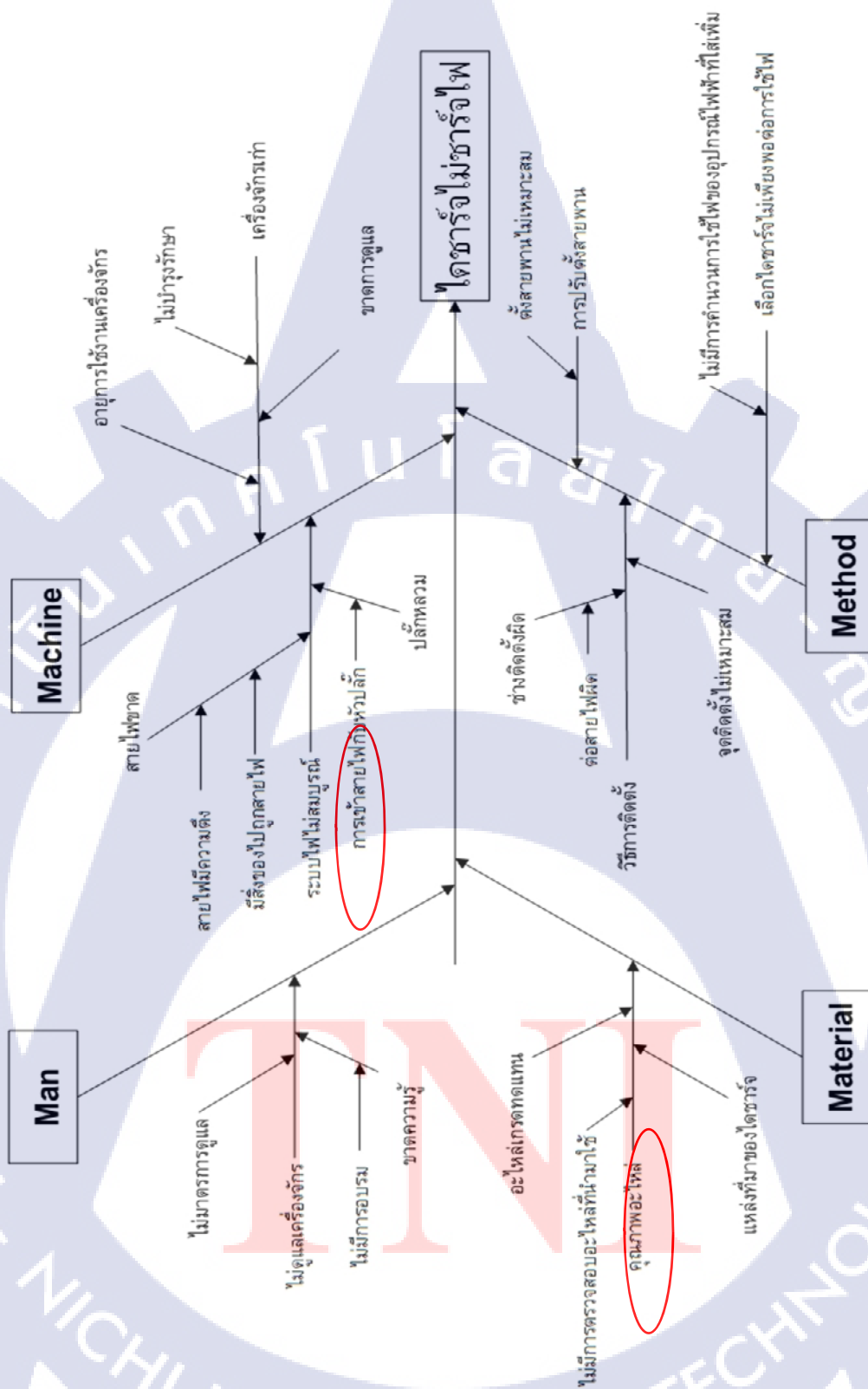
ลำดับ	รายการ	ความถี่				หมายเหตุ
		ทุกวัน	ทุกสัปดาห์	ทุกเดือน	500 ช.ม.	
1	ตรวจหาจุดแตกหักของแหวน					
2	อัดจารบีจุดหล่อลื่นช่วงล่าง					

3. การแก้ไขปัญหาไดชาร์จไฟไม่ชาร์จไฟ

ไดชาร์จเป็นสิ่งสำคัญสำหรับเครื่องจักรทำหน้าที่ชาร์จไฟเพื่อนำไปใช้ในการให้พลังงานแก่ตู้ควบคุมและวาล์วต่างๆ ในระบบไฮดรอลิกหากไดชาร์จไม่ทำงานและไฟน้อยลงจะทำให้เครื่องจักรหยุดทำงานได้ ซึ่งส่งผลทำให้ไม่สามารถปฏิบัติงานต่อไปได้

3.1 วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุไดชาร์จไฟไม่ชาร์จไฟ

ปัญหา ไดชาร์จไฟไม่ชาร์จไฟเกิดบ่อยครั้งในเครื่องจักรที่เคยทำการเปลี่ยนไดชาร์จไปแล้วเป็นจำนวนมาก โดยการวิเคราะห์หาปัญหาและสาเหตุจะใช้เครื่องมือ Cause and Effect Diagram ในการค้นหาสาเหตุจากด้านต่างๆ



รูปที่ 38 แผนผังการปลงแสดงสาเหตุได้ชาร์จอไม่ชาร์จอไฟ

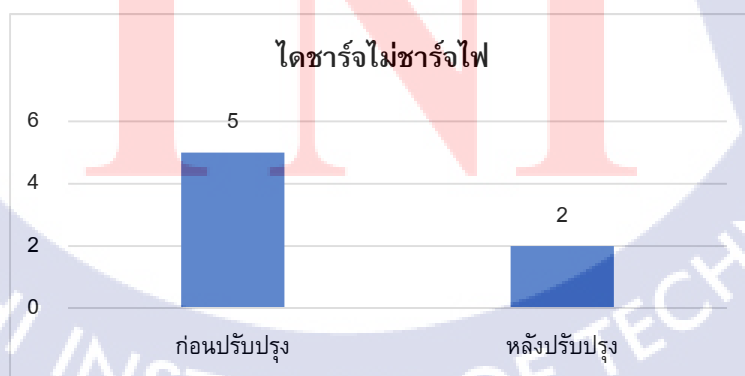
จากการวิเคราะห์ด้วย Cause and Effect Diagram พบว่าสาเหตุที่ทำให้ไดชาร์จไม่ชาร์จไฟนั้นเกิดจากคุณภาพอะไหล่เนื่องจากอะไหล่ที่เปลี่ยนใหม่หลังจากที่ของเดิมจากโรงงานเสียนั้นเป็นอะไหล่มือสองที่นำมาทำการซ่อมแซมใหม่ ซึ่งหลังจากเปลี่ยนใส่ไปแล้วนั้นไดชาร์จมักมีปัญหาใช้งานได้ 1 สัปดาห์ ในส่วนของการติดตั้งนั้นได้ทำการตรวจสอบพบว่าการต่อสายไฟและติดตั้งนั้นอยู่ในตำแหน่งเดิม ในส่วนระบบไฟไม่สมบูรณ์นั้นได้ทำการตรวจสอบและพบว่าไม่มีส่วนใดขาดไหม้ รวมถึงจุดต่อพ่วงต่างๆของปลั๊กยังอยู่ในสภาพสมบูรณ์ สายพานขับไดชาร์จอยู่ในตำแหน่งที่ตั้ง ไม่พบการสลิปของสายพานและไม่มีไฟรั่วลงกราวด์แต่อย่างใด

3.2 ดำเนินการแก้ไขปัญหาไดชาร์จไฟไม่ชาร์จไฟ

การดำเนินการแก้ปัญหาไดชาร์จไฟไม่ชาร์จไฟที่เกิดจากด้านคุณภาพของอะไหล่ ฝ่ายจัดซื้อได้ดำเนินการเปลี่ยนใช้อะไหล่แท้ให้กับเครื่องจักรที่พบอาการไดชาร์จไฟไม่ชาร์จไฟ ฝ่ายซ่อมบำรุงดำเนินการตรวจสอบระบบสายไฟเครื่องจักรให้ปลอดภัยต่อการขาดโดยการเดินสายไฟในจุดที่ไม่เกิดความเสี่ยงต่อการนำสิ่งของไปถูกสายไฟ ทำการร้อยสายไฟด้วยปลอกครอบสายไฟ การพันสายเปลี่ยนจากการใช้เทปพันสายเป็นการใช้ท่อหุ้มในการพันสายต้องทำการตัดต่อสายไฟ รวมถึงตรวจสอบความถูกต้องในการต่อสายไฟ ในส่วนของปั๊ม Moli ที่มีแบตเตอรี่แยกกรรและเครื่องจักรนั้นได้ดำเนินการหาสายพ่วงแบตเตอรี่เพื่อติดรถไว้ใช้เมื่อการความฉุกเฉินสามารถนำสายพ่วงต่อกับรถบรรทุกเพื่อช่วยชาร์จไฟให้สามารถเครื่องจักรใช้ได้

3.3 ตรวจสอบการแก้ไขปัญหาไดชาร์จไฟไม่ชาร์จไฟ

การตรวจสอบการแก้ปัญหาไดชาร์จไฟไม่ชาร์จไฟโดยเก็บข้อมูลการเสียของไดชาร์จเพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังดำเนินการ พบว่าการเสียของไดชาร์จลดลงจาก 5 ครั้ง เป็น 2 ครั้ง และ 2 ครั้ง ที่เกิดการเสียนั้นไม่ได้เกิดจากเครื่องจักรเดิมที่ได้ทำการเปลี่ยนไดชาร์จไปใช้ของที่มีคุณภาพ



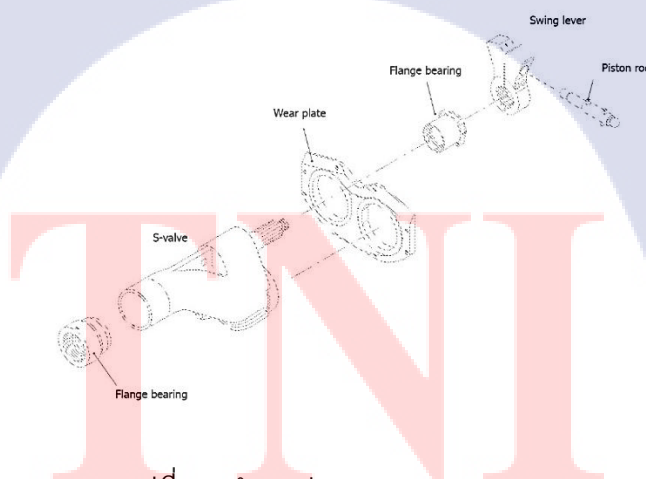
รูปที่ 39 แผนภูมิแสดงผลการแก้ไขไดชาร์จไฟไม่ชาร์จไฟ

3.4 กำหนดมาตรการในการแก้ไขปัญหาไดชาร์จไฟไม่ชาร์จไฟ

ฝ่ายจัดซื้อทำการตรวจสอบคุณภาพอะไหล่ก่อนนำไปใส่ในเครื่องจักรและทำการเลือกใช้อะไหล่แท้ใหม่ที่ได้คุณภาพ เพื่อลดความเสี่ยงจากการซ่อมใหม่ของผู้ผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน ฝ่ายซ่อมบำรุงทำการตรวจวัดแรงดันชาร์จไฟทั้งในส่วน of เครื่องจักรและรถบรรทุกทุกเดือน โดยต้องมีแรงดันไฟเมื่อชาร์จอยู่ไม่ต่ำกว่า 24 โวลต์ ผู้ใช้หมั่นสังเกตอาการผิดปกติของระบบไฟฟ้าหากมีการผิดปกติ เช่น หน้าปัทม์รถบอกสถานะผิดปกติ ไฟหน้าสว่างน้อยกว่าปกติ ให้ทำการแจ้งช่างซ่อมบำรุงเพื่อทำการวัดแรงดันในการชาร์จไฟ ในส่วนของเครื่องจักรโมลิตีต้องมีสายพ่วงแบตเตอรี่เพื่อใช้ในยามฉุกเฉิน

4. การแก้ไขปัญหา Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้า

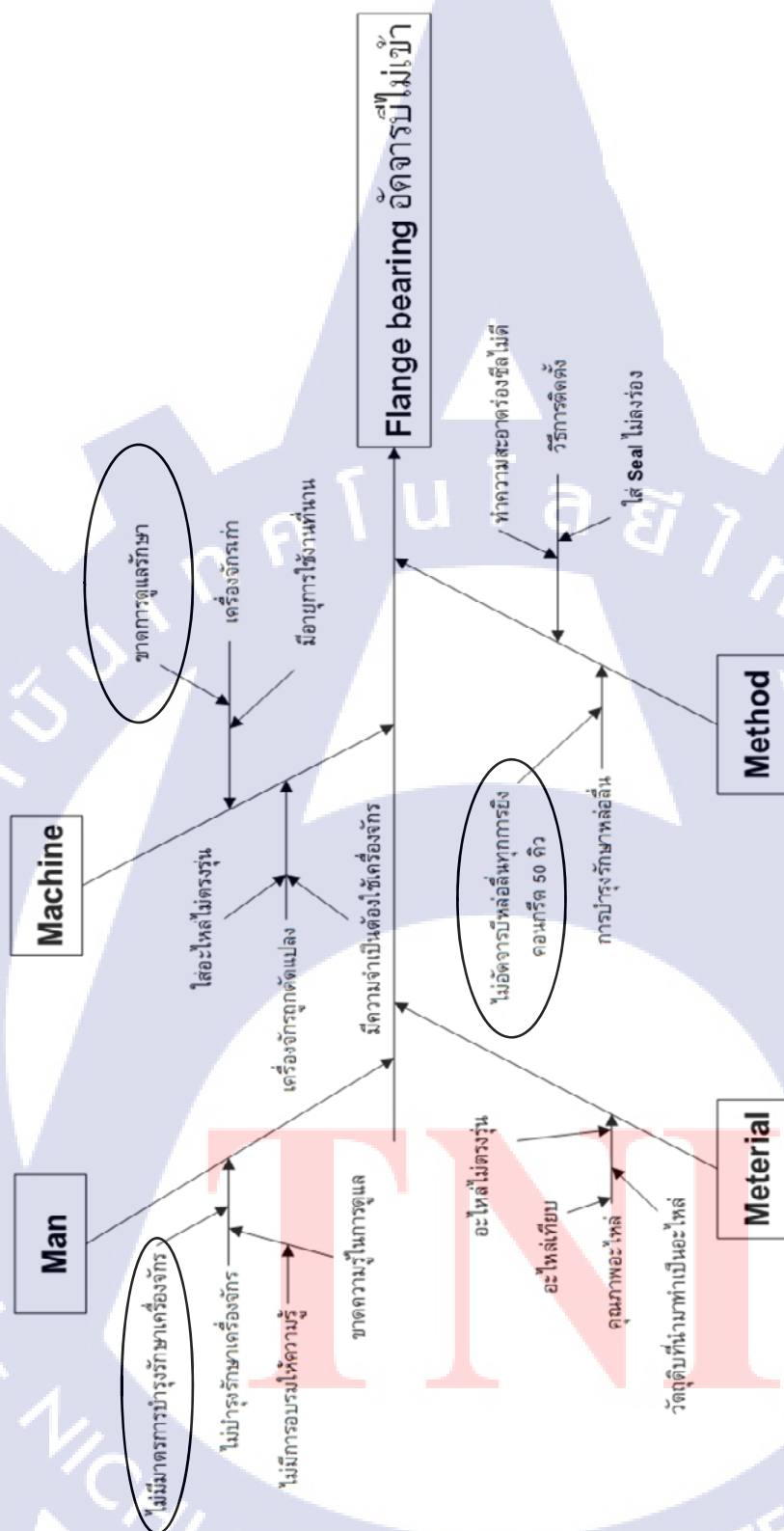
Flange Bearing เป็นชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นจุดหมุนให้กับ S-Valve ทั้งคอ S-Valve และท้ายของ S-Valve ซึ่งจะต้องมีจารบีเข้าไปเลี้ยงระหว่างจุดหมุนเพื่อหล่อลื่นและป้องกันน้ำปูนเข้าไปแข็งตัวติดกันระหว่างจุดหมุนและทำให้ S-Valve ไม่สามารถทำงานได้ในที่สุด Flange Bearing มีการสึกหรอไปเรื่อยๆ ตามอายุการใช้งานโดยส่วนที่สึกหรอจะเป็น Wear Sleeve และ Seal แต่สิ่งที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดจากการสึกหรอที่หมดไปของ Wear Sleeve และ Seal แต่เกิดจากการที่ตัว Flange Bearing ไม่สามารถอัดจารบีเข้าไปหล่อลื่น Wear Sleeve และ Seal ได้เนื่องจากอัดจารบีไม่เข้า



รูปที่ 40 ตำแหน่งของ Flange Bearing

4.1 วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้า

ปัญหา Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้านั้นเกิดขึ้นอย่างบ่อยครั้ง ซึ่งทำให้เครื่องจักรต้องหยุดการทำงานเพื่อซ่อม โดยการวิเคราะห์หาสาเหตุและปัญหาจะใช้เครื่องมือ Cause and Effect Diagram ในการหาสาเหตุและต้นตอของปัญหา



รูปที่ 41 แผนผังกิ่งปลาแสดงสาเหตุการเสียหายของ Flange Bearing

จากการวิเคราะห์ด้วย Cause and Effect Diagram พบว่าสาเหตุที่ทำให้ Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้าเกิดจากการไม่ทำการอัดจารบีเข้าไปในจุดหล่อลื่นทุก 50 คิว และขาดการดูแลรักษา โดยพบจากการตรวจสอบฝ่ายโรงงานจริงพบว่า จากการสังเกตพฤติกรรมกรรมการบำรุงรักษาเครื่องจักรนั้นผู้ใช้ไม่ให้ความสนใจในการอัดจารบีหล่อลื่นจุดหล่อลื่นภายใน Hopper โดยพบว่าผู้ใช้บางรายทำการยิงคอนกรีตจนถึง 200 คิว แต่ไม่พบการอัดจารบีหล่อลื่นแต่อย่างใดและเมื่อเสร็จงานทำการอัดจารบีเพื่อไล่น้ำปูนออกอีกครั้ง ไม่สามารถอัดจารบีเพื่อหล่อลื่นใน Flange Bearing ได้แล้ว เมื่ออัดจารบีหล่อลื่น Flange Bearing ไม่ได้จะพบ 2 ปัญหาคือ หากมีการรอกคอนกรีตเป็นเวลานานจะพบว่า S-Valve ติดขัดไม่สามารถเปลี่ยนทิศทางได้สุดส่งผลให้เวลายิงคอนกรีตมีอาการตันที่ปาก S-Valve หรือหาก S-Valve สามารถทำงานได้ ซีลของ Flange Bearing กับ Wear Sleeve จะเสียดสีและสึกหรออย่างรวดเร็วหากไม่ทำการเปลี่ยนจะส่งผลให้มีการสึกหรอต่อเนื่องไปถึงคอด้านหน้าและหลังของ S-Valve และต้องทำการเปลี่ยน S-Valve ใหม่ในที่สุด ในส่วนของสาเหตุการใส่ Seal ไม่ดีนั้นพบว่าหลังจากที่ทำการใส่ไม่มีการหลุดออกของซีลและสามารถอัดจารบีออกตามรูที่ต้องการในด้าน Material พบว่าเป็นชิ้นส่วนที่ตรงตามมาตรฐานและจัดหาจากตัวแทนจำหน่ายของผู้ผลิต ซึ่งเมื่อติดตั้งเข้าไปและทำการอัดจารบีเพื่อหล่อลื่นพบว่าสามารถอัดได้ก่อนทำการส่งมอบรับงานซ่อม

4.2 ดำเนินการแก้ไขปัญหา Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้า

การดำเนินการแก้ไขปัญหา Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้านั้นดำเนินการโดยกำหนดมาตรการการบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยการกำหนดให้อัดจารบีในจุดหล่อลื่น Flange Bearing ในทุกการยิงคอนกรีต 50 คิว เพื่อป้องกันน้ำปูนเข้าแทรกและแข็งตัวและหลังจากปฏิบัติงานต้องทำการอัดจารบีจุดหล่อลื่นไว้ หัวหน้าแผนกที่ดูแลเครื่องจักรบ่มทำการตรวจสอบร่องรอยการอัดจารบีของเครื่องจักรในทุกเช้าก่อนออกปฏิบัติงาน



รูปที่ 42 การอัดจารบี Flange Bearing หลังการใช้งาน

4.3 ตรวจสอบการแก้ไขปัญหา Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้า

ผลจากการแก้ไขปัญหาคือไม่เกิดการอัดจารบีหล่อลื่นไม่เข้าขณะที่เครื่องจักรกำลังปฏิบัติงานและ Flange Bearing มีการสึกของ Seal และ Wear Sleeve จนน้ำมันสามารถแทรกออกมาได้แต่ Flange Bearing ยังสามารถอัดจารบีได้อยู่ และเครื่องจักรทุกเครื่องมีร่องรอยการอัดจารบีให้ตรวจสอบเห็นได้ในทุกครั้งก่อนออกปฏิบัติงาน อายุการใช้งานของ Flange Bearing มีอายุการใช้งานสูงกว่าชิ้นส่วนเดิมก่อนทำการดำเนินการแก้ไขปัญห

ตารางที่ 9 อายุการใช้งานก่อนและหลังปรับปรุงของ Flange Bearing

เครื่องจักร	ก่อนปรับปรุง (คิว)	หลังปรับปรุง (คิว)	สูงขึ้น (คิว)
PP1	7,893	13,945	6,052
ML1	13,956	16,393	2,437
ML4	5,524	14,342	8,818
ML6	9,788	15,784	5,996
ML7	11,748	13,294	1,546
ML8	5,432	15,968	10,536
ML9	14,101	16,111	2,010
ML10	11,710	15,349	3,639
ML11	10,186	14,338	4,152
ML14	12,539	14,569	2,030
ML15	10,359	14,985	4,626
ML16	12,348	14,852	2,504
ML17	9,953	13,954	4,001
ML18	7,354	14,993	7,639
PM9	12,668	16,543	3,875
PM11	11,958	15,008	3,050
PM12	7,853	14,925	7,072
PM14	5,357	13,986	8,629
PM15	10,398	15,324	4,926
PM16	12,586	14,392	1,806
PM18	13,942	16,394	2,452

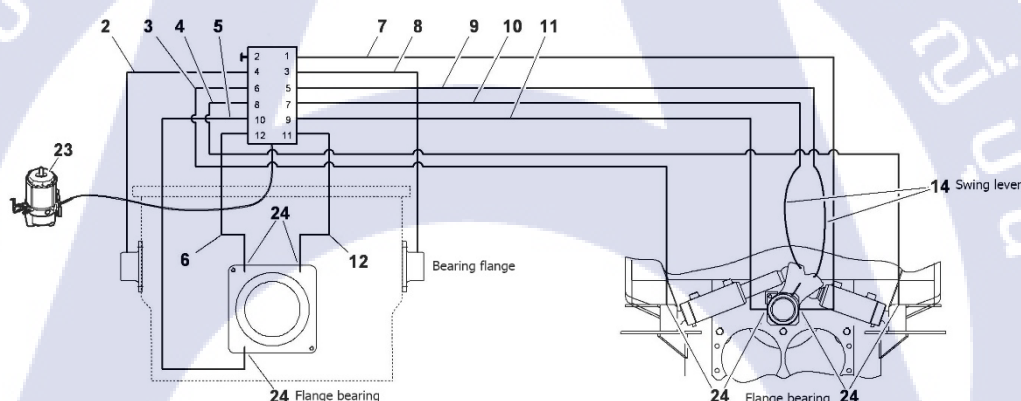
4.4 กำหนดมาตรการในการแก้ไขปัญหา Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้า

ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในส่วนของจุดหล่อลื่นใน Hopper นั้นจะต้องทำการหล่อลื่นจารบีใน 3 จุดคือ Flange Bearing ด้านหน้าของ S-Valve Flange Bearing บริเวณปาก S-Valve และบริเวณมอเตอร์ไบกวนเพื่อป้องกันการแทรกเข้าไปของน้ำปูนและแข็งตัวและสึกหรออย่างรวดเร็วหรือทำให้ชิ้นส่วนติดขัดในที่สุด และหากพบว่าไม่สามารถอัดจารบีเข้าได้เมื่อเสร็จจากการปฏิบัติงานจะต้องทำการถอดทำความสะอาดและแก้ไขโดยทันที

ในส่วนของการขาดการดูแลและความรู้ความเข้าใจในการบำรุงรักษาเครื่องจักรนั้นได้ทำการฝึกอบรมให้ผู้เข้าเข้าใจถึงวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรในจุดหล่อลื่นต่างๆ ให้ถูกต้อง

ตารางที่ 10 การบำรุงรักษาและหล่อลื่นบริเวณ Hopper

ลำดับ	รายการ	ความถี่				หมายเหตุ
		ทุกวัน	ทุกสัปดาห์	ทุกเดือน	500 ช.ม.	
1	ตรวจหาจุดแตกหักของแหวน					



รูปที่ 43 จุดอัดจารบีหล่อลื่นในจุดต่างๆ ภายใน Hopper

การดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

การดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง เนื่องจากเครื่องจักรนั้นมีลักษณะการทำงานอยู่นอกสถานที่ เพื่อให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาเครื่องจักร ตระหนักถึงการใช้เครื่องจักรอย่างระมัดระวังและผู้ใช้คุ้นเคยการบำรุงรักษาและสามารถซ่อมบำรุงเบื้องต้นได้เอง โดยมีผลการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. ผลการออกแบบ Check Sheet

การออกแบบ Check Sheet เน้นการตรวจสอบทุกจุดของเครื่องจักรซึ่งจะมีความละเอียดกว่าการตรวจสอบประจำวัน

ใบตรวจสอบเช็คเครื่องจักร (ยานพาหนะ)											
เครื่องจักร.....		ไมล์.....		ชั่วโมงทำงาน.....		วันที่.....					
ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ปกติ	ไม่ปกติ	หมายเหตุ	ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ปกติ	ไม่ปกติ	หมายเหตุ		
1	ระดับน้ำมันเครื่อง				5	ระดับน้ำมันเบรค					
	ระดับน้ำมันไฮดรอลิก					จุดวัดน้ำมันเบรค					
	ความดันลมยาง					ระดับน้ำมันไฮดรอลิก					
	ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันเบรค					
	จุดวัดระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันไฮดรอลิก					
	ระดับน้ำในถังน้ำ				6	จุดวัดระดับน้ำมันไฮดรอลิก					
	ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันเบรค					
	ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันไฮดรอลิก					
	ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันเบรค					
	ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันไฮดรอลิก					
	2	ระดับน้ำในถังน้ำ				7	ระดับน้ำมันเบรค				
		ระดับน้ำในถังน้ำ					จุดวัดระดับน้ำมันไฮดรอลิก				
		ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันเบรค				
		ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันไฮดรอลิก				
		ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันเบรค				
3		ระดับน้ำในถังน้ำ				8	ระดับน้ำมันไฮดรอลิก				
		ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันเบรค				
		ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันไฮดรอลิก				
		ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันเบรค				
		ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันไฮดรอลิก				
		4	ระดับน้ำในถังน้ำ				9	ระดับน้ำมันเบรค			
			ระดับน้ำในถังน้ำ					จุดวัดระดับน้ำมันไฮดรอลิก			
			ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันเบรค			
			ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันไฮดรอลิก			
			ระดับน้ำในถังน้ำ					ระดับน้ำมันเบรค			

รูปที่ 44 ตัวอย่าง Check Sheet ตรวจสอบเช็คเครื่องจักรแบบละเอียด

2. ผลการวางแผนและดำเนินการ

การวางแผนดำเนินการจะทำกิจกรรม Autonomous Maintenance ในวันก่อนมีการล็อกซ่อมเพื่อตรวจสอบเช็คเครื่องจักรโดยละเอียดอีกครั้งหากมีจุดบกพร่องที่จะต้องทำเร่งด่วนจะได้เพิ่มรายการซ่อมเข้าไปในวันล็อกซ่อมเพื่อประหยัดเวลาในการจอดเครื่องจักรไม่ให้จอดหลายครั้ง แผนนี้มีการปรับได้ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับความต้องการใช้เครื่องจักรของลูกค้า

แผนการซ่อมเดือน.....

เครื่องจักร	วันที่																																
PP1						✓																											
ML1									✓																								
ML4																																	
ML6											✓																						
ML7																																	
ML8							✓																										
ML9																																	
ML10																																	
ML11																																	
ML14																																	
ML15																																	
ML16																																	
ML17				✓																													
ML18																																	
PM9	✓																																
PM11																																	
PM12																																	
PM14																																	
PM15																																	
PM16																																	
PM17																																	
PM18																																	

วันที่ว่างแผนซ่อม
 วันดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

รูปที่ 45 ตัวอย่างตารางแผนการดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

3. ดำเนินการตามแผน

ดำเนินการตามวันที่กำหนดไว้ตามแผนโดยการดำเนินการมีกิจกรรมดังนี้

1. ทำความสะอาดเครื่องจักร
2. ตรวจสอบเครื่องจักรตาม Check Sheet
3. ทำการหล่อลื่นและขันแน่น
4. บันทึกจุดที่ผิดปกติของเครื่องจักร
5. ตัดสินใจซ่อมหากเป็นเรื่องเร่งด่วนทำการซ่อมเลยหากไม่เร่งด่วนจะดำเนินการ

เดือนถัดไป

6. เก็บข้อมูล



รูปที่ 46 การดำเนินการกิจกรรมทำความสะอาดเครื่องจักร



รูปที่ 47 การดำเนินกิจกรรมหล่อลื่นและขันแน่นจุดต่างๆ



รูปที่ 48 ทีมงานคอยให้ความช่วยเหลือการดำเนินกิจกรรม

4. สรุปผลการดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

จากการดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ทำให้พบจุดบกพร่องในส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรดังตารางที่ 11

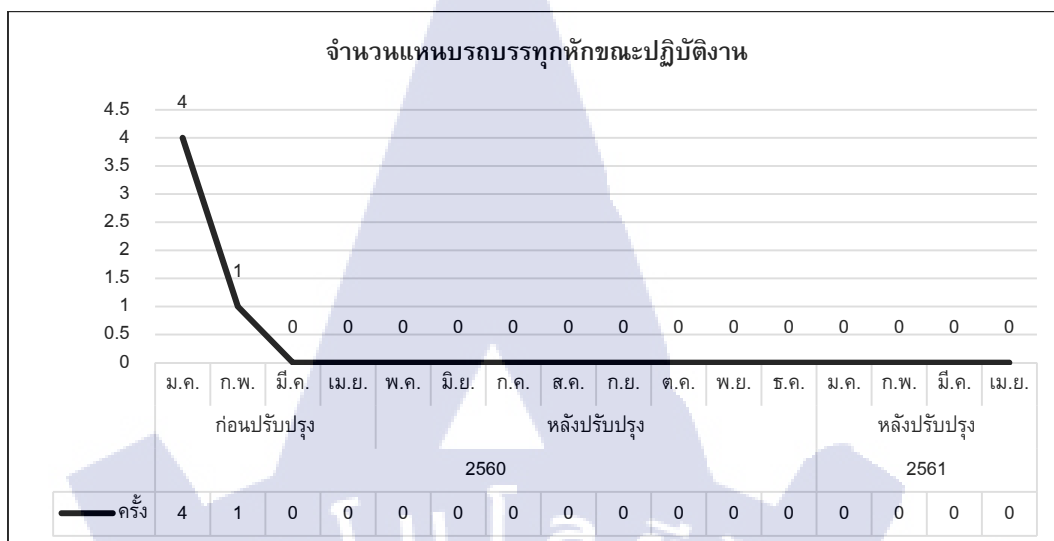
ตารางที่ 11 ผลการดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

เครื่องจักร	จำนวนจุดบกพร่อง		เครื่องจักร	จำนวนจุดบกพร่อง	
	เริ่มกิจกรรม	ปัจจุบัน		เริ่มกิจกรรม	ปัจจุบัน
PP1	13	5	ML16	10	2
ML1	23	12	ML17	32	10
ML4	37	20	ML18	24	3
ML6	33	6	PM9	41	5
ML7	35	22	PM11	21	16
ML8	39	20	PM12	42	27
ML9	32	3	PM14	34	25
ML10	17	4	PM15	38	12
ML11	38	15	PM16	25	7
ML14	15	5	PM18	8	0
ML15	32	2			

ผลจากการดำเนินการสามารถลดจำนวนจุดบกพร่องของเครื่องจักรในส่วนต่างๆ ที่มีความเสี่ยงทำให้เครื่องจักรเสียหายขณะปฏิบัติงาน และเพื่อให้เครื่องจักรมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

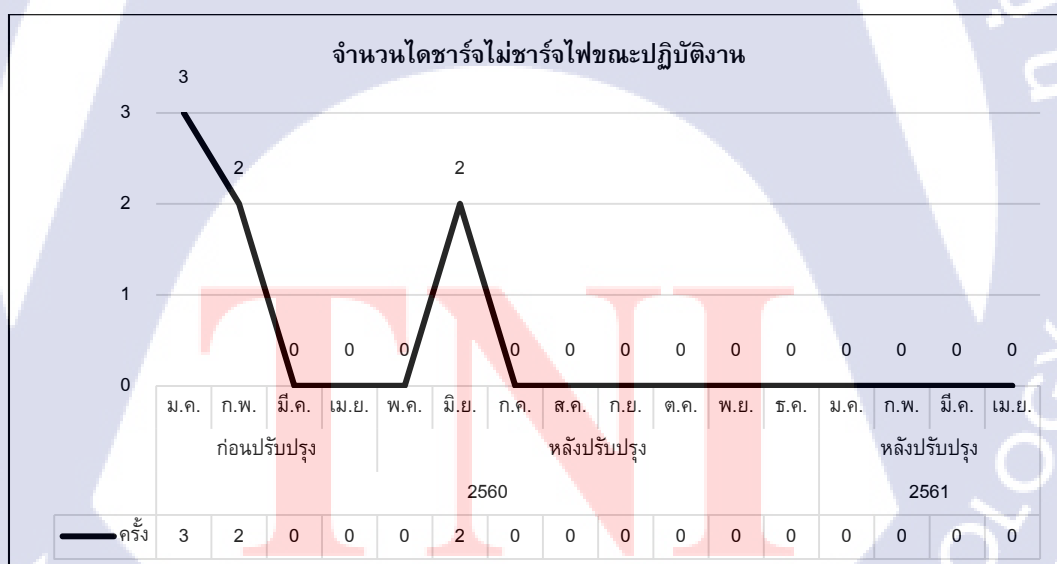
สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่า การนำ TPM มาประยุกต์ใช้ในงานบำรุงรักษาเครื่องจักรคอนกรีตปั๊มสามารถช่วยให้แก้ไขปัญหาจากต้นตอที่แท้จริงซึ่งทำให้อาการเสียของเครื่องจักรนั้นหายขาดและกลับมาใช้งานได้นาน ซึ่งนำไปสู่การเสียของเครื่องจักรขณะปฏิบัติงานนั้นเกิดขึ้นน้อยลงไป และพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงมีเวลาดำเนินกิจกรรมอื่นๆ ที่เป็นการป้องกันเครื่องจักรเสียหายขณะปฏิบัติงาน โดยผลลัพธ์ที่ได้ก่อนปรับปรุง เดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ.2560 เปรียบเทียบหลังจากปรับปรุงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2560 ถึงเดือน เมษายน 2561 ดังต่อไปนี้



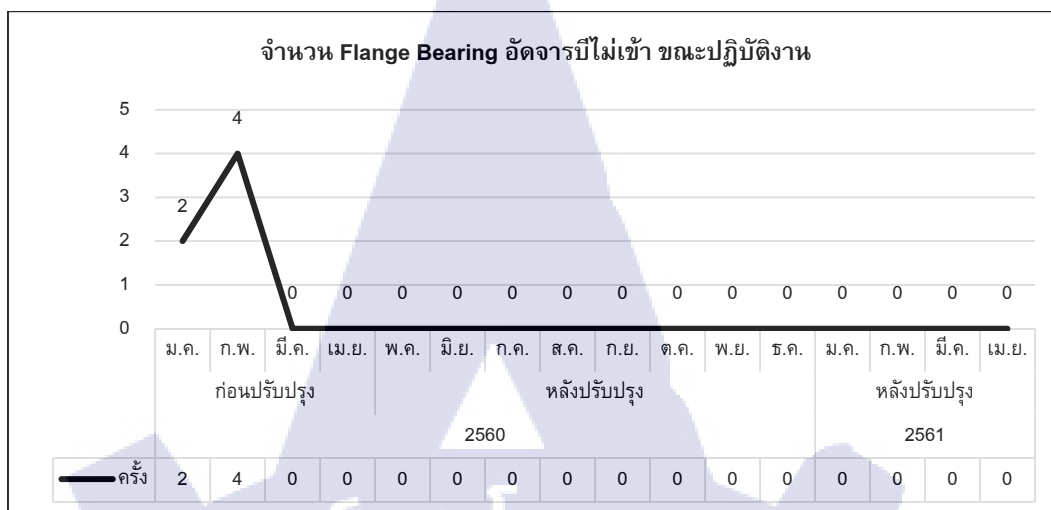
รูปที่ 51 กราฟแสดงจำนวนแหนบรถบรรทุกหักก่อนและหลังปรับปรุง

จากรูปที่ 51 พบว่าหลังจากทำการแก้ไขปัญหแหนบรถบรรทุกหักขณะปฏิบัติงานนั้น ก่อนปรับปรุงมีแหนบรถบรรทุกหักขณะปฏิบัติงานทั้งหมด 5 ครั้ง เมื่อทำการปรับปรุง แก้ไขและกำหนดมาตรการช่วยทำให้แหนบรถบรรทุกหักขณะปฏิบัติงานไม่เกิดขึ้นอีกเลย



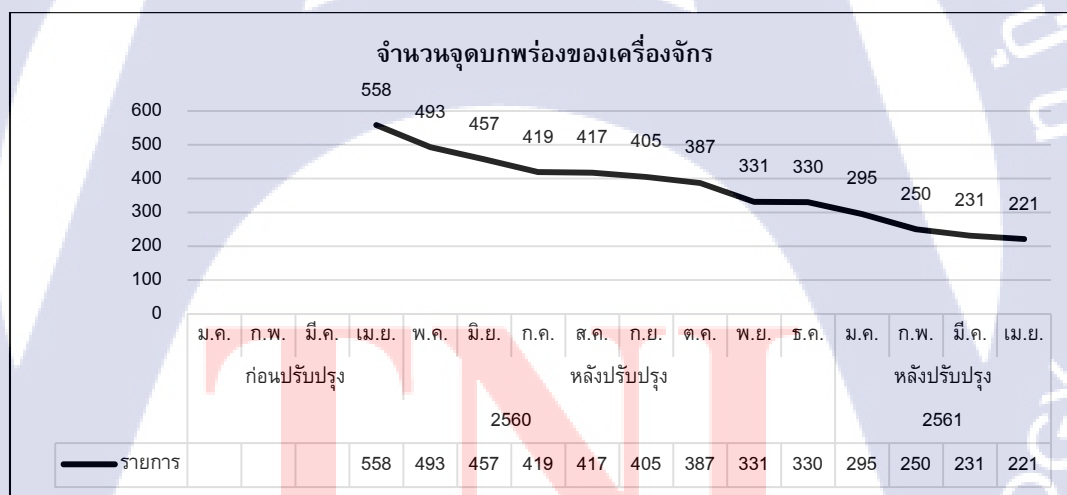
รูปที่ 52 กราฟแสดงจำนวนไต่อชาร์จไม่ชาร์จไฟเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

จากรูปที่ 52 พบว่าหลังจากทำการปรับปรุงแก้ไขไต่อชาร์จไฟไม่ชาร์จไฟแล้วนั้น ก่อนปรับปรุงมีการเสียเนื่องจากไต่อชาร์จไม่ชาร์จไฟอยู่ที่ 5 ครั้ง เมื่อทำการปรับปรุง แก้ไขและกำหนดมาตรการทำให้โอกาสการเสียของไต่อชาร์จไม่ชาร์จไฟลดลงเหลือ 2 ครั้ง



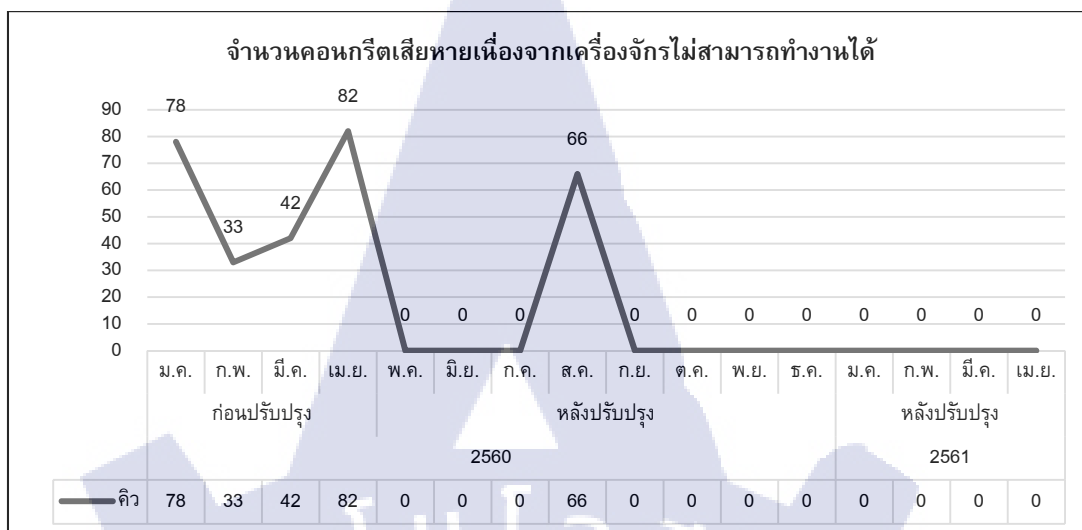
รูปที่ 53 กราฟแสดงจำนวน Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้าก่อนและหลังปรับปรุง

จากรูปที่ 53 พบว่าอาการ Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้าขณะปฏิบัติงานก่อนปรับปรุงมีจำนวน 6 ครั้ง หลังจากดำเนินการแก้ไขปรับปรุง อาการ Flange Bearing อัดจารบีไม่เข้านั้นไม่พบอีกเลย



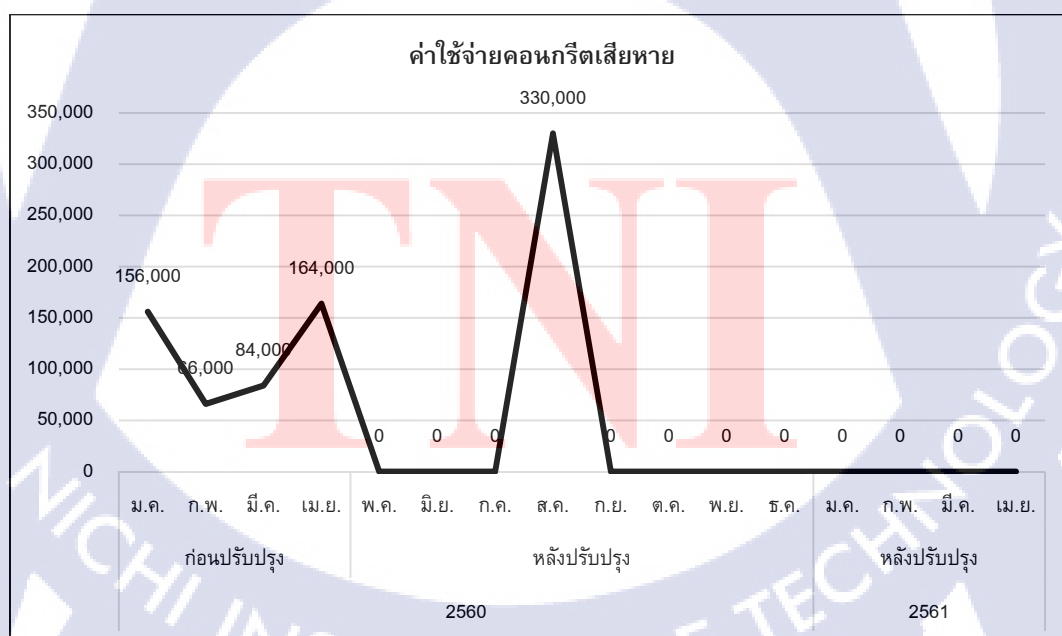
รูปที่ 54 กราฟแสดงจำนวนจุดบกพร่องของเครื่องจักรเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

จากรูปที่ 54 การดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเองเริ่มกิจกรรม เดือนเมษายน 2560 พบจุดบกพร่องของเครื่องจักรทุกเครื่อง มีจำนวนจุดบกพร่องที่ตรวจพบเจอตามใบตรวจเช็คจำนวน 558 รายการ และได้ทำการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่อง จนถึงเดือนเมษายน 2561 สามารถแก้ไขจุดบกพร่องให้เป็นปกติได้ทั้งหมด 337 รายการ คงเหลือจุดบกพร่องของเครื่องจักรทั้งหมด 221 รายการ



รูปที่ 55 กราฟแสดงจำนวนคอนกรีตเสียหายเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

จากรูปที่ 55 จำนวนคอนกรีตเสียหายเนื่องจากเครื่องจักรเสียหายขณะปฏิบัติงานลดลงจากช่วงก่อนปรับปรุงที่มีจำนวนคอนกรีตเสียหายอยู่ที่ 235 คิว เหลือ 66 คิว ทั้งนี้จำนวนคอนกรีตเสียหายขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ทั้งการไหลตื้นของหน้างานหากไหลตื้นมากจะทำให้มีคอนกรีตเสียหายมากหากเครื่องจักรไม่สามารถปฏิบัติงานได้ หากคอนกรีตที่ไหลตื้นมีจำนวนน้อยก็จะทำให้สามารถหยุดการไหลตื้นคอนกรีตและเกิดความเสียหายน้อยลง



รูปที่ 56 กราฟแสดงจำนวนค่าใช้จ่ายคอนกรีตเสียหายก่อนและหลังปรับปรุง

จากรูปที่ 56 พบว่าจากการปรับปรุงเฉพาะเรื่องของเครื่องจักรและการบำรุงรักษาด้วยตนเองทำให้เครื่องจักรมีการเสียขณะปฏิบัติงานที่ลดลง ส่งผลให้โอกาสที่เกิดคอนกรีตเสียหายลดลงและทำให้ค่าใช้จ่ายคอนกรีตเสียหายโดยเกิดจากเครื่องจักรเสียลดลงจาก ก่อนปรับปรุงที่มีค่าใช้จ่ายคอนกรีตเสียหาย 470,000 บาท หลังปรับปรุงค่าใช้จ่ายคอนกรีตเสียหายลดลงเหลือ 330,000 บาท

จากผลลัพธ์การนำ TPM มาประยุกต์ในการทำงานของเครื่องจักรคอนกรีตบ่มพบว่าสามารถแก้ปัญหาเฉพาะจุดในเรื่องที่ทำให้เครื่องจักรเสียขณะปฏิบัติงานลดลงไป แต่ถึงกระนั้นก็ยังมีความเสี่ยงที่ยังคาดไม่ถึงอีกมากที่จะส่งผลทำให้เครื่องจักรเสียขณะปฏิบัติงาน เมื่อเครื่องจักรถูกแก้ไขปัญหาก็ได้ถูกจุดแล้วก็ส่งผลให้จำนวนคอนกรีตเสียหายเนื่องจากเครื่องจักรเสียหายขณะปฏิบัติงานลดลง สิ่งสำคัญเมื่อทำการแก้ปัญหาให้ลดลงไปแล้วนั้นต้องบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างต่อเนื่องเพื่อไม่ให้ปัญหาต่างๆ กลับมาอีกครั้ง

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยพบว่าการ การนำ TPM มาประยุกต์ใช้นั้นในช่วงแรกจะส่งผลให้ค่าซ่อมบำรุงสูง ซึ่งต้องยอมรับในส่วนของค่าใช้จ่ายในช่วงเริ่มกิจกรรม เนื่องจากเครื่องจักรขาดการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง

การทำการศึกษหากมีผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมจะสามารถเข้าใจปัญหาได้ง่าย, รวดเร็ว ระบุสาเหตุได้มากกว่าและโอกาสผิดพลาดในการทดลองน้อยกว่า

จากการวิจัยพบว่าระบบไฮดรอลิกของเครื่องจักรนั้นสิ่งที่สำคัญคือความสะอาดภายในระบบไฮดรอลิก การเปลี่ยนกรองไฮดรอลิกและน้ำมันตามคู่มือที่ผู้ผลิตแนะนำ การตั้งรอบการทำงานที่เหมาะสม และจุดรั่วซึมต่างๆ ที่ก่อให้เกิดการดูดอากาศเข้าไปในปั๊ม ซึ่งสิ่งที่กล่าวมานั้นมีความเกี่ยวข้องกัน หากกรองไฮดรอลิกมีความสกปรก น้ำมันไฮดรอลิกจะไหลผ่านเข้าปั๊มไม่สะดวกหรือไหลลงไม่ทันเมื่อใช้รอบปั๊มที่สูงขึ้น ส่งผลให้ปั๊มมีการเสียดสีเนื่องจากมีน้ำมันไม่เพียงพอในการหล่อลื่นปั๊ม และการเสียดสีทำให้เกิดเศษโลหะวนไปอุดตันกรองไฮดรอลิกในที่สุด

จากการปรับปรุงปัญหาในส่วนของปั๊มไฮดรอลิก ไตชาร์จ และแหวนยังไม้ทราบอายุการใช้งานที่แน่ชัดจึงยังไม่กำหนดค่า MTBF และ MTTR ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ การซ่อมบำรุงยังใช้วิธีการซ่อมตามที่ผู้ผลิตแนะนำคือการหมั่นตรวจสอบทุกวัน หากพบความผิดปกติจึงทำการเปลี่ยน เมื่อเครื่องจักรได้รับการบำรุงรักษาให้อยู่ตามมาตรฐาน ควรกำหนดค่า MTBF และ MTTR ของอะไหล่แต่ละชิ้นส่วนในการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จากการดำเนินการนำ TPM เข้าไปปรับใช้นั้นจะสำเร็จลุล่วงได้นั้นทุกคนที่เกี่ยวข้องต้องให้ความร่วมมือในการดำเนินการในส่วนต่างๆ ทั้งในด้านผู้ใช้ ฝ่ายซ่อมบำรุง ฝ่ายจัดซื้อหาอะไหล่ รวมถึงสำนักงานที่คอยช่วยเหลือด้านข้อมูลให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร

บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- เกษิรัช สนธิเปล่งศรี. (2555). การปรับปรุงประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องฆ่าเชื้อ
กรณีศึกษาบริษัท ฟรีสแลนด์คัมพิน่า. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการวิศวกรรม
ธุรกิจ). ปทุมธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- กิตติพงษ์ สิงห์ผดุงศักดิ์. (2557). การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) ที่มีผล
ต่อประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วน
ยานยนต์. วิทยานิพนธ์ บธ.ม. (บริหารธุรกิจ). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี.
- โกศล ดีศีลธรรม. (2547). การจัดการบำรุงรักษาสำหรับงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ :
เอ็มแอนด์อี.
- ขวัญชัย สันทิพย์สมบุรณ์; และปานเพชร ชินินทร. (2530). ไฮดรอลิกอุตสาหกรรม.
กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- คินชิระ นากาโนะ. (2550). Zero Loss ด้วย TPM ฉบับเข้าใจง่าย. แปลโดย มังกร
โรจน์ประภากร. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- กะทียะ โสไซทานิ. (2548). การแก้ปัญหาแบบ QC. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย-ญี่ปุ่น).
- จิรวิทย์ แก้วเวชบุตร. (2555). การประยุกต์ทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี สำหรับ
การบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบทวิผล กรณีศึกษาอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์.
วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการวิศวกรรม). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา.
- ชัยวัฒน์ กิตติ. (2555). การมีส่วนร่วมของพนักงาน บริษัท ซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด
(มหาชน) โรงงานผลิตอาหารสัตว์ลำพูน ในการดำเนินกิจกรรม TPM.
สารนิพนธ์ บธ.ม. (บริหารธุรกิจ). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนอร์ท-
เชียงใหม่.
- ชิโรเซะ, คูนิโอะ. (2546). แนวทางวิเคราะห์ PM (PM Analysis). แปลโดย สมชัย
อัครทิวา. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ชูชุกิ, โดกุทาโร. (2547). การดำเนินการกิจกรรม TPM เพื่อการปฏิบัติการผลิตแบบ
อุตสาหกรรมกระบวนการ. แปลโดย สมชัย อัครทิวา. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริม
เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

- ดุษิต สิงห์พรหมมาศ. (2555). การเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องมือกลด้วยระบบงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำอัดลม. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). ปทุมธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- เทิดศักดิ์ เพ็ชรสะหัย. (2554). การประยุกต์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กระป๋องอาหาร. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- ชนกฤษ ชุ่นเซ่ง. (2557). การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก. สารนิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการทางวิศวกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ชนะรัตน์ รัตนกุล. (2560, มกราคม-มิถุนายน). การบำรุงรักษาที่ผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมเหล็กอุปพรณ. วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 10 (1) : 50-59.
- ธนา รุ่งโรจน์โชติสกุล. (2559). การวางแผนบำรุงรักษาสายการผลิต Heat Treatment. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- ธีระศักดิ์ พรหมเสน. (2556). การบำรุงรักษาตามสภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกรณีศึกษา โรงงานผลิตเครื่องดื่ม. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการงานวิศวกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นิวัฒน์ ธาดาสิทธิ์. (2556). การประยุกต์การบำรุงรักษาด้วยตนเองสำหรับแม่พิมพ์ผลิตชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- นาคาชิมะ เซอิจิ. (2550). การดำเนินกิจกรรม TPM เพื่อการปฏิรูปการผลิต. แปลโดยสมชัย อัครทิวา. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ฟุคุนางะ อิจิโระ. (2540). เทคนิคการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลในโรงงาน. แปลโดยปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- มงคล พันธ์ดำรงกุล; และชุตีมาวดี ทองจีน. (2553). บริหารธุรกิจยุคใหม่ต้องประยุกต์ใช้โมเดล 3T. สืบค้นเมื่อ 19 สิงหาคม 2561, จาก https://www.bu.ac.th/knowledgecenter/executive_journal/30_2/pdf/aw11.pdf.

วินัย เวชวิทยาลัง. (2550). ระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : เอ็มแอนด์อี.

เชกสรร สิงห์ธนู. (2550). การบำรุงรักษาเชิงแผนงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ
เครื่องจักร กรณีศึกษา สายการบรรจุห้ายาทำความสะอาดสุขภัณฑ์.

วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมการผลิต). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อรพรรณ วิชัยเดช; และนิว เจริญใจ. (2554). การปรับปรุงงานเพื่อลดของเสียในการผลิต
ห้องสะอาด. สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2561, จาก http://acad.vru.ac.th/Journal/06_1-2.pdf.

Rameshwar Singh. (2013). Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a
Machine Shop. **Procedia Engineering**. 51(3) : 592-599.

Melesse Workneh Wakjira; and Ajit Pal Singh. (2012). Total Productive Maintenance
A Case Study in Manufacturing Industry. **Global Journal of Researches in
Engineering Industrial Engineering**. 7(1) : 25-32.

TNI

TAH - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก.

ประวัติการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิกและกรองของเครื่องจักร

TNI

ตารางที่ 12 ประวัติการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิกและกรองครั้งล่าสุด

ลำดับ	เครื่องจักร	วันที่	ชม. ทำงาน
1	ML.7		-
2	ML.17		-
3	ML.18		-
4	PM.14		-
5	PM.18		-
6	PM.11	22/9/57	1,321
7	ML.9	14/10/57	1,144
8	ML.16	14/9/57	1,128
9	ML.15	29/3/58	1,053
10	ML.14	1/6/58	920
11	ML.11	4/4/58	901
12	ML.8	19/6/57	833
13	PM.12	10/3/58	811
14	ML.6	16/6/58	762
15	ML.10	13/3/58	713
16	PM.15	11/3/58	669
17	ML.4	30/8/58	610
18	ML.1	13/11/58	446
19	PM.16	18/9/58	435
20	PM.9	4/9/58	419
21	PP.1	3/9/58	370

ภาคผนวก ข.

ผลการวัดรอบปั๊มไฮดรอลิกของเครื่องจักรทุกเครื่อง

TNI

ตารางที่ 13 ผลการวัดรอบปั๊มไฮดรอลิกของเครื่องจักรทุกเครื่อง

เครื่องจักร	Pump	รอบเครื่องที่วัดได้	รอบเครื่องที่ผู้ผลิตกำหนด
PP1	PV24	2,900	2,700
ML1	A4VG180+A4VG125	2,500	2,300
ML4	PV24+PV24	2,853	2,700
ML6	A4VG180+A4VG125	2,241	2,300
ML7	PV24+PV24	2,842	2,700
ML8	PV24	3,089	2,700
ML9	PV24+PV24	2,532	2,700
ML10	PV24+PV24	2,958	2,700
ML11	A4VG180+A4VG180	2,532	2,300
ML14	A4VG180+A4VG180	2,443	2,300
ML15	A4VG180+A4VG180	2,962	2,300
ML16	PV24	2,687	2,700
ML17	PV24+PV24	3,058	2,700
ML18	A4VG180+A4VG180	2,100	2,300
PM9	A4VG180	2,200	2,300
PM11	A4VG125	2,645	2,700
PM12	PV24	2,755	2,700
PM14	A4VG180	2,304	2,300
PM15	A4VG180	2,289	2,300
PM16	A11VL0260	2,105	1,800
PM18	A4VG125+A4VG125	2,693	2,700

ภาคผนวก ค.
Maintenance Instructions

TNI

MAINTENANCE INSTRUCTIONS

SUMMARY MAINTENANCE WORK / MAINTENANCE FOR INDIVIDUAL COMPONENTS								
First service (F) after 100 operating hours; Daily (D), at least after 10 hours of operation; Weekly (W). Once a year (Y); If necessary (N)		F	D	W	Y	N	After op. hours	
Component	Maintenance work						500	1000
General	Concrete pump expert's inspection				X		X	
	Check screwed connection in acc. with torque table	X						
	Check EMERGENCY - OFF function			X				
	Check rubber plug on switching fork			X				
Oil tank	Check hydraulic oil level		X					
	Drain off condensate of sump		X					
	Oil change							X
	Clean sump							X
Filter	Exchange suction filter	X				X		
	Clean line screens and dirt traps	X				X	X	
	Return filter - optical indication		X					
	Clean full flow filter (if provided)							X
Water tank	Check water level		X					
Water pump	Clean intake filter							X
	Typ HW 520 - Replace plastic rollers							X
Gear box	Oil change - gear box	X			X			
Compressor	Oil change - agitator gear box	X			X			X
Transfer tube	Check wear condition		X			X	X	
	Grease switch - over area		X					
	Check torques of tightening bolts on swiv. lever	X				X	X	
Threaded flare fittings	Visual check (leakage)	X						
Core pump	Check bolts on spacer/rod flange and re - tighten, if necessary	X				X		
	Drain off rinsing water		X					
Parts in contact with concrete	Check wear condition		X			X		
	Replace before carrying out major jobs					X		
Hopper	Grease mixer shaft bearing		X					
	Check switch - off function on agitator		X					
Agitator	Tighten fixing bolts			X				
Cooler	Cleaning work		X					X
Delivery line	Check wear condition		X			X		
	Check coupling to pressure pipe		X			X		