การประยุกต์ทฤษฎีการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

APPLICATION OF THEORY OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE TO INCREASE PERFORMANCE EFFECTIVENESS OF SURFACE MOUNT TECHNOLOGY MACHINES

ชัชชัย ทองประมูล

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การประยุกต์ทฤษฎีการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ชัชชัย ทองประมูล

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การประยุกต์ทฤษฎีการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ Application of Theory of Total Productive Maintenance to Increase Performance Effectiveness of Surface Mount Technology Machines
ชื่อ - นามสกุล	นายชัชชัย ทองประมูล
วิชาเอก	การจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สันติกร ภมรปฐมกุล, Ph.D.
ปีการศึกษา	2558

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ศุภกร พรหิรัญกุล, คอ.ด.)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชนงกรณ์ กุณฑลบุตร, D.B.A.)

..... กรรมการ
(อาจารย์สันติกร ภมรปฐมกุล, Ph.D.)

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติการค้นคว้าอิสระฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะบริหารธุรกิจ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นาถรพี ชัยมงคล, ปร.ด.)
วันที่ 12 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การประยุกต์ทฤษฎีการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
ชื่อ-นามสกุล	นายชัชชัย ทองประมูล
วิชาเอก	การจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สันติกร ภมรปฐมกุล, Ph.D.
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางในการประยุกต์ใช้รูปแบบของระบบซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) ในกลุ่มเครื่องวางชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของบริษัทประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มเครื่องจักร ประกอบด้วย เครื่องจักร HITACHI ทั้งหมด 5 สายการผลิต เครื่องจักร SAMSUNG ทั้งหมด 5 สายการผลิต และเครื่องจักร ASSEMBLEON ทั้งหมด 8 สายการผลิต โดยเสนอแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิผลโดยรวม และลดเวลาสูญเปล่าจากการหยุดของเครื่องจักร นำทฤษฎีและแนวทางของระบบ TPM มาประยุกต์ใช้ โดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบก้างปลา และแผนภูมิพาเรโต วิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ จากนั้นให้เสาหลักเพื่อแก้ไขปัญหาตามแนวทาง 8 เสาหลัก เพื่อพัฒนาและวางแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร ประกอบด้วย การปรับปรุงเฉพาะเรื่องการบำรุงรักษาด้วยตนเองและการฝึกอบรม จากนั้นวัดผล โดยประเมินค่า OEE ค่าเวลาเฉลี่ยก่อนที่เครื่องจักรชำรุด (MTBF) และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักร (MTTR)

จากผลการศึกษา พบว่า การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร สามารถเพิ่มค่า OEE ของกลุ่มเครื่องจักรตัวอย่างได้ โดยก่อนการปรับปรุงมีค่าอยู่ที่ร้อยละ 67 และหลังการปรับปรุงสามารถเพิ่มค่า OEE ขึ้นเป็นร้อยละ 71.76 และสามารถเพิ่มค่า MTBF ได้ 3126 นาที พร้อมกับสามารถลดค่า MTTR ได้ 114 นาที โดยรวมสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 389,000 บาทต่อวัน

สรุปผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหางานซ่อมบำรุงรักษาในกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่างได้

คำสำคัญ : การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องวางชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

Independent Study Title	Application of Theory of Total Productive Maintenance to Increase Performance Effectiveness of Surface Mount Technology Machines
Name - Surname	Mr. Chatchai Tongpramool
Major Subject	Business Engineering Management
Independent Study Advisor	Mr. Santikorn Pamornpathomkul, Ph.D.
Academic Year	2014

ABSTRACT

The study was carried out to bring up the guidelines for the application of the Total Productive Maintenance: TPM in the groups of the Surface Mount Technology Machines (SMT Machines) of the electronic assembly companies which were divided into 3 machine groups comprising 5 production lines of HITACHI machines, 5 production lines of SAMSUNG Machines, and 8 production lines of ASSEMBLEON Machines. The guidelines were proposed for the improvement of the Overall Equipment Effectiveness: OEE, and for the reduction of wasted time arising from discontinued machines. The theory and the guidelines of the TPM System were applied, and the analysis was done through the methods of Fish Bone Diagram, and Pareto Chart. The 8 pillars of the TPM were used to solve the problems in order to make improvement and to have the guidelines for the machine effectiveness which comprised Individual Improvement, Autonomous Maintenance and Training, and then the measurement was conducted by assessing the OEE value, the MTBF value, and the MTTR value.

The study results demonstrated that the overall improvement of the machines effectiveness could increase the OEE value of the machine groups. It was found that before the improvement, the OEE value was at 67%, however, after the improvement, the OEE value could be increased to 71.76%, and the MTBF value could be increased by 3126 minutes, as well as the MTTR value could be reduced by 114 minutes, and the expenses could be saved by 389,000 Baht per day.

As the results, it was concluded that the findings of the study could be applied as the guidelines for solving the problems of maintenance operations in the production process of the plants.

Keywords: Total Productive Maintenance**,** increasing performance effectiveness, Surface Mount Technology machines

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระในครั้งนี้สามารถดำเนินการสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณ ดร.ศุภกร พรหิรัญกุล ประธานกรรมการสอบ และ ดร.สันติกร ภมรปฐมกุล เป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้มีความสมบูรณ์จนประสบผลสำเร็จ ขอขอบพระคุณ ครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้จนทำให้ประสบความสำเร็จการศึกษาไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะตลอดจนช่วยค้นหาข้อมูล ซึ่งมีคุณค่าและประโยชน์ต่อการศึกษาในครั้งนี้เป็นอย่างมาก จนประสบผลสำเร็จด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาบริหารธุรกิจที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ รวมถึงทุกคนที่ให้กำลังใจ ให้คำปรึกษา ช่วยให้งานค้นคว้าอิสระสามารถดำเนินไปได้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณท่านที่ไม่ได้กล่าวนามที่มีส่วนช่วยเหลือทั้งหมดไว้ ณ ที่นี้

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณแด่ บิดา มารดา ที่คอยสั่งสอนอบรมเลี้ยงดูตลอดมา อีกทั้งญาติพี่น้องและครอบครัวทุกคนที่เอาใจใส่ดูแลเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านมาโดยตลอด จนทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้มีบทความใดขาดตกบกพร่อง หรือไม่สมบูรณ์ ผู้ทำการศึกษากราบขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ชัชชัย ทองประมูล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (4)

กิตติกรรมประกาศ (5)

สารบัญ (6)

สารบัญตาราง (8)

สารบัญภาพ (9)

บทที่ 1 บทนำ 11

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 11

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 13

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 14

1.4 แผนการดำเนินการวิจัย 14

1.5 คำจำกัดความในการวิจัย 14

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 17

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

2.1 แนวคิดการเพิ่มประสิทธิภาพ 18

2.2 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (TPM) 20

2.3 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร 23

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 34

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 38

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 38

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 41

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 41

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 42

3.5 การสำรวจสภาพปัจจุบัน 42

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ 54

4.1 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา 54

4.2 ผลการวิเคราะห์จากการระดมสมอง 56

4.3 การนำทฤษฎี TPM มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร 60

4.4 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้หลังการปรับปรุง 79

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 83

5.1 สรุปผลการวิจัย 83

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย 87

5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย 88

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องในอนาคต 89

บรรณานุกรม 90

ประวัติผู้เขียน 92

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงกำลังการผลิตต่อวันของเครื่องจักรทั้ง 3 ชนิด 42

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างแผนก้างปลา (Fish Bone Diagram) 34
ภาพที่ 2.2 แสดงตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) 35
ภาพที่ 3.1 แสดงประสิทธิผลโดยรวมสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร SMT Machine 35
ภาพที 3.2 แสดงประสิทธิผลโดยรวมสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร Hitachi Machine 44
ภาพที่ 3.3 แสดงประสิทธิผลโดยรวมสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร Assembleon Machine 45
ภาพที่ 3.4 แสดงประสิทธิผลโดยรวมสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร Samsung Machine 46
ภาพที่ 3.5 แสดงแผนผัง Lines การผลิตทั้งหมด 47
ภาพที่ 3.6 แสดงแผนผัง Lines การผลิตของ Operation No.1 Hitachi Machine 48
ภาพที่ 3.7 แสดง Lines การผลิตเครื่อง Hitachi Machine 48
ภาพที่ 3.8 แสดงแผนผัง Lines การผลิตของ Operation No.2 Samsung Machine 49
ภาพที่ 3.9 แสดง Lines การผลิตของ เครื่อง Samsung Machine 49
ภาพที่ 3.10 แสดงแผนผัง Lines การผลิตของ Operation No.3 Assembleon Machine 50
ภาพที่ 3.11 แสดง Lines การผลิตของเครื่อง Assembleon Machine 50
ภาพที่ 3.12 แสดงแผนผังของกระบวนการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 51
ภาพที่ 4.1 แสดงสาเหตุหลักของปัญหาในการจับและวาง Part ของเครื่องจักร Hitachi 54
ภาพที่ 4.2 แสดงสาเหตุหลักของปัญหาในการจับและวาง Part ของเครื่องจักร Assembleon 55
ภาพที่ 4.3 แสดงสาเหตุหลักของปัญหาในการจับและวาง Part ของเครื่องจักร Samsung 55
ภาพที่ 4.4 แสดงสาเหตุหลักของปัญหาที่ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรลดลง 57
ภาพที่ 4.5 แผนการดำเนินงานในการแก้ไขปัญหา (Action Plan) 61
ภาพที่ 4.6 หัวข้อการทดสอบความเข้าใจของพนักงานที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร 63
ภาพที่ 4.7 แสดงขั้นตอนการ Set up Feeder ที่ถูกต้อง 65
ภาพที่ 4.8 การฝึกอบรมการ สร้าง Part Library จากผู้เชี่ยวชาญของบริษัทผู้ผลิต 66
ภาพที่ 4.9 แสดงการทำความสะอาด Nozzle โดยใช้เครื่องทำความสะอาด 67
ภาพที่ 4.10 แสดงประวัติการทำความสะอาด Nozzle 68
ภาพที่ 4.11 แสดง Code แทนอาการเสียของ Feeder 69

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.12 แสดงประวัติการซ่อม Feeder โดยใช้ Code แทนอาการเสีย 70
ภาพที่ 4.13 แสดงอาการเสียของ Hitachi Feeder เรียงลำดับจากมากสุดมาหาน้อยสุด 71
ภาพที่ 4.14 แสดงอาการเสียของ Assembleon Feeder เรียงลำดับจากมากสุดมาหาน้อยสุด 71
ภาพที่ 4.15 แสดงการวางแผนการแก้ไขปัญหา Feeder จาก 5 Error Code สูงสุด 72
ภาพที่ 4.16 แสดงวิธีการทำความสะอาด Feeder 73
ภาพที่ 4.17 แสดงจำนวนครั้งที่กำหนดการทำ PM ของ Feeder แต่ละชนิด 74
ภาพที่ 4.18 ตารางการแจ้งการขอหยุดทำ PM เครื่องจักรประจำสัปดาห์ที่ 19 75
ภาพที่ 4.19 ตารางแสดง Code ระดับการตรวจชิ้นงานตามขนาดแต่ละจำนวน 76
ภาพที่ 4.20 ตัวอย่างตารางแสดงค่าระดับการสุ่มตรวจต่อเนื่องจากตารางรูปภาพที่ 4.16 77
ภาพที่ 4.21 พนักงานกำลังปฏิบัติงานบนเครื่อง Tape & Reel Machine 78
ภาพที่ 5.1 แสดงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรก่อนปรับปรุง 83
ภาพที่ 5.2 แสดงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรโดยเปรียบเทียบก่อและหลังปรับปรุง 84
ภาพที่ 5.3 แสดงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรที่เพิ่มขึ้น 85
ภาพที่ 5.4 แสดงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร HITACHI ที่เพิ่มขึ้น 85
ภาพที่ 5.5 แสดงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ASSEMBLEON ที่เพิ่มขึ้น 86
ภาพที่ 5.6 แสดงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ASSEMBLEON ที่เพิ่มขึ้น 86

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ถือได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจไทยในปัจจุบันค่อนข้างมาก โดยมีการส่งออกครองอันดับที่หนึ่งต่อเนื่องกันมาเป็นระยะเวลาหลายปี โดยยอดการส่งออกอิเล็กทรอนิกส์ปี 2557 ศูนย์วิจัยกสิกรไทย คาดว่า อาจขยายตัวได้ที่ร้อยละ 1.9-4.1 หรือมีมูลค่าประมาณ 32,300-33,000 ล้านเหรียญสหรัฐฯ โดยมีปัจจัยสนับสนุนต่าง ๆ อาทิ เศรษฐกิจของประเทศคู่ค้าหลักเริ่มฟื้นตัว น่าจะผลักดันให้ความต้องการสินค้าอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มสูงขึ้น ความต้องการอิเล็กทรอนิกส์ในรถยนต์ที่เพิ่มสูงขึ้นจากการเปลี่ยนผ่านเทคโนโลยีรถยนต์จากการใช้น้ำมันมาเป็นระบบไฮบริดและไฟฟ้า ทำให้ความต้องการเพิ่มสูงขึ้นในอิเล็กทรอนิกส์ประเภทวงจรพิมพ์ วงจรรวม เซ็นเซอร์ต่าง ๆ ระบบชาร์จและแปลงไฟฟ้า และความต้องการพื้นที่การจัดเก็บข้อมูลออนไลน์เพิ่มสูงขึ้น ตามจำนวผู้ใช้งานสมาร์ทโฟนที่เพิ่มขึ้น การเติบโตของโซเชียลมีเดีย อย่างเช่น การอัพโหลดรูป วีดีโอต่าง ๆ ส่งผลให้ความต้องการ HDD ยังคงมีอยู่จากการประเมินของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม พบว่า จุดแข็งที่สำคัญของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของไทยในปัจจุบันคือเป็นฐานการผลิตเพื่อการส่งออกที่สำคัญของสหรัฐอเมริกาสิงคโปร์โดยเฉพาะญี่ปุ่นที่เข้ามาลงทุนจำนวนมากในไทยช่วงหลายปีที่ผ่านมา ประกอบกับไทยมีแรงงานที่มีความชำนาญเป็นพิเศษ ทั้งความละเอียด ประณีต ซึ่งเหมาะกับความต้องการของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อีกทั้งประเทศไทยเริ่มที่จะพัฒนาขีดความสามารถของศูนย์ตรวจสอบและทดสอบผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลมากขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของไทยเริ่มเป็นที่ยอมรับในศักยภาพและได้รับความเชื่อถือในด้านการผลิตจากหน่วยงานและบริษัทต่างประเทศ เป็นลำดับส่วนจุดอ่อนของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จากการศึกษาของบรรษัทพัฒนาโพ้นทะเลแห่งญี่ปุ่น (JODC) พบว่า อุตสาหกรรมของไทยขาดการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ตลอดจนไม่มีความชำนาญในด้านการตลาดสำหรับผู้ประกอบการท้องถิ่น ขณะที่บริษัทที่แข่งขันในตลาดโลกได้ส่วนใหญ่จะเป็นกิจการร่วมทุนกับต่างชาติหรือเป็นกิจการของต่างประเทศที่เข้ามาลงทุนในไทย อีกทั้งผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมนี้ มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีค่อนข้างรวดเร็ว ดังนั้น กิจการของคนไทยส่วนใหญ่จึงอยู่ในส่วนของการรับจ้างประกอบและทดสอบผลิตภัณฑ์ ทำให้แรงงานไทยขาดโอกาสในการพัฒนาฝีมือระดับสูง นอกจากนี้ การเชื่อมโยงระหว่างอุตสาหกรรมสนับสนุนกับอุตสาหกรรมหลักที่ยังมีไม่มากเท่าที่ควร ส่งผลให้การผลิตของไทยมีต้นทุนสูงขึ้น ขณะที่ปัจจุบันไทย

เริ่มสูญเสียความได้เปรียบทางการแข่งขันให้กับประเทศเพื่อนบ้าน อาทิ จีนและเวียดนาม จากการที่ค่าแรงงานเพิ่มสูงขึ้น จึงทำให้เกิดการย้ายฐานการผลิตไปยังประเทศเพื่อนบ้านมากขึ้น ภายใต้ภาวะการแข่งขันที่เริ่มมีความรุนแรงมากขึ้นทั้งตลาดภายในประเทศเองและรวมทั้งตลาดต่างประเทศจากการเปิดเสรีทางการค้าอาฟต้า (AFTA) และการรวมกลุ่มจัดตั้งเขตการค้าเสรีต่าง ๆ เช่น นาฟตา (NAFTA) และการที่จีนเริ่มมีบทบาทมากขึ้นในตลาดโลก ส่งผลให้ผู้ผลิตไทยจะต้องปรับตัว โดยจะต้องเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพ รวมทั้งยกระดับเทคโนโลยีเพื่อลดต้นทุนการผลิต รวมทั้งเพิ่มการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างจากสินค้าในตลาดและมีความหลากหลายมากขึ้นเพื่อเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มและหลีกเลี่ยงการแข่งขันทางด้านราคากับสินค้าในตลาดล่างและยังเป็นการเพิ่มช่องทางการสร้างโอกาสใหม่ทางการตลาด

อุตสาหกรรมผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีบทบาทที่สำคัญต่อประเทศไทย ทั้งในด้านการลงทุน การจ้างงาน และการส่งออก โดยด้านการลงทุนประเทศไทยเป็นฐานการผลิตของบริษัทชั้นนำของโลกที่เข้ามาตั้งฐานการผลิตเพื่อส่งออกไปยังตลาดโลก อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่มีอยู่อย่างมากมายสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มบริษัทที่ผลิตเองและกลุ่มบริษัทที่รับจ้างผลิตตามความต้องการของลูกค้าและด้วยสภาวะการเปิดเสรีทางการค้า (Liberalization) ทำให้บริษัทข้ามชาติที่อยู่ต่างประเทศหลายบริษัทได้เข้ามาลงทุนในประเทศซึ่งทำให้ตลาดการแข่งขันทางธุรกิจเกิดความรุนแรงที่สูงขึ้นทำให้บริษัทต่าง ๆ ต้องปรับตัวเพื่อความอยู่รอด บริษัทผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำการศึกษาเป็นหนึ่งในบริษัทอันดับหนึ่งของคนไทยที่มียอดการส่งออกไม่ต่ำกว่าปีละ 9,000 ล้านบาทต่อปี (ผลประกอบการของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยปี 2556) ที่ให้บริการรับจ้างผลิตและประกอบแผงวงจอิเล็กทรอนิกส์ให้กับบริษัทอิเล็กทรอนิกส์ชั้นนำของโลกด้วยการให้ความสำคัญของความต้องการของลูกค้า การสร้างความพึงพอใจต่อลูกค้า อีกทั้งยังต้องตระหนักถึงคุณภาพของสินค้า การส่งมอบสินค้าที่ตรงต่อเวลาและการลดต้นทุนที่ใช้ในการผลิต

ปัจจุบันบริษัทที่ทำการศึกษามีคำสั่งซื้อจากลูกค้าเข้ามาในปริมาณที่สูง แต่บริษัทเองในบางช่วงจะประสบปัญหาไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันตามความต้องการของลูกค้า เนื่องจากผลผลิตและคุณภาพของชิ้นงาน ไม่เป็นไปตามเป้าหมายจากแผนกเครื่องจักร (SMT Machine) ทำให้การส่งมอบสินค้าเกิดความล้าช้าซึ่งมีผลกระทบทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ดังนั้นบริษัทจึงได้มอบนโยบายให้กับฝ่ายที่ดูแลรักษาเครื่องจักร (SMT MACHINES) หาวิธีการที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพที่ดีในการเดินเครื่องของเครื่องจักรโดยรวม ตั้งแต่ความพร้อม สมรรถนะ คุณภาพผลิตภัณฑ์และความปลอดภัย ปรับปรุงผลผลิตต่อชั่วโมงให้มีปริมาณที่สูงขึ้นและลดปัญหาการเกิดของเสีย

การประยุกต์ใช้ระบบ TPM ได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมภายในประเทศญี่ปุ่นเป็นเวลามากกว่า 25 ปี และอุตสาหกรรมหลายแห่งสามารถจะบรรลุถึง Zero Breakdown (เหตุขัดข้องเป็นศูนย์) ได้ ดังนั้นการประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาทวีผล (TPM) จึงเป็นเทคนิคในการแก้ไขปัญหาอันเกิดจากขั้นตอนการทำงานที่ขัดข้องของเครื่องจักร เครื่องจักรเสียขณะใช้งานและรวมถึงการทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ เพื่อที่จะช่วยลดความผันแปรในกระบวนการผลิต ในขณะที่กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพจะสร้างมาตรฐานในการทำงาน ดังนั้นการนำมาใช้งานร่วมกัน จึงก่อให้เกิดผลในการลดความผันแปร ลดเวลาและของเสียจากการผลิตได้เป็นอย่างมาก การศึกษานี้จึงได้นำกิจกรรม TPM มาใช้เป็นวิธีปฏิบัติในโรงงานเพื่อเป็นกิจกรรมเพื่อมุ่งขยายผลในเชิงคุณภาพและปริมาณรวมทั้งช่วยลดต้นทุนในการผลิตโดยปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ให้เพิ่มสูงขึ้นและเพิ่มค่า MTBF และ ลดค่า MTTR

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อประยุกต์ใช้ระบบการบำรุงรักษา (Total Productive Maintenance) กับการทำงานของเครื่องจักร (SMT Machine)

1.2.2 เพื่อปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ให้เพิ่มสูงขึ้น

1.2.3 เพื่อเพิ่ม Maintenance Performance Index โดยการลด Machine DownTime เพิ่มค่า MTBF และลดค่า MTTR

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้มีขอบเขตการศึกษาเฉพาะกรณีศึกษาในกระบวนการจับและวางตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เครื่องจักร SMT Machine และขั้นตอนที่เกี่ยวข้องก่อนหน้านั้นของบริษัทผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

1. ทำการศึกษาและจัดทำระบบมาตรฐานการบำรุงรักษา TPM ของเครื่องจักร SMT Lines

2. ทำการปรับปรุงเวลาเฉลี่ยในการทำงานของเครื่องจักรให้ยาวนานขึ้นก่อนที่จะเกิดความเสียหายโดยการเพิ่มค่า MTBF ให้เพิ่มสูงขึ้น

3. ทำการลดเวลาเฉลี่ยในการซ่อมให้น้อยลงโดยลดค่า MTTR ให้ลดลงจากเดิม

4. ทำการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมเครื่องจักร (OEE) ให้มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจากเดิมอย่างน้อยร้อยละ 3 โดยใช้ตัวชี้วัดในการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของการทำงานของเครื่องจักร คือ ร้อยละของประสิทธิภาพการผลิตโดยรวม (% Efficiency) ของสายการผลิต ก่อนการปรับปรุง

(1 มกราคม พ.ศ. 2556 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2556) เปรียบเทียบกับหลังการปรับปรุง (1 มกราคม พ.ศ. 2557 ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ. 2557)

1.4 แผนการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาทฤษฎี หลักการ และทบทวนวรรณกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลักการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (TPM)

1.4.2 รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน กำหนดหัวข้อหลักและขอบเขตของปัญหาที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการผลิตของเครื่องจักร (SMT Machine)

1.4.3 วิเคราะห์หาสาเหตุ วิธีการแก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (TPM)

1.4.4 ดำเนินงานตามหลักการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยการบำรุงรักษา (TPM) ทำการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลงานที่ปฏิบัติ โดยการเปรียบเทียบกับผลการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5 คำจำกัดความในการวิจัย

การผลิต (Production) หมายถึง การผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยนำปัจจัยการผลิต (Inputs) เข้าสู่ขั้นตอนการผลิต (Process) โดยใช้เครื่องจักรทำการผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิต (Outputs) และผ่านการตรวจสอบคุณภาพก่อนถึงผู้บริโภค

แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Print Circuit Board Assemble) หมายถึง แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการประกอบตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เข้าไปและสามารถทำงานได้ตามที่ลูกค้ากำหนด

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง การผลิตชิ้นงานโดยการใช้เวลาน้อยที่สุดและมีการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนย้ายชิ้นงานน้อยที่สุด มีการใช้วัสดุในการประกอบเท่าที่จำเป็นและไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการ

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE - Overall Equipment Effectiveness) หมายถึง การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรประกอบด้วย 3 ปัจจัยหลัก คือ

1. อัตราการเดินเครื่อง (Availability) คือ ความพร้อมในการมาทำงาน เป็นการเปรียบเทียบระหว่างเวลาการทำงานจริงกับเวลาทั้งหมด เวลาทำงานจริง คือ เวลาทำงานทั้งหมด หักด้วย เวลาที่ไม่ได้ทำงานเนื่องจาก ลากิจ ลาป่วย หยุดงาน ขาดงาน การใช้เวลาในการอบรมฯ

2. ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) คือ ประสิทธิภาพของการปฏิบัติงานพิจารณาจากเวลามาตรฐาน x จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ เปรียบเทียบกับเวลาการมาทำงานจริง

3. อัตราคุณภาพ (Quality Rate) คือ ผลิตผลดีเป็นไปตามข้อกำหนด หรือความต้องการของลูกค้า เปรียบเทียบกับชิ้นงานที่ทำทั้งหมด

รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) หมายถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการผลิตโดยจะเริ่มนับตั้งแต่จุดเริ่มต้นของเครื่องจักรต่อชิ้นงานนั้นจนถึงเวลาที่กลับมาตั้งต้นเพื่อจะเริ่มทำการผลิตชิ้นงานอื่นในรอบต่อไป ซึ่งจะรวมกิจกรรมหยิบชิ้นงานและอุปกรณ์ กดสวิตซ์ และหยิบงานออกจากเครื่องจักร รวมกับเวลาที่เครื่องจักรทำงาน

SMT Machine (Surface Mount Technology Machine) หมายถึง เครื่องจักรที่ใช้ในการวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กลงบนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

เวลาที่เสีย (Downtime) หมายถึง ระยะเวลาที่เครื่องจักรเสียไม่สามารถทำการผลิตได้

คุณภาพ (Quality) หมายถึง การที่สินค้ามีลักษณะและการทำงานเป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้าและข้อกำหนดที่เป็นมาตรฐานการผลิต

ร้อยละของเสีย (Defect Rate) หมายถึง จำนวนร้อยละของแผงวงจรหรือชิ้นส่วนอิเล็กทรกนิกส์ที่เสียหายจากการผลิต

Work Order คือ ชื่อของกลุ่มผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่ง ๆ ที่มีชื่อหรือหมายเลขกำกับที่มีคำสั่งให้ผลิต

Setup Time คือ ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตของเครื่องจักร

Tape Feeder คือ ตัวป้อนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มาเป็นม้วนให้กับเครื่องวางตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

Tube Feeder คือ ตัวป้อนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มาเป็นหลอดให้กับเครื่องวางตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

Nozzle หมายถึง หัวจับตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องจักร (SMT Machine) ซึ่งมีอยู่หลายขนาด แยกตามขนาดและชนิดของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

Feeder Teach คือ การสอนตำแหน่งการจับตัวอุปกรณ์บนตำแหน่งตัวอุปกรณ์ใน Tape Feeder หรือ Tube Feeder

Adjustment หมายถึง การปรับแต่ง

Alignment หมายถึง การตั้งศูนย์

Breakdown Maintenance หมายถึง การซ่อมเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องอย่างกะทันหัน

Down Time หมายถึง เวลาสูญเสีย

Defect หมายถึง ความบกพร่อง

Function หมายถึง หน้าที่การทำงาน

Failure หมายถึง การเกิดเหตุขัดข้อง

Inspection หมายถึง การตรวจสภาพ

Job Description หมายถึง คำบรรยายงาน

Lubrication หมายถึง การหล่อลื่น

Machine Uptime หมายถึง เวลาที่เครื่องจักรทำงาน

Machine Downtime หมายถึง เวลาที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง

Mean Time Between Failures หมายถึง เวลาเฉลี่ยระหว่างขัดข้อง (MTBF)

Machine Availability หมายถึง ความพร้อมใช้งานเครื่องจักร

Machine Breakdown หมายถึง การขัดข้องของเครื่องจักร

Mean Time to Repair หมายถึง เวลาเฉลี่ยการซ่อมแซมเครื่องจักร (MTTR)

MMIS หมายถึง การบริหารระบบการบำรุงรักษา

Operation Time หมายถึง เวลาการทำงานของเครื่องจักร

Operating Manual หมายถึง คู่มือการใช้เครื่องจักร

Organization Chart หมายถึง แผนภูมิองค์กร

Overhaul หมายถึง การซ่อมใหญ่

Preventive Maintenance Technique หมายถึง เทคนิคการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

Planned Maintenance หมายถึง แผนการบำรุงรักษา

Preventive Maintenance หมายถึง การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

Replacement หมายถึง การเปลี่ยนชิ้นส่วน

Repair หมายถึง การซ่อมแซม

Routine Maintenance หมายถึง งานซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำวัน

Stand by Time หมายถึง เวลาที่เครื่องจักรถูกจัดสำรองไว้

Production Schedule หมายถึง ตารางการผลิตของชนิดผลิตภัณฑ์ในแต่ละวันรวมถึงจำนวนการผลิตที่ต้องการ

Shot Planning Per Day หมายถึง ตารางการวางแผนการวางตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่อวัน

Shot หมายถึง หน่วยที่ใช้เรียกจำนวนการวางตัวอุปกรณ์ของเครื่องจักร

Output หมายถึง ผลผลิตหรือชิ้นงานที่มีคุณภาพที่ผลิตออกมาจากเครื่องจักร

First Pass Yield หมายถึง เปอร์เซ็นย์ของผลผลิตที่ดีที่ผลิตได้จากการเริ่มเดินเครื่องจักร (ผลผลิตชิ้นแรก)

Machine Defect หมายถึง ผลผลิตหรือชิ้นงานที่เสียจากกระบวนการผลิตของเครื่องจักร

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 บริษัทผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำการศึกษาสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาจัดทำระบบการบำรุงรักษา TPM ของเครื่องจักร SMT Lines

1.6.2 สามารถนำหลักการและวิธีการของเทคนิคระบบการบำรุงรักษา (TPM) มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยการเพิ่มค่า MTBF ให้เพิ่มสูงขึ้น และลดเวลาเฉลี่ยในการซ่อมให้น้อยลงโดยลดค่า MTTR ให้ลดลงจากเดิม

1.6.3 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ให้เพิ่มสูงขึ้นอย่างน้อยร้อยละ 3 (ประมาณ 240,000 บาทต่อวัน)

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรณีศึกษา “การประยุกต์ทฤษฎีการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (SMT Machine) ” ผู้ค้นคว้าได้ศึกษาแนวความคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารและข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีสาระสำคัญดังนี้

2.1 แนวคิดการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

2.2 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (TPM)

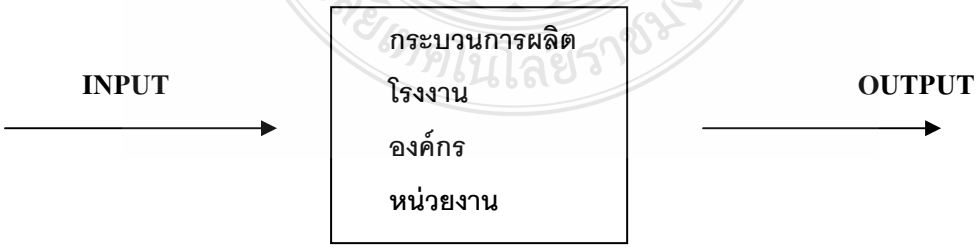
2.3 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตนั้น มีวิธีต่าง ๆ มากมาย นักพัฒนาการผลิตทั้งหลายได้พยายามหาวิธีการจากการพัฒนาเทคโนโลยีในเรื่องของการผลิตจนถึงการพัฒนาบุคลากร เพื่อประสิทธิภาพรวมไปถึงการจัดการเรื่องวัสดุ ความปลอดภัย การจัดส่ง และการลดต้นทุน นอกจากนี้แล้วปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเพิ่มคุณภาพการผลิตในยุคสมัยใหม่นี้ต้องเป็นเรื่องของเครื่องจักรอุปกรณ์ หากมีการเสียหายเกิดขึ้นกะทันหันหรือเครื่องจักรอุปกรณ์มีสภาพที่ไม่สมบูรณ์ จะทำให้ลดประสิทธิภาพการผลิตลงไปทันทีและอาจเกิดความเสียหายอื่น ๆ ตามมาอีกมากมาย ดังนั้น จึงมีการหาวิธีการและแนวทางบำรุงรักษาสมัยใหม่ในการดูแลเครื่องจักร

กระบวนการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต



ทรัพยากรที่ต้องใส่เข้าโรงงาน
4M’s

ความต้องการจากโรงงาน
P,Q,C,D

Man คน	Product ผลผลิต
Machine เครื่องจักรอุปกรณ์	Quality คุณภาพ
Material วัสดุ	Cost ต้นทุน
Method วิธีการ	Delivery การจัดส่ง

ประสิทธิภาพการผลิต คือการพัฒนา P,Q,C,D และ 4M's ให้ดีขึ้นไม่ว่าจะพัฒนาในตัวไหนก็เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพได้ทั้งหมด

การใช้งานเครื่องจักรในกระบวนการผลิตมักจะใช้งานจนกว่าจะเกิดการชำรุดเสียหาย จึงทำการซ่อมแซมซึ่งทำให้เกิดการเสียหายในรูปแบบต่าง ๆ ตามมา ดังนั้น จึงได้มีการวางระบบการเพื่อซ่อมบำรุงเชิงป้องกันขึ้น เพื่อยืดอายุของเครื่องจักรและป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเสียโดยกะทันหัน ซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการผลิต แต่การที่จะให้การบำรุงรักษาบรรลุผลนั้นจะต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่าย ตั้งแต่ผู้บริหาร ฝ่ายวางแผน ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายบำรุงรักษา ฝ่ายจัดซื้อ รวมถึงผู้ปฏิบัติงานทุกคนที่เกี่ยวข้องในองค์กร

วัฒนาการของการบำรุงรักษา

ในยุคต้น ๆ ของการใช้เครื่องจักรนั้น มักจะใช้จนกว่าจะเกิดการเสียจึงทำการซ่อมแซมทำให้เกิดความเสียหายในรูปแบบต่าง ๆ เกิดตามมา ต่อมาเมื่อถึงยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมได้มีการวางระบบงานเพื่อซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้นเพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรและป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเกิดการเสียโดยกระทันหัน ต่อมาได้วางระบบการบำรุงรักษาแบบทวีผลขึ้น คือมีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแต่ขณะเดียวกันต้องประเมินว่าค่าบำรุงรักษาต้องคุ้มกับผลผลิตที่ได้รับเพื่อสามารถดำเนินการซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่องจักรให้สอดคล้องกับความต้องการใช้เครื่องจักรในการผลิตทั้งในแง่ของเวลาและความแม่นยำของผลที่ได้จากการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์นั้นแนวความคิดและวิวัฒนาการในการบำรุงรักษาเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในการผลิตคอมพิวเตอร์ จึงมีส่วนช่วยทำให้มีการมีการผลักดันเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของวิธีการบำรุงรักษาจากการซ่อมบำรุงเมื่อเสียซึ่งเป็นการวางแผนการซ่อมบำรุงก่อนที่เครื่องจักรจะไม่สามารถดำเนินการได้โดสามารถสรุปแนวของวิวัฒนาการที่เกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1950 ถึงหลังช่วงปี ค.ศ. 2000

การบำรุงรักษา เกิดขึ้นมานานแล้วและถูกพัฒนาการตามลำดับดังนี้

- การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง (Breakdown Maintenance: BM)
- การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM)
- การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance: CM)

- การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Preventive: MP)
- การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance: PM)

2.2 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (TPM)

ประวัติความเป็นมาของ TPM

การปฏิวัติอุตสาหกรรม โดยระบบการผลิตเดิม จากแรงงานมนุษย์ และแรงงานสัตว์ มาเป็นเครื่องจักร ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตอย่างมาก เนื่องจากอุตสาหกรรมที่นำเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการผลิต ทำให้สามารถผลิต ผลิตภัณฑ์ ได้จำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน ดังนั้นก็สามารถลดต้นทุนต่อหน่วยผลิตได้ อีกทั้งในสมัยก่อนการแข่งขันยังไม่มีสูงเนื่องจากผู้ผลิตสินค้ายังมีไม่มากเมื่อเทียบสัดส่วนกับ ผู้บริโภค จึงทำให้สายการผลิตเป็นลักษณะผลิตยิ่งมากยิ่งถูกไม่ค่อยคำนึงถึงคุณภาพเท่าที่ควร และไม่มีความหลากหลายในผลิตภัณฑ์แต่จะคำนึงถึงปริมาณการผลิตเป็นหลักแต่ในสภาวะปัจจุบันเป็นช่วงที่ผู้ผลิตมีจำนวนมาก และผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายและเน้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากขึ้นการนำระบบ TPM (Total Productive Maintenance) เป็นระบบการบริหารการผลิตสมัยใหม่ ซึ่งเป็นลิขสิทธิ์ โดยตรง JIMP (Japan Institute of Plant Maintenance) ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งแนวความคิดจะเน้นเรื่องของเข้ามีส่วนร่วมของบุคลากรทุกฝ่ายในองค์กรโดยเฉพาะผู้ปฏิบัติงานจะต้องรู้จักดูแลรักษาเครื่องจักรของตนไม่ปล่อยให้เป็นหน้าที่ของฝ่ายบำรุงรักษาแต่เพียงฝ่ายเดียว และยังเน้นการลดความสูญเสียและกำจัดความสูญเปล่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โดยรวมของระบวนการผลิต TPM คือ การเดินทางเพื่อการค้นหา (Journey of Discovery) ในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อองค์กร เช่นการสูญเสียจากเครื่องจักรการสูญเสียจากบุคลากร และการสูญเสียจากค่าใช้จ่าย

TPM ไม่ใช่หลักสูตรการฝึกอบรมเพื่อการดูแลรักษาเครื่องจักร TPM คือกิจกรรมที่ทุกคนทั้งองค์กรจะต้องเข้าร่วมกันทำ เพื่อลดความสูญเสียกำจัดความสูญเปล่า และเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมขององค์กร

ความหมายของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (TPM)

ลักษณะพิเศษของ TPM คือการบำรุงรักษาด้วยตนเองของพนักงาน ควบคุมดูแลเครื่องจักร ดูแลรักษาร่างกายของมนุษย์ด้วยเพื่อที่จะสามารถรักษาสุขภาพให้อยู่ในสภาพที่ดีอยู่เสมอ นอกจากนั้น ยังต้องให้ผู้เชี่ยวชาญมาดำเนินการตรวจเช็คตามเวลาที่กำหนด แล้วทำการซ่อมแซมบำรุงรักษาสำหรับ แนวคิดในเรื่องของการควบคุมเครื่องจักรของญี่ปุ่นนั้นผ่านมาจากยุคของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ไปสู่การบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มผลผลิตแล้วก็ได้พัฒนาไปสู่ยุคของ TPM ในปัจจุบัน

ความหมายของ TPM ในส่วนการผลิต

1. TPM คือ ระบบการบำรุงรักษาที่จะทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์เกิดประสิทธิภาพสูงสุด (Overall Efficiency)

2. TPM คือ การประยุกต์ใช้ PM เพื่อให้สามารถใช้เครื่องจักรได้ตลอดอายุการใช้งาน

3. TPM คือ ระบบการบำรุงรักษาของทุกคนที่มีส่วนได้ส่วนเสียกับเครื่องจักรอุปกรณ์ได้แก่ ผู้วางแผนการผลิต ผู้ใช้เครื่อง และฝ่ายซ่อมบำรุง

4. TPM คือ ระบบการบำรุงรักษาที่อยู่บนพื้นฐานของการมีส่วนร่วมตั้งแต่ผู้บริหารระดับ สูงจนถึงผู้ใช้เครื่อง

เป้าหมายของ TPM

การตั้งเป้าหมายของ TPM ก็เพื่อใช้ในการวัดระดับความสำเร็จในการทำกิจกรรม เพื่อให้ ทุกคนในองค์กรทำงานไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีเป้าหมายคือ

1. เครื่องจักรขัดข้องเป็นศูนย์ (Zero Breakdown)

2. อุบัติเหตุเป็นศูนย์ (Zero Accident)

3. ของเสียเป็นศูนย์ (Zero Defect)

กิจกรรม 8 เสาหลักของ TPM

1. การจัดการความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน (Safety Health and Work Place Hygiene Management) ความปลอดภัยเป็นกิจกรรม ที่ต้องให้ความสำคัญมากที่สุด เพราะหากมี การทำงาน ที่มีอันตรายมาก จะมีผล ต่อกำดำเนินกิจกรรมอื่นตามมา ลองคิดดูว่า จะเป็นอย่างไร หาก เริ่มทำกิจกรรมแล้ว เกิดอุบัติเหตุขึ้นกับพนักงาน พนักงานท่านอื่น ๆ จะคิดอย่างไรคงไม่ได้คิดในแง่ดี อย่างแน่นนอน

2. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) เป็นกิจกรรมหลัก ที่เป็น เอกลักษณ์ของ TPM หลักการของการบำรุงรักษา หากมองผิวเผิน อาจมองว่าเป็นเพียง การเปลี่ยน พนักงานเดินเครื่อง ให้เป็นผู้ที่สามารถ ตรวจสอบเครื่องจักรได้ แต่แท้ที่จริงแล้วไม่ใช่เท่านั้น แต่เป็น

การเปลี่ยนแปลงสภาพ การเป็นเจ้าของ จากที่เครื่องจักรของโรงงาน เป็นเครื่องจักรของฉัน เครื่องจักรนี้เป็นเครื่องจักร ที่ต้องไม่มีความเสื่อมสภาพ เป็นเครื่องจักรที่ไม่ผลิตของเสีย เป็นเครื่องจักรที่ไม่เสีย นั้นคือหัวใจของการบำรุงรักษาด้วยตนเองการทำการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

3. การวางแผนการบำรุงรักษา (Planned Maintenance) ต้องทำการวางแผนการบำรุงรักษาให้กับ เครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรไม่เสีย ต้องทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำที่สุด

4. การให้การศึกษา และฝึกอบรม (Training and Education) ถ้าต้องการเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูง เราสามารถที่จะหาซื้อ เข้ามาติดตั้งก็ใช้งานได้ หากต้องการระบบการควบคุมการผลิตที่ดี ก็สามารถหาได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยในการบริหารจัดการได้ แต่เราไม่สามารถรักษาสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ไว้ได้ หากเราไม่มีคนที่มีความสามารถ ดังนั้นเราจึงต้องทำการพัฒนาคน ให้มีความสามารถ และรักในการปรับปรุงงานอยู่ตลอดเวลาหัวใจของการพัฒนาคน คือการให้ความรู้ การให้ความรู้ ต้องเป็นการให้ความรู้ที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องใช้ความรู้นั้น ๆ

5. การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Focus Improvement, Kobetsu Kaizen) กิจกรรมที่มีหน้าที่เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้ง 16 ประการให้เป็น ศูนย์ โดยการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ไปทำการวิเคราะห์หาทางแก้ไข และป้องกันการกลับมาของปัญหา เครื่องมือที่ใช้ในกิจกรรมนี้คือ 5W+1H การวิเคราะห์ Why-Why เป็นต้น การเลือกใช้เครื่องมือต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา เหมือนกับการรับยาให้ตรงกับโรคนั่นเอง ดังนั้นเราต้องรู้จักกับชนิดของความสูญเสียก่อน

6. การบำรุงรักษาเชิงคุณภาพ (Quality Maintenance) การบำรุงรักษาคุณภาพ คำนี้อาจเป็นคำใหม่ เราจะได้ยินคำว่า การบำรุงรักษา คือการซ่อมบำรุงเครื่องจักร แยกจากคำว่าคุณภาพ ซึ่งหมายถึงการผลิตผลิตภัณฑ์ ให้ได้ตามข้อกำหนด แต่การนำสองคำนี้มารวมกัน หมายความว่าอย่างไร เราต้องทำความเข้าใจ กับแนวคิดที่ว่า การที่จะไม่ให้ของเสีย ถูกส่งไปให้ลูกค้า เราต้องไม่ผลิตของเสีย การที่เราผลิตของเสียออกมานั้น เกิดจากการที่เครื่องจักรของเรา มีความผิดปรกติบางอย่าง ที่ทำให้เครื่องจักรนั้น เมื่อทำงาน มันไม่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้เครื่องจักรผลิตของเสียออกมา ต่อมาในการที่เครื่องจักรของเรา มีความสมบูรณ์แล้วนั้น เราก็ต้องมาพิจารณาอีกว่า เราต้องทำการปรับแต่งเครื่องจักรอย่างไร เพื่อให้เครื่องจักรเดินได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นหากเราต้องการที่จะไม่ผลิตของเสียนั้น เราต้องทำให้เครื่องจักรของเรา ไม่มีสิ่งผิดปรกติ และต้องทำการควบคุมค่า ในการปรับแต่งต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์ กับคุณภาพให้ได้ เพื่อที่จะไม่ผลิตของเสียออกมา หากเราต้องทำเช่นนี้เราได้ เราต้องเริ่มจากการหาความสัมพันธ์ของชิ้นส่วน หรือค่าปรับตั้งต่าง ๆ กับปัญหาคุณภาพก่อน หรือที่เราเรียกว่า QA Matrix (เป็นเมตริกที่ใช้ในการบ่งบอกความสัมพันธ์ ของชิ้นส่วนของเครื่องจักร และค่าที่ต้องปรับตั้งกับคุณภาพ) หลังจากนั้นก็ต้องทำให้ชิ้นส่วนเครื่องจักร อยู่ในสภาพที่

สมบูรณ์ และกำหนดค่าปรับตั้งต่าง ๆ ให้ได้ หลังจากนั้นก็ทำการศึกษา ว่าคุณภาพที่ออกมานั้น มีความแน่นอนในการผลิตอย่างไร หรือที่เราเรียกว่าเราต้องหาค่า Cp/Cpk ของเครื่องจักรของเราให้ได้โดยเทียบกับค่าสเปคต่าง ๆ ของเรา กิจกรรมนี้เราจะดำเนินการได้ หลังจากที่ทำกิจกรรม AM และ PM พนักงานต้องมีความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ หรือทำกิจกรรมการปรับปรุง อย่างต่อเนื่องมาแล้วพอสมควร นั่นคือกิจกรรมนี้จะทำหลังจาก AM ผ่าน PM ไปได้ 3 ขั้นตอนแล้วแต่เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นไม่มาก แต่เกิดเป็นประจำ

7. การควบคุมเสียแต่เริ่มต้น (Initial Control) สำนวนที่ว่า “ทำให้ถูกเสียแต่ที่แรก” คงตรงกับกิจกรรมมากที่สุด หัวใจสำคัญของกิจกรรมนี้ เป็นกิจกรรม ที่จะทำให้เรารู้จักการดำเนินการ เพื่อป้องกันปัญหาเดิม ที่เราพบอยู่ให้หายไป หรือลดลงไปให้ได้ตั้งแต่ตอนที่เริ่มต้นกิจกรรมนี้

8. การเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานสายสำนักงาน (Efficiencies Administration) การดำเนินการต่าง ๆ ส่วนใหญ่ จะเป็นการดำเนินการ ในส่วนของโรงงานเสียเป็นส่วนใหญ่ แต่ไม่ใช่ว่าการดำเนินการนั้น จะไม่ให้ความสนใจ ในส่วนของสายสำนักงาน อันที่จริงแล้วสายสำนักงาน ก็มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากัน เพราะส่วนสำนักงานนั้น ก็เป็นส่วนสนับสนุน ในส่วนของสายสำนักงาน ก็จะดำเนินกิจกรรม 5ส เพื่อให้การเกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน ของสายสำนักงานให้ดีมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดหน้าที่ ในการทำงานอย่างชัดเจน ของแต่ละคนและแต่ละคน มีเอกสารใดบ้างที่ต้องรับผิดชอบ และดำเนินการจัดการอย่างไร

2.3 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

นิยามของค่าประสิทธิผลโดยรวมเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE)

คำนิยามของ OEE มีด้วยกันหลากหลายความหมาย โดยในเชิงของการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) นั้น OEE เป็นการรวมการปฏิบัติงานการบำรุงรักษาและการจัดการเครื่องมือและทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต ในส่วนของการใช้ TPM ในการแก้ไขปัญหาการสูญเสียทางการผลิตค่าใช้จ่ายทางอ้อมและค่าใช้จ่ายที่ซ่อนอยู่นั้น Nakajima (1988) ได้เสนอแนะว่า “OEE เป็นตัววัดที่สามารถแสดงให้เห็นถึงค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ซ่อนอยู่ได้” และยังได้เสนออีกว่าการใช้งาน OEE ให้เกิดผลสูงสุดนั้นควรใช้ร่วมกับ QC Tools เช่น ผังพาเรโตและผังกางปลาเป็นต้นซึ่งการนำไปใช้งานแบบนี้เป็นจุดสำคัญในการคงอยู่ของระบบการวัดประสิทธิภาพของโรงงาน ดังนั้น OEE จึงเป็นตัววัดกระบวนการทำงานมากกว่าวัดเชิงกลยุทธ์รวมถึงการวัดค่า OEE ยังสามารถนำไปใช้งานภายในโรงงานอุตสาหกรรมได้หลายระดับระดับแรกคือการใช้ OEE ในการ Benchmark กับประสิทธิภาพดั้งเดิมภายในโรงงาน ซึ่งในลักษณะนี้จะเป็นการนำค่า OEE เดิม

เปรียบเทียบกับค่า OEE ใหม่ระดับที่ 2 คือ สามารถใช้ค่า OEE ที่คำนวณจาก 1 สายในการผลิตมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับสายการผลิตอื่น ๆ หรือระหว่างโรงงานได้โดยเน้นสายการผลิตที่มีประสิทธิภาพไม่ดีส่วนในระดับที่ 3 คือ ค่า OEE สามารถบอกถึงสมรรถนะของเครื่องจักรได้ โดยจะชี้ให้เห็นถึงทรัพยากรที่ใช้ในการทำ TPM ได้ Nakajima (1988) ได้อธิบายถึงความสูญเสียใหญ่ไว้ 6 ประการ มีดังนี้

1. ความสูญเสียเวลา เนื่องจากเครื่องจักรเสียหรือขัดข้อง (Machine Breakdown)

1.1 การทำงานของเครื่องจักรหยุดลงอันเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น สายพานขาด มอเตอร์ไหม้ ลูกปืนแตก ระบบ Heater ไม่ทำงาน ฯลฯ

1.2 ต้องมีการหยุดการผลิตเพื่อทำการซ่อมแซมรวมถึงการเปลี่ยนชิ้นส่วนใช้เวลาในการแก้ไขมากกว่า 5-10 นาที

1.3 เกิดการสูญเสียเวลาในการผลิต และจำนวนผลิตที่ได้ยังลดลงอีกด้วยเป้าหมาย “เครื่องจักรเสียต้องเป็นศูนย์ (Zero Breakdown)”

2. ความสูญเสียเวลา เนื่องจากการปรับตั้งและปรับแต่ง (Setup and Adjustment)

2.1 เป็นเวลาที่สูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในแต่ละครั้งเป็นเวลาตั้งแต่เริ่มการผลิตผลิตภัณฑ์เดิมเสร็จสิ้นไปจนถึงเวลาที่ผลิตภัณฑ์ตัวใหม่ที่ดีตัวแรกผลิตเสร็จ

2.2 การทดสอบหาเงื่อนไขการผลิตที่ดีที่สุดในการผลิตแต่ละครั้ง

2.3 เกิดการสูญเสียเวลาในการผลิตและจำนวนการผลิตที่ได้ลดลงอีกด้วย เป้าหมาย “ลดเวลาในการปรับตั้งและปรับแต่งให้ต่ำกว่า 10 นาที” (Single Minute Exchange of Die: MED) โดยความสูญเสียทั้ง 2 ข้อ จะใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเดินเครื่องจักร

3. ความสูญเสียประสิทธิภาพ เนื่องจากความเร็วการเดินเครื่องช้าลง (Speed Loss)

3.1 มีความแตกต่างของความเร็วมาตรฐานกับความเร็วจริงในการผลิต

3.2 เครื่องจักรมีความเร็วมาตรฐาน / กำลังผลิต / Cycle Time ต่ำกว่ามาตรฐาน

3.3 ได้ชิ้นงานน้อยกว่าที่ควรจะเป็นเป้าหมาย “ลดความแตกต่างระหว่างความเร็วมาตรฐานกับความเร็วจริงในการผลิตให้เป็นศูนย์”

4. ความสูญเสียประสิทธิภาพ เนื่องจากเครื่องหยุดเล็กน้อยและการเดินเครื่องตัวเปล่า (Idle Time and Minor Stoppages)

4.1 เครื่องจักรหยุดทำงานชั่วคราวเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น ชิ้นงานตกลงไปทำให้เครื่องจักรหยุดกะทันหัน ไฟตก สวิทซ์ไฟตัด เป็นต้น

4.2 เครื่องจักรทำงานแต่ไม่มีชิ้นงานป้อน เช่น รอวัตถุดิบป้อน เป็นต้น

4.3 เครื่องจักรไม่ต้องการซ่อมแซม แต่มีการเสียเวลารอเพื่อแก้ไขปัญหาเล็กน้อยใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 5-10 นาที เป้าหมาย “เครื่องจักรหยุดเล็กน้อยและเดินเครื่องเปล่าต้องเป็นศูนย์” โดยความสูญเสียข้อ 3 และข้อ 4 นี้จะใช้ในการหาค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร

5. ความสูญเสียเนื่องจากผลได้ลดลงและเกิดของเสียเมื่อเริ่มเดินเครื่อง (Start Up and Reduced Yield)

5.1 การสูญเสียวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ตามกำหนดอันเนื่องมาจากสาเหตุ

5.2 การผลิตในช่วงเริ่มต้น

5.3 เริ่มผลิตหลังจากหยุดพัก

5.4 ช่วงเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ใหม่

5.5 เริ่มผลิตหลังจากหยุดซ่อม

เป้าหมาย “ลดเวลาหรือความสูญเสียช่วงเริ่มเดินเครื่องให้น้อยที่สุด”

6. ความสูญเสียจากการผลิตของเสียและชิ้นงานรอแก้ไข (Defects and Rework)

6.1 ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดและไม่สามารถแก้ไขเพื่อส่งให้แผนกถัดไปหรือไม่สามารถส่งให้ลูกค้าได้

6.2 ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดแต่ก็สามารถซ่อมแซมปรับแต่งให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดได้ต้องสูญเสียเวลาในการซ่อมแซม หรือ สูญเสียชิ้นงานมีเป้าหมาย คือ “ของเสียต้องเป็นศูนย์ (Zero Defect)” โดยความสูญเสียทั้ง 2 ข้อนี้ใช้ในการพิจารณาจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น

การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE – Overall Equipment Effectiveness) เป็นวิธีการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เครื่องจักรที่ดีไม่ใช่เป็นเพียงแค่เครื่องจักรที่ไม่เสีย หากแต่ต้องเป็นเครื่องจักรที่เปิดขึ้นมาแล้วทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

โดยทั่วไปการลดต้นทุนการผลิตจะประกอบด้วย:

1. ลดช่วงเวลาที่ไม่ได้ทำการผลิต (unproductive time)
2. ลดระยะเวลาที่ใช้ผลิต (cycle times)
3. ลดของเสีย/เศษที่เกิดจากการผลิต (waste/scrap)

OEE ประกอบด้วย 4 สิ่งในการลดต้นทุกการผลิต คือ

ความพร้อม (Availability) หมายความว่าเมื่อเรากดปุ่มสตาร์ตเครื่องจักรจะต้องพร้อมใช้งาน ไม่มีการเกิดเหตุขัดข้องหรือการปรับตั้ง ปรับแต่ง และรอให้ร้อนก่อนเกิดเหตุดังกล่าว ถือว่าเป็น

การเสียเวลาเครื่องจักร เวลาที่เสียคิดเป็น Downtime (เสียเวลาเครื่องจักร) ทั้งหมด ดังนั้นหากเวลาต้องอุ่นเครื่องนาน ปรับตั้ง ปรับแต่งนาน ก็ควรจะหาวิธีลดเวลานั้นลง

$$\text{อัตราการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดินจริง}}{\text{เวลาที่ต้องทำงานจริง}}$$

สมรรถนะ (Performance) เครื่องจักรนอกจากจะมีความพร้อมแล้ว ยังต้องแสดง SPEC ดีด้วย คือ เครื่องจักรจะต้องมีสมรรถนะตามข้อกำหนดในการผลิต ซึ่งสามารถที่จะคำนวณได้โดยปริมาณที่ผลิตจริงต่อ ความสามารถในการผลิตในเวลาที่เท่ากัน สมรรถนะของเครื่องไม่ดีอาจเป็นเพราะเครื่องเดินสูญเปล่า ความเร็วรอบไม่ได้ หรือความเร็วลด ซึ่งควรมีการตรวจสอบการทำงานของเครื่องให้ได้สมรรถนะสมบูรณ์อยู่ตลอดเวลา

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลามาตรฐาน} \times \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}}$$

คุณภาพผลิตภัณฑ์ (Rate of quality product) นอกจากจะผลิตได้ตามปริมาณที่เครื่องจักรจะทำได้แล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ควรมีคุณภาพตามกำหนดด้วย คือ ไม่ควรมีของเสียเลย ซึ่งสามารถจะคำนวณได้เช่นกัน

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด} \times \text{จำนวนชิ้นงานเสีย}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานดี}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}}$$

ปลอดภัย (Safety) เครื่องจักรที่ดีนอกจากจะมีคุณสมบัติครบถ้วนตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังและต้องมีความปลอดภัยในตัวด้วย จึงจะถือได้ว่าเครื่องจักรนั้นมีประสิทธิภาพโดยรวมอย่างสมบูรณ์

ดัชนีแสดงความเชื่อถือ

การศึกษาการวัดประสิทธิภาพของระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันในการศึกษาได้เลือกใช้วิธีการวัดผล 2 วิธี คือ

การวัดผลโดยใช้ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Mean Time Between Failure : MTBF) เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย

$$(\text{MTBF}) = \frac{\text{แผนงานตามระยะเวลาที่กำหนด - เวลาที่เครื่องหยุด (ชม)}}{\text{ผลรวมจำนวนครั้งที่หยุดเครื่องจักร (ครั้ง)}}$$

การวัดโดยใช้ MTBF ถ้าปรับปรุงแล้วคำนวณได้ค่า MTBF มีค่ามากขึ้น กว่าช่วงก่อนการปรับปรุง หมายความว่า การปรับปรุงนี้ ทำให้ได้ผลที่ดีขึ้น

การวัดผลโดยใช้ เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (Mean Time to Repair : MTTR)

$$\text{เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR)} = \frac{\text{ผลรวมเวลาหยุดเครื่อง (ชม.)}}{\text{ผลรวมจำนวนครั้งที่หยุดเครื่องจักร (ครั้ง)}}$$

ซึ่งค่าการวัดโดยใช้ค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม นี้มีความหมายว่าถ้าทำการปรับปรุงแล้วคำนวณได้ค่า เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม มีค่าลดลง กว่าช่วงก่อนการปรับปรุง หมายถึงการปรับปรุงนี้ทำให้ได้ผลดีขึ้น การวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของการขัดข้องจะต้องมีการดำเนินการอย่างเป็นขั้นเป็นตอนและเป็นไปอย่างมีระบบ อันจะนำมาซึ่งข้อมูลที่ได้ไปสู่การกำหนดแนวทางในการจัดทำแผนการบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ

TPM หรือการบำรุงรักษาเชิงทวีผลโดยรวม (Total Productive Maintenance) หมายถึงระบบการบำรุงรักษาที่ทำให้การทำงานของเครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงสุดซึ่งครอบคลุมตลอดช่วงอายุของเครื่องจักร นับตั้งแต่การวางแผน การผลิต การบำรุงรักษา และอื่น ๆ โดยอาศัยความร่วมมือจากพนักงานทุกคน ตั้งแต่ฝ่ายบริหารระดับสูงจนถึงพนักงานหน้างาน ลักษณะพิเศษของ TPM คือการบำรุงรักษาด้วยตนเองของพนักงาน ควบคุมดูแลเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่ดีอยู่เสมอ นอกจากนั้นยังต้องให้ผู้เชี่ยวชาญมาดำเนินการตรวจเช็คตามเวลาที่กำหนด แล้วทำการซ่อมแซมบำรุงรักษาเพื่อรักษาสภาพการทำงานของเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ตลอดเวลา

สถาบัน Japan Institute of Plant Maintenance (2546) ให้ความหมาย TPM ในส่วนของการผลิตดังนี้

1. TPM คือระบบการบำรุงรักษาที่ทำให้การทำงานของเครื่องจักรมีประสิทธิภาสูงสุด

2. TPM คือการประยุกต์ใช้ PM เพื่อให้สามารถใช้เครื่องจักรได้ตลอดช่วงอายุการใช้งาน

3. TPM คือระบบการบำรุงรักษาของทุกคนที่มีส่วนร่วมกับเครื่องจักรได้แก่ ผู้วางแผนการผลิต ผู้ใช้เครื่อง และฝ่ายซ่อมบำรุง

4. TPM คือระบบการบำรุงรักษาที่อยู่บนพื้นฐานของการมีส่วนร่วมตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงจนถึงผู้ใช้เครื่อง

การส่งเสริมให้เกิด TPM คือการทำให้ความสามารถหรือประสิทธิภาพของเครื่องจักรได้รับการนำมาใช้สูงสุดด้วยการ ลดการหยุดของเครื่องจักร ทั้งกรณีหยุดสายการผลิตและการหยุดเพื่อซ่อมแซม เพิ่มศักย์ภาพการทำงานของเครื่องจักรทั้งในแง่ปริมาณ คือ ผลิตได้มากขึ้น และแง่คุณภาพ คือการผลิตผลิตภัณฑ์ที่คุณภาพซึ้งจะสอดคล้องกับการเพิ่มผลผลิตซึ้งหมายถึง กระบวนการในการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้สินค้า บริการ หรืองานที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ด้วยวิธีการในการลดต้นทุน ลดการสูญเสียทุกรูปแบบ มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การพัฒนาศักยภาพของผู้ปฏิบัติงานในองค์กร และการใช้วิธีการทำงานต่าง ๆ เข้ามาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตในการทำงานของเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต การเพิ่มผลผลิตคือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในการผลิตอย่างคุ้มค่า ซึ่งอาจใช้วิธีการลดต้นทุนลดการสูญเสีย ปรับปรุงกระบวนการผลิต และมุ่งเน้นการทำงานให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด รวมทั้งเป็นเครื่องมือที่จะช่วยประหยัดเวลาในการทำงาน ลดความสูญเสีย ซึ้งก็คือปัจจัยหลักของการเพิ่มผลผลิตโดยรวม

ความสูญเสียที่ทำประสิทธิภาพการผลิตลดลง

1. ความสูญเสียเวลา เนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องหรือเสีย (Machine Breakdown)

1.1 การทำงานของเครื่องจักรหยุดลงอันเนื่องจากปัญหาต่าง ๆ เช่น สายพานขาด มอเตอร์ไหม้ ลูกปืนแตก ระบบ Heater ไม่ทำงาน ฯลฯ

1.2 ต้องมีการหยุดการผลิตเพื่อทำการซ่อมแซมรวมถึงการเปลี่ยนชิ้นส่วนใช้เวลาในการแก้ไขมากกว่า 5-10 นาที

1.3 เกิดความสูญเสียเวลาที่ใช้ผลิตทำให้จำนวนที่ผลิตได้ลดลง

2. การสูญเสียเวลา เนื่องจากการปรับตั้งและปรับแต่ง (Setup and Adjustment)

2.1 เป็นเวลาที่สูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในแต่ละครั้งเป็นเวลาตั้งแต่การผลิต

ผลิตภัณฑ์เดิมเสร็จสิ้นไปจนถึงเวลาที่ผลิตภัณฑ์ตัวใหม่ที่ดีตัวแรกผลิตเสร็จ

2.2 การทดสอบหาเงื่อนไขการผลิตที่ดีที่สุดในการผลิตแต่ละครั้ง

3. ความสูญเสียประสิทธิภาพ เนื่องจากความเร็วการเดินเครื่องช้าลง (Speed Loss)

3.1 มีความแตกต่างของความเร็วมาตรฐานกับความเร็วจริงในการผลิต (Cycle Time ต่ำกว่ามาตรฐาน)

3.2 ได้ชิ้นงานน้อยกว่าที่ควรจะเป็นเป้าหมาย "ลดความแตกต่างระหว่างความเร็วมาตรฐานกับความเร็วจริงในการผลิตให้เป็นศูนย์"

4. ความสูญเสียประสิทธิภาพ จากเครื่องจักรหยุดเล็กน้อย (Minor Stoppages)

4.1 เครื่องจักรหยุดทำงานชั่วคราวจากปัญหาต่าง ๆ เช่น พนักงานไม่เข้าใจวิธีการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น เป็นสาเหตุให้เครื่องจักรหยุด ไฟตก สวิทซ์ไฟตัด เป็นต้น

4.2 เครื่องจักรทำงานแต่ไม่มีชิ้นงานป้อน เช่น รอวัตถุดิบป้อน เป็นต้น

5. การสูญเสียจากการที่ผลิตของเสียและมีชิ้นงานรอแก้ไขจากเครื่องจักร (Defects and Rework)

5.1 ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดและไม่สามารถแก้ไขเพื่อส่งให้แผนกถัดไปหรือไม่สามารถส่งให้ลูกค้าได้

5.2 ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดแต่ก็สามารถซ่อมแซมหรือปรับแต่งให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดได้

สถาบัน Japan Institute of Plant Maintenance (2541) กล่าวว่า กิจกรรม TPM เป็นกิจกรรมที่มีการแพร่หลายเข้าสู่อุตสาหกรรมรถยนต์ก่อนและขยายวงกว้างเข้าสู่กลุ่มบริษัทผู้ผลิตรถยนต์เช่น โตโยต้า นิสสัน และมาสด้า ต่อจากนั้นจึงเริ่มถูกนำเข้ามาในอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องจักร เรซินสังเคราะห์และฟิล์ม และการแพร่หลายของกิจกรรม TPM ส่วนใหญ่มักอยู่ในอุตสาหกรรมที่เป็นผู้ใช้เครื่องจักรโดยตรงเท่านั้น แต่ในระยะหลังกิจกรรม TPM ได้มีการขยายวงกว้าง โดยมีการดำเนินการในฝ่ายพัฒนาการผลิตภัณฑ์หรือฝ่ายขาย นอกจากนี้ยังมีบริษัทที่มีการดำเนินกิจกรรม TPM ในฝ่ายบริหารที่ไม่ได้อยู่ในสายการผลิตโดยตรงเพิ่มมากขึ้น การดำเนินกิจกรรมจะคำนึงถึงการที่จะทำให้ขั้นตอนการผลิตหรือเครื่องจักรสามารถผลิตได้ง่ายและรักษาคุณภาพให้สม่ำเสมอไว้ได้ตั้งแต่ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ มักจะมีแนวโน้มที่จะเพิ่มกิจกรรมในขั้นตอนช่วงก่อนการผลิตในฝ่ายบริการที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับฝ่ายการผลิตโดยตรง มักจะมีการสนับสนุนกิจกรรม TPM ที่มีการดำเนินการในฝ่ายการผลิตอย่างเป็นรูปธรรม และในขณะเดียวกันก็มักที่จะเริ่มดำเนินกิจกรรม TPM หรือเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน

โกศล ดีศิลธรรม (2548) แนวคิดเกี่ยวการซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) ปัจจุบันประเด็นเรื่องการเพิ่มผลผลิตภาพได้ถูกกล่าวถึงในแวดวงธุรกิจอย่างกว้างขวางเนื่องจากว่าเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาศักยภาพแห่งการแข่งขัน ดังนั้นผู้ประกอบการธุรกิจที่ต้องการเพิ่นศักย์ภาพทางการแข่งขันทางด้านธุรกิจอย่างยั่งยืนจะต้องทำการพัฒนาและปรับปรุงกิจกรรมในองค์กรอย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปองค์กรส่วนใหญ่จะมุ่งลดต้นทุนการดำเนินธุรกิจ ซึ่งกิจกรรมหนึ่ง ที่เป็นปัจจัยหลักดังกล่าวคือ กิจกรรมบำรุงรักษาที่มุ่งเน้นการดูแลรักษาให้เครื่องอยู่สภาพพร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลา (Availability) และยังสามารถยืดอายุการใช้งานไม่ให้เสื่อมเร็วโดยกิจกรรมที่ว่านี้จะเน้นให้พนักงานที่ประจำอยู่กับเครื่องจักรเป็นคนดูแลตรวจเช็คและซ่อมแก้ไขเบื้องต้นนอกเหนือจากที่เครื่องจักรมีปัญหาเกินความสามารถของฝ่ายผลิต จึงทำการแจ้งหน่วยงานซ่อมบำรุงทำการแก้ไขให้สามารถใช้งานได้ทันท่วงทีต่อไป

นาคาชิมะ เซอิจิ (2546) กล่าวว่า หลังจากที่ประเทศญี่ปุ่นได้นาเอา PM (Preventive Maintenance) จากสหรัฐอเมริกาเข้ามาใช้ในช่วงทศวรรษ 1950 และ 1960 แล้วได้มีการพัฒนาขึ้นมาเป็น TPM ในสไตล์ของญี่ปุ่นในปี ค.ศ. 1971 ผู้ที่พัฒนาระบบนี้คือ สถาบัน JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) จากนั้นในทศวรรษ 1970 ถึง 1980 กิจกรรม TPM ได้รับการพัฒนาจนเป็นที่ยอมรับในผลลัพธ์ที่สามารถวางแผนและคาดหวังได้ จำนวนโรงงานที่ได้รับ PM Award จาก JIPM ก็เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว และขยายไปสู่อุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมทั้งในการขยายตัวจากการเป็น TPM ของฝ่ายผลิตไปเป็นกิจกรรมของทั่วบริษัท นอกจากนี้ยังมีการขยายตัวไปสู่ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ากิจกรรม TPM มีการขยายไปเป็นกิจกรรม TPM ทั่วทั้งบริษัท ทั่วทั้งอุตสาหกรรม ทั้งแถบยุโรป ตุรกี อินเดีย ไทย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และเวียดนาม

พิริยะ คุ้มรักษา (2550) การมีส่วนร่วมของพนักงานทุกระดับในองค์กรณ์ในการดำเนินกิจกรรมที่ทุกคนมีส่วนร่วมต่อการบำรุงรักษาทวีผลของบริษัท กังวานโพลิเอสเตอร์ จำกัด ผลการศึกษาพบว่า ระดับการมีส่วนร่วมของพนักงานในการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมโดยภาพรวมอยู่ในระดับกลาง แต่เมื่อพิจารณาเป็นส่วน ๆ พบว่าการมีส่วนร่วมเสนอความคิดเห็น การวางแผน การปฏิบัติตามกิจกรรม และการติดตามประเมินผล อยู่ในระดับปานกลางทั้ง 4 ส่วน

สุธรรม ธาตุทอง (2545) สรุปความหมายของการมีส่วนร่วมว่า การมีส่วนร่วมของบุคคลหรือกลุ่มคนในการทำกิจกรรมของส่วนรวมในเรื่องของการพัฒนาเพื่อเปลี่ยนแปลงสู่ทิศทางที่ต้องการโดยความสมัครใจ การมีความรู้สึกผูกพันและรับผิดชอบ ใช้ทั้งความรู้และความสามารถ

ความเสียสละ ความคิดริเริ่ม หรือร่วมวางแผน ร่วมปฏิบัติ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่กลุ่มต้องการ รวมทั้งการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า นำมาซึ่งผลประโยชน์ต่อการพัฒนา

สายสุนีย์ ปวุตินันท์ (2541) ได้กล่าวว่า การมีส่วนร่วมหมายถึง ความร่วมมือจากบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่เห็นพ้องต้องกัน ร่วมกันรับผิดชอบ หรือเข้าร่วมทำกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อองค์กรโดยร่วมวางแผน คิดแก้ไข ปฏิบัติ ติดตามผล และร่วมรักษามาตรฐานที่กลุ่มกำหนดขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการพัฒนาต่อองค์กร และเพื่อบรรลุเป้าหมายที่กาหนดไว้

อนุสร ผโลปกรณ์ (2548) การพัฒนาแนวทางการประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาเชิงทวีผลสำหรับอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ลูกฟูก ผลการศึกษาพบว่า พนักงานให้ความสำคัญในเรื่องการปรับปรุงเฉพาะเรื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเป็นอันดับแรก ตามด้วยการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเองเป็นอันดับสองและตามมาด้วย การดำเนินกิจกรรมในการบำรุงรักษาเชิงวางแผน การฝึกอบรมเพื่อเพิ่มทักษะความชำนาญของฝ่ายผลิตและฝ่ายซ่อมบำรุง การควบคุมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย และการดำเนินกิจกรรมในการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพของฝ่ายสำนักงาน

แผนภูมิที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา

แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) หรือเรียกเป็นทางการว่า แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

แผนผังสาเหตุและผลเป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) เราอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของ “ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)” เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลาย ๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1943 โดยศาสตราจารย์คาโอรุ อิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว

วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีม เป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา
2. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้น ๆ
3. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย
4. หาสาเหตุหลักของปัญหา
5. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ
6. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

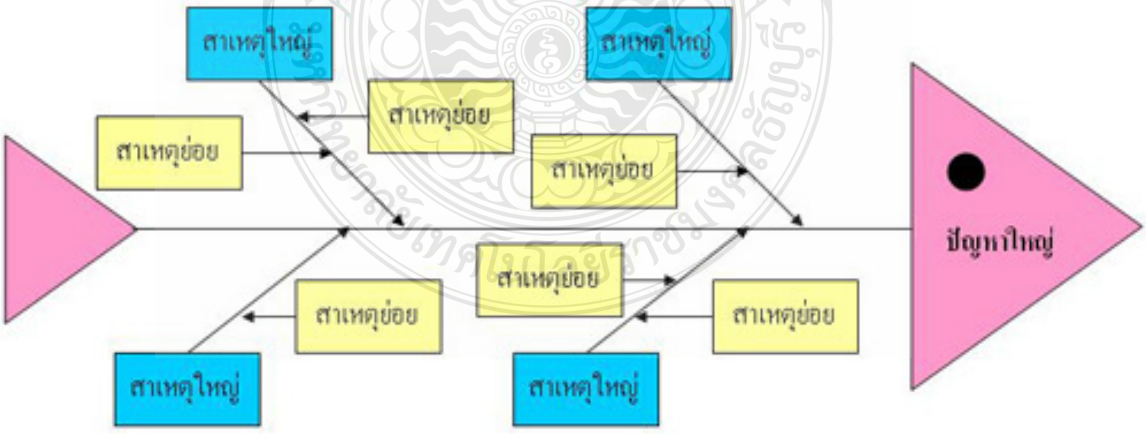
การกำหนดปัจจัยบนก้างปลา

เราสามารถที่จะกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้ แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่เรากำหนดไว้เป็นปัจจัยนั้นสามารถที่จะช่วยให้เราแยกแยะและกำหนดสาเหตุต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ และเป็นเหตุเป็นผล โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่าง ๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

M	-	Man	คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร
M	-	Machine	เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
M	-	Material	วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
M	-	Method	กระบวนการทางาน
E	-	Environment	อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน

การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา

การกำหนดหัวข้อปัญหาควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากเรากำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้ว จะทำให้เราใช้เวลามากในการค้นหา สาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำผังก้างปลา การกำหนดปัญหาที่หัวปลา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ควรกำหนดหัวข้อปัญหาในเชิงลบ เทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถาม ทำไม ทำไม ทำไม ในการเขียนแต่ละก้างย่อย ๆ



ภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างแผนก้างปลา (Fish Bone Diagram)

แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart)

คือกราฟแสดงการจัดเรียงหมวดหมู่ของข้อมูล โดยทำการเรียงจากมากไปน้อยและจากซ้ายไปขวา ส่วนชนิดของข้อมูลที่แสดงบนแผนภูมิพาเรโตคือปัญหา สาเหตุของปัญหา ชนิดของความไม่สอดคล้องกันและอื่น ๆ ทั้งนี้ก็เพื่อ ศึกษาหาปัญหาที่ใหญ่ที่สุดหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหามากที่สุด แล้วทำการพิจารณาแก้ปัญหาเรียงตามลำดับความมากน้อยต่อไป

ขั้นตอนในการสร้างแผนภูมิพาเรโต

1. แบ่งหมวดหมู่ของข้อมูล โดยอาจแบ่งตามปัญหา สาเหตุของปัญหา หรือ ชนิดของความไม่สอดคล้อง เป็นต้น

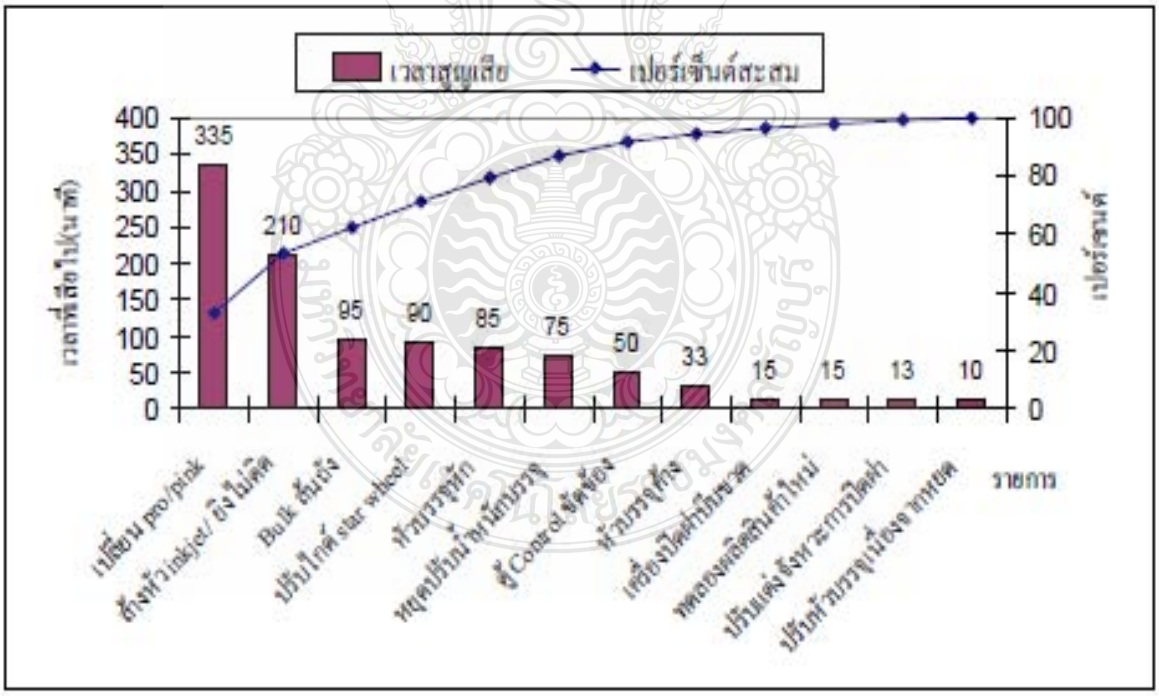
2. เลือกว่าจะแสดงความถี่ หรือ มูลค่า (%, บาท, $) บนแกน Y

3. เก็บข้อมูลภายในช่วงเวลาที่เหมาะสม ด้วยช่วงห่างที่เหมาะสม

4. รวบรวมข้อมูล และเรียงตามหมวดหมู่ จากมากไปน้อย

5. คำนวณร้อยละสะสม ในกรณีที่ต้องการแสดงเส้นร้อยละสะสมด้วย

6. สร้างแผนภูมิเพื่อหามูลเหตุที่สำคัญ



ภาพที่ 2.2 แสดงตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เฉลิมชัย แจ้งสว่าง (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ความรู้ความเข้าใจในระบบการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) ของพนักงาน (กรณีศึกษา บริษัท A จำกัด) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัยส่วนใหญ่เป็นเพศชายที่มีอายุระหว่าง 26-31 ปี มีอายุงานระหว่าง 6-10 ปี การศึกษาอยู่ในระดับอนุปริญญา และมีตำแหน่งระดับปฏิบัติการ การศึกษาและวิจัยครั้งนี้พบว่าระดับความรู้และความเข้าใจในกิจกรรม TPM ในส่วนของขั้นการเตรียมการ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ขั้นตอนการปรับปรุงและขั้นตอนการยกระดับการทำงานอยู่ในระดับปานกลางและปัจจัยที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม TPM ที่มีผลต่อระดับความรู้ความเข้าใจในการทำกิจกรรม TPM ของพนักงานได้แก่ปัจจัยด้านโครงสร้างหน้าที่ขององค์กร ปัจจัยด้านการสื่อสารและประชาสัมพันธ์ ปัจจัยด้านบุคลากร ปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อระดับความรู้และความเข้าใจในกิจกรรม TPM ของพนักงานได้แก่ ปัจจัยด้านการตลาด

ชัยวัฒน์ กิตติ (2555) การศึกษาและวิจัยเรื่อง การมีส่วนร่วมของพนักงานบริษัท ซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด มหาชน โรงงานผลิตอาหารสัตว์ลำพูน ในการดำเนินกิจกรรม TPM ต่อการบริหารงานคุณภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของพนักงานในการดำเนินกิจกรรม TPM ต่อการบริหารงานคุณภาพ เพื่อศึกษาการนำความรู้ด้าน TPM เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และเพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาการดำเนินกิจกรรม TPM ของบริษัท ซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด(มหาชน) โรงงานผลิตอาหารสัตว์ลำพูน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ พนักงานโรงงานผลิตอาหารสัตว์ลำพูน จำนวนทั้งสิ้น 50 คน เป็นการวิจัยในเชิงสำรวจ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้ทำการวิจัยข้อมูลทางด้านสังคมศาสตร์ ด้วยสถิติเชิงพรรณา ผลการวิจัยพบว่า ระดับการมีส่วนร่วมต่อการดำเนินกิจกรรมของพนักงานบริษัท ซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จากัด (มหาชน) โรงงานผลิตอาหารสัตว์ลำพูนในการดำเนินกิจกรรม TPM ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง เรียงลำดับดังนี้ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติตามกิจกรรม สูงสุดเป็นอันดับหนึ่ง รองลงมาคือการมีส่วนร่วมในการวางแผน การมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผล และการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ทั้งนี้พนักงานได้นำความรู้เรื่อง TPM ไปปรับใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน โดยยึดหลักการบริหารงานคุณภาพพื้นฐานในการทำงาน อาทิ 5ส (สะสาง สะอาด สะดวก สร้างมาตรฐาน สร้างวินัย) และนำวิธีการค้นหาสาเหตุของกระบวนการทำงานของพนักงานและการสูญเสียจากเครื่องจักร มาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานโดยการดำเนินงาน TPM ทางบริษัทฯ ควรสนับสนุนให้แต่ละหน่วยงานมีอุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นอย่างเพียงพอต่อความต้องการ และควรมีการวางแผนการบำรุงรักษาเพื่อให้มีแนวทางในการดำเนินกิจกรรมที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้ควรจัดการอบรมให้ความรู้แก่พนักงาน และมีการประเมินผลการทำงานด้าน TPM อย่างต่อเนื่อง

ญาณาธิป จิตร์หาญ (2553) การศึกษาปัจจัยความสาเร็จที่มีผลต่อการประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคมีส่วนร่วม (TPM) ขององค์กรในประเทศไทยที่ได้รับรางวัล TPM จาก JIPM ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างได้ให้ความสำคัญของปัจจัยแห่งความสาเร็จเป็น 10 อันดับซึ่งสามารถเรียงตามลำดับได้ดังนี้ อันดับแรก ได้แก่ ความมุ่งมั่นของผู้บริหารระดับสูง อันดับสองได้แก่ ความเอาใจใส่ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรของผู้ที่ทำการผลิต การผลักดันกิจกรรมเครื่องจักรต้นแบบ การจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมการที่ต้องบำรุงรักษาด้วยตัวของเราเอง การซ่อมแซมที่ต้องได้รับการตอบสนองอย่างรวดเร็ว ระบบการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพ การติดตามความคืบหน้าในการประยุกต์ใช้ Kaizen ให้มีประสิทธิภาพ การเสริมสร้างบรรยากาศให้พนักงานมีการเพิ่มความสามารถของตนเอง ความแม่นยำในการวิเคราะห์ต้นทุนและความสูญเสียและการวางแผนการฝึกอบรมที่ชัดเจน

พงษ์ศักดิ์ ปานอินทร์ (2554) จากการค้นคว้าอิสระ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติงานในกิจกรรมการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) บริษัทเอ็นเอ็กส์พี แมนูแฟคเจอริ่ง (ไทยแลนด์) จำกัด จำนวน 218 คน สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการค้นคว้าอิสระออกเป็น 5 กลุ่ม ได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะส่วนบุคคล ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ผลการศึกษาข้อมูลพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)

ส่วนที่ 3 ผลการศึกษาข้อมูลพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานโดยมีส่วนร่วมในกิจกรรมการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)

ส่วนที่ 4 อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

เรืองศักดิ์ เรืองพิชิฐ (2545) ได้ทำการศึกษาและวิจัยเรื่องการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) เพื่อเพิ่มผลผลิตให้กับอุตสาหกรรมรถยนต์ไทยจำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความเป็นมา วิธีการ แนวคิด กระบวนการดำเนินกิจกรรม และศึกษาประโยชน์ที่บริษัทจะได้รับจากการทำกิจกรรมการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมโดยทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากการทำกิจกรรม TPM มาใช้ในองค์กร เพื่อปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตซึ่งจากผลการศึกษาทำให้ทราบถึงปัญหาในการทำกิจกรรมคือ 1.หนังสือที่ทำกิจกรรมเป็นภาษาอังกฤษและภาษาญี่ปุ่นยากแก่การเข้าใจ 2.การถ่ายทอดให้พนักงานเข้าใจค่อนข้างยากเพราะกิจกรรม TPM ใช้คำศัพย์ทางเทคนิคค่อนข้างมาก ผู้สอนต้องใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและ 3.พนักงานมองว่าเป็นการเพิ่มภาระให้กับตนและเสนอแนวทางแก้ไขว่าบริษัทควรรับพนักงานที่มีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดกิจกรรมจะได้

เข้าใจง่ายและกระตุ้นพนักงานเข้าร่วมดำเนินกิจกรรมเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จส่วนปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในกิจกรรม ได้แก่ ความมุ่งมั่นของผู้บริหารระดับสูงโดยเข้ามามีส่วนร่วมตั้งแต่เริ่มทำกิจกรรมตลอดจนติดตามประเมินผล การให้คำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ การสื่อสารภายในองค์กร การให้ความสำคัญแก่กิจกรรม TPM นอกจากนี้ผู้ศึกษายังได้กล่าวถึงประโยชน์ที่องค์กรจะได้รับว่า ทำให้เกิดความร่วมมือระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ทำให้ปริมาณของเสียลดลง ทำให้พนักงานได้รับการพัฒนาความรู้มากขึ้นเนื่องจากมีการฝึกอบรมอยู่เสมอ

วิภาส จิรภาส (2543) การลดและควบคุมเวลาที่สูญเสียในการผลิต โดยวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อศึกษาแนวทางของการลดและควบคุมเวลาที่เครื่องจักรหยุดในขบวนการผลิตขนมขบเคี้ยวประเภทเนื้อปลาย่าง อันเนื่องมาจากการที่ไม่มีการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอย่างเหมาะสมโดยการประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อให้เครื่องจักรหลักเดินได้อย่างต่อเนื่องเกิดการขัดข้องน้อยลง ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเพิ่มมากขึ้นโดยการศึกษาเริ่มจากการวิเคราะห์ระบบซ่อมบำรุงเครื่องจักรในปัจจุบันโดยเก็บข้อมูลเวลาเครื่องจักรหยุดและสูญเสียโอกาสในการผลิตอันเนื่องจากเครื่องจักรหยุดทำงาน วิธีบำรุงรักษาสภาพของเครื่องจักรหลังจากเกิดเหตุขัดข้องเป็นการสูญเสียโอกาสในการผลิต ดังนั้นจึงได้นำกิจกรรมการบำรุงรักษาแบบทุกคนมีส่วนร่วมมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นโดยแยกประเภทที่เครื่องจักรหยุดทำงาน วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรเกิดขัดข้องเพื่อนำมาหาวิธีป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเกิดปัญหาเดิมขึ้นอีก รวมทั้งการปรับปรุงโครงสร้างภายในให้สอดคล้องกับระบบ TPM จากผลการวิเคราะห์และได้ทำการปรับเปลี่ยนระบบการบำรุงรักษาสภาพของเครื่องจักรจากการบำรุงรักษาเครื่องภายหลังเกิดเสียหรือขัดข้อง มาช่วยในการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันทำให้เครื่องจักรขัดข้องลดลงกว่าเดิม

เยกสรร สิงห์ธนู (2550) การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรกรณีศึกษาการทำงานของสายการบรรจุน้ำยาทำความสะอาดสุขภัณฑ์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ การปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร สายการบรรจุน้ำยาทำความสะอาดสุขภัณฑ์ โรงงานผลิตน้ำยาสุขภัณฑ์ทางเคมีซึ่งมีปัญหาด้านการหยุดกระทันหันของเครื่องจักร อีกทั้งไม่มีระบบบริหารงานซ่อมบำรุงที่ดีพอ เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาพบว่ามีสาเหตุสำคัญ 2 ประการ คือ 1) ระบบงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันเดิมไม่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ การขาดมาตรฐานและวิธีการควบคุมการทำงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสม ทำให้เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษาที่ดีพอส่งผลให้เครื่องจักรในสายการผลิตขัดข้องบ่อย 2) สภาพพื้นฐานของตัวเครื่องจักรชำรุดเนื่องจากขาดการดูแลและการบำรุงรักษา อีกทั้งสภาวะแวดล้อมในการทำงานของเครื่องจักรต้องอยู่กับสารเคมีตลอดเวลา ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของการทำงานของ

เครื่องจักรแนวทางการดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อมาวิเคราะห์ถึงสาเหตุการหยุดของเครื่องจักร จากนั้นวิเคราะห์สภาพปัญหาทั้งหมดและหาแนวทางแก้ไข แล้วดำเนินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และเพิ่มอัตราการผลิตของเครื่องจักร การปรับปรุงเพื่อลดการหยุดกระทันหัน ดำเนินวิธีการโดยการบำรุงและรักษาด้วยตนเอง และจัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วยการกำหนดรายละเอียดของแผนการบำรุงรักษา ดัชนีชี้วัดงานวิจัยนี้ จะใช้ค่าประสิทธิผลโดยรวม (OEE) ค่าการเดินเครื่องจักรเฉลี่ย (MTBF) และค่าการซ่อมเฉลี่ย (MTTR) เป็นตัวชี้วัดผลหลังจากดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ สำหรับปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) สายการบรรจุน้ำยาทำความสะอาดสุขภัณฑ์ พบว่า ความถี่และเวลาสูญเสียจากการที่เครื่องจักรหยุดทำงานมีค่าลดลง อัตราการผลิตของเครื่องจักรสูงขึ้นตามลำดับ มีระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันดีขึ้น พนักงานมีความรู้และทักษะสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวม (OEE) ของการผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น จากเดิม 73.70% เพิ่มเป็น 84.10% ค่า MTBF เพิ่มขึ้น จากเดิม 5670 นาที เพิ่มเป็น 7146 นาที หรือเพิ่มขึ้นเท่ากับ21.59% และค่า MTTR ลดลง จากเดิม 14 นาที ลดเหลือ 11 นาที หรือ ลดลงเท่ากับ 21.43%

อรรณพ เพ็ชรเลิศ (2542) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยการใช้การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมของ บริษัท ยูนิลีเวิร์ไทยโฮลดิ้ง จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาและวิจัยคือมุ่งเสนอให้เห็นถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยการใช้การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) ในการดำเนินกิจกรรมของบริษัท ผลการศึกษาพบว่าบริษัทได้ใช้วิธีการ 12 ขั้นของการดำเนินงานกิจกรรม TPM และ 8 กิจกรรมเสาหลักในการดำเนินงาน ซึ่งผลของกิจกรรมทำให้ค่าดัชนีที่ใช้วัดผล มีผลดีขึ้นรวมทั้งผลผลิตต่อคนและประสิทธิภาพเครื่องจักรโดยรวม

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่อง "การประยุกต์ทฤษฎีการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (SMT Machine)" ซึ่งผู้ศึกษาได้กำหนดวิธีการดำเนินการศึกษาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาปัญหาที่เกิดในกระบวนการผลิต ของเครื่องจักร ซึ่งมีแนวทางดำเนินงานดังนี้

3.1 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับหลักการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (TPM)

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ทำการดำเนินการโดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่แท้จริงของการบำรุงรักษา (Root Cause Analysis) และวางระบบงานบำรุงรักษาที่เหมาะสมกับการจัดการปัญหา ส่วนที่สอง เป็นส่วนของการปฏิบัติตามแผนงานบำรุงรักษา และปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้แผนงานบำรุงรักษาที่เป็นไปตามเป้าหมายขององค์กร โดยมุ่งเน้นในกลุ่มเครื่องจักรหลักของกระบวนการผลิต (SMT Machines) พร้อมพัฒนาบุคคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องเกี่ยวกับการทำงานบนเครื่องจักรรวมทั้งช่างซ่อมบำรุงรักษา ให้มีความรู้ความเข้าใจในระบบการจัดการบำรุงรักษาตามหลักของ TPM ให้มากขึ้น

2. รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน กำหนดหัวข้อและขอบเขตของปัญหา ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตของเครื่องจักร (SMT Machine)

การเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ใช้ระยะเวลาระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2556 ถึงวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2557 ก่อนการปรับปรุง (1 มกราคม พ.ศ. 2556 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2556) เปรียบเทียบกับหลังการปรับปรุง (1 มกราคม พ.ศ. 2557 ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ. 2557)

จากปฏิทินการทำงานของบริษัทที่ทำการวิจัยได้แบ่งปฏิทินการทำงานออกเป็นดังนี้

1 ปี แบ่งออกเป็น 4 ไตรมาส 1 ไตรมาส มี 13 สัปดาห์ โดยมีรายละเอียดตามด้านล่าง

ไตรมาสที่ 1	เริ่มตั้งแต่ 1 มกราคม	ถึง 31 มีนาคม	/ สัปดาห์ที 1 - 13
ไตรมาสที่ 2	เริ่มตั้งแต่ 1 เมษายน	ถึง 30 มิถุนายน	/ สัปดาห์ที 14 - 26
ไตรมาสที่ 3	เริ่มตั้งแต่ 1 กรกฎาคม	ถึง 30 กันยายน	/ สัปดาห์ที 27 - 39
ไตรมาสที่ 4	เริ่มตั้งแต่ 1 ตุลาคม	ถึง 31 ธันวาคม	/ สัปดาห์ที 40 - 52

โดยการเก็บข้อมูลของประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในแต่ละวันและทำการสรุปหาหัวข้อหลักของปัญหาที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรลดลงซึ่งสามารถแบ่งเป็นหัวข้อได้ คือระยะเวลาที่เครื่องจักรขัดข้องหรือเสียต่อวัน จำนวนของเสียเมื่อเริ่มเดินเครื่องจักร จำนวนของเสียจากเครื่องจักร โดยคิดเป็นร้อยละของประสิทธิภาพการผลิตต่อวัน

3. วิเคราะห์หาสาเหตุ วิธีการแก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (TPM)

ทำการวิเคราะห์และหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรโดยศึกษาข้อมูลเครื่องจักรในกระบวนการผลิต ได้มีการจัดทำแผนปฏิบัติงาน จัดฝึกอบรมเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานในการบำรุงรักษาที่ทุกคนสามารถปฏิบัติได้ จากนั้นจึงลงมือปฏิบัติงานในพื้นที่ทำงานตาม ขั้นตอนของการซ่อมบำรุงรักษาแบบทวีผลการปรับปรุงเฉพาะเรื่องและการบำรุงรักษาด้วยตนเองขั้นแรกได้ดำเนินการฝึกอบรมเกี่ยวกับพื้นฐานของการดูและบำรุงรักษาเครื่องจักรให้กับพนักงานที่เกี่ยวข้อง เริ่มตั้งแต่การทำความสะอาดขั้นต้นกระทั่งพนักงานทุกคนสามารถทำการบำรุงรักษาด้วยตนเองได้อย่างถูกต้องและต่อเนื่องการแก้ไขเฉพาะจุด การแก้ไขปรับปรุงโดยเน้นให้พนักงานทุกคนที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรได้มีส่วนร่วมในการเสนอแนวคิด เสนอวิธีการทำงานที่แตกต่าง เพื่อเป็นการพัฒนาให้เกิดการบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยนำการแก้ไขปรับปรุงไปใช้จริงกับกลุ่มเครื่องจักรเป้าหมายกล่าวคือแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริงจากการนำเสนอ และติดตามผลการดำเนินงานพร้อมทั้งบันทึกผล ซึ่งตลอดการดำเนินงานมีการตรวจติดตามและดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อให้กิจกรรมเหล่านี้สามารถดำเนินต่อไปในอนาคต

4. ดำเนินงานตามหลักการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา (TPM)

ขั้นตอนการดำเนินการกิจกรรมเสาหลักของ TPM

1. การจัดระบบความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในการทำงาน
2. การบำรุงรักษาด้วยตนเองเป็นกิจกรรมหลัก ที่เป็นเอกลักษณ์ของ TPM หลักการของการบำรุงรักษา การเปลี่ยนพนักงานเดินเครื่องให้เป็นผู้ที่สามารถตรวจสอบเครื่องจักรได้
3. การวางแผนในการบำรุงรักษา ต้องมีการวางแผนในการบำรุงรักษาให้กับ เครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรไม่เสียต้องทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำที่สุด
4. การให้การศึกษา และฝึกอบรม ถ้าต้องการทำให้เครื่องจักรเพิ่มประสิทธิภาพสูงขึ้นต้องทำการพัฒนาคน ให้มีความสามารถ และรักในการปรับปรุงงานอยู่ตลอดเวลาการให้ความรู้ต้องเป็นการให้ความรู้ที่ต้องการในเวลาที่ต้องใช้ความรู้นั้น ๆ

5. การปรับปรุงเฉพาะเรื่องกิจกรรมที่มีหน้าที่เพื่อลดความสูญเสียและป้องกันการกลับมาของปัญหา

6. การบำรุงรักษาเชิงคุณภาพ การบำรุงรักษาคุณภาพ คือการที่เราจะไม่ให้ของเสีย ถูกส่งไปให้ลูกค้า เราต้องไม่ผลิตของเสีย

7. การควบคุมเสียแต่เริ่มต้นคือการดำเนินการ เพื่อป้องกันปัญหาเดิม ที่เราพบอยู่ให้หายไป หรือลดลงไปให้ได้ตั้งแต่ตอนที่เริ่มต้นกิจกรรมนี้

5. ทำการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลงานที่ปฏิบัติ โดยการเปรียบเทียบกับผลการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง

การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

1. เก็บข้อมูลจากประสิทธิภาพรวมของเครื่องจักร SMT ของบริษัทที่ทำการศึกษา
2. เก็บข้อมูลของเสียจากเครื่องจักร
3. เก็บข้อมูลเครื่องจักรเสีย
4. เก็บข้อมูลของเสียขณะเริ่มเดินเครื่องจักร
5. เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2556 ถึง ตุลาคม 2557

ทำการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลงานที่ปฏิบัติ ระหว่างใช้กับไม่ใช้ระบบ TPM เมื่อรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้ศึกษาจะนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาทำการประมวลผลสำหรับการศึกษาเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และใช้เครื่องมือทางสถิติในการวิเคราะห์ โดยข้อมูลครั้งนี้เป็นข้อมูลของประสิทธิภาพของเครื่องจักร SMT Machine ในสายการผลิตจริงตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2556 ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ. 2557

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เมื่อได้ผลการทดลองและวิจัยทั้งหมดนำมาสรุปผล แผนการประยุกต์ใช้ระบบการบำรุงรักษา (Total Productive Maintenance) ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร (SMT Machine)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการดำเนินการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลสำหรับการศึกษาเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และใช้เครื่องมือทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้เครื่องมือในการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. ใบบันทึกข้อมูลประจำวันของฝ่ายผลิต
2. พนักงานและช่างเทคนิคประจำเครื่องจักร
3. Office Computer
4. วิศวกรฝ่ายเครื่องจักร
5. พนักงานจดบันทึกข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้วิจัยในครั้งนี้เป็นข้อมูลของประสิทธิภาพการทำงานของ เครื่องจักร SMT ทั้ง 3 ชนิด คือ เครื่อง HITACHI MACHINE เครื่องจักร SAMSUNG MACHINE และเครื่อง ASSEMBLEON MACHINE โดยเก็บข้อมูลของประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรทั้งหมด ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2556 ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ. 2557 พร้อมกับนำข้อมูลมาวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุที่แท้จริงโดยการระดมสมอง และใช้ แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) เพื่อหาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ และใช้แผนภูมิพาเรโต (ParetoChart) เพื่อหาปัญหาหลักในการนำมาแก้ปัญหา

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลปัจจุบันก่อนการแก้ไขได้ใช้ข้อมูลการเก็บปัญหาการรายงานผลผลิตเมื่อเทียบกับเป้าหมายของแต่ละวันของฝ่ายผลิต ของโรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษา ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2556 ถึง 31 ตุลาคม พ.ศ. 2557 โดยขั้นตอนการเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรมีดังนี้ เมื่อพนักงานพบความผิดปกติของเครื่องจักรขณะทำงาน จะทำการบันทึกข้อมูลลงในใบรายงานผลผลิตประจำวันโดยมีรายละเอียด เช่น หมายเลขเครื่อง อาการที่ผิดปกติ เวลาที่แจ้งซ่อมไปยังฝ่ายวิศวกรประจำเครื่องจักรเพื่อทำการแก้ไข เมื่อฝ่ายวิศวกรทำการแก้ไขเสร็จเรียบร้อยแล้วจะทำการบันทึกข้อมูล เช่น เวลาที่ซ่อมเสร็จ สิ่งที่ได้กระทำให้เครื่องจักรสามารถกลับมาผลิตได้ อะไหล่ที่ใช้เปลี่ยน ช่างเทคนิคที่ทำการซ่อม หลังจากสิ้นสุดวันทำการใบรายงานผลผลิตประจำวันจะถูกส่งไปยังฝ่ายบันทึกข้อมูลเพื่อทำการเก็บบันทึก

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงสถิติดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์เชิงปริมาณเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิผลโดยรวมเมื่อเทียบกับข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง โดยหลังการปรับปรุงได้แบ่งย่อยเป็นแต่ละไตรมาส

2. เป็นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อแก้ปัญหาในการเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

3.5 การสำรวจสภาพปัจจุบัน

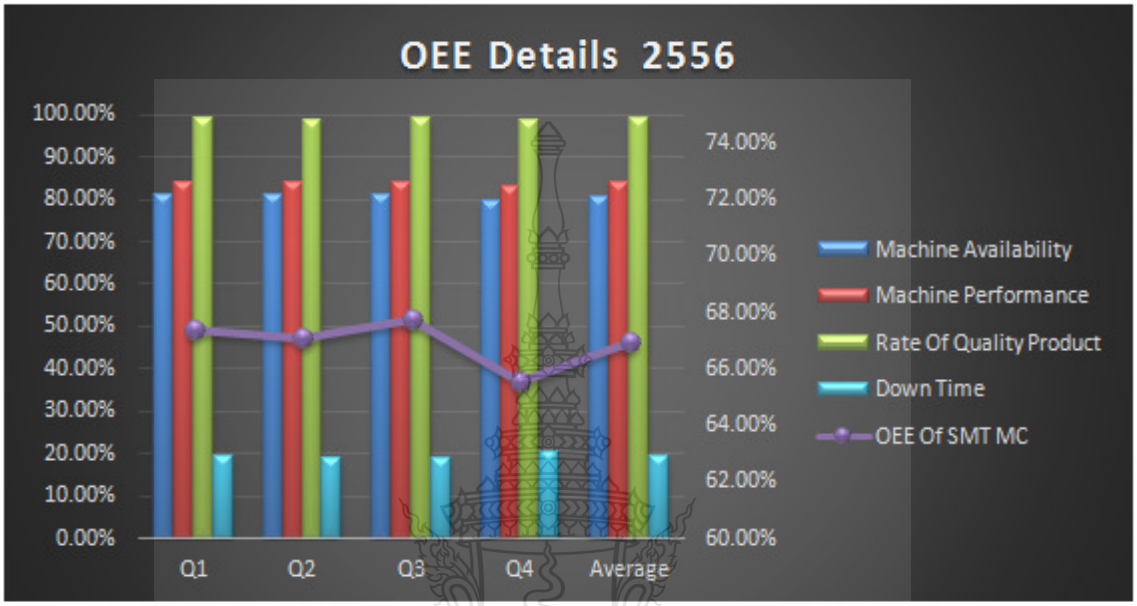
เครื่องจักร SMT Machine ติดตั้งอยู่ที่ฝ่ายผลิตทั้งหมด 18 Lines แบ่งเป็น 3 ยี่ห้อ โดยแต่ละ Line ผลิตทำงานอิสระจากกันสามารถใช้งานร่วมกันทุก Line หรือหยุด Line ใด Line หนึ่งได้ เครื่องจักร Hitachi มีทั้งหมด 5 Lines ติดตั้งที่ Operation No.1 เครื่องจักร Samsung มีทั้งหมด 5 Lines ถูกติดตั้งอยู่ที่ Operation No.2 และ เครื่องจักร Assembleon มีทั้งหมด 8 Lines ติดตั้งอยู่ที่ Operation No.3 โดยกำลังการผลิตของแต่ละบริษัทผลิตเครื่องจักรทั้ง 3 ชนิด ไม่เท่ากัน ตามรายละเอียดด้านล่าง

กำลังการผลิตต่อวันของเครื่องจักรทั้ง 3 ชนิด

ตารางที่ 3.1 แสดงกำลังการผลิตต่อวันของเครื่องจักรทั้ง 3 ชนิด

Machine Name	CPH / Hour	Total Line	CPH / Day
Hitachi	**45000**	**5**	**4,725,000**
Assembleon	**45000**	**8**	**7,560,000**
Sansung	**25000**	**5**	**2,625,000**
		Total CPH / Day =	**14,910,000**

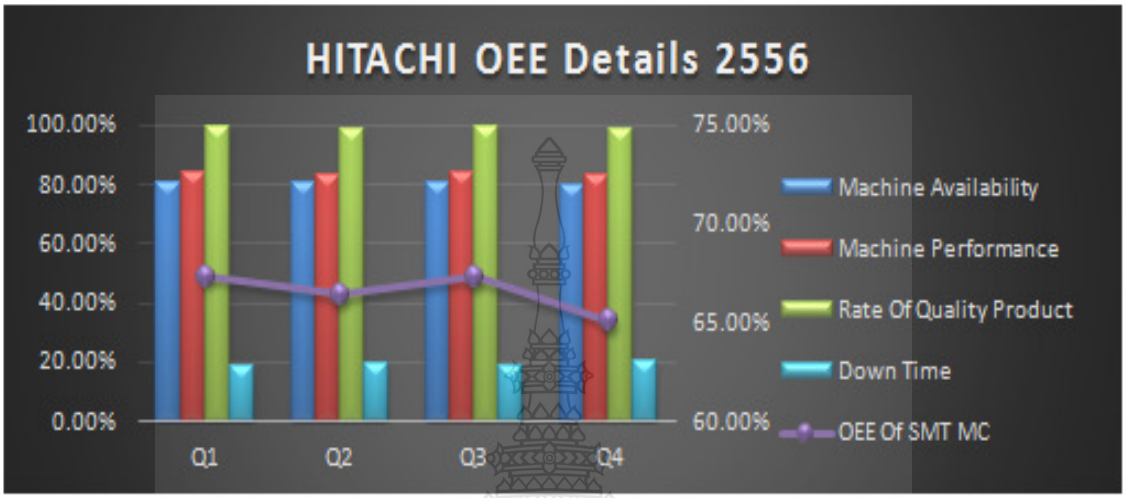
1. แสดงสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร SMT Machines โดยแบ่งรายละเอียดออกเป็นแต่ละไตรมาส ซึ่งค่าเฉลี่ยของค่า OEE อยู่ที่ 66.92%



OEE Details 2556	Q1	Q2	Q3	Q4	Average
Machine Availability	81.11%	80.85%	81.16%	79.74%	80.72%
Machine Performance	83.81%	83.94%	84.15%	83.17%	83.77%
Rate Of Quality Product	99.11%	98.80%	99.18%	98.76%	98.96%
OEE Of SMT MC	67.38%	67.07%	67.73%	65.52%	66.92%
Down Time	19.33%	18.96%	18.75%	20.27%	19.33%
MTBF (Min)	26146	23989	19204	18867	22052
MTTR (Min)	447	473	414	395	432

ภาพที่ 3.1 แสดงประสิทธิผลโดยรวมสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร SMT Machine

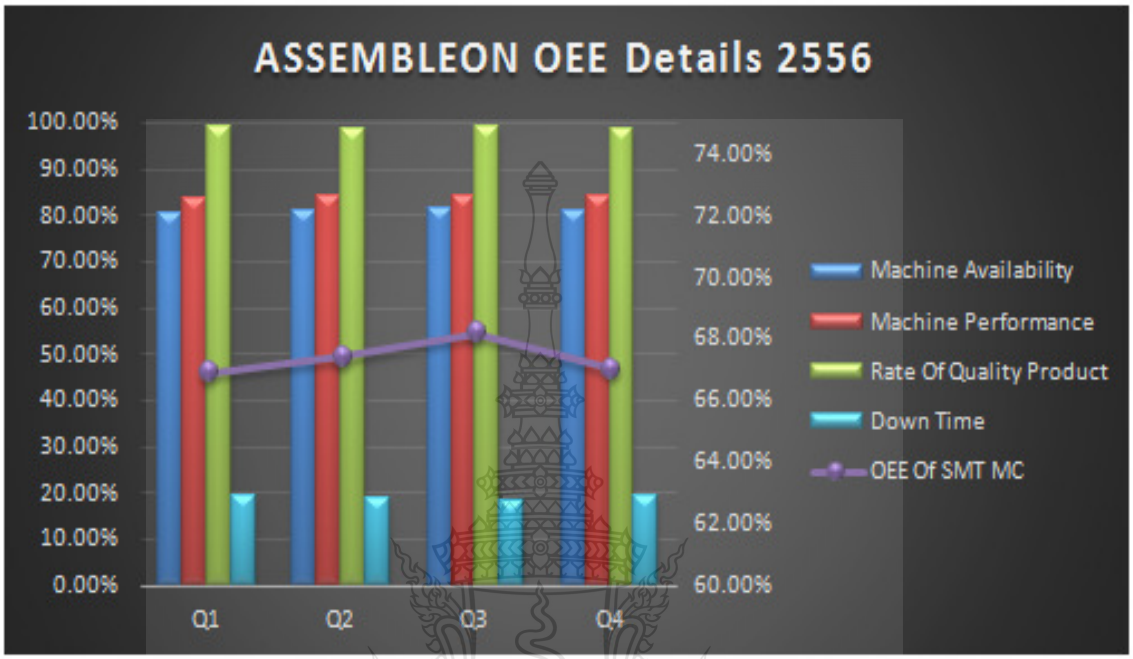
2. แสดงสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร Hitachi Machine โดยแบ่งรายละเอียดออกเป็นแต่ละไตรมาส ซึ่งค่าเฉลี่ยของค่า OEE อยู่ที่ 66.58%



HITACHI OEE Details 2556	Q1	Q2	Q3	Q4	AVERAGE
Machine Availability	80.95%	80.41%	80.88%	79.50%	80.43%
Machine Performance	84.00%	83.62%	83.95%	82.99%	83.64%
Rate Of Quality Product	99.11%	98.80%	99.18%	98.76%	98.96%
OEE Of SMT MC	67.39%	66.44%	67.34%	65.16%	66.58%
Down Time	19.05%	19.59%	19.11%	20.50%	19.56%
MTBF (Min)	29210	24706	21314	14223	22363
MTTR (Min)	426	380	310	253	342

ภาพที่ 3.2 แสดงประสิทธิผลโดยรวมสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร Hitachi Machine

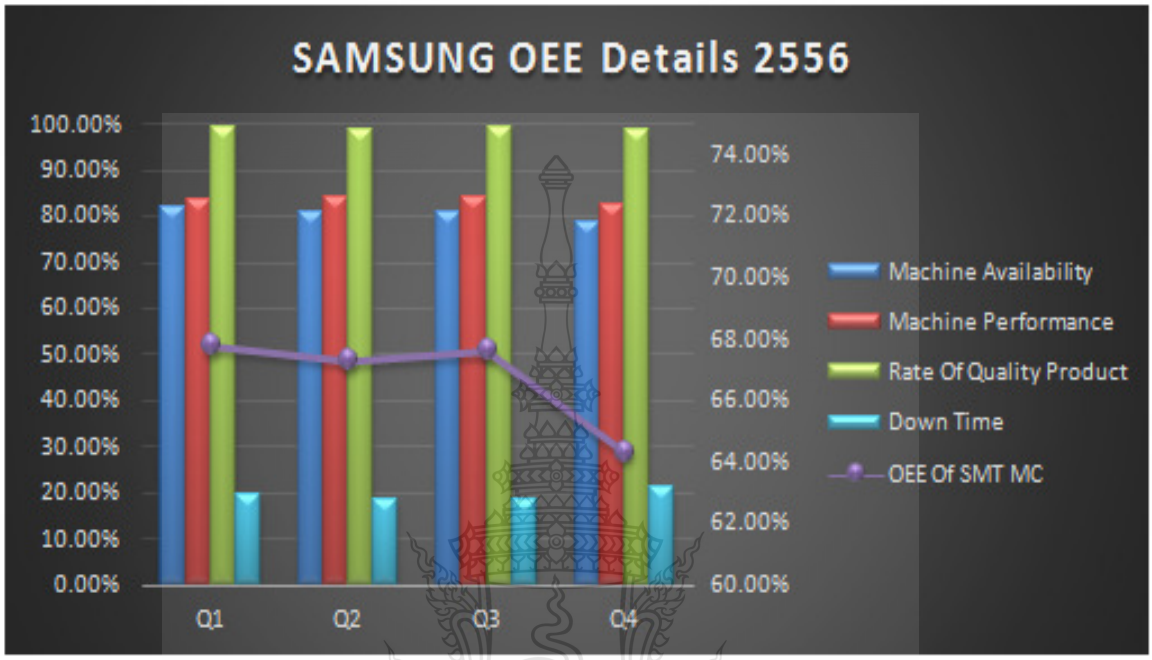
3. แสดงสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร Assembleon Machine โดยแบ่งรายละเอียดออกเป็นแต่ละไตรมาส ซึ่งค่าเฉลี่ยของค่า OEE อยู่ที่ 67.41%



ASSEMBLEON OEE Details 2556	Q1	Q2	Q3	Q4	AVERAGE
Machine Availability	80.61%	81.12%	81.51%	80.87%	81.02%
Machine Performance	83.77%	84.13%	84.40%	83.94%	84.06%
Rate Of Quality Product	99.11%	98.80%	99.18%	98.76%	98.96%
OEE Of SMT MC	66.93%	67.44%	68.23%	67.04%	67.41%
Down Time	19.39%	18.88%	18.49%	19.15%	18.98%
MTBF (Min)	35044	29598	22483	19756	26720
MTTR (Min)	457	422	397	578	463

ภาพที่ 3.3 แสดงประสิทธิผลโดยรวมสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร Assembleon Machine

4. แสดงสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร Samsung Machine โดยแบ่งรายละเอียดออกเป็นแต่ละไตรมาส ซึ่งค่าเฉลี่ยของค่า OEE อยู่ที่ 66.77%

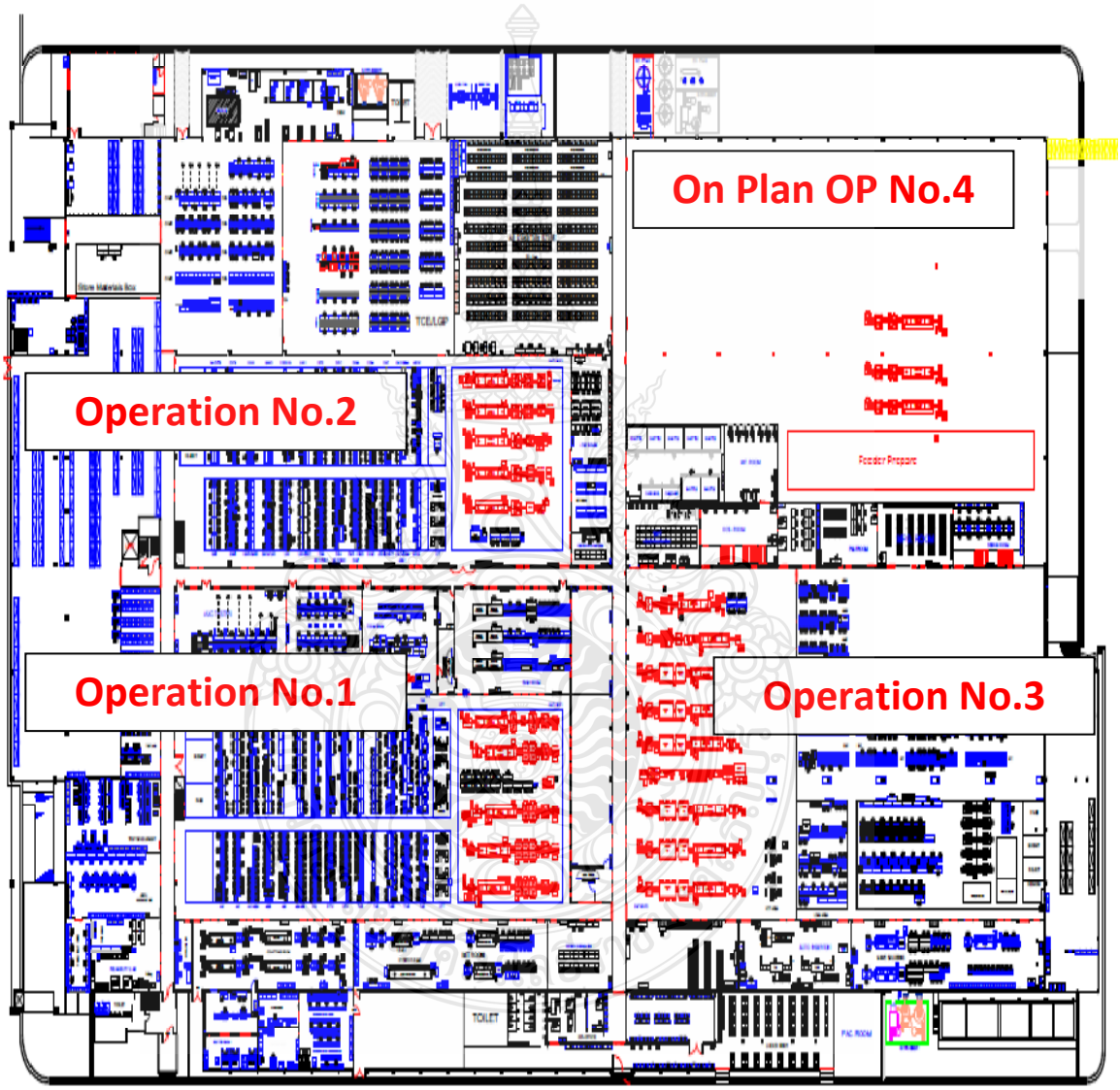


SAMSUNG OEE Details 2556	Q1	Q2	Q3	Q4	AVERAGE
Machine Availability	81.78%	81.03%	81.08%	78.86%	80.69%
Machine Performance	83.66%	84.07%	84.09%	82.58%	83.60%
Rate Of Quality Product	99.11%	98.80%	99.18%	98.76%	98.96%
OEE Of SMT MC	67.81%	67.32%	67.62%	64.35%	66.77%
Down Time	19.55%	18.41%	18.65%	21.14%	19.44%
MTBF (Min)	14185	17664	13816	22622	17072
MTTR (Min)	457	617	533	355	491

ภาพที่ 3.4 แสดงประสิทธิผลโดยรวมสภาพปัจจุบันของเครื่องจักร Samsung Machine

แผนผัง LINE การผลิต

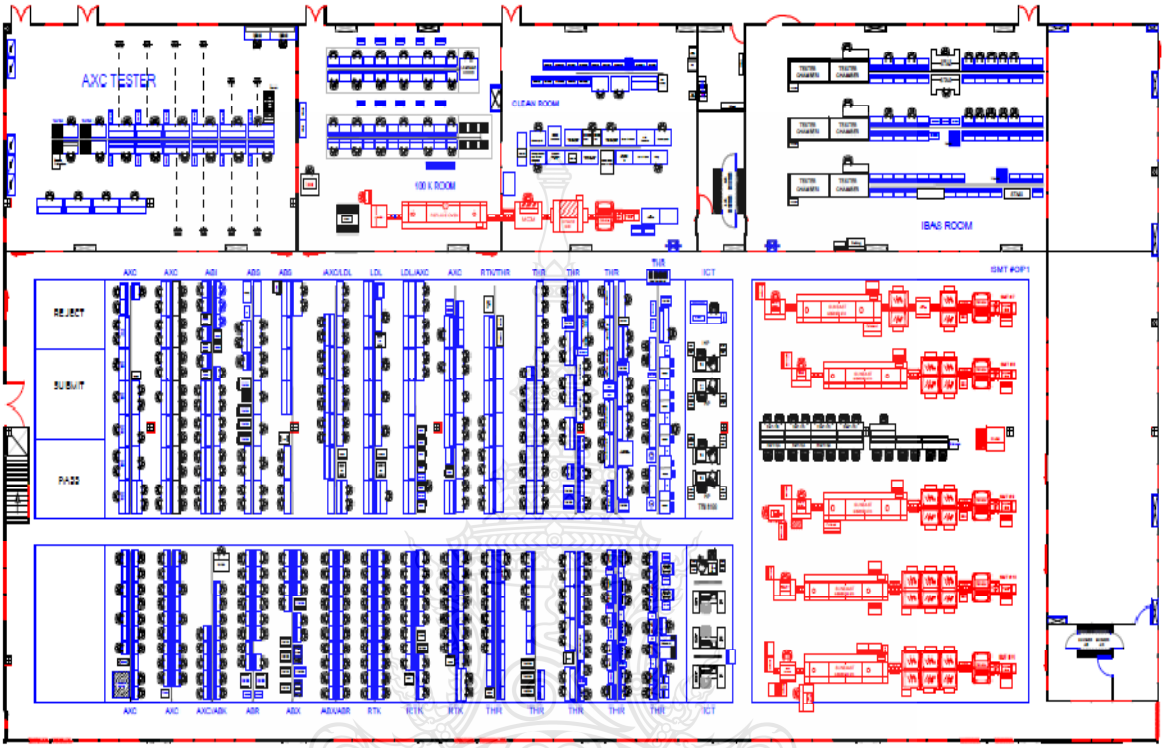
แผนผังแสดงภาพรวมของฝ่ายผลิตทั้งหมดซึ่งแบ่งออกเป็น 4 Operations เครื่องจักร Hitachi มีทั้งหมด 5 Lines ตามรูปสีแดงที่ Operation No.1 เครื่องจักร Samsung มีทั้งหมด 5 Lines ถูกติดตั้งอยู่ที่ Operation No.2 และ เครื่องจักร Assembleon มีทั้งหมด 8 Lines ติดตั้งอยู่ที่ Operation No.3 สุดท้าย Operation No.4 อยู่ระหว่างการวางแผนของผู้บริหาร



ภาพที่ 3.5 แสดงแผนผัง Lines การผลิตทั้งหมด

OPERATION NO.1

เครื่องจักร HITACHI MACHINE ติดตั้งที่ Operation No.1 มี Line ผลิตทั้งหมด 5 Lines มีกำลังการผลิตต่อ Line เท่ากับ 45,000 จุดต่อชั่วโมง

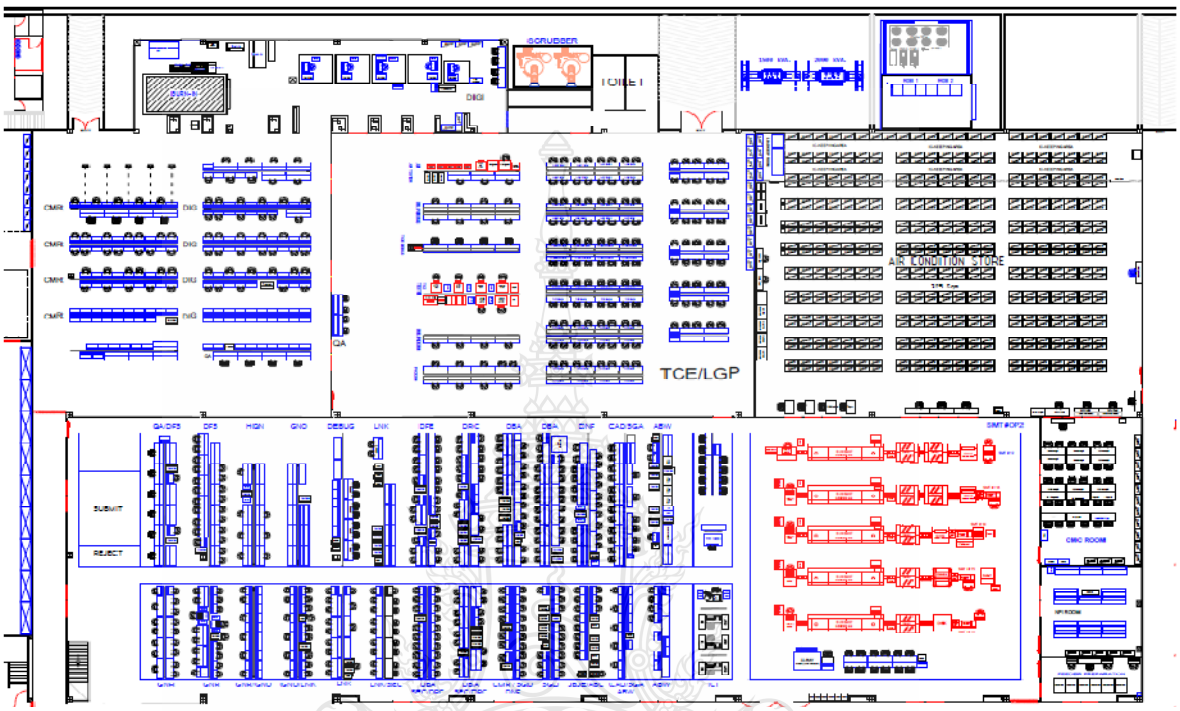


ภาพที่ 3.6 แสดงแผนผัง Lines การผลิตของ Operation No.1 Hitachi Machine

ภาพที่ 3.7 แสดง Lines การผลิตเครื่อง Hitachi Machine

OPERATION NO.2

เครื่องจักร SAMSUNG MACHINE ติดตั้งที่ Operation No.2 มี Line ผลิตทั้งหมด 5 Lines มีกำลังการผลิตต่อ Line เท่ากับ 25,000 จุดต่อชั่วโมง

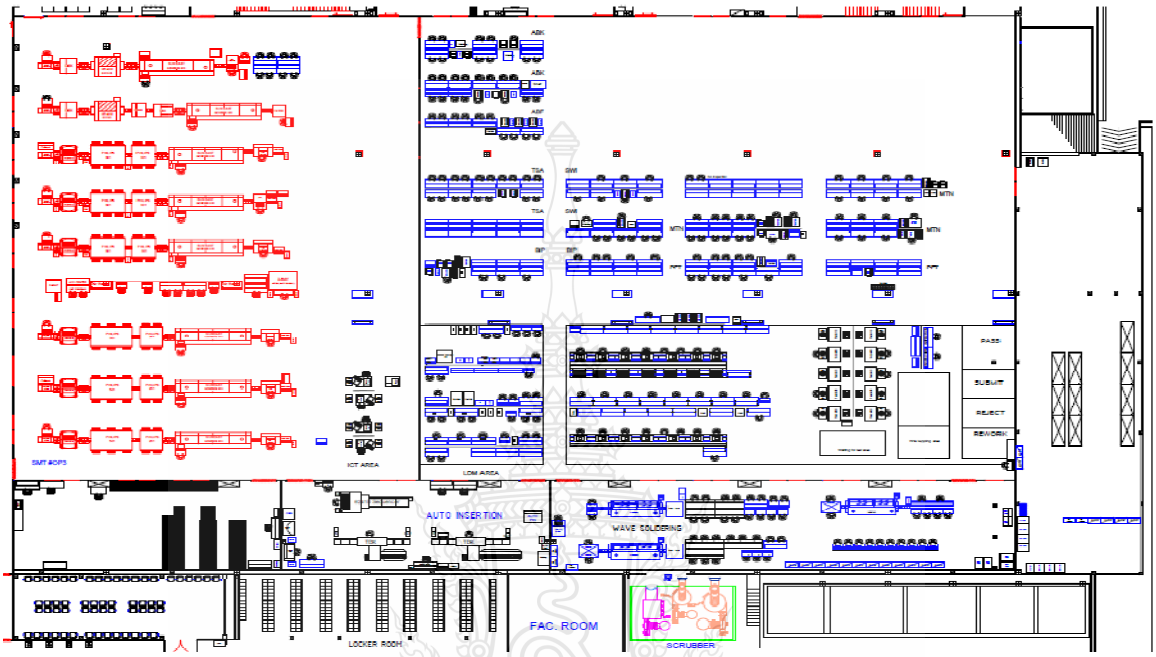


ภาพที่ 3.8 แสดงแผนผัง Lines การผลิตของ Operation No.2 Samsung Machine

ภาพที่ 3.9 แสดง Lines การผลิตของ เครื่อง Samsung Machine

OPERATION NO.3

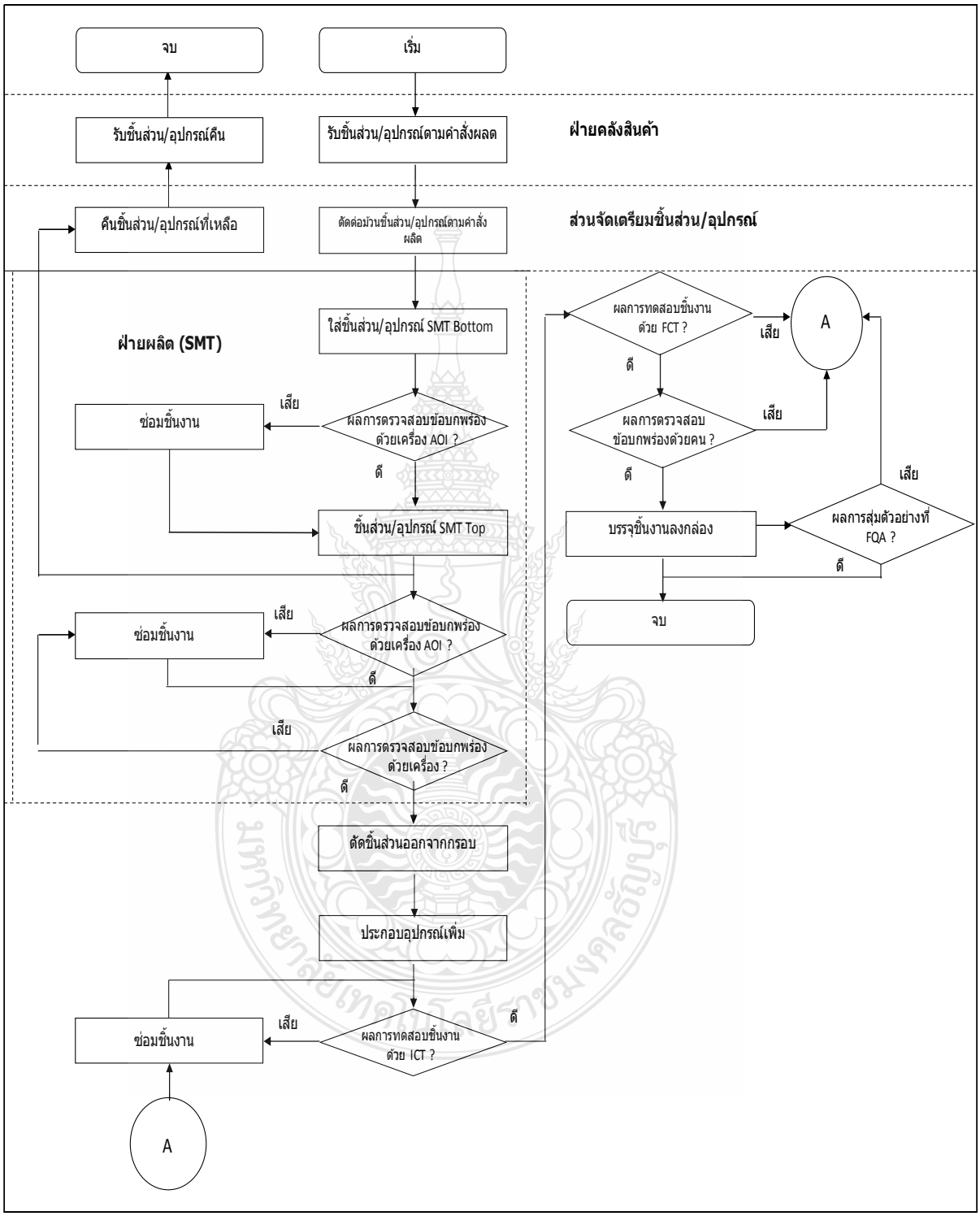
เครื่องจักร ASSEMBLEON MACHINE ติดตั้งที่ Operation No.3 มี Line ผลิตทั้งหมด 8 Lines มีกำลังการผลิตต่อ Line เท่ากับ 45,000 จุดต่อชั่วโมง



ภาพที่ 3.10 แสดงแผนผัง Lines การผลิตของ Operation No.3 Assembleon Machine

ภาพที่ 3.11 แสดง Lines การผลิตของเครื่อง Assembleon Machine

ขั้นตอนการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 3.12 แสดงแผนผังของกระบวนการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์

จากภาพที่ 3.12 แสดงแผนผังของกระบวนการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบไปด้วย 3 ฝ่ายที่สำคัญ คือ

1. ฝ่ายคลังสินค้า
2. ฝ่ายจัดเตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์
3. ฝ่ายผลิต (SMT)

จากแผนผังของกระบวนการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ฝ่ายคลังสินค้าจะเริ่มจัดเตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์ตามแผนการผลิต (Work Order) โดยแต่ละ Work Order จะเรียก 1 Kit โดยคำสั่งผลิตจะออกล่วงหน้าก่อนผลิตจริง 3 วันเพื่อให้เวลาฝ่ายคลังสินค้าจัดวัตถุดิบและอุปกรณ์ ตามจำนวนที่ต้องการและบวกเพิ่มเล็กน้อยเพื่อป้องกันวัตถุดิบและอุปกรณ์ขาดหายในระหว่างการผลิต จากนั้นจะส่งชิ้นส่วน/อุปกรณ์ทั้งหมดของคำสั่งผลิตนั้น ๆ ให้กับส่วนจัดเตรียมชิ้นส่วน อุปกรณ์ โดยในส่วนนี้จะทำการต่อม้วนชิ้นส่วน อุปกรณ์ที่เป็นเบอร์เดียวกันเข้าด้วยกัน เพื่อลดเวลาการหยุดของเครื่องจักรที่ทำการใส่ชิ้นส่วน อุปกรณ์ เมื่อชิ้นส่วน อุปกรณ์นั้น ๆ หมดม้วน และต้องเปลี่ยนม้วนใหม่เข้าไปแทน เมื่อทำการต่อม้วนชิ้นส่วน อุปกรณ์เสร็จทั้ง KIT แล้วจะส่งต่อให้ฝ่ายผลิตในส่วนของ SMT ทำการผลิตต่อไป

SMT จะทำการใส่ชิ้นส่วน อุปกรณ์ เข้ากับแผ่น PCB ด้วยเครื่องจักรเป็นอันดับแรก ส่วนที่ใส่ด้วยเครื่องไม่ได้จะถูกใส่ด้วยมือในภายหลัง โดยจะใส่ชิ้นส่วน อุปกรณ์ทางด้านล่าง (Bottom) ของแผ่น PCB ก่อนจากนั้นจะตรวจสอบหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยสายตาของพนักงาน เมื่อเจอข้อบกพร่องจะส่งชิ้นงานนั้นไปทำการซ่อม ส่วนชิ้นงานที่ผ่านการตรวจ จะถูกส่งไปใส่ชิ้นส่วน อุปกรณ์ทางด้านบน (Top) ของแผ่น PCB ในส่วนชิ้นงานที่ส่งไปซ่อม เมื่อซ่อมเสร็จแล้วจะถูกนำมาใส่ชิ้นส่วน อุปกรณ์ทางด้านบนต่อไป

หลังจากชิ้นงานใส่ชิ้นส่วน อุปกรณ์ทางด้านล่างแล้ว ชิ้นงานจะถูกส่งมาใส่ชิ้นส่วน อุปกรณ์ ทางด้านบนด้วยเครื่องจักรที่สายการผลิตเดียวกัน หรือ ใกล้ ๆ กันก็ได้ตามที่คำสั่งผลิตได้กำหนดไว้ ส่วนที่ใส่ด้วยเครื่องไม่ได้จะถูกใส่ด้วยมือ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการจะถูกตรวจหาข้อบกพร่องด้วยสายตาของพนักงานอีกครั้ง ถ้าเจอข้อบกพร่องชิ้นงานนั้นจะถูกส่งไปซ่อมข้อบกพร่องนั้น เมื่อซ่อมเสร็จแล้วจะถูกส่งไปตรวจหาข้อบกพร่องอีกครั้งทั้งด้านบนและด้านล่างด้วยเครื่องตรวจอัตโนมัติ (AOI, Automatic Optical Inspection) ถ้าเจอข้อบกพร่องไม่ว่าจุดเดิมหรือจุดใหม่จะถูกส่งกลับไปส่งซ่อมและส่งกลับมาตรวจสอบใหม่ ในส่วนของชิ้นส่วนที่ผ่านการตรวจสอบด้วยสายตาและเครื่องตรวจอัตโนมัติแล้วถ้าชิ้งงานที่มามีกรอบจะถูกส่งไปตัดชิ้นงานออกจากกรอบที่ยึดไว้ซึ่งทำ

จากแผ่น PCB แผ่นเดียวกันแต่ทำหน้าที่แค่เป็นตัวประคองชิ้นงานเท่านั้น และไม่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการถัดไปอีกแล้ว

เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการใส่ชิ้นส่วน อุปกรณ์ที่ SMT แล้วชิ้นส่วน อุปกรณ์ที่เหลือจะถูกส่งคืนจากสายการผลิต ไปให้กับจัดเตรียมชิ้นส่วน อุปกรณ์ เพื่อนับจำนวนที่เหลือ และส่งคืนให้ฝ่ายคลังสินค้า ฝ่ายคลังสินค้าจะจัดเก็บตามตำแหน่งเดิมของชิ้นส่วน อุปกรณ์ต่อไป

ในส่วนชิ้นงานที่ผ่านการตัดกรอบแล้ว จะถูกส่งไปใส่อุปกรณ์เพิ่ม เพื่อให้ครบตามที่ลูกค้าต้องการ และจะถูกส่งไปทดสอบชิ้นงานด้วยเครื่อง ICT (In-Circuit Tester) เพื่อหาข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตก่อนหน้านี้ และตัวชิ้นส่วน/อุปกรณ์เอง เมื่อพบข้อบกพร่องชิ้นงานนั้นจะถูกส่งไปซ่อม เมื่อซ่อมเสร็จจะถูกนำกลับมาทดสอบด้วยเครื่อง ICT ใหม่จนกว่าจะผ่าน

ชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบด้วยเครื่อง ICT จะถูกส่งไปทดสอบด้วยเครื่อง FCT (Functional Tester) เพื่อหาข้อบกพร่องตามคุณสมบัติหรือความสามารถที่ลูกค้ากำหนดหรือตามที่ตกลงกับลูกค้าไว้ต่อไป เมื่อพบข้อบกพร่องชิ้นงานนั้นจะถูกส่งไปซ่อม เมื่อซ่อมเสร็จจะถูกนำกลับมาทดสอบด้วยเครื่อง FCT ใหม่จนกว่าจะผ่านเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่จะทำให้เครื่องทดสอบ FCT พังและป้องกันไม่ให้ข้อบกพร่องในกระบวนการซ่อมหลุดออกไป หลังจากนั้นจะถูกส่งไปทดสอบด้วยเครื่อง FCT ใหม่

เมื่อชิ้นงานผ่านการทดสอบด้วยเครื่อง FCT แล้วจะถูกตรวจสอบหาข้อบกพร่องที่อาจจะเกิดขึ้นได้อีก ด้วยสายตาของพนักงาน เมื่อผ่านขั้นตอนนี้แล้วจะบรรจุชิ้นงานลงกล่องเพื่อส่งให้ลูกค้า หลังจากบรรจุชิ้นงานลงกล่องแล้วแผนกรับรองคุณภาพจะทำการสุ่มชิ้นงานขึ้นมาตรวจสอบด้วยสายตา เพื่อให้แน่ใจว่าชิ้นงานกลุ่มนั้น ๆ ไม่มีข้อบกพร่องและเป็นไปตามที่ลูกค้ากำหนด

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์

การประยุกต์ทฤษฎีการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (SMT Machine) ได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Root Cause Analysis)

4.2 ผลการวิเคราะห์จากการระดมสมอง

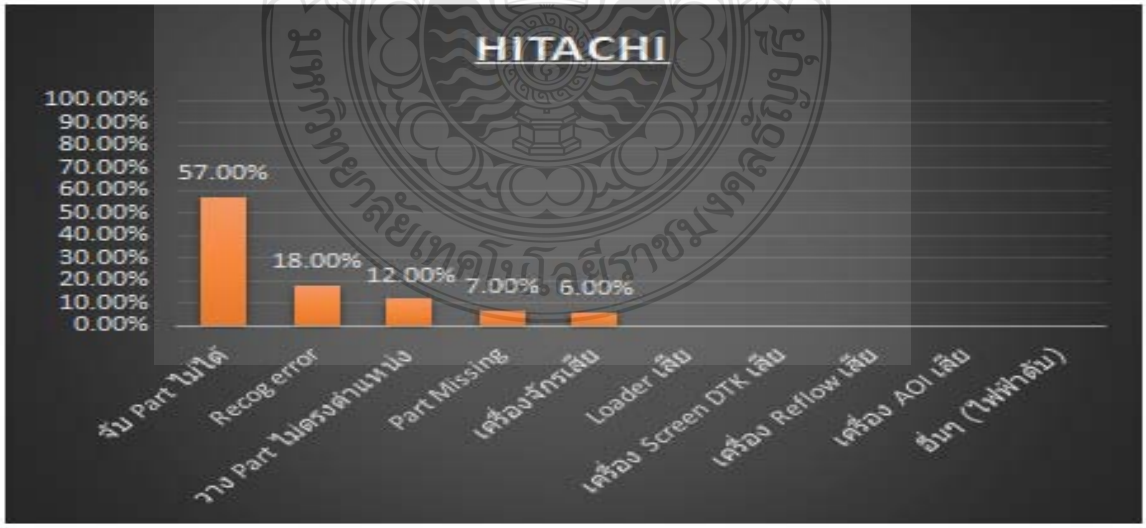
4.3 การนำทฤษฎี TPM มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

4.4 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้หลังการปรับปรุง

4.1 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Root Cause Analysis)

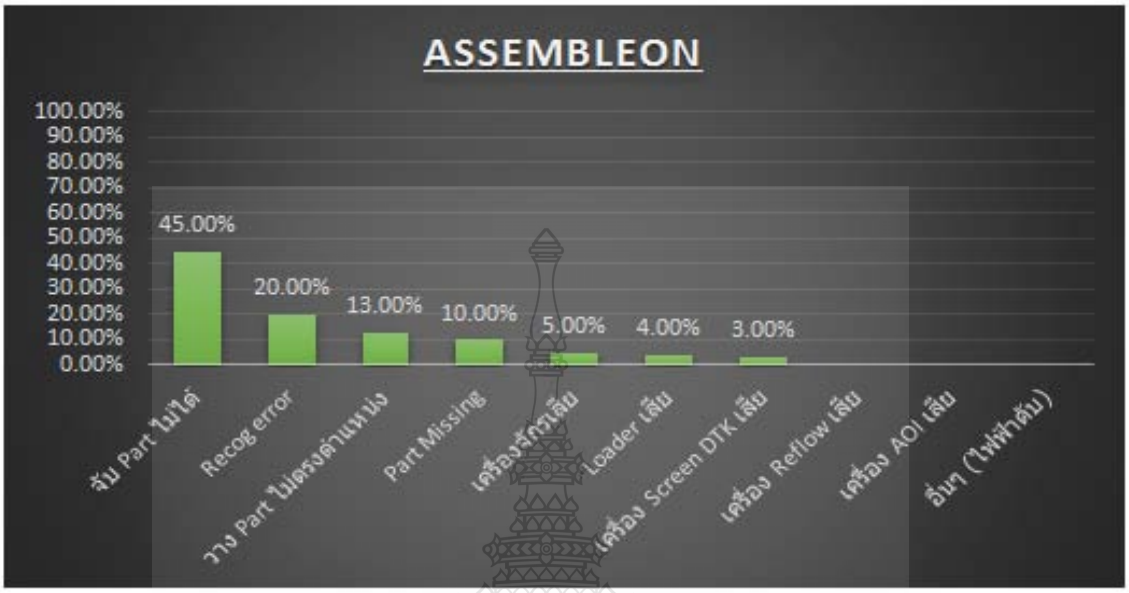
จากข้อมูลปัญหาของเครื่องจักรตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2556 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ 2556 สามารถนำมาสรุปโดยใช้กราฟพาเรโตแสดง Root Cause ของปัญหาทั้ง 3 ชนิดเครื่องจักรโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยได้ตามรายละเอียดด้านล่าง

HITACHI MACHINE



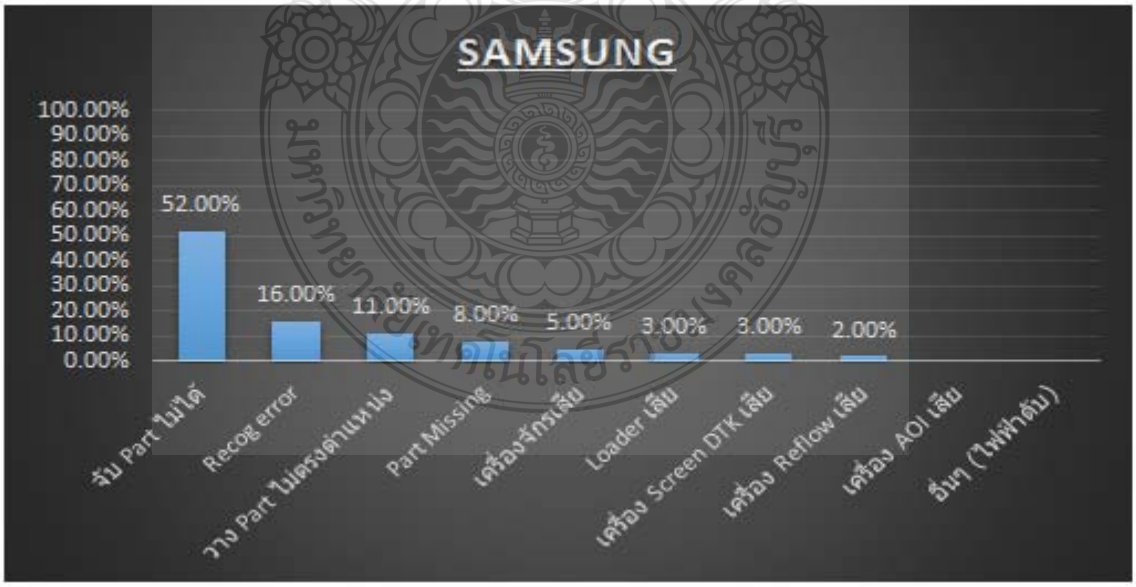
ภาพที่ 4.1 แสดงสาเหตุหลักของปัญหาในการจับและวาง Part ของเครื่องจักร HITACHI

ASSEMBLEON MACHINE



ภาพที่ 4.2 แสดงสาเหตุหลักของปัญหาในการจับและวาง Part ของเครื่องจักร ASSEMBLEON

SAMSUNG MACHINE



ภาพที่ 4.3 แสดงสาเหตุหลักของปัญหาในการจับและวาง Part ของเครื่องจักร SAMSUNG

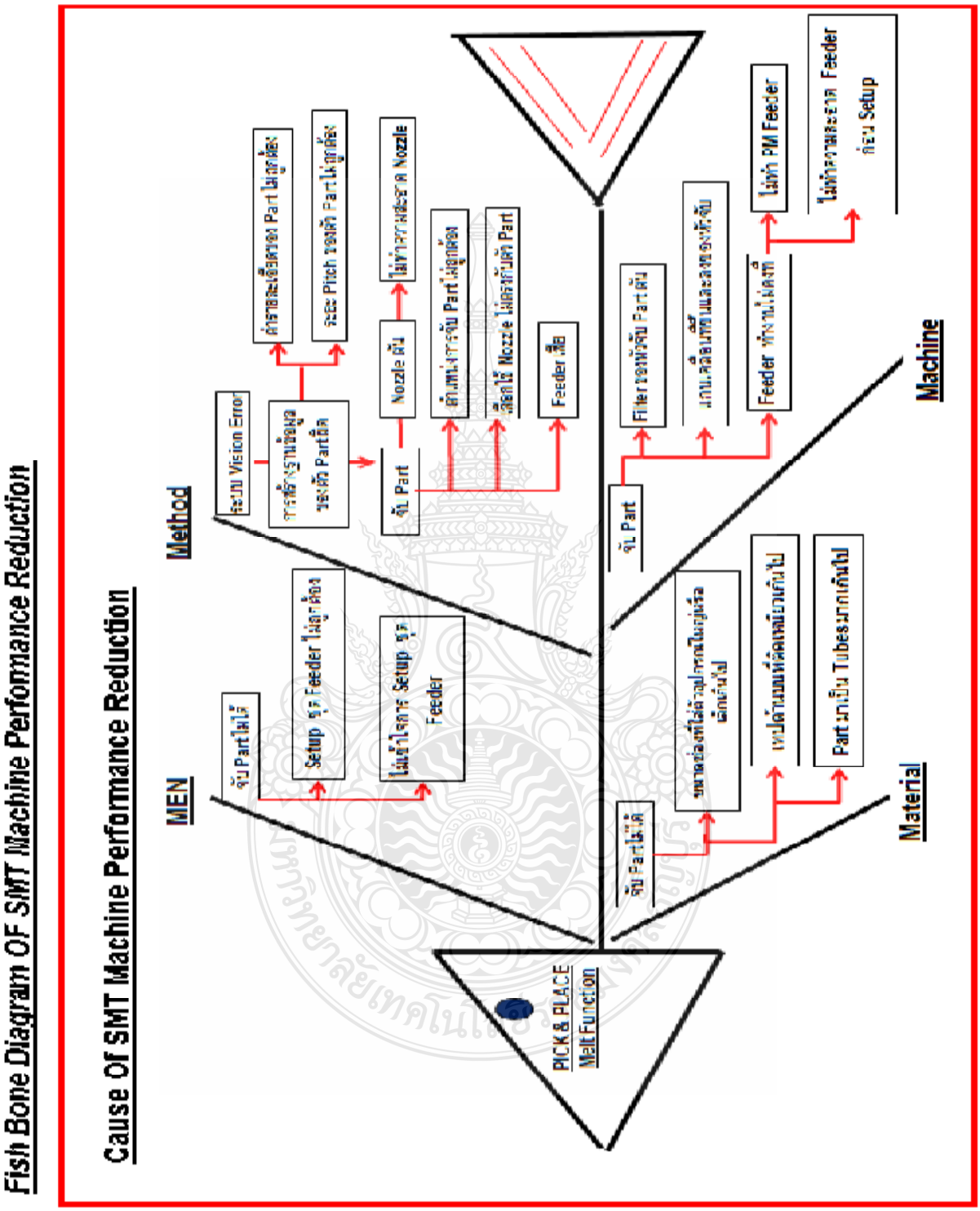
จากข้อมูลแสดงสาเหตุหลักของปัญหาพบว่าสองสาเหตุแรกของปัญหารวมกันมากกว่า 60% ซึ่งเป็น 2 ปัญหาหลักที่ทำให้เครื่องจักรทั้ง 3 ชนิดไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ อันดับแรกสาเหตุของปัญหามาจากการที่เครื่องจักรไม่สามารถจับตัวอุปกรณ์มาว่างที่ตำแหน่งบนแผ่นชิ้นงานได้ ส่วนอันดับสองคือระบบการ Vision ตัว Part Error ทางบริษัทที่ทำการศึกษาจึงได้จัดตั้งคณะทำงานเพื่อทำการศึกษาหาต้นเหตุของปัญหา โดยคณะทำงานมีสมาชิกที่อยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ รวม 7 คน ดังนี้

1. หัวหน้าคณะทำงานโดยผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมเครื่องจักร
2. สมาชิกที่เป็นวิศวกรฝ่าย Setup เครื่องจักรจำนวน 2 คน
3. สมาชิกที่เป็นวิศวกรฝ่าย PM เครื่องจักรจำนวน 1 คน
4. สมาชิกที่เป็นหัวหน้างานของฝ่ายผลิตในส่วนของการจัดเตรียมวัฏดิบของเครื่องจักรจำนวน 1 คน
5. สมาชิกที่เป็นหัวหน้างานของฝ่ายผลิตในส่วนงานของการทำงานของเครื่องจักรจำนวน 2 คน

4.2 ผลการวิเคราะห์จากการระดมสมอง

หลังจากได้ตั้งคณะทำงานเพื่อหาต้นเหตุของปัญหาคณะทำงานมีการประชุมระดมสมองในทุกสัปดาห์ติดต่อกันตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ของเดือนธันวาคม 2556 โดยใช้หลัก Fish Bone Diagram เพื่อแยกสาเหตุของปัญหาในแต่ละสาเหตุหลักเพื่อทำการปรับปรุงเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

แผนภาพ Fish Bone Digram แสดงสาเหตุของปัญหาการจับและวางของเครื่องจักร



ภาพที่ 4.4 แสดงสาเหตุหลักของปัญหาที่ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรลดลง

MEN

พนักงานไม่เข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการใช้งานรวมถึงการแก้ปัญหาเบื่องต้นของเครื่องจักรเป็นสาเหตุให้เกิดความล้าช้าและความผิดผลาดขณะทำการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

พนักงานที่มีหน้าที่จัดเตรียมวัตถุดิบ (ตัวอุปกรณ์) ลงในชุด Feeder ของเครื่องจักรไม่มีความเข้าใจถึงกระบวนการใส่วัตถุดิบลงในชุด Feeder อย่างถูกต้องทำให้ตำแหน่งการจับตัวอุปกรณ์ของเครื่องจักรไม่ตรงตำแหน่งซึ่งเป็นสาเหตุให้เครื่องหยุดทำงานบ่อยครั้งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้งานที่ออกมาไม่ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

METHOD

ฐานข้อมูลของตัวอุปกรณ์ (Part Library)

การสร้างหรือป้อนข้อมูลที่เกียวกับขนาดความกว้าง ยาว หรือความหนา (สูง) รวมทั้งระยะ Pitch ของขา หรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวกับตัวอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง เป็นสาเหตุให้ตัวอุปกรณ์นั้นไม่ผ่านการตรวจสอบจากระบบ Vision ของเครื่องจักร

การระบุระยะ Pitch ของตัวอุปกรณ์ไม่ตรงกับระยะจริงของตัวอุปกรณ์เป็นสาเหตุให้ตำแหน่งการ Feed ไม่ตรงทำให้เครื่องจักรทำงานผิดผลาด

การกำหนดระยะการหยุดเพื่อเปิดระบบ Vacuum ในการจับตัวอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง (Wrong Pickup highs Position) ทำให้เครื่องจักรไม่สามารถจับตัวอุปกรณ์ขึ้นมาจากชุด Feeder ได้

ตำแหน่งการจับตัวอุปกรณ์ของ Nozzle เครื่องจักรไม่ตรงกึ่งกลางของตัวอุปกรณ์บน Feeder ทำให้ตัวอุปกรณ์หล่นขณะเคลื่อนที่มาวางตรงตำแหน่งบนแผ่น Board

หัวจับตัวอุปกรณ์ (Nozzle)

ไม่มีการทำความสะอาดหัวจับตัวอุปกรณ์ของเครื่องจักรทำให้เกิดการอุดตันเป็นสาเหตุให้หัวจับทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ (การจับตัวอุปกรณ์จากชุด Feeder ของเครื่องจักร SMT จะใช้ระบบสูญญากาศ (Vacuum) ดูดผ่านหัวจับเพื่อจับตัวอุปกรณ์)

ใช้หัวจับตัวอุปกรณ์ผิดชนิด หัวจับตัวอุปกรณ์ของเครื่องจักรจะถูกออกแบบมาจับตัวอุปกรณ์ตามลักษณะและชนิดของตัวอุปกรณ์ซึ่งถ้าเลือกใช้ไม่ตรงกับชนิดของตัวอุปกรณ์จะทำให้เครื่องจับตัวอุปกรณ์ได้ไม่ดีทำให้เครื่องหยุดทำงานบ่อย

ชุดป้อนตัวอุปกรณ์ (Feeder)

เนื่องจากสาเหตุที่ทำให้ชุดป้อนตัวอุปกรณ์ (Feeder) เสียหายหรือทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควร มีหลากหลายโดยแต่ละสาเหตุมีผลทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดลงโดยเริ่มตั้งแต่ Feeder ชำรุด ชุด Feed ทำงานผิดปกติ มีเศษ Part ติดอยู่หรือชุดควบคุม Error โดยแต่ละสาเหตุต้องทำแก้ไขและการป้องกัน

ไม่มีระบบการทำความสะอาดชุดป้อนตัวอุปกรณ์ที่ห้องจัดเตรียมวัตถุดิบ (ตัวอุปกรณ์) ลงในชุด Feeder ซึ้งจากข้อมูลพบว่าตัว Feeder เมื่อใช้งานเสร็จแล้วและนำกลับมาใช้ใหม่ถ้าไม่ทำความสะอาดอาจจะมีเศษ Part ติดอยู่บน Feeder เป็นสาเหตุให้ชุด Feeder ทำงานผิดปกติทำให้ตัวอุปกรณ์หยุดไม่ตรงตำแหน่งจับหรือระยะเวลาการ Feed นานขึ้นไม่สัมพันธ์กับระยะเวลาการเคลื่อนที่ไปจับของเครื่องจักรทำให้เครื่องจักรหยุดทำงานบ่อยครั้ง

การใช้งาน Feeder ที่ไม่ทำการซ่อมบำรุงตามกำหนดระยะเวลาทำให้กลไกการทำงานของชุด Feeder ทำงานผิดปกติ ทำให้หัวจับของเครื่องจักรไม่สามารถจับตัวอุปกรณ์จาก ตำแหน่งบนชุด Feeder ได้

MACHINE

เครื่องจักร (Machine)

ตัวเครื่องจักรไม่ทำการบำรุงรักษาตามกำหนดระยะเวลา (Machine not PM) เป็นสาเหตุให้การเคลื่อนที่ของ 4 แกนหลัก คือ แกน X, แกน Y, แกน Z, และแกนหมุน เคลื่อนที่ช้าลง ชุด Vaccum ตันทำจับตัวอุปกรณ์ได้ไม่ดี โดยทั้งหมดล้วนเป็นสาเหตุให้การทำงานของเครื่องจักรลดลง

MATERIAL

วัตถุดิบ ตัวอุปกรณ์ (Material)

เนื่องมาจากมีผู้ผลิตมากกว่าหนึ่งบริษัทที่ผลิตตัวอุปกรณ์ชนิดหรือเบอร์เดียวกันแต่มีขนาดช่องที่ใส่ตัวอุปกรณ์ใหญ่เกินไป (Sprocket hole too big) หรือช่องใส่ตัวอุปกรณ์เล็กเกินไป (Sprocket hole too small) หรือ เทปด้านบนที่ปิดเหนียวเกินไป (Cover tape too sticky) จากสาเหตุทั้งหมดนี้ทำให้เครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ

Packaging ที่ใส่ตัวอุปกรณ์มาเป็นหลอด (Tube Packaging) มากก็เป็นสาเหตุให้การปรับแต่งระยะและตำแหน่งการจับตัวอุปกรณ์ไม่คงที่ทำให้เครื่องจักรไม่สามารถจับตัวอุปกรณ์ได้ดีต้องทำการลด Speed การจับทำให้การทำงานของเครื่องช้าลง

4.3 การนำทฤษฎี TPM มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

เมื่อทำการระดมสมองจนสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในรูปแบบของ Fish bone Diagram เรียบร้อยแล้วทางคณะทำงานจึงได้จัดทำแผนการดำเนินการแก้ไขปัญหา (Action Plan) เพื่อดำเนินการนำทฤษฎี TPM มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาต่อไป

ACTION PLAN BY 2557

Problem	Cause	Action	Action By	When	Status
Men	- ไม่มีความชำนาญในการ Setup Feeder ไม่ถูกต้อง	1. ทำการ Training พนักงานที่ทำหน้าที่ในการ Setup Feeder	วศพร/ SMT Eng.	WK'N-3-4	Done
		2. ทำการสอบวัดผลพนักงานหลังจากการ Training			
		3. Setup ระบบการตรวจสอบ Feeder ก่อนเริ่มการผลิตทุกครั้ง			
Method	- เลือกใช้ Nozzle ผิดประเภทกับ Part	1. ปรับแก้ไขการทำ Training ขั้นตอนการทำ Program ของเครื่องจักร	สมพร/ SMT PSM	WK'N-3-7	Done
	- การตั้งค่าการดูดของ Nozzle ไม่ถูกต้อง	ทั้ง 3 ขั้นตอน ให้ครบถ้วนถูกต้องตามคู่มือ			
	- การตั้งค่าระยะ Pitch ของ Part ไม่ถูกต้อง	2. ทำการจัดซื้อชุดเครื่องมือ Nozzle เพิ่ม เพื่อให้ครบตามการใช้งานและทดแทน	ธีระ/ PM Eng.	WK'N-3-7	Done
	- การตั้งค่าระยะการเก็บ-วาง ของ Feeder ไม่ถูกต้อง	เมื่อชำรุดเสียหาย			
	- การตั้งค่าแรงดันในการเก็บ Part ไม่ถูกต้อง	3. จัดทำระบบการตรวจสอบ Nozzle และ Feeder พร้อมใช้งานก่อนเริ่มการผลิต	ธีระ/ Eng	WK'N-3-7	Done
	- ขั้นตอนและวิธีการทำความสะอาด Nozzle	และหลังการผลิตทุกครั้ง			
	- Feeder เสียหาย				
Machine	- Filter ของเครื่องดูด Part เต็ม	1. จัดทำระบบการเปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยนตามรอบการใช้งานที่กำหนดไว้	ธีระ/ Eng	WK'N-3-7	Done
	- แกนเคลื่อนที่ขึ้นลงของหัวดูด Part ตัน	ปัจจุบัน (PM Due Date)			
	- หัวดูด PM Feeder	2. จัดทำระบบการบำรุงรักษา (PM) Feeder ในรูปแบบการจ้างงานภายนอก	ธีระ/ Eng	WK'N-3-7	Done
	- แม่เหล็กยึดตำแหน่งระหว่าง Feeder กับ Main Setup Feeder	ดูแลทั้งหมดของบริษัท			
		3. ติดตั้งระบบเครื่องมือที่จำเป็นในการตรวจสอบ Feeder	วศพร/ SMT Eng.	WK'N-3-7	Done
		เพื่อประเมินสภาพการใช้งานของ Feeder ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิต			
Material	- ขนาดของรูสำหรับปรับเทียบกับไม้ Sprocket ของ Feeder ใหญ่เกินไป (Sprocket hole too big)	1. เพิ่มมาตรฐานการตรวจสอบ Packaging ของวัสดุเข้าสู่	ชูใจ/ IPQA WH	WK'N-3-7	Done
	- ช่องใส่วัสดุ (ตลับ) มีขนาดกว้างไป (Sprocket hole too small)	ISO9001-Acceptable Quality Level)			
	- เทปใสที่ปิดหน้าวัสดุ (Cover tape too sticky)				

ภาพที่ 4.5 แผนการดำเนินงานในการแก้ไขปัญหา (Action Plan)

จากภาพที่ 4.5 คณะทำงานได้ทำการเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาในรูปแบบตาราง Action Plan โดยเริ่มลงมือปฏิบัติตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 หรือวันที่ 13 มกราคม พ.ศ.2557 เป็นต้นมา

ACTION PLAN เพื่อทำการปรับปรุงและแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

MEN

พนักงานใหม่ที่ยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการใช้งานรวมถึงการแก้ปัญหาเบื่องต้นของเครื่องจักรเป็นสาเหตุให้เกิดความล่าช้าและความผิดผลาดขณะทำการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

Action : ทำการฝึกอบรมพนักงานฝ่ายผลิตที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรทั้งหมดตามข้อกำหนดการบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยตนเองและวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องของเครื่องจักร เพื่อให้พนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักรมีความเข้าใจและปฏิบัติตามเหมือนกันได้ทุกคนจากนั้นทำการทดสอบการปฏิบัติจริงโดยวิศกรที่ดูแลเครื่องจักรซึ่งพนักงานต้องผ่านเกณฑ์มาตราฐานของบริษัทจึงจะสามารถทำงานได้จากนั้นหัวหน้างานจะทำการสุ่มตรวจการปฏิบัติงานเป็นระยะเพื่อดูว่าพนักงานทำตามข้อกำหนดที่ถูกต้องหรือไม่

SMT MACHINE

Machine Operation Tested Result

	Training Content / OPR Name	RATING POINT	Operator Name					
1	Use feeder size match with comp width(ขนาดของfeederต้องเหมาะกับขนาดของม้วนpart)	10						
2	Load feeder comp (ขั้นตอนที่ถูกต้องในการขึ้นfeeder)	10						
3	Check pitch feed position(การดูระยะห่างของตัวpartจากตัวถึงตัว หน่วยเป็นmm)	10						
4	Teaching pick up comp position(การดูตำแหน่งการจับตัวpartว่าจับตรงกลางไหม)	10						
5	Splicing tape(ขั้นตอนและวิธีการที่ถูกต้องในการต่อpart)	10						
6	Skip comp in ptt program (ขั้นตอนและวิธีการที่ถูกต้องในการ skip feeder)	10						
7	Load tray comp (Full Trayขั้นตอนและวิธีการที่ถูกต้องในการใส่Tray)	5						
8	Load tray comp. (Not fullขั้นตอนและวิธีการที่ถูกต้องในการใส่จำนวน X, YของTray)	5						
9	Press emergency switch(หน้าที่และความสำคัญของปุ่ม emergency switch)	5						
10	PCB transfer error(วิธีการจัดการเบื้องต้นเกี่ยวกับ PCB ติดรางเพื่อป้องกันไม่ให้มีการไม่วางPartออกไป)	5						
11	Mark recognition error (วิธีการจัดการเบื้องต้นเกี่ยวกับการอ่านค่าMark ไม่ได้ของเครื่องจักร)	5						
12	Tape movement error (วิธีการจัดการเบื้องต้นเกี่ยวกับการปัญหาของ feeder ที่ล็อคไม่แน่น หรือfeeder กระดก ขึ้นมาในขณะเครื่องทำงาน)	5						
13	Separate pick up failed comp were detected error(สามารถแยกได้ว่าจับpartไม่ได้หรือrecog partไม่ผ่าน ซึ่งสามารถดูได้จากerror ของเครื่องจักร)	5						
14	Cancel run production (พื้นฐานความเข้าใจที่ต้องรู้เกี่ยวกับการ Cancel run production)	5						
TOTAL		100						
Result								

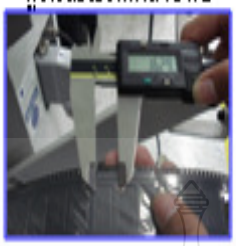
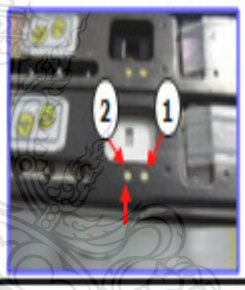
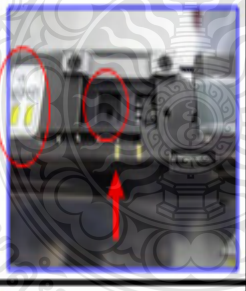
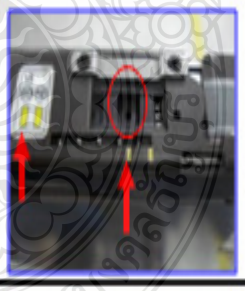
ภาพที่ 4.6 หัวข้อการทดสอบความเข้าใจของพนักงานที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

จากผลการทดสอบจริงหลังการฝึกอบรมโดยใช้ตารางการทดสอบด้านบนพบว่าพนักงานที่ฝึกอบรมสามารถผ่านเกณฑ์ทั้งหมด (ต้องไม่ต่ำกว่า 90%) โดยก่อนการฝึกอบรมพบว่าพนักงานส่วนมากไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบโดยมีค่าต่ำกว่า 90%

พนักงานที่มีหน้าที่จัดเตรียมวัตถุดิบ (ตัวอุปกรณ์) ลงในชุด Feeder ของเครื่องจักรไม่มีความเข้าใจถึงขบวนการใส่วัตถุดิบลงในชุด Feeder อย่างถูกต้องทำให้ตำแหน่งการจับตัวอุปกรณ์ของเครื่องจักรไม่ตรงตำแหน่งเป็นสาเหตุให้เครื่องหยุดทำงานบ่อยครั้ง

Action : ทำการฝึกอบรมพนักงานฝ่ายเตรียมตัวอุปกรณ์ของเครื่องจักร (CMS) ตามข้อกำหนดและวิธีการใส่ตัวอุปกรณ์เข้าไปในชุด Feeder ของเครื่องจักร (Doc. No. 74-650-0305) อย่างถูกต้องพร้อมทั้งจัดทำแผนภาพแนะนำวิธีการที่ถูกต้อง (Work Instrution) ติดไว้ที่พื้นที่ทำงานของฝ่าย CMS ขั้นตอนสุดท้าย Feeder ที่ใส่ตัวอุปกรณ์เรียบร้อยต้องผ่านการตรวจสอบอีกครั้งจากหัวหน้าฝ่าย CMS จึงจะสามารถนำเข้าไปใส่ในตำแหน่งในเครื่องจักรได้

SMT Feeder Setup.

ลำดับ	การตั้งค่าที่ไม่ถูกต้อง	รูปการตั้งค่าที่ไม่ถูกต้อง	รูปการตั้งค่าที่ถูกต้อง	ผลกระทบ
1	<u>การดูระยะ Pitch ของ Part</u> - โดยการระยะวัดจาก Part ตัวแรกไปถึงจุดเดียวกันของ Part ตัวที่ 2 ในม้วนเดียวกัน โดยใช้ไม้บรรทัดหรือ Vernier ก็ได้.	ดูรายละเอียดตามข้อที่ 2 	Label ระบุระยะ Pitch Pitch 2mm = ขีดที่ 1 Pitch 4mm = ขีดที่ 1	<u>การดูระยะ Pitch ของ Part</u> - ต้องทำการปรับแต่งที่หน้าเครื่องทำให้เสียเวลาในการ Setup เครื่องเพิ่มขึ้น.
2	<u>มี Chip หลายตัวในตำแหน่งหยิบ</u> - เกิดขึ้นเนื่องจากการดูดเลื่อน Part หลาย ๆ ครั้ง ซึ่งจะเกิดกับ Part ที่มีระยะ Pitch 2mm.			<u>มี Chip หลายตัวในตำแหน่งหยิบ</u> - ทำให้เกิด Chip หงายท้องหรือกระเด็นไป Feeder ข้าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดชิพผิดค่าได้.
3	<u>การตั้งตำแหน่งจับ Part</u> - ตัวอย่างตามรูป Part ระยะ Pitch 4 mm ต้องตั้งให้ตัว Part ตรงตำแหน่งขีดเหลืองที่ 2			<u>การตั้งตำแหน่งจับ Part</u> - ต้องทำการปรับแต่งที่หน้าเครื่องทำให้เสียเวลาในการ Setup เครื่องเพิ่มขึ้น.
4	<u>การตั้งตำแหน่งหยิบ</u> - ตัวอย่างตามรูป Part ระยะ Pitch 8 mm ต้องตั้งให้ตัว Part ตรงตำแหน่งขีดเหลืองที่ 2 (Pitch มากกว่า 8mm. ให้ดูตาม Label ที่ระบุ)			<u>การตั้งตำแหน่งหยิบ</u> - ต้องทำการปรับแต่งที่หน้าเครื่องทำให้เสียเวลาในการ Setup เครื่องเพิ่มขึ้น.
5	<u>หนามเตยไม่เข้าร่อง</u> - ทำให้ Part ไม่สามารถป้อนเข้าเครื่องได้.			<u>หนามเตยไม่เข้าร่อง</u> - ต้องทำการปรับแต่งที่หน้าเครื่องทำให้เสียเวลาในการ Setup เครื่องเพิ่มขึ้น.

ภาพที่ 4.7 แสดงขั้นตอนการ Set up Feeder ที่ถูกต้อง

METHOD

ฐานข้อมูลของตัวอุปกรณ์ (Part Library)

การสร้างหรือป้อนข้อมูลที่เกียวกับขนาดควานกว้าง ยาว หรือความหนา (สูง) รวมทั้งระยะ Pitch ของขา หรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวกับตัวอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง เป็นสาเหตุให้ตัวอุปกรณ์นั้นไม่ผ่านการตรวจสอบจากระบบ Vision ของเครื่องจักร

การระบุระยะ Pitch ของตัวอุปกรณ์ไม่ตรงกับระยะจริงของตัวอุปกรณ์เป็นสาเหตุให้ตำแหน่งการ Feed ไม่ตรงทำให้เครื่องจักรทำงานผิดผลาด

การกำหนดระยะการหยุดเพื่อเปิดระบบ Vacuum ในการจับตัวอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง (Wrong Pickup highs Position) ทำให้เครื่องจักรไม่สามารถจับตัวอุปกรณ์ขึ้นมาจากชุด Feeder ได้

Action : จัดฝึกอบรมเกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลของตัวอุปกรณ์ และการเลือกชนิด Nozzle การกำหนดระยะ Pitch รวมทั้งการกำหนดระยะการจับ (Component Pickup Hight) อย่างถูกต้องให้กับฝ่าย SMT Programmer โดยผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง

ภาพที่ 4.8 การฝึกอบรมการ สร้าง Part Library จากผู้เชี่ยวชาญของบริษัทผู้ผลิต

หัวจับตัวอุปกรณ์ (Nozzle)

ใช้หัวจับตัวอุปกรณ์ผิดชนิดหรือไม่เหมาะสมกับตัวอุปกรณ์ (Use Nozzle not suitable with Part) หัวจับตัวอุปกรณ์ของเครื่องจักรจะถูกออกแบบมาจับตัวอุปกรณ์ตามลักษณะและชนิดของตัวอุปกรณ์โดยถ้าเลือกใช้ไม่ตรงกับชนิดของตัวอุปกรณ์จะทำให้เครื่องจับตัวอุปกรณ์ได้ไม่ดีทำให้เครื่องต้องหยุดทำงานบ่อย

Action : จัดฝึกอบรมเกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลของตัวอุปกรณ์ และการเลือกชนิด Nozzle ให้เหมาะสมกับตัวอุปกรณ์ (Component Part Library) อย่างถูกต้องให้กับฝ่าย SMT Programmer โดยผู้เชี่ยวชาญจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง

ไม่มีการทำความสะอาดหัวจับตัวอุปกรณ์ของเครื่องจักร (Nozzle not cleaning) ทำให้เกิดการอุดตันเป็นสาเหตุให้หัวจับทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ (การจับตัวอุปกรณ์จากชุด Feeder ของเครื่องจักร SMT จะใช้ระบบสูญญากาศ (Vacuum) ดูดผ่านหัวจับเพื่อจับตัวอุปกรณ์)

Action : จัดทำระบบการทำความสะอาด Nozzle พร้อมกับทำการจัดซื้อเครื่องล้างและจัดทำรูปแบบการเก็บประวัติการล้างเพื่อทำการตรวจสอบประวัติย้อนหลังกรณีที่เกิดปัญหา

ภาพที่ 4.9 แสดงการทำความสะอาด Nozzle โดยใช้เครื่องทำความสะอาด

Nozzle Cleaning Record 2014

REMARK :- CLEAN & CHANGE FILTER

NOZZLE TYPE / HIGHT SPEED	QTY.	Remark	CLEAN / DAY	จำนวนที่ล้าง	CLEAN / DAY	จำนวนที่ล้าง	CLEAN / DAY	จำนวนที่ล้าง	CLEAN / DAY	จำนวนที่ล้าง
Ordered FRM HTC		นับ 11/01/2014								
HG51C	154	141	17-Jan-14	120	03-Feb-14	80	02-Mar-14	78	04-Apr-14	90
HV81C	136	123	20-Jan-14	90	03-Feb-14	50	03-Mar-14	45	04-Apr-14	80
HV13C	90	88	21-Jan-14	60	03-Feb-14	40	04-Mar-14	40	05-Apr-14	75
HV14C	50	48	21-Jan-14	45	06-Feb-14	30	06-Mar-14	30	06-Apr-14	45
HB03C	42	37	25-Jan-14	42	06-Feb-14	20	10-Mar-14	30	07-Apr-14	40
HB04C	44	41	25-Jan-14	42	06-Feb-14	30	12-Mar-14	40	08-Apr-14	40
HG32C	26	21	28-Jan-14	26	11-Feb-14	15	13-Mar-14	26	09-Apr-14	26
HA05C	36	26	28-Jan-14	36	11-Feb-14	20	14-Mar-14	20	10-Apr-14	36
HA09C	17	17	28-Jan-14	17	12-Feb-14	17	15-Mar-14	17	11-Apr-14	17

ภาพที่ 4.10 แสดงประวัติการทำความสะอาด Nozzle

ชุดป้อนตัวอุปกรณ์ (Feeder)

เนื่องจากสาเหตุที่ทำให้ชุดป้อนตัวอุปกรณ์ (Feeder) เสียหายหรือทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควร มีหลากหลายโดยแต่ละสาเหตุมีผลทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดลงโดยเริ่มตั้งแต่ Feeder ชำรุด, ชุด Feed ทำงานผิดปกติ, มีเศษ Part ติดอยู่หรือชุดควบคุม Error ซึ่งแต่ละสาเหตุต้องทำแก้ไขและการป้องกัน

Action : จัดทำระบบการเก็บประวัติของอาการที่ Feeder ชำรุด โดยใช้รหัส (Code) ตัวอักษรภาษาอังกฤษแทนในแต่ละอาการเสียและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุพร้อมทั้งทำการวางแผนการแก้ไขปัญหาในระยะยาว

FEEDER ERROR CODE

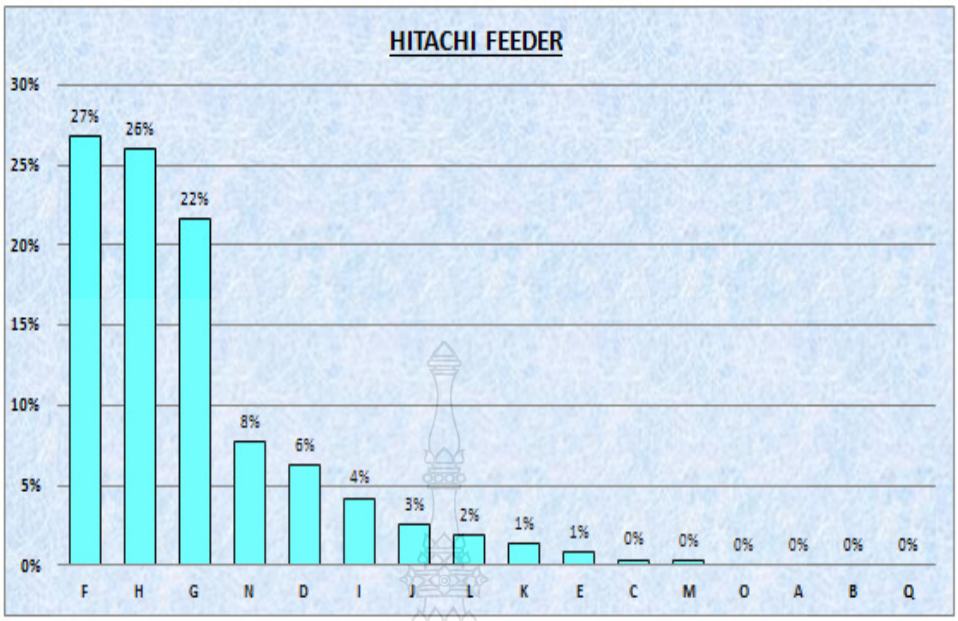
Code	Machine	Problem	Root Cause	Action
A	Assembleon	Eprom Alarm		
B	Assembleon	Coiled wire rope ขาด		
C	Assembleon	Probe Pin หัก,งอ,เสีย		
D	Hitachi	Part ตกหาย	ไม่ทราบ	
E	Hitachi	ฟิล์มขาด	ไม่ทราบ	
F	Common	ฟิล์มพาดผ่านไม่ตรง		
G	Common	ฟันเฟืองฟิล์ม Feeder (ฟันสึก,หาย)		
H	Common	รอยขีดข่วนฟิล์ม	ไม่ทราบ	
I	Hitachi	Mark Feeder ไม่จับ		
J	Common	เสียงดังผิดปกติ		
K	Common	ฟันเฟืองหลวม		

ภาพที่ 4.11 แสดง Code แทนอาการเสียของ Feeder

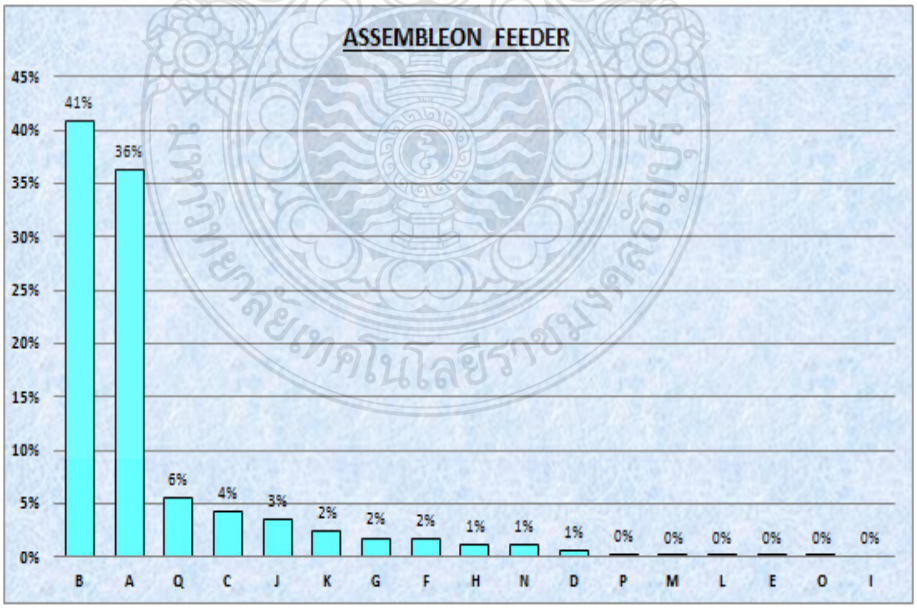
Daily Record Repair & PM Feeder '2014 - BPI

No.	ww	Date	Working Shift						Machine Name	Feeder Type	Feeder Name	Repair	Repair Code	Action Name	Remark
			DAY		Afternoon		Night								
			WKT	OT	WKT	OT	WKT	OT							
1	YWW14	16 Jan 14	X						Assembleon	ITF3 8 mm	069894	X	A	ล้างเครื่อง	
2	YWW14	16 Jan 14	X						Assembleon	ITF3 8 mm	069976	X	A	ใช้ยางใหม่	
3	YWW14	16 Jan 14	X						Assembleon	ITF3 8 mm	066691	X	A	เปลี่ยนรอบ	
4	YWW14	16 Jan 14	X						Assembleon	ITF3 8 mm	069904	X	B	ล้างเครื่อง	
5	YWW14	16 Jan 14	X						Assembleon	ITF3 8 mm	063803	X	C	ใช้ยางใหม่	
6	YWW14	16 Jan 14	X						HITACHI	GT12161	SVD32020012	X	D	เปลี่ยนรอบ	
7	YWW14	16 Jan 14	X						HITACHI	GT160080	SVD32010191	X	D	เปลี่ยนรอบ	
8	YWW14	16 Jan 14	X						HITACHI	GT160080	SVD31010052	X	E	ใช้ยางใหม่	
9	YWW14	16 Jan 14	X						HITACHI	GT160080	SVD32010046	X	E	ใช้ยางใหม่	
10	YWW14	16 Jan 14		X					HITACHI	GT24321	SVD32030019	X	E	ล้างเครื่อง	
11	YWW14	16 Jan 14		X					HITACHI	GT24321	B - 001714	X	E	ล้างเครื่อง	
12	YWW14	16 Jan 14		X					HITACHI	GT160080	331010024	X	E	ล้างเครื่อง	
13	YWW14	16 Jan 14		X					HITACHI	GT160081	331010024	X	E	ใช้ยางใหม่	
14	YWW14	16 Jan 14		X					HITACHI	GT160082	331010065	X	E	เปลี่ยนรอบ	
15	YWW14	16 Jan 14		X					HITACHI	GT160080	B - 004632	X	E	เปลี่ยนรอบ	
16	YWW14	16 Jan 14	X						HITACHI	GT44560	SVD31040002	X	F	ใช้ยางใหม่	
1	YWW14	17 Jan 14	X						Assembleon	TTF 8 mm	1129281	X	A	ล้างเครื่อง	
2	YWW14	17 Jan 14		X					Assembleon	TTF 8 mm	1129434	X	A	ล้างเครื่อง	
3	YWW14	17 Jan 14	X						Assembleon	ITF2 12 mm	067988	X	A	ล้างเครื่อง	
4	YWW14	17 Jan 14	X						Assembleon	ITF2 12 mm	068130	X	A	ล้างเครื่อง	
5	YWW14	17 Jan 14		X					Assembleon	ITF2 16 mm	068267	X	A	ล้างเครื่อง	

ภาพที่ 4.12 แสดงประวัติการซ่อม Feeder โดยใช้ Code แทนอาการเสีย



ภาพที่ 4.13 แสดงอาการเสียของ Hitachi Feeder เรียงลำดับจากมากสุดมาหาน้อยสุด

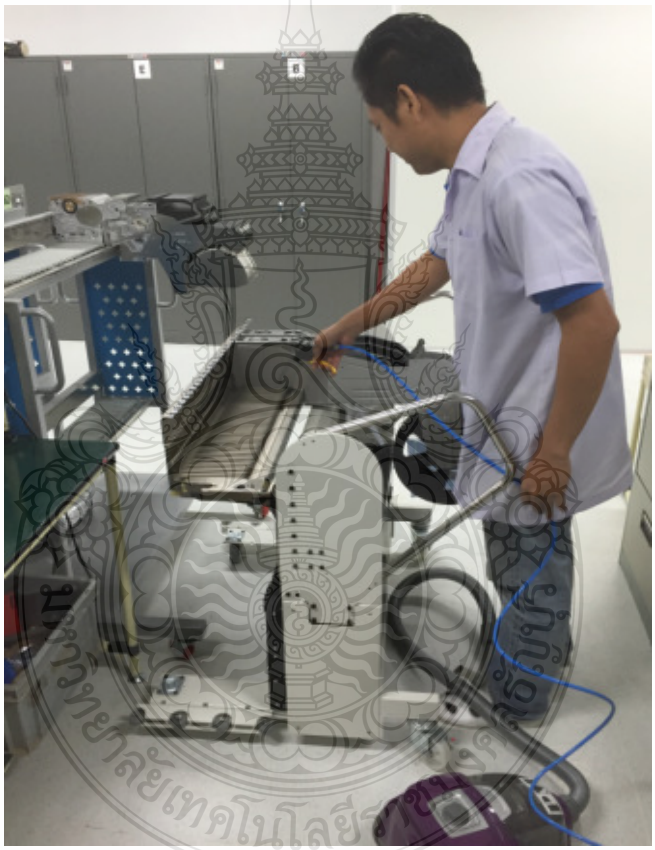


ภาพที่ 4.14 แสดงอาการเสียของ Assembleon Feeder เรียงลำดับจากมากมาหาน้อยสุด

ภาพที่ 4.15 แสดงการวางแผนการแก้ไขปัญหา Feeder จาก 5 Error Code สูงสุด

ไม่มีระบบการทำความสะอาดชุดป้อนตัวอุปกรณ์ (Feeder) ที่ห้องจัดเตรียมวัตถุดิบ (ตัวอุปกรณ์) ลงในชุด Feeder ซึ่งจากข้อมูลพบว่าตัว Feeder เมื่อใช้งานเสร็จแล้วและนำกลับมาใช้ใหม่ถ้าไม่ทำความสะอาดอาจจะมีเศษ Part ติดอยู่บน Feeder เป็นสาเหตุให้ชุด Feeder ทำงานผิดปกติทำให้ตัวอุปกรณ์หยุดไม่ตรงตำแหน่งจับหรือระยะเวลาการ Feed นานขึ้นไม่สัมพันธ์กับระยะเวลาการเคลื่อนที่ไปจับของเครื่องจักรทำให้เครื่องจักรหยุดทำงานบ่อยครั้ง

Action : จัดเตรียมเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ทำความสะอาด Feeder ที่ห้องจัดเตรียมวัตถุดิบ (CMS Room) พร้อมทั้งจัดอบรมวิธีการใช้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 4.16 แสดงวิธีการทำความสะอาด Feeder

การใช้งาน Feeder ที่ขาดการซ่อมบำรุง (No have PM System) ตามกำหนดระยะเวลาทำให้กลไกการทำงานของชุด Feeder ทำงานผิดปกติ ทำให้หัวจับของเครื่องจักรไม่สามารถจับตัวอุปกรณ์จาก ตำแหน่งบนชุด Feeder ได้

Action : จัดทำระบบการบำรุงรักษา Feeder ตามจำนวนครั้งที่ Feed จริงโดยกำหนดจากจำนวนครั้งที่ Feed ตามคำแนะนำจากคู่มือการใช้งานของเครื่องจักร โดยกำหนดจำนวนครั้งของ Feeder ตามแต่ละชนิดโดยการเปิดใช้ Function "Feeder PM " ของ Mode การทำงานบนเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรหยุดทำงานทันทีที่ Feeder นั้น Feed ครบตามจำนวนที่กำหนด พร้อมจัดฝึกอบรมขั้นตอนและวิธีการบำรุงรักษา Feeder ตาม Doc. No 74-650-0305 แก่ช่างเทคนิคฝ่ายซ่อมบำรุง

PM Schedule By Feeder Type

Machine	8 mm	12 mm	16 mm	24 mm
Hitachi	300000	150000	150000	150000
Samsung	200000	100000	100000	100000
Assembleon	2 MONTHLY	5 MONTHLY	5 MONTHLY	5 MONTHLY

ภาพที่ 4.17 แสดงจำนวนครั้งที่กำหนดการทำ PM ของ Feeder แต่ละชนิด

MACHINE

เครื่องจักร (Machine)

ตัวเครื่องจักรขาดการบำรุงรักษาตามกำหนดระยะเวลา (Machine not PM) เป็นสาเหตุให้การเคลื่อนที่ของ 4 แกนหลัก คือ แกน X แกน Y แกน Z และแกนหมุนเคลื่อนที่ช้าลง ชุดVaccum ตันทำให้จับตัวอุปกรณ์ได้ไม่ดี ซึ่งทั้งหมดล้วนเป็นสาเหตุให้การทำงานของเครื่องจักรลดลง

Action : จัดทำระบบการแจ้งเตือนเครื่องจักรที่ครบกำหนดการบำรุงรักษา (PM Due Date) โดยส่งไปยัง ฝ่ายวางแผนการผลิตทุกวันศุกร์ของสัปดาห์ เพื่อให้ฝ่ายวางแผนได้ทำการวางแผนในการหยุดทำ PM ตามรายละเอียดที่มีการแจ้งเตือนมา

Work Week No.19

PM Level Monthly Period Time : 06.30-18.30 12 Hrs

SMT Line No.	PM Schedule Date						Plant
	5 May 14	6 May 14	7 May 14	8 May 14	9 May 14	10 May 14	
3	P.M.						OP1
6			P.M.				OP2
5				P.M.			OP1

ภาพที่ 4.18 ตารางการแจ้งการขอหยุดทำ PM เครื่องจักรประจำสัปดาห์ที่ 19

ตำแหน่งการจับตัวอุปกรณ์เครื่องจักร (Nozzle Pickup Location) ไม่ตรงกึ่งกลางของตัวอุปกรณ์บน Feeder ทำให้ตัวอุปกรณ์หล่นขณะเคลื่อนที่มาวางตำแหน่งบนแผ่น Board

Action : ออกข้อกำหนดให้กับช่างเทคนิคที่มีหน้าที่ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ทุกครั้งขณะทำการเปลี่ยนรุ่นต้องทำการสอน (Pickup Teaching) ตำแหน่งการจับตัว Part ที่มีรูปร่างแตกต่างจากรูปแบบมาตรฐาน

MATERIAL

วัตถุดิบ ตัวอุปกรณ์ (Material)

เนื่องมาจากมีผู้ผลิตมากกว่าหนึ่งบริษัทที่ผลิตตัวอุปกรณ์ชนิดหรือเบอร์เดียวกันแต่มีขนาดช่องที่ใส่ตัวอุปกรณ์ใหญ่เกินไป (Sprocket hole too big) หรือช่องใส่ตัวอุปกรณ์เล็กเกินไป (Sprocket hole too small) หรือ เทปด้านบนที่ปิดเหนียวเกินไป (Cover tape too sticky) จากสาเหตุทั้งหมดนี้ทำให้เครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ

Action : เพิ่มมาตราฐานการตรวจสอบ Packaging ของวัตถุดิบ (AQL-Acceptable Quality Level) จาก General Inspection Level ระดับ II เป็นระดับ I และ เปอเซ็นต์การสุ่มตรวจจาก 0.4% เป็น 0.25%

Table A - Sample Size Code Letters											
Lot or Batch Size			Special Inspection Levels				General Inspection Levels		
			S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	~	9	A	A	A	A	A	A	B
9	~	15	A	A	A	A	A	B	C
16	~	25	A	A	B	B	B	C	D
26	~	50	A	B	B	C	C	D	E
51	~	90	B	B	C	C	C	E	F
91	~	150	B	B	C	D	D	F	G
151	~	280	B	C	D	E	E	G	H
281	~	500	B	C	D	E	F	H	J
501	~	1200	C	C	E	F	G	J	K
1201	~	3200	C	D	E	G	H	K	L
3201	~	10000	C	D	F	G	J	L	M
1001	~	35000	C	D	F	H	K	M	N
35001	~	150000	D	E	G	H	L	N	P
150001	~	500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001	~	Over	D	E	H	K	N	Q	R

ภาพที่ 4.19 ตารางแสดง Code ระดับการตรวจชิ้นงานตามขนาดแต่ละจำนวน

Table B - Single Sampling Plans for Normal Inspection

Sample Size Code	Sample Size QTY	AQL Quality Accept Limit																					
		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10		15		25		40	
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	2																	⇩		0	1			⇩		1	2	2	3
B	3															⇩		0	1	⇧		⇩		1	2	2	3	3	4
C	5													⇩		0	1	⇧		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6
D	8											⇩		0	1	⇧		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8
E	13											0	1	⇧		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11
F	20									0	1	⇧		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15
G	32							0	1	⇧		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22
H	50					0	1	⇧		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22		
J	80			0	1	⇧		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22				
K	125	0	1	⇧		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22						
L	200	⇧		⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22								
M	315	⇩		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22										
N	500	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	⇧											
P	800	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	⇧													
Q	1250	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	⇧															
R	2000	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	⇧																	

⇩ —— Use the 1st sampling plan underneath the arrow; If sample size ≥ lot size, then 100% inspection.

⇧ —— Use the 1st sampling plan on top of the arrow.

Ac —— Accept limit

Re —— Reject limit

ภาพที่ 4.20 ตัวอย่างตารางแสดงค่าระดับการสุ่มตรวจต่อเนื่องจากตารางภาพที่ 4.15

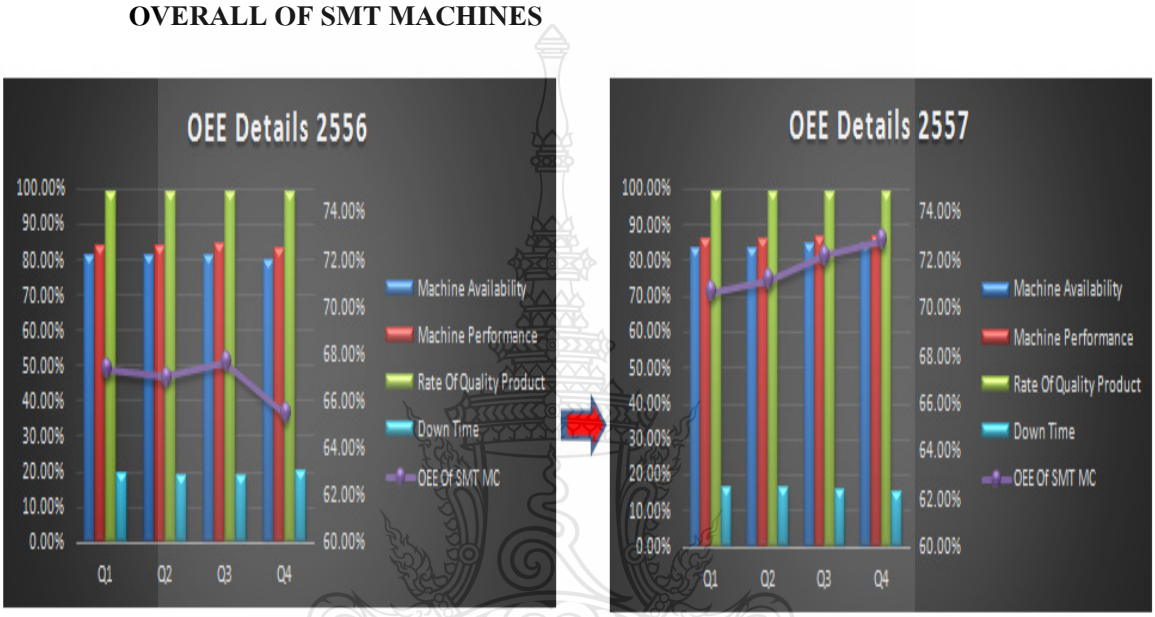
Packaging ที่ใส่ตัวอุปกรณ์มาเป็นหลอด (Tube Packaging) มากก็เป็นสาเหตุให้การปรับแต่งระยะและตำแหน่งการจับตัวอุปกรณ์ไม่คงที่ทำให้เครื่องจักรไม่สามารถจับตัวอุปกรณ์ได้ดี ต้องทำการลด Speed การจับทำให้การทำงานของเครื่องช้าลง

Action : จัดซื้อเครื่อง Tape & Reel Machine มาทำการเปลี่ยน ตัวอุปกรณ์ที่มาเป็นหลอด (Tube Packaging) กลับไปเป็น ม้วน (Tape & Reel Packaging)

ภาพที่ 4.21 พนักงานกำลังปฏิบัติงานบนเครื่อง Tape & Reel Machine

4.4 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้หลังการปรับปรุง

ผลการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลงานที่ปฏิบัติ โดยการเปรียบเทียบกับผลการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรทั้ง 3 ชนิดมีค่าเพิ่มขึ้นตามรายละเอียดด้านล่าง

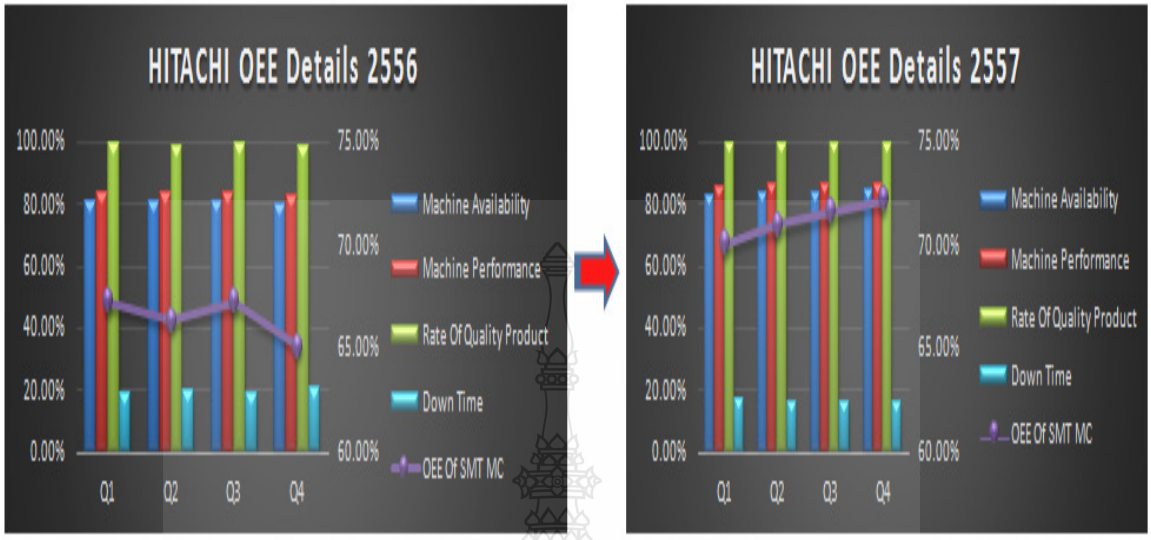


ภาพที่ 4.22 เปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรทั้งหมดก่อนและหลังปรับปรุง

OEE Of SMT MC	Q1	Q2	Q3	Q4	AVERAGE	Cost Saving / Day
Machine Availability	1.85%	2.58%	3.10%	5.00%	3.13%	389,002 Baht
Machine Performance	2.05%	2.02%	2.26%	3.60%	2.48%	
Rate Of Quality Product	0.18%	0.47%	0.04%	0.37%	0.26%	
OEE Of SMT MC	3.35%	4.13%	4.51%	7.37%	4.84%	
Down Time	3.02%	2.69%	3.03%	5.01%	3.44%	
MTBF (Min)	4012	3125	2948	2420	3126	
MTTR (Min)	56	95	126	179	114	

ภาพที่ 4.23 แสดงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรทั้งหมด ที่เพิ่มขึ้น

OPERATION NO.1 HITACHI MACHINE

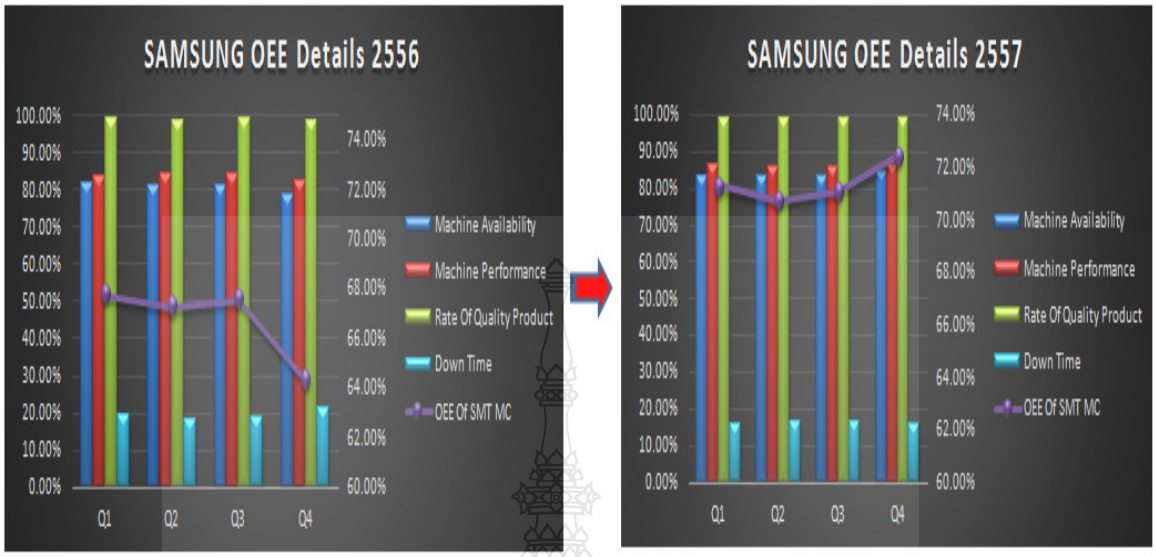


ภาพที่ 4.24 เปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร Hitachi ก่อนและหลังปรับปรุง

OEE OF HITACHI MC	Q1	Q2	Q3	Q4	AVERAGE	Cost Saving / Day
Machine Availability	1.88%	2.70%	2.95%	4.82%	3.09%	
Machine Performance	1.36%	2.43%	2.14%	3.46%	2.34%	
Rate Of Quality Product	0.18%	0.47%	0.08%	0.37%	0.28%	
OEE Of SMT MC	2.82%	4.56%	4.29%	7.09%	4.69%	124,200 Baht
Down Time	1.88%	3.38%	2.99%	4.82%	3.27%	
MTBF (Min)	6370	3869	8001	2873	5278	
MTTR (Min)	33	77	22	49	45	

ภาพที่ 4.25 แสดงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร Hitachi ที่เพิ่มขึ้น

OPERATION NO.2 SAMSUNG MACHINE

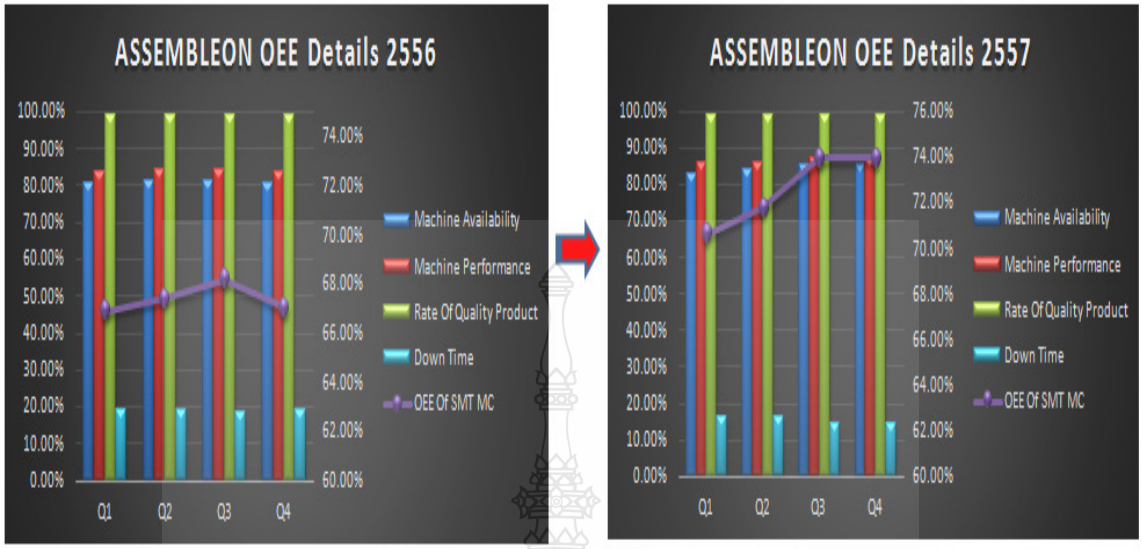


ภาพที่ 4.26 เปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร Samsung ก่อนและหลังปรับปรุง

OEE OF SAMSUNG MC	Q1	Q2	Q3	Q4	AVERAGE	Cost Saving / Day
Machine Availability	1.38%	2.17%	2.38%	5.57%	2.88%	
Machine Performance	2.66%	1.56%	1.72%	3.95%	2.47%	
Rate Of Quality Product	0.18%	0.47%	0.08%	0.37%	0.28%	
OEE Of SMT MC	3.46%	3.41%	3.48%	8.07%	4.61%	124,946 Baht
Down Time	3.93%	1.84%	2.12%	5.57%	3.36%	
MTBF (Min)	3152	1620	1305	2122	2050	
MTTR (Min)	69	183	196	146	149	

ภาพที่ 4.27 แสดงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร Samsung ที่เพิ่มขึ้น

OPERATION NO.3 ASSEMBLEON MACHINE



ภาพที่ 4.28 เปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร Assembleon ก่อนและหลังปรับปรุง

OEE OF ASSEMBLEON MC	Q1	Q2	Q3	Q4	AVERAGE	Cost Saving / Day
Machine Availability	2.30%	2.86%	3.97%	4.62%	3.44%	
Machine Performance	2.12%	2.06%	2.93%	3.38%	2.62%	
Rate Of Quality Product	0.18%	0.47%	0.36%	0.37%	0.35%	
OEE Of SMT MC	3.77%	4.42%	5.77%	6.96%	5.23%	139,856 Baht
Down Time	3.25%	2.86%	3.97%	4.63%	3.68%	
MTBF (Min)	2515	3887	2537	2263	2800	
MTTR (Min)	67	25	161	341	149	

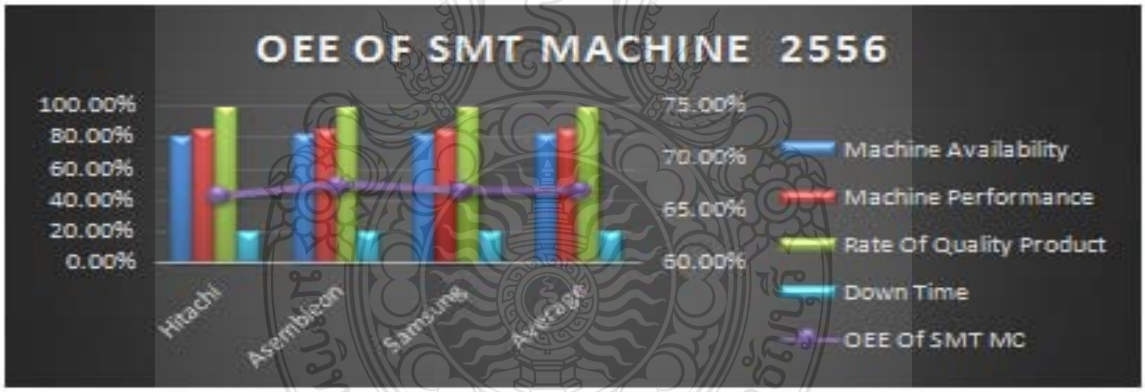
ภาพที่ 4.29 แสดงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร Assembleon ที่เพิ่มขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร SMT Machine โดยการประยุกต์ใช้ระบบการบำรุงรักษา (Total Productive Maintenance) ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร (SMT Machine) โดยการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ให้เพิ่มสูงขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยเพิ่มค่า MTBF และลดค่า MTTR ซึ่งผลจากการวิเคราะห์และดำเนินการแก้ไขสามารถสรุปได้ดังนี้

การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร SMT และกระบวนการที่เกี่ยวข้องก่อนหน้านั้นจากปัญหาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรในปีการผลิตที่ 2556 มีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรทั้ง 3 Operations ตามตารางด้านล่างดังนี้



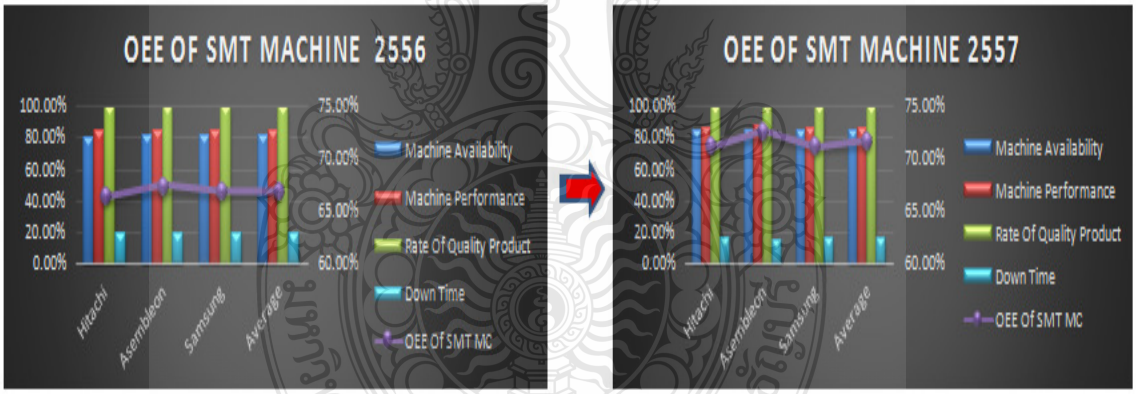
OEE Of SMT MC 2556	Hitachi	Asembleon	Samsung	Average
Machine Availability	80.43%	81.02%	80.73%	80.73%
Machine Performance	83.64%	84.06%	83.85%	83.85%
Rate Of Quality Product	98.96%	98.86%	98.91%	98.91%
OEE Of SMT MC	66.58%	67.41%	67.00%	67.00%
Down Time	19.56%	18.98%	19.27%	19.27%
MTBF (Min)	22363	26720	24542	24542
MTTR (Min)	342	463	403	403

ภาพที่ 5.1 แสดงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรก่อนปรับปรุง

จากตารางด้านบนพบว่าค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรทั้ง 3 Operations มีค่าไม่เป็นไปตามความต้องการของบริษัทอยู่มาก ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น จากการระดมสมองของคณะทำงานที่จัดตั้งขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรโดยการประยุกต์ใช้ระบบการบำรุงรักษา (Total Productive Maintenance) โดยใช้เครื่องมือ แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) และ แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) มาช่วยในการวิเคราะห์และหาสาเหตุ ซึ่งสามารถหาข้อสรุปของปัญหาได้ดังนี้

1. แนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดจากพนักงาน (MEN)
2. แนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดจากกระบวนการทำงาน (METHOD)
3. แนวทางในการแก้ปัญหาจากเครื่องจักร (MACHINE)
4. แนวทางในการแก้ปัญหาจากวัตถุดิบ (MATERIAL)

หลังจากนำแนวทางการแก้ไขเข้ามาปฏิบัติโดยเริ่มตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ของเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 เป็นต้นมาและเก็บข้อมูลจนถึงสิ้นเดือนตุลาคม พ.ศ 2557 ผลลัพธ์ที่ได้ตามตารางที่ 5.2



OEE Of SMT MC 2556	Hitachi	Asembleon	Samsung	Average
Machine Availability	80.43%	81.02%	80.73%	80.73%
Machine Performance	83.64%	84.06%	83.85%	83.85%
Rate Of Quality Product	98.96%	98.86%	98.91%	98.91%
OEE Of SMT MC	66.58%	67.41%	67.00%	67.00%
Down Time	19.56%	18.98%	19.27%	19.27%
MTBF (Min)	22363	26720	24542	24542
MTTR (Min)	342	463	403	403

OEE Of SMT MC 2557	Hitachi	Asembleon	Samsung	Average
Machine Availability	83.52%	84.46%	83.56%	83.85%
Machine Performance	85.98%	86.68%	86.07%	86.25%
Rate Of Quality Product	99.24%	99.21%	99.24%	99.23%
OEE Of SMT MC	71.27%	72.64%	71.38%	71.76%
Down Time	16.29%	15.30%	16.07%	15.89%
MTBF (Min)	27642	29520	19122	25428
MTTR (Min)	297	315	342	318

ภาพที่ 5.2 แสดงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรโดยเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

OEE Of SMT MC	Q1	Q2	Q3	Q4	AVERAGE	Cost Saving / Day
Machine Availability	1.85%	2.58%	3.10%	5.00%	3.13%	389,002 Baht
Machine Performance	2.05%	2.02%	2.26%	3.60%	2.48%	
Rate Of Quality Product	0.18%	0.47%	0.04%	0.37%	0.26%	
OEE Of SMT MC	3.35%	4.13%	4.51%	7.37%	4.84%	
Down Time	3.02%	2.69%	3.03%	5.01%	3.44%	
MTBF (Min)	4012	3125	2948	2420	3126	
MTTR (Min)	56	95	126	179	114	

ภาพที่ 5.3 แสดงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรที่เพิ่มขึ้น

จากภาพที่ 5.3 หลังการปรับปรุงพบว่าอัตราการเดินเครื่องของเครื่องจักรทั้ง 3 ชนิดมีค่าเพิ่มขึ้น 3.13% สมรรถนะการเดินเครื่องเพิ่มขึ้น 2.48% และอัตราคุณภาพมีค่าเพิ่มขึ้น 0.26% และประสิทธิภาพโดยรวมเพิ่มขึ้น 4.48% Down Time ลดลง 3.44% ค่า MTBF เพิ่มขึ้น 3126 นาทีและค่า MTTR ลดลง 114 นาที ภาพรวมทั้งหมดโดยเฉลี่ยสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 398,002 บาทต่อวัน โดยสามารถแบ่งตามสัดส่วนในแต่ละ Operation ได้ดังนี้

OPERATION NO.1 HITACHI MACHINE

OEE OF HITACHI MC	Q1	Q2	Q3	Q4	AVERAGE	Cost Saving / Day
Machine Availability	1.88%	2.70%	2.95%	4.82%	3.09%	124,200 Baht
Machine Performance	1.36%	2.43%	2.14%	3.46%	2.34%	
Rate Of Quality Product	0.18%	0.47%	0.08%	0.37%	0.28%	
OEE Of SMT MC	2.82%	4.56%	4.29%	7.09%	4.69%	
Down Time	1.88%	3.38%	2.99%	4.82%	3.27%	
MTBF (Min)	6370	3869	8001	2873	5278	
MTTR (Min)	33	77	22	49	45	

ภาพที่ 5.4 แสดงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร HITACHI ที่เพิ่มขึ้น

จากภาพที่ 5.4 หลังการปรับปรุงพบว่าอัตราการเดินเครื่องของเครื่องจักร HITACHI มีค่าเพิ่มขึ้น 3.09% สมรรถนะการเดินเครื่องเพิ่มขึ้น 2.34% และอัตราคุณภาพมีค่าเพิ่มขึ้น 0.28% และประสิทธิภาพโดยรวมเพิ่มขึ้น 4.69% Down Time ลดลง 3.27% ค่า MTBF เพิ่มขึ้น 5278 นาทีและค่า MTTR ลดลง 45 นาที ภาพรวมทั้งหมดโดยเฉลี่ยสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 124,200 บาทต่อวัน

OPERATION NO.2 ASSEMBLEON MACHINE

OEE OF ASSEMBLEON MC	Q1	Q2	Q3	Q4	AVERAGE	Cost Saving / Day
Machine Availability	2.30%	2.86%	3.97%	4.62%	3.44%	
Machine Performance	2.12%	2.06%	2.93%	3.38%	2.62%	
Rate Of Quality Product	0.18%	0.47%	0.36%	0.37%	0.35%	
OEE Of SMT MC	3.77%	4.42%	5.77%	6.96%	5.23%	139,856 Baht
Down Time	3.25%	2.86%	3.97%	4.63%	3.68%	
MTBF (Min)	2515	3887	2537	2263	2800	
MTTR (Min)	67	25	161	341	149	

ภาพที่ 5.5 แสดงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ASSEMBLEON ที่เพิ่มขึ้น

จากภาพที่ 5.5 หลังการปรับปรุงพบว่าอัตราการเดินเครื่องของเครื่องจักร ASSEMBLEON มีค่า เพิ่มขึ้น 3.44% สมรรถนะการเดินเครื่องเพิ่มขึ้น 2.62% และอัตราคุณภาพมีค่าเพิ่มขึ้น 0.35% และประสิทธิภาพโดยรวมเพิ่มขึ้น 5.23% Down Time ลดลง 3.68% ค่า MTBF เพิ่มขึ้น 2800 นาที และค่า MTTR ลดลง 149 นาที ภาพรวมทั้งหมดโดยเฉลี่ยสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 139,856 บาทต่อวัน

OPERATION NO.3 SAMSUNG MACHINE

OEE OF SAMSUNG MC	Q1	Q2	Q3	Q4	AVERAGE	Cost Saving / Day
Machine Availability	1.38%	2.17%	2.38%	5.57%	2.88%	
Machine Performance	2.66%	1.56%	1.72%	3.95%	2.47%	
Rate Of Quality Product	0.18%	0.47%	0.08%	0.37%	0.28%	
OEE Of SMT MC	3.46%	3.41%	3.48%	8.07%	4.61%	124,946 Baht
Down Time	3.93%	1.84%	2.12%	5.57%	3.36%	
MTBF (Min)	3152	1620	1305	2122	2050	
MTTR (Min)	69	183	196	146	149	

ภาพที่ 5.6 แสดงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ASSEMBLEON ที่เพิ่มขึ้น

จากภาพที่ 5.6 หลังการปรับปรุงพบว่าอัตราการเดินเครื่องของเครื่องจักร SAMSUNG มีค่าเพิ่มขึ้น 2.88% สมรรถนะการเดินเครื่องเพิ่มขึ้น 2.47% และอัตราคุณภาพมีค่าเพิ่มขึ้น 0.28% และประสิทธิภาพโดยรวมเพิ่มขึ้น 4.61% Down Time ลดลง 3.36% ค่า MTBF เพิ่มขึ้น 2050 นาทีและค่า MTTR ลดลง 149 นาที ภาพรวมทั้งหมดโดยเฉลี่ยสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ 129,946 บาทต่อวัน

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าอิสระ “การประยุกต์ทฤษฎีการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร (SMT Machine)” เป็นการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักร (SMT Machine) โดยคณะทำงานได้ระดมสมองเพื่อแก้ไขและปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ให้เพิ่มสูงขึ้น โดยสามารถหาข้อสรุปเพื่อวางแนวทางการแก้ไข ได้ดังต่อนี้

MEN - การประยุกต์ใช้เสาหลักของ TPM ต้นที่ 2 และ4 คือการเปลี่ยนพนักงานเดินเครื่องให้เป็นผู้ที่สามารถตรวจสอบเครื่องจักรได้ และเสาต้นที่ 4 คือการให้การศึกษา และฝึกอบรม ถ้าต้องการทำให้เครื่องจักรเพิ่มประสิทธิภาพสูงขึ้น ต้องทำการพัฒนาคน ให้มีความสามารถ

1. แนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดจากพนักงานฝ่ายผลิตที่ดูแลเครื่องจักรคือการพัฒนาบุคลากร การให้การศึกษา และฝึกอบรม ให้มีความสามารถ ในการที่จะปฏิบัติงานและแก้ปัญหาเบื้องต้นของเครื่องจักรได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

METHOD - การประยุกต์ใช้เสาหลักของ TPM ต้นที่ 2, 4 และ 5 คือการเปลี่ยนพนักงานเดินเครื่องให้เป็นผู้ที่สามารถตรวจสอบเครื่องจักรได้ และเสาต้นที่ 4 คือการให้การศึกษา และฝึกอบรม ถ้าต้องการทำให้เครื่องจักรเพิ่มประสิทธิภาพสูงขึ้น ต้องทำการพัฒนาคน ให้มีความสามารถ เสาต้นที่ 5 คือการปรับปรุงเฉพาะเรื่องเพื่อลดการกลับมาของปัญหา

1. แนวทางในการแก้ปัญหาจากการสร้างฐานข้อมูลของตัวอุปกรณ์คือการพัฒนาบุคลากร การให้การศึกษา และฝึกอบรมกับทีม SMT Programmer ให้มีความรู้และความสามารถในการสร้างฐานข้อมูลของตัวอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

2. แนวทางในการแก้ปัญหาจากหัวจับตัวอุปกรณ์ของเครื่องจักร (Nozzle) คือการพัฒนาบุคลากร การให้การศึกษา และฝึกอบรมกับทีม SMT Programmer ให้มีความรู้และความสามารถในการกำหนดชนิดของ Nozzle ให้เหมาะสมกับขนาดของตัวอุปกรณ์พร้อมทั้งมีการวางแผนในการบำรุงรักษาให้กับ Nozzle เพื่อให้ตัว Nozzle ไม่เกิดปัญหาขณะใช้งาน

3. แนวทางในการแก้ปัญหาจากตัวป้อนอุปกรณ์ของเครื่องจักร (Feeder) คือการพัฒนาบุคลากร การให้การศึกษา และฝึกอบรมกับพนักงานที่มีหน้าที่ Setup Feeder ให้มีความรู้และความเข้าใจ พร้อมทั้งสามารถที่จะทำการบำรุงรักษาด้วยตนเองได้รวมทั้งการจัดเตรียมวางแผนในการบำรุงรักษาและการแก้ปัญหาของ Feeder ที่เสียขณะใช้งานอย่างเป็นระบบในระยะยาว

MACHINE - การประยุกต์ใช้เสาหลักของ TPM ต้นที่ 3 การวางแผนการบำรุงรักษา ต้องมีการวางแผนในการบำรุงรักษาให้กับเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรไม่เสียโดยใช้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำที่สุด

1. แนวทางในการแก้ปัญหาจากตัวเครื่องจักร (Machine) คือการบำรุงรักษาเชิงคุณภาพ โดยได้จัดทำระบบแจ้งเตือนการขอหยุดสายการผลิตของเครื่องจักรเพื่อทำการ PM ก่อนล่วงหน้าเพื่อให้ฝ่ายที่เกี่ยวข้องสามารถวางแผนการหยุดสายการผลิตก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดปัญหา

MATERIAL - การประยุกต์ใช้เสาหลักของ TPM ต้นที่ 5 คือการปรับปรุงเฉพาะเรื่องกิจกรรมที่มีหน้าที่เพื่อลดความสูญเสียและป้องกันการกลับมาของปัญหา

1. แนวทางในการแก้ไขปัญหาจากวัตถุดิบที่ไม่ได้มาตฐานคือการควบคุมของเสียแต่เริ่มต้น คือการดำเนินการ เพื่อป้องกันปัญหาเดิม ที่เราพบอยู่ให้หายไป หรือลดลงไปให้ได้ตั้งแต่ตอนที่เริ่มต้น โดยการเพิ่มมาตรฐานการตรวจสอบตั้งแต่เริ่มต้นที่ฝ่ายตรวจรับวัตถุดิบ (IQA)

จากแนวทางการแก้ไขที่ได้ข้อสรุปนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยเพิ่มค่า MTBF ลดค่า MTTR และกระบวนการที่เกี่ยวข้องก่อนหน้านั้น ทำให้สมรรถนะการเดินเครื่องเพิ่มขึ้น อัตราคุณภาพมีค่าเพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพโดยรวมเพิ่มขึ้น โดยสามารถเพิ่มค่า OEE ของกลุ่มเครื่องจักรตัวอย่างได้โดยก่อนการปรับปรุง มีค่าอยู่ที่ 67% และหลังการปรับปรุงสามารถเพิ่มค่า OEE ขึ้นเป็น 71.76% MACHINE Down time ก่อนการปรับปรุง มีค่าอยู่ที่ 19.27% และหลังการปรับปรุงสามารถ ลดลงอยู่ที่15.89% และยังสามารถเพิ่มค่า MTBF ได้ 3126 นาทีพร้อมกับสามารถลดค่า MTTR ได้ 114 นาที เป็นผลให้บริษัทสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ 389,000 บาทต่อวัน

5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้ทำการศึกษาร่วมกับคณะทำงานในระดับผู้จัดการและหัวหน้างานที่อยู่ในฝ่ายผลิต ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพและฝ่ายวิศวกรเครื่องจักร ตั้งแต่การระดมสมองเพื่อค้นคว้าปัจจัยที่มีผลต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยร่วมกันค้นหาต้นเหตุของปัญหา และแนวทางการแก้ไขตลอดจนลงมือแก้ไขเพื่อทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมเพิ่มขึ้น ทั้งหมดนี้คณะทำงานได้ยึดแนวคิดของ TPM เป็นหลักในการดำเนินงาน จากการที่ได้ทำงานร่วมกับคณะทำงาน ทำให้เข้าใจในหลักการและการแก้ไขปัญหาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎี TPM จึงได้นำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาสรุปเป็นข้อเสนอแนะไว้ดังต่อไปนี้

1. ควรมีการประชาสัมพันธ์ในเรื่องประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรให้พนักงานทราบเพื่อพนักงานจะได้ตระหนักถึงปัญหาและร่วมมือในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

2. จัดให้มีการฝึกอบรมตามแนวคิด TPM อย่างจริงจังและเข้าใจอย่างถ่องแท้ต่อพนักงานเพื่อการแก้ปัญหาและปรับปรุงประสิทธิภาพทั้งระบบ

3. จัดให้มีตัวอย่างการเพิ่มประสิทธิภาพโดยหลักทฤษฎี TPM ทั้ง 7 เสาหลักเพื่อความเข้าใจอย่างลึกซึ้งแก่พนักงาน

4. การแก้ปัญหาควรจัดให้มีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบโดยการนำเอาหลักการต่าง ๆ ที่แก้ไขจัดทำเป็นเอกสารการทำงาน เพื่อรับประกันว่าหลังการฝึกอบรมแล้วผลงานที่ได้ออกมาจะมีประสิทธิภาพเหมือนกันไม่ว่าจะเปลี่ยนพนักงานหรือไม่ก็ตาม

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องในอนาคต

5.4.1 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่อง SMT Machine จากปัญหาต่อเนื่องของผลการวิเคราะห์จากกราฟพาเรโตแท่งที่ 3 และ 4 (วาง Part ไม่ตรงตำแหน่ง และ Part Missing)

5.4.2 ศึกษาปัจจัยที่ทำให้การประยุกต์ใช้ทฤษฎี TPM ไม่ประสบความสำเร็จในกรณีที่ศึกษา

5.4.3 ควรมีการศึกษาถึงผลกระทบของระบบ TPM ที่มีต่อการดำเนินงานในบริษัท

5.4.4 ศึกษาถึงทัศนคติของพนักงานเกี่ยวกับ TPM ให้ครอบคลุมทุกด้าน เช่น การใช้ TPM สามารถช่วยในการสร้างจิตสำนึกความรับผิดชอบในงาน เพื่อขยายระบบการทำงานและลดความสูญเสีย เพื่อลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นของบริษัทลง

บรรณานุกรม

กรกช งามเนตร. (2551). **การปรับปรุงค่าประสิทธิภาพการผลิตโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์).

กฤษดา วิเศษเสาวภาคย์. (2547). **การประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร กรณีศึกษาบริษัทชิ้นส่วนรถยนต์**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ).

จิระเสกข์ ตรีเมธสุนทร. (2552). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการองค์ความรู้ของบุคลากรภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง).

เซอิจิ นากาซิมา. (2542). **TPM การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

ธนะรัตน์ รัตนกูล กลางเดือน โพชนาและธเนศ รัตนวิไล. (2552). การประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาด้วยตนเองในโรงงานผลิตกล่องกระดาษ. **การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ ครั้งที่ 8**. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 22-23 เมษายน 2552.

ธานี อ่วมอ้อ. (2547). **การบำรุงรักษาด้วยตนเอง**. กรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

ธารารินอร่ามเจริญ. (2543). **การวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

ประสิทธิ์ เดชนครินทร์. (2550). **การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้เทคนิค TPM กรณีศึกษาโรงงานกึ่งสำเร็จรูป**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ)

ปัญญา หวานสนิท. (2547). **การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยระบบการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมกรณีศึกษาโรงงานผลิตฟิลม์ถนอมอาหาร**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ).

พูลพร แสงบางปลา. (2538). **การเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตโดยการบารุงรักษา TPM**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ยงวิทย์ ทองนาค. (2542). **การศึกษาผลกระทบของการศึกษาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร กรณีศึกษาบริษัทชิ้นส่วนรถยนต์**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ).

สุวรรณ สุทธิขจรกิจการ. (2547). **Manufacturing KPI เพื่อมุ่งสู่ TPM**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุชาติ เวสสะภักดี. (2548). **การศึกษาความรู้และความพึงพอใจที่มีต่อระบบการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม ของพนักงานในอุตสาหกรรมกระดาษ (กล่องกระดาษลูกฟูก) กรณีศึกษาบริษัทในกลุ่มธุรกิจกระดาษและบรรจุภัณฑ์เครือซิเมนต์ไทย**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง).

สุทาทิพย์ ยันประเวทย์. (2546). **ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) ของฝ่ายผลิต : กรณีศึกษาบริษัทยูนิลีเวอร์ไทยโฮลดิ้งส์จำกัด**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

อดิศักดิ์ ขันทะนิยม. (2551). **ความรู้และความพึงพอใจที่มีต่อระบบการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมของพนักงานในอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ในประเทศไทย**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง).

อนุสรณ์ ผโลปกรณ์. (2548). **การพัฒนาแนวทางประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาเชิงทวีผลสำหรับอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ลูกฟูก**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์).

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล นายชัชชัย ทองประมูล

คุณวุฒิทางการศึกษา

พ.ศ. 2548 วิทยาสตร์บัณฑิต คณะไฟฟ้ากำลัง
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

พ.ศ. 2558 บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2538 - 2550 บริษัท Universal Instrument Co., LTD.

พ.ศ. 2550 - ปัจจุบัน บริษัท SVI PUB CO., LTD.

ที่ทำงาน 141-142 หมู่ 5 นิคมอุตสาหกรรมบางกะดี ตำบลบางกะดี
อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

โทรศัพท์ (+66)086095-1818

อีเมล์ P_Chat1818@hotmail.com