# บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาวรรณกรรมต่างๆที่มีความเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงประสิทธิภาพของการใช้เครื่องจักร และ การปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรภายในโรงงาน สามารถสรุปประเด็นต่างๆที่สามารถนำมาใช้ในการดำเนินงานวิจัยได้ดังต่อไปนี้

2.1.1 การประเมินค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

แม้ว่าการประเมินความสามารถและประสิทธิภาพของเครื่องจักรนั้นจะมีหลากหลายวิธีแต่ในงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ได้ค้นคว้ามานั้นวิธีที่นิยมใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องจักร คือ การคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness) เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถบอกได้ถึงการสูญเสียในการผลิตเนื่องจากการหยุดเครื่องจักรเนื่องจากเหตุขัดข้อง , การสูญเสียความเร็วในการผลิต และ ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตงานเสียโดยการวิธีการคำนวณค่าประสิทธิภาพสำหรับกระบวนการที่ต่างๆกันจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย เช่น ในกระบวนการผลิตแผ่นฟิล์มถนอมอาหารที่ศึกษาโดย ปัญญา หวานสนิท (2548) และอาหารกึ่งสำเร็จรูปซึ่งเป็นงานวิจัยของ ประสิทธิ เดชนครินทร์ (2550) ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องจะมีการคิดค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรทั้งสายการผลิตรวมกันทั้งหมด เนื่องจากระบบการผลิตลักษณะนี้จะมีการป้อนวัตถุดิบผ่านกระบวนการอย่างต่อเนื่อง หากมีเครื่องจักรเครื่องใดภายในสายการผลิตมีการหยุดชะงักจะทำให้ทั้งสายการผลิตต้องหยุดไปด้วย

ในการวางแผนการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการประเภทนี้จะต้องทำการเก็บข้อมูลเครื่องจักรและสาเหตุการหยุดให้ชัดเจนเพื่อให้สามารถทราบได้ว่าเครื่องจักรเครื่องใดเป็นเครื่องจักรที่มีปัญหาและทำการแก้ไขต่อไป

2.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา

หลังจากที่กำหนดได้แล้วว่าจะทำการปรับปรุงเครื่องจักรเครื่องใดทีมงานจะต้องทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรเครื่องนั้นเสียก่อนเพื่อนำผลการวิเคราะห์นั้นมาใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประกอบในการวางแผนการและการออกแบบวิธีการต่าง ๆ ในการซ่อมบำรุงดังเช่นงานของ Geert Waeyenbergh et. al (2001) และ Adolfo Crespo Marquez et. al (2006) โดยเครื่องมือที่นิยมใช้ในงานวิจัยต่าง ๆ ในด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรได้แก่ เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7

เริ่มต้นจากการใช้ใบตรวจสอบ ในการเก็บข้อมูลจริงจากการผลิตเพื่อนำมาค้นหาและวิเคราะห์ปัญหาต่างๆเกี่ยวกับการอัตราการเดินเครื่องจักรเช่นในงานวิจัยของ วิภาส จิรภาส (2543) มีการใช้ใบตรวจสอบในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการขัดข้องของเครื่องจักรโดยมีการแสดงวันที่เกิดการขัดข้อง ชนิดของเครื่องจักรที่เกิดการขัดข้อง รายละเอียดของเหตุขัดข้อง การแก้ไขเหตุขัดข้อง สาเหตุของการเกิดเหตุขัดข้อง เวลาสูญเสียเนื่องจากเหตุขัดข้อง มูลค่าความเสียหาย และประเภทของเหตุขัดข้องเพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินต้นทุนที่เกิดจากเหตุขัดข้อง

การใช้ใบตรวจสอบเพื่อเก็บข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรนั้นจะต้องเก็บให้ครอบคลุมข้อมูลทั้งหมดที่จะใช้ในการคำนวณในการเก็บข้อมูลเพื่อหาค่าอัตราการเดินเครื่องจักรข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ประกอบด้วย เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต เวลาการหยุดเครื่องจักรตามแผนงาน เวลาการหยุดเครื่องจักรเนื่องจากเหตุภายนอก เช่น ไฟฟ้าดับ การหยุดเครื่องจักรเนื่องจากเหตุขัดข้องของเครื่องจักรเอง และเวลาพักของพนักงาน ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการเดินเครื่องจักรนั้นต้องมีการเก็บข้อมูลเพื่อหารอบเวลามาตรฐานในการผลิตของเครื่องจักร โดยใช้เวลาที่ดีที่สุดในรอบปีของการผลิตที่เครื่องจักรนั้นในกรณีที่ไม่ได้มีการกำหนดรอบเวลามาตรฐานมาจากผู้ผลิต นอกจากนี้ต้องมีการบันทึกเวลาการเดินเครื่องจักรและปริมาณผลผลิตที่ได้ทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลา ในส่วนของอัตราคุณภาพจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลปริมาณของเสียและปริมาณสินค้าทั้งหมดที่ผลิตได้เพื่อสามารถนำมาคำนวณอัตราคุณภาพได้

ตัวอย่างงานวิจัยและวรรณกรรมที่มีการใช้วิธีการเก็บข้อมูลลักษณะนี้ได้แก่งานวิจัยของ ยงวิทย์ ทองนาค (2543) ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตภาชนะเป่ากลวง งานวิจัยของภัทรียา กิตติเจริญเกียรติ (2547) ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลเหล่านี้เพื่อการศึกษาแนวทางในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในอุตสาหกรรมตัวเก็บประจุ งานวิจัยของ ปัญญา หวานสนิท (2548) ซึ่งใช้การเก็บข้อมูลลักษณะนี้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตของโรงงานผลิตฟิล์มถนอมอาหาร

ส่วนในงานวิจัยของ F.T.S. Chan et. al (2003) ซึ่งเกี่ยวกับตัวอย่างการสร้างระบบ TPM ในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์ ก็มีการกล่าวถึงการเก็บข้อมูลในลักษณะเช่นนี้เพื่อใช้ในการประเมินความสำเร็จของกิจกรรม TPM

หลังจากที่ได้ข้อมูลต่างๆมาแล้วจะต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสาเหตุของปัญหาโดยเครื่องมือที่นิยมใช้ได้แก่แผนผังสาเหตุและผล เช่นในงานวิจัยของประสิทธิ เดชนครินทร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2550) มีการใช้แผนผังสาเหตุและผลในการวิเคราะห์สาเหตุของการขัดข้องของเครื่อง ป้อนวัตถุดิบที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอาหารสำเร็จรูปซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต เช่นเดียวกับในงานวิจัยการปรับปรุงความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของยุทธศาสตร์ พลทามูล (2550) ซึ่งมีการใช้เทคนิคของเมตริกซ์สาเหตุและผลในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ทำให้ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรต่ำ

นอกเหนือจากแผนผังสาเหตุและผลแล้วยังมีการใช้แผนผังพาเรโตเพื่อจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขปัญหาแต่ละอย่างอีกด้วยเช่นในงานวิจัยของ ยุทธศาสตร์ พลทามูล (2550) มีการประยุกต์ใช้แผนผังพาเรโตในการจัดลำดับเครื่องจักรที่มีปัญหาเกี่ยวกับเวลาการปรับตั้งมากที่สุดเพื่อทำการแก้ไข งานวิจัยของปัญญา หวานสนิท (2548) ซึ่งใช้แผนภูมิพาเรโตในการจัดลำดับเครื่องจักรที่มีเหตุขัดข้องเกิดขึ้นบ่อย และประสิทธิ เดชนครินทร์ (2550) ซึ่งใช้แผนภูมิพาเรโตในการจำแนกความถี่ของสาเหตุแต่ละอย่างที่ทำให้เครื่องจักรเกิดการขัดข้อง และสาเหตุของการปรับตั้งเครื่องจักร

นอกเหนือจากเครื่องมือวิเคราะห์ปัญหาเหล่านี้แล้วยังมีผู้ใช้การศึกษาขั้นตอนการทำงานในการมองภาพรวมของกระบวนการเพื่อหาจุดปัญหาในการปรับปรุงอีกด้วยเช่นในงานวิจัยของ จันทร์ฑา นาควชิรตระกูล (2550) ซึ่งทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานของการปรับตั้งเครื่องผลิตแผ่นฟิล์มโพลิเอสเตอร์ ทำให้สามารถค้นพบปัญหาในการเปลี่ยนแผ่นกรองโพลิเมอร์เหลวใช้เวลามากเกินไป เช่นเดียวกับงานของ ชัยพฤกษ์ อาภาเวท (2551) ซึ่งใช้การศึกษาขั้นตอนการทำงานในการลดเวลาการทำงานของการทำความสะอาดแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์แห่งหนึ่งและสามารถใช้เทคนิคการจัดผังโรงงานและการปรับงานภายนอกให้เป็นงานภายในเพื่อให้เกิดเวลาสูญเสียในการทำงานน้อยที่สุด

2.1.3 แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

2.1.3.1 การปรับปรุงอัตราการเดินเครื่องจักร

การปรับปรุงอัตราการเดินเครื่องจักรนั้นสามารถทำได้ 2 แนวทาง ได้แก่ การลดเวลาสูญเสียจากการขัดข้องของเครื่องจักรและการลดเวลาสูญเสียจากการปรับตั้งเครื่องจักร โดยหลักการสำคัญในการลดการขัดข้องของเครื่องจักร คือ ต้องทำให้ชิ้นส่วนอะไหล่ต่าง ๆ อยู่ในสภาพที่เหมาะสมในการใช้งานอยู่เสมอและมีอายุการใช้งานให้นานที่สุด ซึ่งสามารถทำได้โดยการวางแผนการบำรุงรักษาด้วยตนเอง การฟื้นฟูสภาพเครื่องจักร และ การทำการเปลี่ยนอะไหล่ล่วงหน้าก่อนที่จะเกิดการชำรุดขึ้น ซึ่งทำได้โดยการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ตัวอย่างงานวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของอัตราการเดินเครื่องจักรหลังจากการปรับปรุงสภาพเครื่องจักรและนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ได้แก่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

งานวิจัยของ วิภาส จิรภาส (2543) ซึ่งพบว่าหลังจากนำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรในอุตสาหกรรมอาหารมาใช้ทำให้เวลาหยุดของเครื่องจักรเนื่องจากเหตุขัดข้องลดลง ประมาณ 61% ในงานวิจัยของ ยงวิทย์ ทองนาค (2543) แสดงให้เห็นถึงผลการฟื้นฟูสภาพเครื่องจักร และ การจัดการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันทำให้อัตราการเดินเครื่องจักรสูงกว่า 80% ซึ่งบรรลุเป้าหมายของการวิจัย ในงานวิจัยของเกรียงไกร ธารพรศรี (2547) ซึ่งมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในโรงเรียนเทคนิคพบว่าเครื่องจักร 4 ชนิดในโรงเรียนเทคนิคมีค่าความพร้อมใช้งาน (Availability) ซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดเกี่ยวกับอัตราการเดินเครื่องได้ทางหนึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 9 ถึง 14 และ เสรี ศรีเฟย (2547) ซึ่งประเมินการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันกับเครื่องจักรภายในโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าก็พบว่าค่าความพร้อมใช้งานมีค่าเพิ่มขึ้นในอัตราที่ใกล้เคียงกัน

สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศ Mark C. Eti et al. (2005) ได้ทำการเปรียบเทียบแผนการซ่อมบำรุงแบบซ่อมเมื่อเกิดเหตุขัดข้องของโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไนจีเรีย กับ โรงไฟฟ้าระดับโลกซึ่งมีนโยบายการซ่อมบำรุงเชิงรุก พบว่าอัตราการเดินเครื่องจักรต่างกันถึง 59% จะเห็นได้ว่าผลดีของการจัดการซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพนั้นนอกจากทำให้สามารถใช้เครื่องจักรได้เต็มประสิทธิภาพแล้วยังก่อให้เกิดผลดีทางด้านผลกำไร และ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันอีกด้วย (Imad Alsyouf, 2006) จากงานวิจัยยังพบด้วยว่าอัตราการเดินเครื่องจักรและความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนครั้งในการซ่อมบำรุงและตรวจสอบสภาพเครื่องจักร (P.F. Cunha et. al.) นอกเหนือจากนั้นยังพบว่านโยบายในการจัดการการซ่อมบำรุงยังมีผลโดยตรงต่อค่าอัตราการเดินเครื่องจักรอีกด้วยโดยนโยบายที่มีลักษณะเชิงรุก (Proactive Policy) เช่น TPM หรือการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจะให้ค่าอัตราการเดินเครื่องจักรที่สูงกว่านโยบายแบบตอบสนอง (Reactive Policy) Laura Swanson (2001) แม้ว่าการจัดระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจะทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นแต่เมื่อเทียบกับผลประโยชน์ที่ได้มาแล้วพบว่ามีความคุ้มค่ามากกว่าการใช้การซ่อมบำรุงเมื่อเสียเพียงอย่างเดียว Basim Al-Najjar (2006)

สำหรับในด้านการลดเวลาสูญเสียจากการปรับตั้งเครื่องจักร หลักการสำคัญคือต้องมีการศึกษาขั้นตอนในการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างละเอียดและพิจารณาในการลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกไป โดยอาจทำการเปลี่ยนวิธีการทำงานให้สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องเดินให้ได้มากที่สุดเพื่อให้เกิดเวลาสูญเสียน้อยที่สุด ดังเช่นในงานวิจัยของ ยุทธศาสตร์ พลทามูล (2550) และ จันทร์ฑา นาควชิรตระกูล (2550) ซึ่งได้กล่าวถึงในหัวข้อ 2.1.2 นอกจากนี้ยังสามารถใช้เครื่องมืออื่นๆในการลดเวลาการปรับตั้งได้อีกหลายอย่าง เช่น วิธีการปรับปรุงผังโรงงานเพื่อให้เกิดความสะดวกในการเข้าถึงอุปกรณ์การปรับแต่งเครื่องจักรในงานวิจัยของชัยพฤกษ์ อาภาเวท (2551) การทำกิจกรรม 5ส จันทร์ฑา นาควชิรตระกูล (2550) และ การใช้กิจกรรมไคเซ็น Mark C. Eti et al.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2005) ทั้งนี้ในการเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมจำเป็นจะต้องพิจารณาถึงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นจริงประกอบด้วย

2.1.3.2 การปรับปรุงประสิทธิภาพในการเดินเครื่องจักร

ในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการเดินเครื่องจักรต้องพิจารณาลดเวลาสูญเสียจากการหยุดเครื่องจักรเป็นระยะเวลาสั้นๆ เนื่องจากเกิดปัญหาย่อยๆ หรือ จากการรองานและการแก้ไขปัญหาการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร

การลดเวลาสูญเสียจากการหยุดเครื่องจักรเป็นระยะเวลาสั้นๆ เนื่องจากเกิดปัญหาเล็กน้อย หรือ จากการรองานนั้นจำเป็นจะต้องเก็บข้อมูลสาเหตุของการหยุดเหล่านี้ และใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการในการวิเคราะห์ ส่วนเรื่องของการรองานอาจเกิดจากเครื่องจักรภายในสายการผลิตมีปัญหา หรือ เกิดจากการวางแผนการผลิตไม่เหมาะสม ชาญชัย พรศิริรุ่ง (2549) จึงจำเป็นจะต้องวิเคราะห์และบ่งชี้ประเด็นให้ชัดเจนว่าเป็นประเด็นใดเพื่อทำการแก้ไขได้อย่างถูกต้อง

ส่วนการแก้ไขการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร โดยทั่วไปแล้วการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักรมีสาเหตุจาก เครื่องจักรเริ่มเกิดการเสื่อมสภาพ ซึ่งจำเป็นต้องแก้ไขโดยการทำการซ่อมบำรุงและฟื้นฟูสภาพเครื่องจักรจากงานของ ยงวิทย์ ทองนาค (2543) และ M.C. Eti et al (2005) หรืออาจเกิดจากการที่พนักงานประจำเครื่องทำการปรับลดความเร็วของเครื่องจักรขณะที่เครื่องเกิดปัญหาแล้วไม่ทำการปรับคืนหลังจากที่แก้ไขปัญหาแล้วจากงานของปัญญา หวานสนิท (2548 )

2.1.3.3 การปรับปรุงอัตราคุณภาพ

การปรับปรุงอัตราคุณภาพจะต้องมีการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพแล้วทำการควบคุมปัจจัยเหล่านั้นเพื่อให้ได้ผลตามที่ต้องการ เช่น การควบคุมปริมาณฝุ่นภายในห้องเก็บม้วนฟิล์มที่ผลิตเสร็จแล้วเพื่อไม่ให้เกิดของเสียประเภทฝุ่นส่งไปยังลูกค้า เช่นในงานวิจัยของ ปัญญา หวานสนิท (2548)

และการหาวิธีการลดปริมาณของเสียในช่วงต้นของการผลิตในส่วนของการลดปริมาณของเสียในช่วงต้นของการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรยังไม่เข้าสู่สภาวะที่พร้อมเต็มที่ในการทำงาน สามารถทำได้โดยการปรับเงื่อนไขในช่วงเริ่มต้นผลิตเพื่อให้เข้าสู่สภาวะที่พร้อมทำงานเร็วกว่าปกติ ชาญชัย พรศิริรุ่ง (2549)

จากการศึกษาจากวรรณกรรมทั้งหมดที่กล่าวมาสามารถสรุปทฤษฎีและหลักการต่างๆที่ต้องนำมาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรได้ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

## 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรตามหัวข้อ 2.1 ผู้วิจัยได้ทำการสรุปเนื้อหาของหลักการและทฤษฎีที่ต้องใช้ โดยแบ่งออกเป็น

2.2.1 การวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

ในการประเมินค่าประค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรนั้นจะประกอบด้วยตัวแปรหลัก 3 ตัวอันได้แก่ ชาญชัย พรศิริรุ่ง (2549)

2.1.1.1 อัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate: A)

2.1.1.2 ประสิทธิภาพในการเดินเครื่อง (Performance Efficiency: P)

2.1.1.3 อัตราคุณภาพ (Quality Rate: Q)

โดยในการหาค่าของตัวแปรหลักทั้งสามตัวนี้จะได้จากการเก็บข้อมูลต่างๆจากการผลิตจริงโดยที่มาและความหมายของตัวแปรต่างๆนั้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

อัตราการเดินเครื่องจักร (Availability Rate: A) คือความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงานของเครื่องจักร โดยเป็นการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่องจักร (Operating Time) กับเวลาที่เครื่องจักรต้องรับภาระงาน (Loading Time) โดยสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$A = \frac{T}{L} = \frac{L - D}{L} \text{ ----------(1)}$$

A = อัตราการเดินเครื่องจักร

T = เวลาการเดินเครื่องจักรจริง

L = เวลาที่เครื่องจักรรับภาระงาน

D = เวลาที่เครื่องจักรหยุดนอกแผน

โดยที่ เวลาที่เครื่องจักรรับภาระงาน คือเวลาทั้งหมดที่เครื่องจักรต้องทำการผลิตสินค้าตามแผนงาน ดังนั้นเวลาที่เครื่องจักรรับภาระงานจะไม่รวมถึงเวลาการหยุดเครื่องจักรที่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้าแล้ว เช่น การหยุดเครื่องเพื่อทำความสะอาด การหยุดเครื่องตามแผนงานบำรุงรักษาเครื่องจักร การหยุดเครื่องจักรในช่วงพัก และช่วงที่มีการประชุมของพนักงาน นอกจากนี้เวลาการหยุดเครื่องจักรเนื่องจากเหตุสุดวิสัยอื่นๆเช่นการหยุดเครื่องจักรเนื่องจากไม่มีแผนการผลิต การหยุดเครื่องจักรเนื่องจากไม่มีวัสดุในการผลิต หรือการขัดข้องของระบบสนับสนุนการผลิตอื่นๆเช่น กระแสไฟฟ้า หรือ น้ำประปา ก็ถือว่าเป็นการหยุดเครื่องจักรตามแผนด้วยเช่นกัน ดังนั้นสามารถเขียนสมการแสดงค่าของเวลาการรับภาระงานได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$L = O - P \text{ ------(2)}$$

L = เวลาที่เครื่องจักรรับภาระงาน

O = เวลาทั้งหมดของการผลิต

P = เวลาที่เครื่องจักรหยุดตามแผน

ตัวแปรอีกตัวที่ใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเดินเครื่องจักร คือ เวลาการหยุดเครื่องจักร ซึ่งเป็นเวลาการหยุดเครื่องจักรนอกแผนการหยุดเครื่องจักรโดยประกอบด้วยเวลาการหยุดเครื่องจักรเนื่องจากเหตุขัดข้องซึ่งนับเวลาตั้งแต่เริ่มมีการหยุดเครื่องจักรถึงเวลาที่เครื่องจักรสามารถทำการเดินเครื่องได้ ดังนั้นจึงเป็นการรวมทั้งเวลาการหยุดเครื่องจักร เวลาการซ่อมบำรุง และเวลาที่ทำการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อเริ่มทำการผลิตใหม่ นอกจากนี้ยังต้องคิดเวลาการหยุดเครื่องจักรในการปรับตั้งเครื่องช่วงเปลี่ยนรุ่นผลิตซึ่งเครื่องจักรจะต้องหยุดการทำงานเพื่อการปรับตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสมกับการผลิตงานรุ่นอื่น สมการแสดงการคำนวณค่าเวลาการหยุดเครื่องจักรนอกแผนสามารถเขียนได้ดังต่อไปนี้

$$D = B + S \text{ ----(3)}$$

D = เวลาการหยุดเครื่องนอกแผน

B = เวลาขัดข้องของเครื่องจักร

S = เวลาการปรับตั้งเครื่องจักร

ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร (Performance Efficiency: P) คือค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรในด้านความเร็วในการผลิต โดยเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่องสุทธิ (Net Operating Time) กับเวลาการเดินเครื่องจริง (Operating Time) โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$P = \frac{N}{T} = \frac{TS \times q}{T} \text{ ----- (4)}$$

P = ประสิทธิภาพในการเดินเครื่องจักร

N = เวลาการเดินเครื่องจักรสุทธิ

T = เวลาการเดินเครื่องจักรจริง

TS = เวลามาตรฐานในการเดินเครื่องจักร

q = จำนวนชิ้นงานทั้งหมดที่ผลิตได้

เวลาการเดินเครื่องจักรสุทธิ คือ เวลาที่เครื่องจักรควรจะใช้ในการผลิตชิ้นงานตามจำนวนที่ผลิตได้หากเครื่องจักรมีความเร็วในการผลิตตามมาตรฐาน รอบเวลามาตรฐานในการผลิตงานในที่นี้จะไม่ใช่รอบเวลามาตรฐานที่ได้จากการทำการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากเป็นการผลิตของเครื่องจักร ดังนั้นจะเป็นรอบเวลาการผลิตสินค้า 1 ชิ้น (หรือ กิโลกรัม หรือ ชุด) ในช่วงที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ในทางปฏิบัติเป็นการยากที่จะทราบได้ว่าช่วงเวลาใดเป็นช่วงที่เครื่องจักรทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นโดยทั้งไปแล้วผู้ผลิตเครื่องจักรจะทำการกำหนดค่าความเร็วมาตรฐานในการเดินเครื่องจักรมาพร้อมกับตัวเครื่องจักรด้วยโดยใช้ข้อมูลที่ดีที่สุดที่ได้จากการทดสอบเครื่องจักรในช่วงหลังจากที่สร้างเสร็จก่อนที่จะมีการส่งมอบเครื่องจักรมากำหนด แต่ในกรณีที่ผู้ผลิตไม่ได้กำหนดค่ามาให้ ผู้ใช้งานสามารถหาค่ารอบเวลามาตรฐานในการผลิตชิ้นงานได้จากข้อมูลรอบเวลาการผลิตชิ้นงานในอดีต โดยถือว่าความเร็วสูงสุดที่เครื่องจักรเคยทำได้ในการผลิตชิ้นงานนั้นๆคือเวลามาตรฐานในการผลิตชิ้นงาน หากในกระบวนการผลิตมีการผลิตสินค้ามากกว่า 1 ชนิด ก็จำเป็นที่จะต้องมีการแยกคำนวณเวลาสุทธิของเครื่องจักรในการผลิตสินค้าแต่ละชนิดด้วย แล้วจึงนำค่าทั้งหมดมารวมกันเป็นเวลาสุทธิในการเดินเครื่องจักรของทั้งกระบวนการ ซึ่งแนวคิดนี้สามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$Nt = \sum_{i=1}^{n} (TSi \times qi) \text{ ------(5)}$$

Nt = เวลาการเดินเครื่องจักรสุทธิรวมของทั้งกระบวนการ

T = เวลาการเดินเครื่องจักรจริง

TSi = เวลามาตรฐานในการเดินเครื่องจักรสำหรับสินค้ารุ่น i

qi = จำนวนชิ้นงานของสินค้ารุ่น i ทั้งหมดที่ผลิตได้

อัตราคุณภาพ (Quality Rate: Q) คือ ค่าที่แสดงถึงความสามารถของเครื่องจักรในการผลิตสินค้าที่มีคุณลักษณะตรงตามข้อกำหนดของลูกค้าต่อจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ทั้งหมด โดยสามารถเขียนแทนได้ด้วยสมการดังนี้

$$Q = \frac{O}{q} = \frac{(q - N)}{q} \text{ ------- (6)}$$

Q = อัตราคุณภาพ

O = จำนวนชิ้นงานที่ตรงตามข้อกำหนด

N = จำนวนชิ้นงานเสีย

q = จำนวนชิ้นงานทั้งหมด

ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) คือผลคูณของอัตราการเดินเครื่องจักร ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร และอัตราคุณภาพ โดยค่านี้จะแสดงถึงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ทั้งในด้านความพร้อมในการใช้งาน การ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เกิดเหตุขัดข้อง ความเร็วในการผลิตชิ้นงาน และคุณภาพของชิ้นงานที่ผลิตได้ในเวลาเดียวกัน ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$OEE = A \times P \times Q \quad \text{----(8)}$$

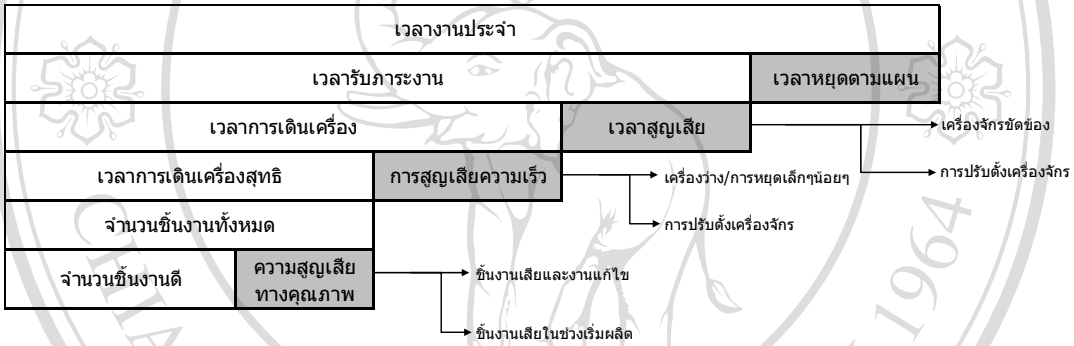
OEE = ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

A = อัตราการเดินเครื่องจักร

P = ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร

Q = อัตราคุณภาพ

ภาพรวมของการหาค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรสามารถเขียนให้เห็นชัดเจนได้ดังแผนภาพต่อไปนี้




ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงส่วนประกอบของการหาค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร
ที่มา : ภัททรียา กิตติเจริญเกียรติ (2547)

จากแผนภาพจะเห็นได้ชัดเจนถึงความสูญเสียต่างๆที่เกิดขึ้นในการผลิตซึ่งค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเป็นตัวชี้วัดความสูญเสียของเครื่องจักรที่มีสาเหตุมาจากความผิดพลาดของเครื่องจักรและกระบวนการผลิตได้อย่างครอบคลุม จึงสามารถใช้นำไปสู่การวิเคราะห์หาวิธีลดความสูญเสียได้ ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในอุดมคติจะเท่ากับ 100% นั่นหมายความว่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรในอุดมคตินั้นจะมีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ โดยทั่วไปแล้วมาตรฐานของบริษัทระดับโลก (World Class Manufacturing) ได้กำหนดไว้ว่าควรจะมีค่าไม่ต่ำกว่า 85.00% โดยได้มาจากค่าอัตราการเดินเครื่องไม่น้อยกว่า 90.00% ค่าประสิทธิภาพในการเดินเครื่องไม่น้อยกว่า 95.00% และอัตราคุณภาพไม่น้อยกว่า 99.00% ทั้งนี้ค่าดังกล่าวขึ้นกับประเภทของอุตสาหกรรมด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการประเมินค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรนั้นสามารถประเมินแยกเป็นรายกะ รายวัน รายเดือน หรือรายปีก็ได้ แล้วแต่ความสะดวกและความต้องการของผู้ใช้งาน ในการรวมค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรจากรายวันเป็นรายสัปดาห์หรือรายเดือน สามารถทำได้โดยการนำข้อมูลต่างๆของแต่ละวันมารวมกันก่อน เช่น ผลรวมของเวลาทั้งหมด ผลรวมของเวลาหยุดตามแผน ผลรวมความสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรหยุดเป็นต้น แล้วจึงนำผลรวมนั้นมาคำนวณค่าอัตราการเดินเครื่องจักร ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร และอัตราคุณภาพ เป็นรายสัปดาห์หรือรายเดือน จากนั้นจึงนำไปคิดค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอีกครั้งหนึ่ง

2.2.2 วิธีการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรตามลักษณะของกระบวนการ

ในงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการที่มีลักษณะเป็นกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องกล่าวคือ เป็นลักษณะที่มีเครื่องจักรหลายชนิดซึ่งมีหน้าที่ต่างกันมาต่อกันเป็นอนุกรมโดยทุกๆเครื่องจักรทำงานพร้อมๆกันและส่งผ่านวัตถุดิบต่อกันไปเรื่อยๆจนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ลักษณะของกระบวนการเช่นนี้เมื่อเครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่งหยุด จะทำให้เครื่องจักรเครื่องอื่นๆซึ่งอยู่ในสายการผลิตเดียวกันจำเป็นต้องหยุดไปด้วย การคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในกรณีเช่นนี้จะนิยมคำนวณค่าโดยมองเครื่องจักรทั้งหมดเป็นหน่วยเดียว คือ เปรียบเหมือนรวมเป็นเครื่องจักร 1 เครื่องแล้วทำการคำนวณ ไม่นิยมแยกคิดค่าประสิทธิภาพโดยรวมโดยแยกแต่ละเครื่องออกจากกัน

2.2.3. การวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

หลังจากที่มีการเก็บข้อมูลและรายงานผลค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรได้อย่างถูกต้องแล้ว สิ่งจำเป็นจะต้องดำเนินการต่อจากไปคือขั้นตอนของการวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรโดยใช้ลักษณะวงจรของเดมมิ่ง (Demming's Cycle) ซึ่งประกอบด้วยการวางแผน (Planning: P) การดำเนินงาน (Do: D) การตรวจสอบผล (Check: C) และการปฏิบัติการแก้ไขและปรับปรุง (Action:A)

2.2.3.1 การวางแผนการดำเนินงาน

การเริ่มดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรได้มีการวางแผนงานเสียก่อนเพื่อทำให้ทีมงานทราบถึงขั้นตอนและรายละเอียดของงานรวมถึงสามารถทราบกำหนดเวลาที่จะต้องทำงานแต่ละงานให้เสร็จเรียบร้อยโดยมีขั้นตอนในการวางแผนงานดังต่อไปนี้

2.2.3.2 การเลือกเครื่องจักรที่จะทำการปรับปรุง

ก่อนที่จะเริ่มวางแผนดำเนินการจะต้องมีการเลือกเครื่องจักรที่จะมีการปรับปรุงเสียก่อนโดยประการแรกจะต้องเลือกเครื่องจักรที่มีสภาพเป็นจุดคอขวด (Bottle Neck)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งเป็นจุดที่ผลิตชิ้นงานได้น้อยที่สุดของกระบวนการ เพื่อทำให้ผลการปรับปรุงสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน ประการที่สองจะต้องเลือกเครื่องจักรที่เกิดความสูญเสียมาก โดยพิจารณาจากความสูญเสีย 6 ประการที่มีผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอันได้แก่ความสูญเสียจากการขัดข้อง เวลาสูญเสียในการปรับแต่ง การหยุดเครื่องจักรช่วงเวลาสั้นๆ การสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (Defect) งานแก้ไข (Rework) และ ความสูญเสียในช่วงเริ่มต้นของการผลิต ประการที่สามเลือกเครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อเครื่องจักรอื่นๆ เช่น เครื่องจักรที่อยู่ต้นกระบวนการผลิตและมีเพียงเครื่องเดียวซึ่งจะเป็นเหตุให้เครื่องจักรอื่นๆในกระบวนการต้องหยุดไปด้วยเมื่อเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรชนิดนี้ ประการที่สี่เลือกเครื่องจักรที่ใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เช่นเครื่องจักรที่จะต้องใช้งานตลอด 24 ชั่วโมงซึ่งเมื่อเกิดการขัดข้องจะส่งผลต่อกำลังการผลิตมากกว่าเครื่องจักรที่ใช้งานเพียงบางช่วงเวลาของวัน ประการที่ห้าเลือกเครื่องจักรที่ใช้งานอย่างต่อเนื่อง เช่น เมื่อพิจารณาจากคำสั่งผลิตพบว่าเครื่องจักรที่ยังจำเป็นต้องใช้งานเป็นเวลาต่อเนื่องอีกเป็นเวลานาน ควรได้รับการปรับปรุงมากกว่าเครื่องจักรที่กำลังจะเลิกใช้งาน

2.2.3.3 การคัดเลือกทีมงาน

การจัดตั้งทีมงานที่จะดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรต้องสอดคล้องกับเครื่องจักรที่จะปรับปรุง ทีมงานต้องประกอบด้วยบุคคลากรจากหลายหน่วยงานที่มีความรู้ความสามารถด้านเครื่องจักรและกระบวนการผลิตที่ต้องการปรับปรุง เช่น หัวหน้าฝ่ายผลิต วิศวกรกระบวนการผลิต วิศวกรฝ่ายซ่อมบำรุง หัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ เป็นต้น หลังจากตั้งทีมงานแล้วจะต้องกำหนดงานที่รับผิดชอบและวันประชุมล่วงหน้าในแต่ละสัปดาห์ให้ชัดเจน

2.2.3.4 การสำรวจปัญหาและเก็บข้อมูล

หลังจากได้ทีมงานแล้วจะต้องเริ่มทำการสำรวจสภาพปัจจุบันอย่างถ่องแท้เพื่อค้นหาและทำความเข้าใจกับปัญหาที่แท้จริงเพื่อให้สามารถแก้ไขได้อย่างตรงจุด โดยการสำรวจสภาพปัจจุบันประกอบด้วยการศึกษาขั้นตอนและรายละเอียดการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร โดยใช้แผนภาพและแผนผังการไหลของกระบวนการซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจวิธีการทำงานของกระบวนการที่จะทำการปรับปรุงจากนั้นจึงการออกแบบแผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) เพื่อเก็บข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรและเก็บประวัติการหยุดและสาเหตุการหยุดของเครื่องจักรแต่ละเครื่องจากนั้นทำการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในแต่ละวัน แล้วแสดงผลเป็นกราฟในแต่ละสัปดาห์หรือเดือนขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเก็บข้อมูลจากนั้นทำการหาค่าประสิทธิภาพโดยรวมก่อนการปรับปรุง โดยการนำข้อมูลต่างๆของวันแรกจนถึงวันสุดท้ายมารวมกันก่อน เช่น ผลรวมของเวลางานประจำ ผลรวมของเวลาหยุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตามแผน ผลรวมของความสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรหยุด เป็นต้น หลังจากนั้นจึงคำนวณค่าอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง อัตราคุณภาพ และ ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรตามลำดับ

2.2.3.5 การกำหนดหัวข้อและเป้าหมายในการปรับปรุง

เมื่อทราบค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรก่อนการปรับปรุงแล้วต้องกำหนดเป้าหมายการปรับปรุงให้ชัดเจนแล้วจึงเริ่มพิจารณาตัวแปรหลัก 3 ค่าซึ่งเป็นส่วนประกอบในการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร คือ ค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability: A) ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency: P) และ ค่าอัตราคุณภาพ (Quality Rate: Q) หลักในการคัดเลือกตัวแปรที่จะนำมาปรับปรุงจะต้องพิจารณาจากตัวแปรหลักที่มีค่าต่ำสุดมาดำเนินการปรับปรุงก่อน แต่ในกรณีที่ค่าอัตราการเดินเครื่องและประสิทธิภาพการเดินเครื่องมีค่าต่ำที่สุดใกล้เคียงกัน ควรเลือกอัตราการเดินเครื่องมาดำเนินการปรับปรุงก่อน เนื่องจากการหาข้อมูลสาเหตุที่ทำให้อัตราการเดินเครื่องต่ำสามารถทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่าโดยดูจากข้อมูลที่บันทึกไว้ในประวัติการหยุดเครื่องจักร ในกรณีที่ค่าตัวแปรหลักมีค่าใกล้เคียงกันหมดควรเลือกอัตราคุณภาพมาดำเนินการปรับปรุงก่อน เนื่องจากเมื่อคำนวณมูลค่าความสูญเสียในรูปของตัวเงินแล้ว อัตราคุณภาพก่อให้เกิดมูลค่าความสูญเสียมากกว่าค่าอัตราการเดินเครื่องจักร และประสิทธิภาพการเดินเครื่อง เมื่อเลือกตัวแปรที่จะทำการปรับปรุงได้แล้วให้ทำการกำหนดหัวข้อการปรับปรุงโดยหาจากสาเหตุต่างๆของค่าตัวแปรหลักที่เลือกมาดำเนินการปรับปรุงอันได้แก่

อัตราการเดินเครื่อง (A) ทีมงานสามารถรวบรวมข้อมูลเวลาการหยุดเครื่องจักรนอกแผนในแผ่นตรวจสอบของช่วงเวลาเดียวกันกับช่วงเวลาที่นำมาคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมก่อนการปรับปรุงแล้วนำมาจัดทำแผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) เพื่อกำหนดลำดับความสำคัญของปัญหาที่ต้องการปรับปรุงโดยพิจารณาจากความรุนแรงและความยากง่ายของปัญหาประกอบกัน เมื่อกำหนดลำดับการแก้ไขปัญหาได้แล้วทีมงานต้องใช้เทคนิคต่างๆกันเพื่อหาสาเหตุของปัญหา เช่น การระดมสมอง การศึกษาจากเอกสาร หรือ งานวิจัยที่ได้มีผู้เคยค้นคว้าเอาไว้ รวมถึง อาจต้องมีการทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานของสาเหตุการเกิดปัญหาด้วย

ประสิทธิภาพในการเดินเครื่อง (P) ซึ่งมีสาเหตุมาจากความสูญเสียจากการหยุดเป็นระยะเวลาสั้นๆและการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักรซึ่งไม่สามารถบันทึกเวลาสูญเสียในแผ่นตรวจสอบที่นำมาคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ดังนั้นต้องออกแบบแผ่นตรวจสอบเพิ่มเติมเพื่อเก็บข้อมูลสาเหตุต่างๆที่ทำให้เครื่องจักรเกิดการหยุดเล็กๆน้อยๆในรูปของการแจกแจงความถี่และทำการตรวจสอบความเร็วของเครื่องจักรที่เดินจริงว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีความแตกต่างกับความเร็วมาตรฐานหรือไม่ โดยใช้นาฬิกาจับเวลารอบการทำงานของเครื่องจักร หรือดูที่จอแสดงความเร็วของเครื่องจักรในขณะนั้น เช่นเดียวกับการแก้ไขปัญหาการเดินเครื่องเมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับการหยุดเครื่องจักรระยะสั้นๆ และ ความเร็วของการผลิตแล้วจะต้องนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนผังพาเรโต และ ทำการแจกแจงสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาเพื่อทำการตรวจสอบต่อไป

อัตราคุณภาพ (Q) ทีมงานสามารถรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นได้จากแผ่นตรวจสอบของช่วงเวลาที่นำมาคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรก่อนการปรับปรุงโดยนำมาจัดทำแผนผังพาเรโต เพื่อเลือกชนิดของเสียที่มีจำนวนมากมาเป็นหัวข้อในการปรับปรุงก่อน จากนั้นทีมงานจำเป็นจะต้องจำแนกสาเหตุที่เป็นไปได้ของการเกิดของเสีย โดยอาจทำการพิสูจน์จากการทดลอง หรือ การใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการอื่นๆเช่น เทคนิค FMEA เป็นต้น เมื่อทราบสาเหตุแล้วต้องมีการเสนอแนวทางแก้ไขที่สอดคล้อง และ ทำการประเมินผลการแก้ไขว่าของเสียมีอัตราที่ลดลงตามเป้าหมายหรือไม่

ในการปรับปรุงตัวแปรทั้งสามทีมงานต้องกำหนดเป้าหมายในการปรับปรุงอย่างชัดเจนเพื่อแสดงถึงระดับของการปรับปรุงซึ่งต้องวัดและประเมินผลเป็นตัวเลขที่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับค่าก่อนการปรับปรุงได้ การกำหนดเป้าหมายนั้นขึ้นอยู่กับระดับความยากง่ายของปัญหาและความสามารถในการแก้ไขปัญหาของทีมงานซึ่งไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนแต่สามารถพิจารณาได้จากค่าที่ดีที่สุดที่เคยปฏิบัติได้ในอดีตมาเป็นเป้าหมายในการปรับปรุงหรือทำการกำหนดจากมาตรฐานของหน่วยงานลักษณะเดียวกันซึ่งมีค่าตัวแปรเหล่านี้สูงกว่าหรือมีประสิทธิภาพโดยรวมสูงกว่า

2.2.3.6 การวิเคราะห์หาสาเหตุและมาตรการแก้ไข

การวิเคราะห์หาสาเหตุเป็นการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการตรวจสอบเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เป็นสาเหตุกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ดังนั้น ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เพราะการรู้สาเหตุที่แท้จริงทำให้สามารถกำหนดมาตรการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องรวมถึงการหาแนวทางป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุและมาตรการการแก้ไขเป็นขั้นตอนที่ยากที่สุดเนื่องจากทีมงานจะต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและกลไกการทำงานของเครื่องจักร รวมทั้ง ความรู้และเทคโนโลยีของกระบวนการผลิตมาผสมผสานกับความรู้ที่เกี่ยวกับเครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุในงานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้ในการปัญหา

- แผนผังการไหลของกระบวนการ (Process Flow Chart)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แผนผังการไหลของกระบวนการเป็นแผนผังที่แสดงถึงขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของกระบวนการผลิต เครื่องมือชนิดนี้ใช้เพื่อช่วยให้ทีมงานมองเห็นภาพรวมของกระบวนการผลิตอย่างชัดเจน สามารถระบุจุดที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหา

- ใบตรวจสอบ (Check sheet)

ในการคิดค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรนั้นจำเป็นจะต้องมีการเก็บข้อมูลต่างๆเพื่อหาค่าที่ใช้ในการคำนวณ เครื่องมือสำคัญที่จะใช้ในการเก็บข้อมูลต่างๆคือใบตรวจสอบ (Check Sheet) ในการออกแบบใบตรวจสอบเพื่อหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรนั้นจะต้องออกแบบให้ครอบคลุมถึง จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ในแต่ละวัน จำนวนชิ้นงานเสียแยกตามชนิดของเสีย เวลาที่เครื่องจักรจอดเนื่องจากเหตุขัดข้อง สาเหตุของการขัดข้อง เวลาที่เครื่องจักรสามารถเดินได้หลังจากการแก้ไขเหตุขัดข้อง เวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร เวลาที่เครื่องจักรจอดตามแผนการซ่อมบำรุงปกติ และเวลาที่เครื่องจักรจอดเนื่องจากเหตุสุดวิสัยโดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกใช้ในการคำนวณค่าอัตราการเดินเครื่องจักร ประสิทธิภาพในการเดินเครื่องจักรและอัตราคุณภาพ เพื่อใช้พิจารณาเลือกตัวแปรที่จะทำการปรับปรุง

- แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart)

หลังจากที่ทีมงานได้ระบุตัวแปรที่จะทำการปรับปรุงแล้วต้องมีการจำแนกชนิดของปัญหาที่มีส่วนสัมพันธ์กับตัวแปรเหล่านั้น โดยต้องมีการแจกแจงความถี่ของปัญหาแต่ละชนิดโดยอาศัยข้อมูลจากใบตรวจสอบ แล้วทำการจัดลำดับความรุนแรงของปัญหาเหล่านั้นตามความถี่ เครื่องมือทางคุณภาพที่ช่วยในการจัดลำดับความสำคัญนี้ได้แก่แผนภูมิพาเรโต(Pareto Chart) เมื่อทำการเรียงลำดับความถี่ของปัญหาเรียบร้อยแล้วให้ทำการคำนวณหาค่าความถี่สะสม จากนั้นนำค่าความถี่ของแต่ละปัญหากับความถี่สะสมไปทำการพล็อตบนแผนภูมิพาเรโต โดยแกนนอนเป็นชนิดของปัญหา และแกนตั้งแทนความถี่ของแต่ละปัญหาและความถี่สะสม ในการพิจารณาเลือกปัญหาที่ควรทำการแก้ไขเพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่รวดเร็วและชัดเจนนิยมใช้วิธีพิจารณาโดยการเลือกแก้ไขปัญหาทั้งหมดที่มีความถี่สะสมรวมกันคิดเป็นร้อยละ 80 ข้อมูลที่ได้จากแผนภูมินี้ใช้ในการวางแผนการแก้ไขปัญหาในลำดับต่อไป

- แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

เมื่อได้ลำดับของปัญหาที่สอดคล้องกับตัวแปรที่จะทำการปรับปรุงแล้ว ทีมงานจะต้องทำการระดมสมอง และ ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อระบุถึงสาเหตุที่เป็นไปได้ในการทำให้เกิดเกิดปัญหาเหล่านั้น เมื่อได้ความคิดเห็นทั้งหมดแล้วจะต้องนำไปสร้างแผนผังสาเหตุและผล (Cause and effect diagram) ซึ่งเป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลายสาเหตุที่เป็นไปได้ซึ่งส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้ ชาญชัย พรศิริรุ่ง (2549)

การกำหนดหัวข้อปัญหา หัวข้อปัญหาจะถูกกำหนดและเขียนไว้ที่ด้านขวาของแผนภาพโดยนิยมทำเป็นรูปสามเหลี่ยมเพื่อให้มีลักษณะคล้ายหัวปลา โดยหัวข้อของปัญหาจะต้องชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ถ้าหากกำหนดหัวข้อไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกจะทำให้เกิดความซับซ้อนและใช้เวลานานในการค้นหาสาเหตุ กำหนดปัจจัยหรือสาเหตุหลักที่กระทบต่อปัญหา โดยทั่วไปมักใช้หลักการ 4M (Man, Machine, Material and Method) เพื่อนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ

ทีมงานระดมความคิดและการถาม “ทำไม” เพื่อหาสาเหตุรองที่ทำให้เกิดสาเหตุหลัก และสาเหตุย่อยที่เป็นเหตุให้เกิดสาเหตุรองเช่นนี้เรื่อยๆจนกระทั่งไม่สามารถถามต่อได้ แล้วทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ของเหตุและผล โดยอ่านทวนจากสาเหตุย่อยที่เล็กที่สุดไปยังสาเหตุหลักจนกระทั่งถึงหัวข้อปัญหา

กำหนดวิธีการแก้ไขสาเหตุย่อยที่เล็กที่สุด โดยจัดลำดับการแก้ไขที่พิจารณาจากความยากง่ายในการดำเนินการรวมกับผลกระทบที่ได้จากการแก้ไข

2.2.3.7 การจัดทำแผนการปรับปรุง

เป็นการวางแผนกิจกรรมที่จะต้องทำหลังจากกำหนดหัวข้อการปรับปรุง เช่น การเก็บข้อมูลเพิ่มเติม การวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไข การดำเนินการปรับปรุงเป็นต้น และกำหนดช่วงเวลาของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนลงในตารางกิจกรรม

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการสร้างแผนการปรับปรุง
ที่มา : ชาญชัย พรศิริรุ่ง (2549)

| กิจกรรม | กรกฎาคม | สิงหาคม | กันยายน | ตุลาคม |
|---|---|---|---|---|
| สำรวจข้อมูล | | | | |
| วิเคราะห์หาสาเหตุ | | | | |
| กำหนดแนวทางแก้ไข | | | | |
| ดำเนินการปรับปรุงและติดตามผล | | | | |
| กำหนดมาตรฐาน | | | | |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.3.8 การดำเนินการปรับปรุง

ทีมงานทำการระดมสมองร่วมกันวิเคราะห์หาสาเหตุและกำหนดมาตรการแก้ไขออกมาให้ได้ก่อนแล้วจึงนำมาตรการแก้ไขต่างๆมาเขียนแผนดำเนินการปรับปรุง (Action Plan) ที่กำหนดผู้รับผิดชอบตามหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและระยะเวลาที่ต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จ ทีมงานควรกำหนดการประชุมเพื่อติดตามความคืบหน้าของงานเทียบกับแผนดำเนินการปรับปรุงทั้งหมด รวมถึงควรมีการทบทวนมาตรการแก้ไขที่ได้กำหนดไว้ว่าเหมาะสมและได้ผลตามที่คาดการณ์ไว้หรือไม่

2.2.3.9 การตรวจสอบผลการปรับปรุง

เป็นขั้นตอนการตรวจติดตามผลการปรับปรุงหลังจากที่ได้นำมาตรการแก้ไขไปดำเนินการแล้ว โดยการเก็บข้อมูลที่เป็นตัวเลขเปรียบเทียบกับตัวเลขก่อนการปรับปรุงและเป้าหมายที่ตั้งไว้ หากผลที่ได้รับไม่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการปรับปรุง หรือ ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ทีมงานต้องมีการทบทวนการวิเคราะห์หาสาเหตุและมาตรการแก้ไขใหม่อีกครั้ง

2.2.3.10 การกำหนดมาตรฐาน

หลังจากมีการติดตามผลการปรับปรุงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เมื่อแน่ใจว่ามาตรการแก้ไขต่างๆ มีผลต่อการปรับปรุงที่ดีขึ้น ทีมงานจะต้องกำหนดมาตรฐานการทำงาน การฝึกอบรมพนักงาน การตรวจสอบและการควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ทำให้มั่นใจได้ว่าวิธีการทำงานที่ถูกต้องจะได้รับการปฏิบัติอย่างจริงจังและต่อเนื่องเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาขึ้นอีก

2.2.3.11 การขยายผลการปรับปรุง

เป็นการนำมาตรฐานการทำงานต่างๆที่ได้จากการวิเคราะห์และปรับปรุงไปขยายผลใช้กับเครื่องจักรอื่นๆ หรือกระบวนการผลิตอื่นๆที่มีลักษณะเหมือนกัน หรือคล้ายคลึงกัน เมื่อดำเนินการจนจบขั้นตอนสุดท้าย คือการขยายผลการปรับปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้ว ถือว่าได้ดำเนินการครบ 1 รอบของวงจรเดมมิ่ง ทีมงานจะต้องเริ่มพิจารณาการดำเนินการปรับปรุงในรอบใหม่ โดยเริ่มต้นที่ขั้นตอนที่ 1 คือการกำหนดหัวข้อและเป้าหมายการปรับปรุงจนกระทั่งจบทุกขั้นตอน เพื่อยกระดับประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2.2.4 หลักการในการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

หลังจากที่ทำการเก็บข้อมูลและประเมินค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้ประเมินจะทราบถึงปัจจัยที่ควรได้รับการปรับปรุงโดยพิจารณาจากปัจจัยที่มีค่าน้อยที่สุด หรือ ปัจจัยที่มีค่าต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเน้นที่การปรับปรุงอัตราการเดินเครื่องจักร เนื่องจากอัตราการเดินเครื่องจักรมีความสัมพันธ์โดยตรงกับเวลาสูญเสียที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องจักรไม่สามารถทำการผลิตชิ้นงานได้ ดังนั้นในการปรับปรุงอัตราการเดินเครื่องจักรจึงต้องทำการลดเวลาสูญเสียเหล่านี้

2.2.4.1 การลดเวลาสูญเสียจากการขัดข้องของเครื่องจักร

ในการลดเวลาสูญเสียที่เกิดจากเหตุขัดข้องของเครื่องจักรนั้นหลักการสำคัญคือจะต้องทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพปกติ และทำให้การเสื่อมสภาพเกิดขึ้นช้าที่สุด โดยมาตรการที่จะทำให้การขัดข้องเป็นศูนย์จะต้องให้ความสำคัญกับการจัดการบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยตนเองซึ่งประกอบด้วย การตรวจสอบเครื่องจักรขณะทำความสะอาดเครื่องจักร เพื่อทำการขจัดสิ่งสกปรก วัสดุสิ่งแปลกปลอม และแก้ไขจุดผิดปกติที่พบ การหล่อลื่นเพื่อลดความสึกหรอของชิ้นส่วนและอุณหภูมิของเครื่องจักรที่สูงผิดปกติ การขันกวดน๊อตและสกรู เพื่อป้องกันการหลวมของตัวจับยึดชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องจักร นอกจากการจัดการบำรุงรักษาด้วยตนเองแล้วต้องมีการตรวจสอบการใช้เงื่อนไขในการผลิตที่ถูกต้องและเหมาะสมกับเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้เหมาะสมกับสภาพของเครื่องไม่ฝืนกำลังของเครื่องมากจนเกินไปจนอาจเป็นเหตุให้เครื่องจักรเกิดการขัดข้อง

หลังจากที่เครื่องจักรมีสภาพที่เหมาะสม และ ทำงานภายใต้เงื่อนไขการทำงานที่ถูกต้องแล้วจะทำให้การเสื่อมสภาพแบบเร่งของเครื่องจักรเกิดขึ้นช้าลง อย่างไรก็ตามการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรตามธรรมชาติจะยังคงเกิดขึ้นดังนั้นจึงต้องทำการฟื้นฟูสภาพของเครื่องจักร โดยการจัดการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรและ เปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามระยะเวลาที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังควรมีการเก็บข้อมูลอายุการใช้งานของอะไหล่แต่ละชนิดเพื่อทราบถึงอัตราการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร อันจะนำไปสู่การวางแผนการเปลี่ยนอะไหล่ก่อนที่จะเกิดการเสื่อมสภาพ หรือ การวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

แม้ว่าเครื่องจักรจะปลอดจากการเสื่อมสภาพก่อนเวลาและได้รับการฟื้นฟูสภาพอย่างสม่ำเสมอ แต่เหตุขัดข้องยังอาจเกิดขึ้นได้อยู่ดังนั้น จะต้องทำการวิเคราะห์หาจุดอ่อนของเครื่องจักรและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อยืดอายุการใช้งานของชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องจักร เช่น การเปลี่ยนวัสดุ หรือเปลี่ยนผู้ส่งมอบของอะไหล่ชิ้นส่วนต่างๆ

นอกเหนือจากการตรวจสอบและวางแผนการซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพแล้วการพัฒนาความรู้ความสามารถในการบำรุงรักษาเครื่องจักรแก่พนักงานประจำเครื่อง และช่างซ่อมบำรุง โดยผ่านกระบวนการฝึกอบรมเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องให้ความสำคัญเช่นกันเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการซ่อมบำรุง และ การปรับแต่งเครื่องจักรผิดพลาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.1.2 การลดเวลาสูญเสียจากการปรับตั้งเครื่องจักร

การสูญเสียเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนรุ่นหรือชนิดงาน ซึ่งคิดเป็นเวลาตั้งแต่การผลิตชิ้นงานรุ่นเดิมเสร็จสิ้นจนถึงเวลาที่สามารถผลิตชิ้นงานรุ่นใหม่ซึ่งมีคุณภาพดีได้ โดยทั่วไปแล้วในการปรับแต่งเครื่องจักรจะมีกิจกรรมที่ต้องทำได้แก่ การเตรียมเครื่องมือ การถอดหรือติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ การปรับตำแหน่ง การปรับแต่งและทดสอบการเดินเครื่องโดยแนวทางต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงเพื่อลดเวลาการเปลี่ยนรุ่นการผลิตต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูล ศึกษาขั้นตอน วิธีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต การวิเคราะห์และปรับปรุงเพื่อหาแนวทางในการลดเวลาสูญเสียจากการปรับตั้งเครื่องจักร โดยใช้หลักการของการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาเข้ามาช่วยในการปรับปรุง

ในการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลานั้นจะต้องทำการศึกษาขั้นตอนและรายละเอียดในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตโดยแยกรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานออกเป็นงานย่อยจากนั้นเก็บข้อมูลและวิเคราะห์เวลาของงานย่อย ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การถ่ายภาพวิดีโอขั้นตอนการทำงาน การใช้แบบฟอร์มบันทึกขั้นตอนการทำงานและเวลาที่ใช้ การใช้เทคนิคการสุ่มงาน และสัมภาษณ์พนักงาน เป็นต้น ในการวิเคราะห์งานย่อยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ งานภายใน ซึ่งหมายถึง งานหรือกิจกรรมซ่อมบำรุงต่าง ๆ ที่สามารถได้เฉพาะในเวลาที่เครื่องจักรหยุดเท่านั้น เช่นการเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักร งานภายนอกคือ งานหรือกิจกรรมที่สามารถทำได้แม้ในขณะที่ทำการเดินเครื่องจักรอยู่ เช่น การจัดเตรียมอุปกรณ์ในการปรับตั้ง หรือการทำความสะอาดแม่พิมพ์ และเวลาสูญเปล่าซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ไปโดยไม่ทำให้เกิดงานหรือกิจกรรม เช่น การรอคอย เป็นต้น

การดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มจากแยกประเภทงานภายในกับงานภายนอก โดยทำการวิเคราะห์งานย่อยตามขั้นตอนการปรับตั้งเครื่อง ทำให้ทราบได้ว่ากิจกรรมใดสามารถทำได้เฉพาะเมื่อเครื่องจักรหยุด หรือกิจกรรมใดสามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรเดินอยู่ ดังนั้นในกิจกรรมที่เป็นงานภายนอกจะต้องกำหนดให้พนักงานทำให้เสร็จก่อนที่เครื่องจักรจะหยุด เพื่อลดเวลาการทำงานปรับปรุงการทำงานโดยการทำให้งานภายในกลายเป็นงานภายนอกโดยการปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ลดขั้นตอนงานภายในให้สั้นลง เช่น การจัดปริมาณพนักงานในการปรับตั้งเพิ่มขึ้นเพื่อให้ใช้เวลาน้อยลง การลดขั้นตอนหรือรวบขั้นตอนบางอย่างให้ทำพร้อมกัน หรือแม้แต่ การปรับปรุง เครื่องมือ อุปกรณ์ รวมถึงชิ้นส่วนของเครื่องจักรให้ง่ายต่อการถอดประกอบและปรับตั้งประยุกต์ใช้จิ๊ก และฟิกเจอร์ เพื่อลดขั้นตอนการปรับแต่งเครื่องจักรในส่วนของการปรับแต่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ให้ทำการออกแบบเครื่องมือเพื่อให้การปรับแต่งมีความเที่ยงตรง และ สะดวกมากขึ้นเพื่อใช้เวลาน้อยลงในการปรับแต่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อได้ขั้นตอนที่ดีที่สุดในการปรับตั้งเครื่องจักรแล้วจะต้องทำการฝึกอบรมสมาชิกทุกคนในทีมให้มีความเข้าเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ ขั้นตอน วิธีการ มาตรฐานต่างๆในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

จากทฤษฎีต่างๆเหล่านี้ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการกำหนดแนวทางการทำงานในการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรของ บริษัท ไทย ริจิด พลาสติกส์ จำกัด โดยรายละเอียดของการดำเนินงานได้แสดงไว้ในบทที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved