สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

การเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลท

อมรรัตน์ เทพณรงค์

31 ส.ค. 2559
365497 TH 0024523

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2555
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ อมรรัตน์ เทพฌรงค์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ)

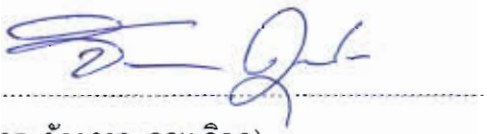
คณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ)

.....กรรมการ

(ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา)



.....กรรมการ

(ดร. จักรวาล คุณะดิลก)

คณะวิศวกรรมศาสตร์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ดร. อาณัติ ดีพัฒนา)

วันที่ 29 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2555

ประกาศคุณูประการ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ ที่กรุณาให้คำแนะนำแนวทางในการทำงานวิจัย การตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และความถูกต้องของงานวิจัย เพื่อความเหมาะสมที่เป็นประโยชน์แก่การศึกษาต่อไป ขอขอบคุณทีมงานของโรงงานกรณีศึกษาผลิตคอยล์เย็นที่รวมทำงานวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนเพื่อนร่วมงาน ครอบครัว เพื่อน ๆ ที่มีส่วนช่วยเหลือและสนับสนุนในการทำงานนิพนธ์ในครั้งนี้ให้สำเร็จไปด้วยดี

ผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงาน สถานที่ทำงานต่าง ๆ ที่มีลักษณะหรือใกล้เคียงกับงานวิจัยฉบับนี้

อมรรัตน์ เทพณรงค์

53921324: สาขาวิชา: วิศวกรรมอุตสาหการ; วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
คำสำคัญ: การปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลท/ การปรับตั้งค่าเครื่องจักร/ การเพิ่มประสิทธิผลเครื่องจักร

อมรรัตน์ เทพณรงค์: การเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของกระบวนการปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลท (OVERALL OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS INCREASING OF PLATE STAMPING PROCESS.) อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีรวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ, 91 หน้า. ปี พ.ศ. 2555.

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา วิเคราะห์ และเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จากการศึกษาและเก็บข้อมูลพบว่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ก่อนการปรับปรุง คือ 65.40% ประกอบด้วย อัตราการเดินเครื่อง 71.39% ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง 92.56% อัตราคุณภาพ 98.98% งานวิจัยนี้จึงพิจารณาปรับปรุงในส่วนของอัตราการเดินเครื่องจักร ซึ่งพบว่าปัญหาที่ทำให้อัตราการเดินเครื่องต่ำ คือ การปรับตั้งค่าเครื่องจักร และการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 62 ของเวลาการหยุดเครื่องจักรสะสม

งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์เพื่อลดเวลาการการปรับตั้งค่าเครื่องจักร และการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบ Why-Why Analysis และนำเทคนิคการติดตั้งแม่พิมพ์ คือ Single Minute Exchange of Die มาประยุกต์ใช้ หลังจากการปรับปรุงพบว่า ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจาก 65.40% เป็น 76.23% โดยมีร้อยละการเพิ่มขึ้นเท่ากับ 16.56%

53921324: MAJOR: MASTER OF INDUSTRIAL ENGINEERING; M.Eng. (INDUSTRIAL ENGINEERING)

KEYWORD: PLATE STAMING/ MACHINE SET UP/ OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS INCREASING

AMORNRAT THEPNARONG: OVERALL OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS INCREASING OF PLATE STAMPING PROCESS. ADVISOR: ASSISTANT PROFESSOR THEERAWAT SOMSIRIKARNJANAKOON, 91 P. 2012.

The purpose of the independent study is to analyze and improve the overall equipment effectiveness of the stamping machine. Data from the studied revealed the overall equipment effectiveness of the stamping machines was 65.40% including 71.39% machine available, 92.56% efficiency rate and 98.98% quality rate. The machine available was improved in the study. However, only 2 causes contributiry to 62 percentages of the total downtime were considered in this study. There was machine set up time and raw material roll changing time.

This "Why-Why Analysis" techniques and Single Minute Exchange of Die was applied to reduce the machine setup time and raw material changing time. The results from the study found the overall equipment effectiveness of the stamping machine increased from 65.40% to 76.23%, which was 16.56 the percentage increase.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 2

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

แผนการดำเนินงาน 4

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

การศึกษาการทำงาน 5

ประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และผลิตภาพ 17

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ 24

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32

3 การดำเนินงานและปัญหา 35

แนวทางการศึกษา 35

ขั้นตอนการดำเนินงาน 35

การดำเนินงาน 36

วิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้น นำเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา 45

4 การปรับปรุงและผลการวิจัย 59

การปรับปรุงและผลการวิจัย 59

ผลการปรับปรุง 71

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปและอภิปรายผล	74
สรุปผลการวิจัย	74
ปัญหาในการดำเนินงาน	75
ข้อเสนอแนะ	75
บรรณานุกรม	76
ภาคผนวก	77
ภาคผนวก ก	78
ภาคผนวก ข	87
ประวัติย่อของผู้วิจัย	91

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1-1 เวลาการทำงานของกระบวนปั๊มขึ้นรูปของโรงงานกรณีศึกษาจากเดือนกันยายน-เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554 3

2-1 การหาจำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับความคลาดเคลื่อน ± 5% ภายใน 95% ของความเชื่อมั่น 15

3-1 ตัวอย่างชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูป 37

3-2 ข้อมูลปัจจัยของประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องปั๊มขึ้นรูปในเดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2544 41

3-3 แสดงเวลาและจำนวนครั้งที่สูญสียของเครื่องจักรในเดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554 44

3-4 แสดงปริมาณความต้องการในแต่ละวัน ชนิดของแม่พิมพ์ที่ใช้ 47

3-5 แสดงเวลาก่อนการปรับปรุงในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรจากการเปลี่ยนแม่พิมพ์ 50

3-6 ปริมาณความต้องการชิ้นส่วนจากส่วนวางแผนในเดือน กันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554 53

3-7 แสดงจำนวนครั้ง ปริมาณที่ผลิต และการจัดเก็บต่อครั้ง 54

3-8 ต้นทุนจากการปรับตั้งค่าเครื่องจักรที่เกิดจากค่าแรงพนักงาน 54

3-9 แสดงความถี่ในการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบที่นอกเหนือจากการเปลี่ยนรุ่นตั้งแต่เดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554 56

3-10 ขั้นตอนการทำงานในการเปลี่ยนม้วนวัดถุดิบ 57

3-11 แสดงแนวทางการแก้ไขปัญหา 58

4-1 แสดงการจัดลำดับงานภายนอกและงานภายใน 60

4-2 การจัดสมดุลการทำงานของพนักงานคนที่ 1 และคนที่ 2 62

4-3 แสดงขั้นตอนการทำงานหลังจากการปรับปรุง 63

4-4 ปริมาณความต้องการชิ้นส่วนจากส่วนวางแผนในเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555 65

4-5 ช่วงเวลาในการผลิตชิ้นส่วนจากส่วนวางแผนในเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555 .. 66

4-6 แสดงจำนวนครั้งในการขึ้นรูปของชิ้นส่วนทั้ง 12 ชิ้นส่วน 67

4-7 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและโอกาสในการผลิตงานก่อนและหลังการปรับปรุง 68

4-8 ขั้นตอนในการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ 69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-9 เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบตั้งแต่เดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555 70

4-10 เวลาสูญเสียของเครื่องจักรหลังจากการปรับปรับปรุงระหว่างเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555 71

4-11 เวลาการทำงานของกระบวนปั๊มขึ้นรูปเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555 72

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

3-1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 36

3-2 ขั้นตอนในกระบวนการผลิตคอยล์เย็นของโรงงานกรณีศึกษา 38

3-3 แสดงข้อมูลเฉลี่ยของประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรประจำปี 2554 39

3-4 แสดงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรตั้งแต่เดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554 41

3-5 ตัวอย่างเอกสารแบบบันทึกของพนักงานโรงงานกรณีศึกษา 43

3-6 กราฟพาเรโตแสดงเวลาที่สูญเสียของเครื่องขึ้นรูปแผ่นเพลท 44

3-7 ตัวอย่างแม่พิมพ์ชนิดที่ 1 45

3-8 แม่พิมพ์ชนิดที่ 2 และตำแหน่งที่มีการถอดสลับเพื่อเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ที่เป็น TOP Plate 46

3-9 แม่พิมพ์ชนิดที่ 2 และตำแหน่งที่มีการถอดสลับเพื่อเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ที่เป็น Bottom Plate 46

3-10 วิเคราะห์ปัญหาการปรับตั้งค่าเครื่องจักรนานด้วย Why-Why 48

3-11 กราฟแสดงเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตก่อนการปรับปรุง 52

4-1 การเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบก่อนปรับปรุง 61

4-2 การเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบหลังปรับปรุง 61

4-3 แสดงเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง 64

4-4 เปรียบเทียบประสิทธผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนและหลังปรับปรุง 73

บทที่ 1
บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์ในไทย ถือได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่ทุกภาคส่วนได้ให้การส่งเสริมสนับสนุน ทำให้อุตสาหกรรมยานยนต์ในไทยเติบโตขึ้นอย่างเป็นลำดับ โดยอุตสาหกรรมยานยนต์สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ภาคอุตสาหกรรมไทยได้อย่างมากทำให้อุตสาหกรรมที่ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วตามไปด้วย ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้ประกอบการธุรกิจมีความตื่นตัวและให้ความสำคัญกับการพัฒนาผลผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในด้านต่าง ๆ เช่น ต้นทุน การส่งมอบ คุณภาพ สิ่งแวดล้อม

คอยล์เย็น เป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญชิ้นหนึ่งในอุตสาหกรรมยานยนต์ในปัจจุบัน จึงทำให้ผู้ประกอบการธุรกิจนำเทคโนโลยี หรือเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการผลิตหรือควบคุมการผลิตมากขึ้น แต่การพัฒนาที่ไม่เหมาะกับเทคโนโลยีทำให้ไม่สามารถใช้เครื่องจักรได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้ผู้ประกอบการธุรกิจยังคงพบปัญหา ความสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักร เช่น การติดตั้งแม่พิมพ์ เครื่องจักรหยุดบ่อยครั้ง ช่วงเวลาการเปลี่ยนแม่พิมพ์ที่ไม่เหมาะสม โดยความสูญเสียต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้เครื่องจักรขาดประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งส่งผลให้สูญเสียโอกาสทางธุรกิจ

ดังนั้นผู้ประกอบธุรกิจต้องมีระบบการจัดการการผลิตที่มีประสิทธิภาพ การจัดทำแผนการผลิตที่เหมาะสม มีการบริหารจัดการเวลาเพื่อลดเวลาสูญเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลา โดยประยุกต์ความรู้ในเรื่องของการศึกษาเวลา การลดการทำงานที่ไม่จำเป็นออก การเปลี่ยนงานภายในเครื่องจักรให้เป็นงานภายนอกเครื่องจักร การกำจัดความสูญเปล่าจากการทำงาน

กระบวนการผลิตคอยล์เย็น แบ่งออกเป็น 2 กระบวนการหลัก คือ

1. กระบวนการผลิตชิ้นส่วนย่อย ซึ่งมีทั้งหมด 3 กระบวนการที่ไม่ต่อเนื่องกัน ดังนี้

1.1 กระบวนการปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลท เป็นการนำม้วนอะลูมิเนียมที่มีความหนาอย่างน้อย 0.8 มิลลิเมตร (ความหนาขึ้นกับชนิดของแผ่นเพลท) มาปั๊มขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ลำดับ (Progressive Die)

1.2 การขึ้นรูปฟิน (Fin Forming) เป็นการนำม้วนอะลูมิเนียมมาขึ้นรูปให้เป็นครีบเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการระบายความเย็น

1.3 กระบวนการขึ้นรูปท่อ เป็นการนำท่ออะลูมิเนียมม้วนขนาดระหว่าง 10-15 มิลลิเมตร มาตัด (Cutting) แล้วนำมาขึ้นรูปที่ปลายท่อ (End Forming) หลังจากนั้นนำท่อมาดัดให้ได้มุมตามที่ต้องการหรือเรียกว่าการ Bending แล้วนำมาตัดโลหะส่วนเกินออก (Trimming)

2. กระบวนการประกอบและทดสอบ แบ่งเป็นกระบวนการ ดังนี้

2.1 กระบวนการประกอบคอยล์ (Core Assembly) เป็นการนำแผ่นเพลท ฟิน และชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบกันเป็นตัวคอยล์เย็น

2.2 กระบวนการเบรสซิ่ง (Brazing) เป็นกระบวนการหลวมละลายเพื่อให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของคอยล์เย็นติดกันไม่เกิดการรั่วของสารหล่อเย็น

2.3 กระบวนการเชื่อมท่อ เป็นกระบวนการเชื่อมท่อสำหรับสารหล่อเย็นเข้า-ออก โดยใช้แก๊สแอลพีจี (LPG Gas) ในการเชื่อม

2.4 กระบวนการตรวจสอบรอยรั่ว เป็นการทดสอบคอยล์เย็นหลังจากผ่านกระบวนการเบรสซิ่ง และกระบวนการเชื่อมท่อโดยใช้แก๊สฮีเลียม ในการตรวจสอบ

2.5 กระบวนการเคลือบผิว เป็นการนำคอยล์เย็นที่ผ่านการทดสอบรั่ว ผ่านสารสะสายที่สามารถป้องกันการกัดกร่อน และป้องกันกลิ่นอัพ

2.6 กระบวนการทดสอบรอยรั่วภายใน เพื่อทดสอบการรั่วภายในตัวคอยล์เย็น

2.7 กระบวนการประกอบและบรรจุ เป็นกระบวนการประกอบโอริง วาล์ว และตรวจสอบลักษณะภายนอกของคอยล์เย็นก่อนการบรรจุ แล้วทำการบรรจุลงกล่องเพื่อจัดเก็บและจัดส่งให้ลูกค้า

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กรณีศึกษาโรงงานผลิตคอยล์เย็น เป็นโรงงานที่มีการนำเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการผลิต โดยทำการศึกษาในส่วนของกระบวนการปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลท พบว่าโรงงานผลิตคอยล์เย็นประสพกับปัญหาการใช้งานเครื่องจักรไม่เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งเกิดจากปัจจัยในหลาย ๆ ด้าน ยกตัวอย่าง ความสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักรเสีย ความสูญเสียจากการติดตั้งเครื่องแม่พิมพ์เป็นเวลานาน ความสูญเสียที่เกิดจากการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ ความสูญเสียจากการเปลี่ยนวัตถุดิบ ความสูญเสียจากการวางแผนการผลิตที่ไม่เหมาะสม ซึ่งการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร แสดงดังตารางที่ 1-1

ตารางที่ 1-1 เวลาการทำงานของกระบวนปั๊มขึ้นรูปของโรงงานกรณีศึกษาจากเดือนกันยายน-เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554

รายละเอียด	เดือนที่ทำการศึกษา				เฉลี่ย
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
เวลาตามแผนการผลิต (นาที)	35,415	2,5850	29,955	24,915	29,033
เวลาที่เครื่องจักรหยุด (นาที)	8,885	8,181	8,603	7,224	8,223
เวลาเดินเครื่อง (นาที)	26,530	17,669	21,352	17,691	20,810
% อัตราการเดินเครื่อง (A)	74.91	68.35	71.28	71.01	71.39
เวลามาตรฐาน (วินาที)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.20
จำนวนชิ้นงานที่ต้องผลิตตามแผน (ชิ้น)	1,061,200	706,760	854,080	707,640	832,420
จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ (ชิ้น)	837,700	700,750	842,440	661,600	760,622
% ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P)	78.94	99.15	98.64	93.49	92.56
จำนวนชิ้นงานดีที่ผลิตได้ (ชิ้น)	829,400	692,080	830,900	658,500	752,720
% อัตราคุณภาพ (Q)	99.01	98.76	98.63	99.53	98.98
ความสูญเสียโอกาสในการผลิตชิ้นงาน (ชิ้น)	444,250	409,050	430,150	361,200	411,162
ปนะสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร(AxPxQ)	58.55	66.93	69.35	66.07	65.40

ข้อมูลในตารางพบว่า ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย 65.40% ซึ่งส่วนที่ก่อให้เกิดความสูญสียแวลาส่งผลต่อประสิทธิผลของเครื่องจักรมากที่สุดคืออัตราการเดินเครื่องจักร 71.39% โดยเฉลี่ยประสิทธิภาพการเดินเครื่อง 92.56% และอัตราคุณภาพ 98.98% ตามลำดับ โดยสูญเสียโอกาสในการผลิตงานจากการหยุดเครื่องจักรไป 28.61% หรือ 411,162 ชิ้นต่อเดือน จึงเป็นมูลเหตุในการศึกษาการลดเวลาความสูญเสียจากการหยุดเครื่องจักรในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลทโดยประยุกต์ความรู้ในเรื่องของการศึกษาเวลา การลดการทำงานที่ไม่จำเป็นออก

การเปลี่ยนงานภายในเครื่องจักรให้เป็นงานภายนอกเครื่องจักร การกำจัดความสูญเปล่า และการวางแผนการผลิต มาเพื่อดำเนินการปรับปรุง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในส่วนของการปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน
2. เพื่อให้การวางแผนการผลิตทำได้สอดคล้องกับความต้องการ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษากระบวนการปั๊มขึ้นรูปในโรงงานผลิตคอยล์เย็น
2. ศึกษาหลักการในการเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
3. ศึกษาการวางแผนการผลิตในกระบวนการขึ้นรูปแผ่นเพลท

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรได้
2. สามารถวางแผนการผลิตที่เหมาะสม
3. สามารถเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

แผนการดำเนินงาน

1. กำหนดขอบเขตงานหรือแผนที่ต้องทำการศึกษา
2. ศึกษาทฤษฎีหรือแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษากระบวนการผลิตหรือสภาพปัจจุบันของโรงงาน
4. เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อบ่งชี้สภาพปัญหา
5. รวบรวมปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาเพื่อการปรับปรุงแก้ไข
6. ปรับปรุงการทำงานโดยอาศัยเทคนิคทางอุตสาหกรรม
7. ติดตามผลการดำเนินงาน และการปรับปรุงแก้ไข
8. วัดผลการปฏิบัติงาน
9. สรุปผลการดำเนินงาน
10. จัดทำรูปเล่มรายงาน

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในโรงงานกรณีศึกษาการผลิตคอยล์เย็น ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและใกล้เคียงกับงานวิจัยดังต่อไปนี้

การศึกษาการทำงาน

ความหมายและองค์ประกอบของการศึกษางาน

"การศึกษางาน" คือ เทคนิคที่ใช้ในการปรับปรุงการทำงานอย่างมีระเบียบ ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพและเศรษฐภาวะ (Economy) ของการทำงานนั้น ๆ ให้ดีขึ้น ซึ่งประกอบด้วยเทคนิคหลักอยู่ 2 อย่างคือ

1. การศึกษาวิธี (Method Study) เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานที่กำลังดำเนินอยู่

2. การวัดงาน (Work Measurement) เป็นการศึกษาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐาน (Standard Time) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในแง่ต่าง ๆ เช่น การวางแผนการผลิต ปรับปรุงดุลยภาพของสายการผลิต เป็นข้อมูลในการจ่ายค่าแรงอย่างจูงใจ หรือกำหนดมาตรฐานในการผลิต (Production Standard)

เทคนิควิธีทั้งสองซึ่งเป็นองค์ประกอบของการศึกษางาน เป็นเครื่องมือที่มีอานุภาพมากในการเพิ่มผลผลิต และมีความสำคัญอย่างแน่นแฟ้น

การศึกษาวิธี และการวัดงานเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน การศึกษาวิธีเป็นการศึกษาเพื่อลดขั้นตอนของการทำงานที่ไม่จำเป็นหรือซ้ำซ้อนกัน ส่วนการวัดงานเป็นการศึกษาเพื่อลดเวลาที่ไร้ประสิทธิภาพ จากนั้นจึงวัดว่างานนั้น ๆ ใช้เวลานานเท่าไร ในบางครั้งถ้าต้องการทราบเวลาที่ใช้ในการทำงานก็ทำการวัดงานได้โดยตรง ผลลัพธ์ของการศึกษางานคือ การเพิ่มผลผลิตนั่นเอง

ผลการศึกษางานต่อการเพิ่มผลผลิต

การเพิ่มผลผลิตที่ได้ผลเด่นชัดในระยะยาวก็คือ การพัฒนากระบวนการผลิต การเปลี่ยนไปใช้เครื่องมือ เครื่องจักรที่ทันสมัยกว่าหรือเครื่องกลที่มีระบบอัตโนมัติ หรือเปลี่ยนไปใช้กรรมวิธีการผลิตใหม่ การเพิ่มผลผลิตในลักษณะนี้ แม้จะเห็นผลได้เด่นชัด และการเพิ่มพูนปริมาณการผลิตอย่างมากมายและอาจทำได้ไม่ยากนัก แต่ก็เป็นวิธีที่ต้องการเงินลงทุนเพิ่มเติม ทำให้ค่าใช้จ่ายด้านนี้สูงขึ้น อุตสาหกรรมที่มีขีดจำกัดทางด้านนี้ จึงมักติดขัดไม่สามารถกระทำได้ และ

ยังอาจมีผลกระทบที่ไม่พึงปรารถนา ในสภาพเศรษฐกิจปัจจุบัน เช่น ทำให้เกิดการว่าจ้างแรงงานน้อยลง เพราะมีเครื่องจักรที่ทันสมัย มักจะทำด้วยระบบอัตโนมัติเป็นส่วนใหญ่ หรือทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูงขึ้น ซึ่งไม่ใช่เรื่องการเพิ่มผลผลิตอีกด้วย

การเพิ่มผลผลิตโดยการศึกษางาน เป็นการศึกษาวิเคราะห์และปรับปรุงการทำงานที่มีอยู่อย่างมีระเบียบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานให้ดีขึ้น เพื่อเป็นการพยายามใช้ทรัพยากรต่าง ๆ อันเป็นปัจจัยในการผลิตให้เป็นประโยชน์สูงสุด เป็นวิธีการที่ไม่ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายและการลงทุนมาก จึงเป็นวิธีการที่กระทำได้ทันที เห็นผลแน่นอนและเหมาะสมที่จะกระทำควบคู่กับการปฏิบัติกับงานประจำ

ข้อเด่นของการศึกษางาน สามารถสรุปข้อเด่นของการศึกษางานได้ดังนี้

1. การศึกษางานเป็นวิธีที่เพิ่มผลผลิตในโรงงาน หรือหน่วยงานโดยการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ อันเป็นปัจจัยการผลิตให้เกิดประโยชน์สูงที่สุด

2. การศึกษางานเป็นวิธีการศึกษาอย่างเป็นระบบ ทำให้ไม่มองข้ามองค์ประกอบที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นการศึกษางานเพื่อกำหนดงานใหม่หรือศึกษางานใหม่เพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น

3. การศึกษางาน เป็นวิธีการที่ให้ข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ ในการทำงานหลาย ๆ ด้าน เช่น การวางแผนและการควบคุมการผลิต การจ่ายค่าแรงตอบแทนแรงจูงใจ ฯลฯ

4. การศึกษางานเป็นวิธีที่เห็นผลรวดเร็วให้เกิดการประหยัด หรือได้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้นทันทีที่นำไปปฏิบัติ

5. การศึกษางานใช้ได้ทุกโอกาส สถานที่ และลักษณะไม่ว่าจะเป็นงานที่กระทำด้วยมือใช้เครื่องจักรกล ในสำนักงาน ในคลังสินค้าและในงานบริการอื่น ๆ

6. การศึกษางานเป็นวิธีที่จะทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องของงานเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะช่วยให้พิชิตความไร้ประสิทธิภาพ และความบกพร่องที่มีในหน่วยงาน

ขั้นตอนของการศึกษางาน แบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกงาน วิธีการ กระบวนการ หรือระบบที่จะทำการศึกษา

2. บันทึกและสังเกตการณ์โดยตรงในทุกสิ่งที่เกิดขึ้นในงาน วิธีการ กระบวนการหรือระบบงานที่เลือก โดยการใช้วิธีบันทึกที่เหมาะสมเพื่อเป็นข้อมูลที่สะดวกในการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุง

3. ตรวจตราข้อเท็จจริงที่บันทึกมาทุก ๆ เรื่องในประเด็นต่าง ที่สำคัญ เช่น จุดประสงค์ สถานที่ ลำดับขั้นตอน คนที่เกี่ยวข้อง และวิธีการที่ใช้

4. พัฒนาวิธีที่ประหยัดในการทำงาน โดยพิจารณาเงื่อนไขทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

5. วัดปริมาณที่ต้องทำในวิธีการทำงานที่เราเลือกใช้ และเวลาที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้อ้างอิงและเป็นข้อมูลสำหรับกิจกรรมอื่น

6. นิยามวิธีการทำงานที่เสนอขึ้นใหม่ และเวลาที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้อ้างและเป็นข้อมูลสำหรับกิจกรรมอื่น

7. ใช้วิธีการทำงานที่ได้พัฒนาปรับปรุง หรือกำหนดขึ้นมาใหม่โดยมีมาตรฐานของงานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ต้องเป็นไปตามขั้นตอนของการปฏิบัติงานในหน่วยงาน

8. รักษามาตรฐานของงานที่กำหนดและนิยามขึ้นโดยการควบคุม แก้ไขปัญหาและอุปสรรคที่เหมาะสม

หลักการปฏิบัติในการศึกษางาน

การศึกษางานส่วนใหญ่จะกระทำขึ้นโดยจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนา หรือปรับปรุงงานที่ปฏิบัติอยู่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลง มีผลกระทบถึงผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งฝ่ายจัดการ ผู้บังคับบัญชา ระดับหัวหน้างาน และพนักงานโดยตรงเพื่อที่จะป้องกันมิให้เกิดปัญหาและข้อขัดแย้งต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ การศึกษางานควรยึดหลักปฏิบัติดังนี้

1. การศึกษางานควรได้รับการสนับสนุนจากทุก ๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งฝ่ายจัดการผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่ายควรเข้าใจในความจำเป็นและผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา

2. การศึกษางานควรเป็นไปอย่างกระจ่างชัดและเปิดเผยให้เป็นที่รู้จักและรับทราบโดยทั่วกัน

3. การศึกษางานควรหลีกเหลี่ยง หรือละเว้นที่จะชี้ชัดความบกพร่องข้อผิดพลาดของใครทั้งสิ้นเพราะไม่ใช่จุดมุ่งหมายของการศึกษางาน

4. การเปิดโอกาสให้ผู้เกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วม โดยการให้คำปรึกษาหารือขอความคิดเห็น

5. พึงระวังไม่ให้การศึกษาสั่นคลอนสถานภาพหรือความมั่นคงในอาชีพการงานของทุกฝ่าย

6. การศึกษางานควรเป็นเรื่องที่เป็นประโยชน์ด้วยกันทุก ๆ ฝ่าย การศึกษางานก่อให้เกิดประโยชน์แก่ฝ่ายหนึ่งเพียงฝ่ายเดียว มักจะทำให้การศึกษางานนั้นก่อให้เกิดความล้มเหลวหรือเป็นอุปสรรคต่อการเพิ่มผลผลิตในอนาคต

7. สัมพันธภาพในการทำงานที่ดีเป็นพื้นฐานที่สนับสนุนการศึกษางานให้บรรลุจุดมุ่งหมาย ควรรักษาสัมพันธภาพและส่งเสริมให้ดียิ่งขึ้น

หลักของการปรับปรุงโดยการศึกษางาน

1. การกำจัดขั้นตอนบางส่วนที่ไม่จำเป็นออก (Eliminate, E)

2. รวมงานบางส่วนเข้าด้วยกัน (Combine, C)

3. จัดลำดับขั้นตอนงานใหม่ (Rearrange, R)

4. ปรับปรุงงานให้ง่ายขึ้น (Simplify, S)

โดยการใช้เทคนิคการตั้งคำถาม 5 W 1 H และหรือรายการตรวจสอบ

ประโยชน์ของการปรับปรุงงาน

1. การปรับปรุงเป็นผลดีต่อสมาชิกในองค์กร คือ

1.1 เพิ่มความมั่นคงในการทำงานมากขึ้น

1.2 ลดความเหน็ดเหนื่อยจากการใช้แรงงานให้น้อยลง

1.3 เปิดโอกาสให้สมาชิกพัฒนาความสามารถ

1.4 ทำให้ค่าจ้างแรงงานของตนเองเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ

2. เป็นผลดีต่อบริษัทหรือองค์กร คือ

2.1 ลดค่าใช่จ่ายในการผลิตหรือบริการแต่ละหน่วยให้น้อยลง

2.2 ทำให้มีเงินเหลือเพื่อใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพของสินค้าหรือ บริการ การเลือกซื้อเครื่องมือ เครื่องใช้ประเภทต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

2.3 ช่วยลดการต้านทานการเปลี่ยนแปลงของสมาชิก

3. เป็นผลดีต่อสังคมส่วนรวมคือ

3.1 ทำให้สินค้าหรือบริการมีราคาถูกลง

3.2 ลดความสูญเปล่าด้านแรงงาน และวัสดุสิ่งของให้น้อยลง

3.3 ผู้บริโภคได้สินค้าหรือบริการที่ดีขึ้น

3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างนายจ้างกับลูกจ้างดีขึ้น

การวัดงาน

การวัดงาน คือ การวัดสาระและวิธีการทำงานในเชิงปริมาณ ด้วยการใช้เวลาเป็นเกณฑ์การวัด

จุดประสงค์ของการวัดงาน

ขั้นที่ 1 ดำเนินการควบคู่ไปกับการศึกษาการทำงาน

ก. เพื่อช่วยวิเคราะห์สาระกิจกรรมของงานที่เป็นประโยชน์ต่อการผลิต

ข. ช่วยแจกแจงองค์ประกอบของการสูญเปล่า

ขั้นที่ 2 ภายหลังจากการได้ฝึกฝนการวัดงานอย่างเพียงพอแล้ว

ก. กำหนดเวลามาตรฐาน

เทคนิคการวัดงานที่ 4 เทคนิค ดังนี้

1. เทคนิคการศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) เป็นการศึกษาเวลาโดยใช้เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงาน

2. เทคนิคสุ่มงานจากตัวอย่าง (Work Sampling) เป็นการศึกษางานจากการสุ่มตัวอย่างเชิงสถิติหาสัดส่วนของเวลา

3. การใช้ตารางเวลามาตรฐานพรีดีเทอร์มีน (Predetermined Time Standards) เป็นการหาเวลาโดยการคำนวนหาจากการเคลื่อนไหวของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายซึ่งเป็นตารางมาตรฐานไว้มารวมกัน

4. การใช้ข้อมูลมาตรฐาน (Standard Data) เป็นการหาเวลาโดยอาศัยข้อมูลในอดีตที่เก็บไว้

ขั้นตอนในการวัดผลงาน

1. เลือก คือ การเลืองานที่ต้องการศึกษา เช่น งานที่มีปัญหา งานใหม่
2. บันทึกวิธีการทำงาน องค์ประกอบของกิจกรรม และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. ตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ ที่บันทึกไว้
4. วัดปริมาณงานที่เกี่ยวข้องในแต่ละส่วน
5. คำนวนเวลามาตรฐาน

การศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาเวลาเป็นเทคนิคการวัผลของงานเพื่อหาเวลาและอัตรการทำงาน (Operation Rate) ของงานย่อย ๆ ภายในภาวะการทำงานหนึ่ง ๆ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในการจัดตั้งเวลามาตรฐานของการทำงาน (Standard Time) ที่เหมาะสม

ในการศึกษาเวลามีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. เครื่องมือในการจับเวลา
   1.1 นาฬิกาในการจับเวลา
   1.2 แบบฟอร์มมาตรฐานในการบันทึก
   1.3 อื่น ๆ เช่นการอ่านจากเคาท์เตอร์ของเครื่อง
2. การเลือกงานที่นำมาศึกษา
   2.1 ผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการใหม่ที่ไม่มีการจับเวลามาก่อน
   2.2 งานที่มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ

2.3 งานที่มีเวลาในเรื่องเวลามาตรฐานเดิม

2.4 งานที่มีปัญหาเรื่องประสิทธิภาพ

3. ขั้นตอนการศึกษาเวลา

3.1 ทำความเข้าใจกับผู้ปฏิบัติงาน และศึกษารายละเอียดรวมถึงสถาพแวดล้อมต่าง ๆ ของงานที่ทำการศึกษา

3.1.1 เพื่อให้ได้เวลาที่ถูกต้องและพนักงานไม่เกิดความเครียดในการทำงาน "จุดประสงค์หลักในการจับเวลา คือ เพื่อจัดตั้งเวลามาตรฐาน หาต้นทุน ในการผลิตและวงแผนการผลิตไม่ใช่การจับผิดพนักงาน"

3.1.2 เพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในการทำงาน เช่น เสียง แสงสว่าง สถาพของวัตถุดิบ เครื่องจักร ที่ทำให้ข้อมูลที่จับได้มีความคลาดเคลื่อน

3.2 แบ่งงานที่ทำการศึกษาออกเป็นงานย่อย (Element) เพื่อให้ง่ายต่อการจับเวลาและได้ข้อมูลที่ถูกต้อง สามารถนำไปใช้กับงานอื่นได้โดยไม่ต้องทำการจับเวลาใหม่ มีหลักการแบ่งงานย่อยดังนี้

3.2.1 โดยปกติงานย่อยต้องอยู่ในช่วง 0.04-0.35 วินาที/ รอบ

3.2.2 มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่แน่นอน

3.2.3 การจับเวลาในการทำงานของเครื่องจักรควรแยกออกจากพนักงาน

3.3 สังเกตและบันทึกการทำงานของพนักงาน การจับเวลาอาจกระทำได้ 2 วิธี ดังนี้

3.3.1 การบันทึกแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) คือ การจับเวลา แบบติดต่อกันโดยไม่หยุด โดยเริ่มตั้งแต่ เมื่อเริ่มงานย่อยแรกและเวลาของงานย่อยต่อ ๆ ไป ก็ดูจากเข็มนาฬิกาครบรอบ

3.3.2 การบันทึกเวลาแบบย้อนหลัง (Repetitive Timing) คือการจับเวลาแต่ละงานย่อยโดยเริ่มที่ 0 เวลาที่อ่านได้เป็นเวลาจริงของแต่ละงานย่อย

คำนวนหาจำนวนรอบในการจับเวลา (วันชัย ริจิรวนิช. 2551)

การศึกษาเวลาโดยการใช้นาฬิกาจับเวลาถือเป็นการสุ่มตัวอย่างรูปแบบหนึ่ง เพียงแต่เป็นการสุ่มตัวอย่างเดียวที่มีความต่อเนื่องสูง ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากความแปรปรวนของงาน ความเร็วของพนักงานในการทำงาน และอาจจะมีงานย่อยแปลกปลอม (Foreign Element) อื่น ๆ ซ่อนเร้นอยู่ ดังนั้นการจับเวลาเพียงรอบเดียว หรือ 2-3 รอบ ย่อมไม่ใช้ค่าที่แน่นอนที่จะใช้เป็นฐานในการคำนวณเวลามาตรฐานได้ การจับเวลาโดยมีจำนวนข้อมูลที่เหมาะสม นอกจากจะใช้ค่ามาตรฐานที่น่าเชื่อถือได้แล้ว ยังทำให้ผู้ศึกษาสามารถนำเวลามาตรฐานที่ได้ไปใช้ด้วยความเชื่อมั่นอีกด้วย

การคำนวณหาจำนวนรอบที่เหมาะสมมีหลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นกับเวลาและค่าความแม่นยำที่ต้องการ แต่ทุกวิธีต้องอาศัยข้อมูลเบื้องต้นจำนวนหนึ่งในการหาค่าประมาณการของค่าตัวแทน (Representative Time) และค่าความคลาดเคลื่อนเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณ สูตรการคำวณจึงแปรเปลี่ยนไปตามขนาดของข้อมูลเบื้องต้นที่นำมาใช้ โดยในที่นี้จะแทนค่าของขนาดของข้อมูลเบื้องต้นนี้ด้วยอักษร n

วิธีที่ 1 เมื่อ n มีขนาดมากกว่า 30 ข้อมูล

สมมติว่า ค่าแตกต่างในการบันทึกเวลาแต่ละครั้งเกิดจากสาเหตุของโอกาส (Chance) เพียงอย่างเดียว ดังนั้นค่า Standard Error ของ Mean ของงานย่อย ย่อมเท่ากัน

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\acute{\sigma}_1^2+\acute{\sigma}_2^2+\acute{\sigma}_3^2+\ldots\ldots\ldots\ldots\acute{\sigma}_N^2}{N^2}$$

$$= \frac{N\acute{\sigma}^2}{N^2}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\acute{\sigma}}{\sqrt{N}} \qquad (1)$$

โดยที่ $\sigma_{\bar{x}}$ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงของ $\bar{X}$

$\acute{\sigma}_N$ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั่วไปของงานย่อย หรือ = $\acute{\sigma}$

N = จำนวนข้อมูลที่แท้จริงของการศึกษางานย่อย

(Actual Number of Observation of The Element)

แต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือ Standard Deviation (σ) คือค่า Root-Mean-Square Deviation ของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของมัน นั่นคือ

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})}}{n} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}}{n} - \bar{x}^2 \qquad (2)$$

โดย $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$

โดยที่ X_i = ค่าเวลาที่อ่านได้ของแต่ละงานย่อย

$\bar{X}$ = เวลาเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณกลุ่มตัวอย่างของงานย่อย

n = จำนวนข้อมูลที่เก็บตัวอย่างของการศึกษางานย่อย

แทนค่า $\bar{X}$ ในสูตร (2) จะได้

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}{n}} - \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}{n}\right)^2}$$

$$= \frac{1}{n}\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}$$

ถ้า $\sigma = \sigma'$ และแทนค่าในสูตร *(1)*

จะได้ $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\frac{1}{n}\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} x_{i=1}^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}}{\sqrt{N}}$ (3)

ในการจับเวลาของงานชิ้นส่วนหนึ่ง ๆ ผู้วิจัยจะต้องตัดสินใจว่าจะให้ข้อมูลที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่าใด โดยปกติแล้วในงานของการศึกษาเวลามักจะตั้งค่าความคลาดเคลื่อนไว้ที่ $\pm$ 5%

โดยให้มีระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 95% (95% CI) นั่นคือ มีโอกาสอย่างน้อย 95 ครั้ง จาก 100 ครั้งที่ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จะอยู่ภายในค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm$ 5% จากค่าที่เป็นจริง

จากสมมติฐานว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดมากกว่า 30 ข้อมูลจะมีลักาณะของการแจกแจงเป็นปกติ (Normal Distribution) ดังนั้น 95% CI คือพื้นที่ใต้โค้งเท่ากับ 95% ซึ่งจะตรงกับค่า $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ หรือเท่ากับ $Z_{0.975}$

$$Z_{\frac{\alpha}{2}} = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm$ 5% นั่นคือ $|\bar{x} - \mu| = 0.05\bar{x}$ นั่นเอง ดังนั้นจะสามารถแสดงความสัมพันธ์ของสมการข้างต้นได้ว่า

$$0.05\bar{x} = Z_{0.975} \times \sigma_{\bar{x}}$$

แต่ $Z_{0.975} = 1.96$ หรือประมาณ 2

$$\therefore 0.05\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = 2\,\sigma_{\bar{x}}$$

แทนค่า σ_x จากสูตร (3) จะได้

$$0.05\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = 2\frac{\frac{1}{n}\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} x_{i=1}^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}}{\sqrt{N}}$$

$$\sqrt{N} = \frac{2}{0.05}\frac{\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} x_{i=1}^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}}{\sum_{i=1}^{n} x_i}$$

$$N = 40\frac{\sqrt{n\sum_{i=1}^{n} x_{i=1}^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}}{\sum_{i=1}^{n} x_i}$$

ขณะเดียวกันสามารถหาค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลหรือ Relation Accuracy ได้จากสูตร

$$\text{Rel.acc.} = \frac{Z\alpha \times \sigma_{\bar{x}}}{\bar{x}} \times 100\%$$

วิธีที่ 2 เมื่อ n มีขนาดตัวอย่างน้อยกว่า 30 ข้อมูล

ในกรณีที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (No. of Cycles) มีจำนวนน้อยกว่า 30 ค่า S^2 หรือ Sample Variance จะมีค่าแปรปรวนสูง ทำให้การแจกแจงของข้อมูลที่ได้ออกมาเป็นรูประฆังแบน ในกรณีนี้ควรใช้ t-Distribution แทน ซึ่งจะมีค่า Standard Error ของข้อมูลเป็นดังนี้

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\bar{x}_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

และ $$S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{N}}$$

เนื่องจากขนาดของข้อมูลมีน้อย ดังนั้น S_x หรือความแปรปรวนจะแปรเปลี่ยนไปตามขนาดของข้อมูลจึงควรใช้ค่าสถิติ t ในการคำนวณค่าความแปรปรวน

ค่า t หาได้จากสูตร $$t_{\frac{\alpha}{2}v} = \frac{\bar{x} - \mu}{S_{\bar{x}}}$$

ซึ่งค่าของ t นี้แปรผันตามขนาดของข้อมูล หรือ Degree of Freedom ถ้าต้องการให้ค่า $\bar{X}$ คลาดเคลื่อนจากค่า μ ไม่เกิน $\pm$ 5% ภายในระดับความเชื่อมั่น 95% จะหาค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้จาก สูตรค่าความแม่นยำสัมพันธ์ หรือ $|\bar{x} - \mu|$ ดังนี้

$$\text{Rel.acc.} = \pm \frac{t_{\frac{\alpha}{2}v} \times S_{\bar{x}}}{\bar{x}} \times 100\%$$

เพื่อเปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนดไว้ คือ $\pm$ 5% ถ้ามีค่ามากกว่าก็จะเพิ่มค่าของ N ออกไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้ค่าความแม่นยำสัมพันธ์ตามต้องการ

วิธีที่ 3 ใช้ตารางของ Maytag

นอกจากสองวิธีดังกล่าวข้างต้นยังมีวิธีอื่น ๆ อีก ซึ่งคิดขึ้นโดยบริษัท Maytag ในสหรัฐอเมริกา อาศัยหลักการเดียวกันกับวิธีการแจกแจง t-Distribution แต่ได้แปลงเป็นตารางหาค่าโดยประมาณการเพื่อความรวดเร็ว ขั้นตอนมีดังนี้

1. จับเวลาเบื้องต้นของการทำงานโดย
   1.1 ถ้าวัฏจักรงานสั้นกว่า 2 นาทีให้จับเวลามากกว่า 10 ครั้ง
   1.2 ถ้าวัฏจักรงานยาวกว่า 2นาทีให้จับเวลามาเพียง 5 ครั้ง
2. หาค่า R (range) หรือพิสัย ซึ่งคือค่าสูงสุด (H) – ค่าต่ำสุดของกลุ่ม(L)
3. หาค่า $\bar{X}$ ซึ่งได้จากผลรวมของตัวแปรของตัวเลขในกลุ่มหารด้วยจำนวนข้อมูล (5 หรือ 10)

$= \frac{\sum x}{n}$ หรืออาจจะหาค่าประมาณการได้จากค่าสูงสุด + ค่าต่ำสุดของกลุ่มแล้วหารด้วย 2

$= \left(\frac{H+L}{2}\right)$

4. คำนวณ ค่า $\frac{R}{\bar{x}}$
5. อ่านค่า N (จำนวนรอบที่เหมาะสม) จากตารางที่ 2-1 ให้ตรงกับค่า $\frac{R}{\bar{x}}$ ที่คำนวนไว้

ตาราง Maytag นี้มีที่มาจากสมการความสัมพันธ์ของ

$$\acute{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} \qquad (4)$$

โดย $\acute{\sigma}$ = ค่า Unbias estimator of σ for small N

$\bar{R}$ = Average Range

d_2 = Factor for central line for Range

ตารางที่ 2-1 การหาจำนวนรอบที่เหมาะสมโดยประมาณสำหรับความคลาดเคลื่อน ± 5%
ภายใน 95% ของความเชื่อมั่น

$\frac{R}{\bar{x}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\frac{R}{\bar{x}}$ กลุ่ม	ข้อมูลจาก		$\frac{R}{\bar{x}}$ กลุ่ม	ข้อมูลจาก	
	5	10		5	10		5	10
0.1	3	2	0.42	52	30	0.74	162	93
0.12	4	2	0.44	57	33	0.76	171	98
0.14	6	3	0.46	63	36	0.78	180	103
0.16	8	4	0.48	68	39	0.8	190	108
0.18	10	6	0.5	74	42	0.82	199	113
0.2	12	7	0.52	80	46	0.84	209	119
0.22	14	8	0.54	86	49	0.86	218	125
0.24	17	10	0.56	93	53	0.88	229	131
0.26	20	11	0.58	100	57	0.9	239	138
0.28	23	13	0.6	107	61	0.92	250	143
0.3	27	15	0.62	114	65	0.94	261	149
0.32	30	17	0.64	121	69	0.96	273	156
0.34	34	20	0.66	129	74	0.98	284	162
0.36	38	22	0.68	137	78	1	296	169
0.38	43	24	0.7	145	83			
0.4	47	27	0.72	153	88			

หมายเหตุ: สำหรับค่าคลาดเคลื่อน ± 10% ภายใน 95% ของความเชื่อมั่นให้หารตัวเลขในตารางด้วย

และจาก $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\acute{\sigma}}{\sqrt{N}}$ ดังนั้น $\acute{\sigma} = \sigma_{\bar{x}}\sqrt{N}$

เมื่อแทนค่า $\acute{\sigma}$ ในสูตร (4) จะได้

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{N}}$$

สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงเป็นปกติ ความคลาดเคลื่อน ± 5% ภายใน 95% ของความเชื่อมั่นจะสามารถแสดงเป็นสมการได้ว่า

$$0.05\bar{X} = 2\sigma_{\bar{x}}$$

และจาก $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\bar{R}}{d_2\sqrt{N}}$ แทนค่าลงในสมการจะได้

$$0.05\bar{X} = \frac{2\bar{R}}{d_2\sqrt{N}}$$

$$0.025 d_2\sqrt{N} = \frac{\bar{R}}{\bar{x}}$$

จะได้ค่า $\frac{\bar{R}}{\bar{x}}$ ในรูปของดัชนี d_2 ค่า d_2 นี้ขึ้นอยู่กับค่าของข้อมูลของกลุ่ม ถ้าข้อมูลของกลุ่ม = 5, d_2 = 2.326

ถ้าข้อมูลของกลุ่ม =10, ค่า d_2 = 3.078

จากสูตรข้างต้นนี้ถ้าค่า $\frac{R}{\bar{x}}$ = 0.30 จากข้อมูลกลุ่มหนึ่งซึ่งมีอยู่ 10 ตัว ค่า N จะคำนวณได้ดังนี้

$$\sqrt{N} = \frac{0.30}{0.025 \times 3.078}$$

$$N = 15.20$$

$$\cong 15 \text{ (เท่ากับค่าที่อ่านได้จากตาราง)}$$

ในการศึกษาเวลาจะมีประโยชน์โดยตรงต่อการหาเวลามาตรฐาน แต่ก็ยังมีประโยชน์ต่อด้านอื่นอีกด้วย

1. เพื่อนำเวลาไปใช้ปรับต้นทุน ควบคุมต้นทุน
2. เพื่อประเมินต้นทุน
3. เพื่อประเมินแรงงาน ว่าแต่ละหน่วยจะใช้เท่าไหร่
4. เพื่อนำไปใช้ทำการกระจายภาระงานให้สมดุลในสายการผลิต/ กลุ่มคน
5. เพื่อการกำหนดงานว่าพนักงานหนึ่งคนควบคุมเครื่องจักรกี่เครื่อง

6. เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานการทำงานของแต่ละคน และมีผลต่อรางวัลหรือจ่ายค่าแรงจูงใจ

7. นำไปใช้ในการเปรียบเทียบหาวิธี การทำงานที่ดีกว่า

8. ช่วยคำนวณกำลังการผลิตสูงสุดของโรงงาน

9. ช่วยเป็นข้อมูลในการวางผังโรงงาน

10. ช่วยเป็นข้อมูลในการวางแผนการผลิตและวางเป้าหมายกำหนดการผลิต

11. การประเมินผลประสิทธิภาพงาน

ประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และผลิตภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency)

โดยความหมายของ Output จะอยู่ในรูปของพลังงานหรืองานก็ได้ ส่วน Input จะอยู่ในรูปของพลังงานหรืองานที่ป้อนเข้าไปด้วยได้เช่นกัน การออกแบบทางด้านวิศวกรรมที่ดี จึงเป็นการออกแบบ Input ต้องใกล้เคียงกับ Output ให้มากที่สุด คือให้ Loss หรือความสูญเสียในระบบน้อยที่สุด ค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาก็จะมีค่าต่ำกว่า 100% เสมอ

ประสิทธิผล (Effectiveness)

ประสิทธิผลเป็นองศาของความสำเร็จในการบรรลุเป้าหมาย (Degree of Accomplishment of Objective) การดำเนินงานเพื่อให้เกิดประสิทธิผลจึงเป็นความสำเร็จขององค์กรในการเพิ่มผลผลิต ดังนั้นประสิทธิภาพและประสิทธิผลจึงไม่จำเป็นต้องไปในแนวทางเดียวกัน ผลงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุด อาจจะมีประสิทธิผลต่ำ เพราะประสิทธิภาพมุ่งเรื่องการให้ผลงานโดยความสูญเสียเชิงทรัพยากรที่ใช้ต่ำ แต่ประสิทธิผลมุ่งเน้นประโยชน์ที่ได้รับจากผลผลิตตามเป้าหมาย โดยที่ประสิทธิภาพจอาจต่ำก็ได้ เพราะผลประโยชน์ที่ต้องการให้ได้ตามเป้าหมายจะแตกต่างจากผลประโยชน์ที่ได้จากการลดความสูญเสียของการใช้ทรัพยากรที่น้อยกว่า ขณะที่ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายเพื่อการนี้เพิ่มขึ้น

ผลิตภาพ (Productivity)

ผลิตภาพ หรือ อัตราผลผลิต (Productivity) มักจะได้ยินในชื่อที่เรียกว่า "การเพิ่มผลผลิต" เป็นกุญแจสำคัญไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ในเชิงเศรษฐศาสตร์ ผลิตภาพเป็นดัชนีชี้วัดถึงความมีประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตในรูปแบบของผลผลิตที่ได้ต่อการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ขององค์กรและยังเป็นหัวใจหลักในการวัดมูลค่าเพิ่มของกระบวนการผลิต แม้คำว่าผลิตภาพหรืออัตราการผลิตจะมีใช้มานานแล้วก็ตาม แต่ก็มีผู้ใช้คำอื่นที่มีความหมายคล้ายคลึงกัน เช่น คำว่าประสิทธิภาพการผลิต หรือการเพิ่มผลผลิต เป็นต้น ซึ่งต่างก็มีความหมาย

ใกล้เคียงกันคือ หมายถึง ความสามารถหรือประสิทธิภาพในการเปลี่ยนปัจจัยหรือทรัพยากรต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตให้เป็นผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ ซึ่งเป็นองค์กรอิสระสังกัดกระทรวงอุตสาหกรรม ทำหน้าที่ในการส่งเสริมสนับสนุนการเพิ่มผลผลิตของประเทศไทย ได้ให้คำอธิบายความหมายของการเพิ่มผลผลิตไว้ว่า

"การเพิ่มผลผลิต หมายถึง การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า อันนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) หรือการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) ด้วยจิตสำนึกเป็นแรงผลักดัน และใช้เทคนิคและเครื่องมือในการเพิ่มผลผลิต/ผลิตภาพ (Productivity Techniques and Tools) เป็นตัวช่วยให้ประสบความสำเร็จ" เนื่องจากผลิตภาพคือดัชนีวัดประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร ดังนั้นจึงอาจแสดงในรูปของสมการดังนี้

ผลิตภาพ = ผลิตภัณฑ์หรือผลผลิตที่ได้/ ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต หรืออาจใช้ดังนี้

$$P = O/I$$

โดย P = Productivity ผลิตภาพ

O = Output ผลิตภัณฑ์หรือผลผลิตที่ได้

I = ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต

การทำให้อัตราส่วนระหว่างผลผลิตที่ได้จากการผลิตกับทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตให้สูงขึ้นคือ การเพิ่มผลิตภาพ หรือ Productivity Improvement นั่นเอง ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญอันหนึ่งในการพัฒนาระบบเศรษฐกิจ จึงมีการใช้คำว่า "การเพิ่มผลผลิต" แทนคำว่าผลิตภาพ

"การผลิต" ที่กล่าวถึงในความหมายของการเพิ่มผลผลิตนี้มิได้หมายถึงเพียงเฉพาะการผลิตในภาคอุตสาหกรรมเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการผลิตสินค้าและผลผลิตใด ๆ ที่เกิดในระบบเศรษฐกิจ ซึ่งได้แก่ การผลิตในภาคเกษตรกรรม อุตสาหกรรมการบริการต่าง ๆ การธนาคาร การศึกษา การบริการด้านการแพทย์และโรงพยาบาล การขนส่ง ตลอดจนการให้บริการสาธารณสุขต่าง ๆ ซึ่งในทางเศรษฐศาสตร์แล้วถือว่าเป็นกลไกของการสร้างความเติมโตทางเศรษฐกิจทั้งสิ้น หรืออาจกล่าวได้ว่า "การผลิต" ก็คือ "การทำงาน" "การเพิ่มผลผลิต" ก็คือ "การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต" หรือ "ประสิทธิภาพในการทำงานนั่นเอง"

การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (ชาญชัย พรศิริรุ่ง. 2549)

ในปัจจุบันตัวชี้วัดที่เกียวกับเครื่องจักร โดยตรงที่ได้รับความนิยมและหลายบริษัทนำมาใช้มากขึ้นคือการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment effectiveness: OEE) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่คลอบคลุมถึงการวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรที่เป็นการวัดในเชิงปริมาณของผลผลิตที่ควรจะได้รับ รวมถึงการวัดค่าประสิทธิผลการทำงานของเครื่องจักร

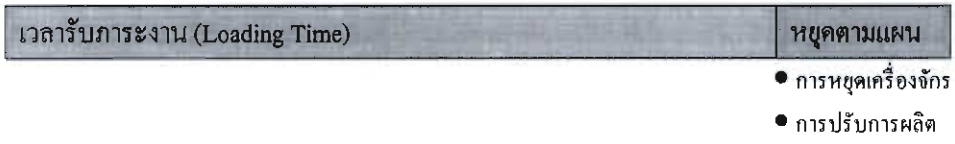
ที่เป็นการวัดในเชิงคุณภาพของผลผลิตที่ควรจะได้ ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ประกอบด้วยตัวแปรหลัก 3 ค่า คือ

1. อัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate : A)
2. ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency : P)
3. อัตราคุณภาพ (Quality Rate : Q)

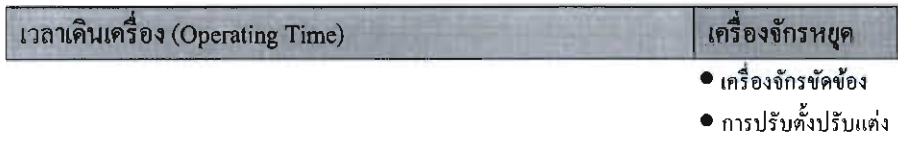
หลักการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

4. เวลาทั้งหมด (Total Available Time) : ช่วงเวลาทำงานทั้งหมดในการทำงาน เช่น 1 กะ, 1 วัน หรือ 1 สัปดาห์เป็นต้น

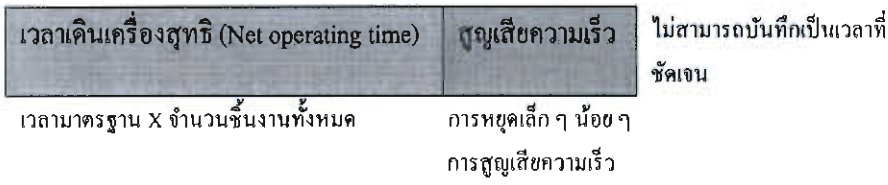
5. เวลารับภาระงาน (Loading Time) : เวลาที่ต้องการให้เครื่องจักรทำงานซึ่งเป็นเวลาทั้งหมดหักด้วยเวลาหยุดงานตามแผน



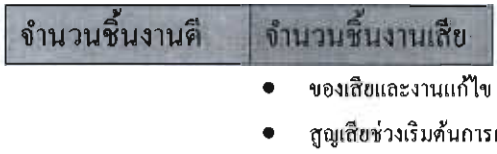
6. เวลาเดินเครื่อง (Operating Time) : เวลาที่เครื่องจักรทำงานได้ ซึ่งเป็นเวลารับภาระงานหนักด้วยเวลาที่สูญเสียจากเครื่องจักหยุด เช่น การขัดข้องของเครื่องจักร การสูญเสียเวลาในการปรับตั้งปรับแต่ง เป็นต้น



7. เวลาเดินเครื่องสุทธิ (Net Operating Time) : เวลาที่ต้องเดินเครื่องจักรตามทฤษฎีเมื่อต้องการผลิตชิ้นงานตามจำนวนที่กำหนด



8. จำนวนชิ้นงานทั้งหมด (Output) : จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมดรวมทั้งของดีและของเสีย



จากนิยามเวลาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแล้ว สามารถคำนวนค่าตัวแปรหลัก 3 ค่า และค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้ตามสูตร ดังนี้

1. อัตราการเดินเครื่อง (Available Rate : R) คือ ความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงาน เป็นการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่อง (Operating Time) กับเวลารับภาระงาน (Loading Time)

$$\text{อัตราการเดินเครื่องจักร} = \frac{\text{เวลารับภาระงาน} - \text{เวลาที่เครื่องจักรหยุด}}{\text{เวลารับภาระงาน}}$$

$$= \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง}}{\text{เวลารับภาระงาน}}$$

การสูญเสียเวลาที่เครื่องจักรหยุด (Downtime Loss) มีสาเหตุมาจากความสูญเสียเนื่องมาจากเครื่องจักรขัดข้อง (Machine Breakdowns) และความสูญเสียจากการปรับตั้งปรับแต่ง (Setups and Adjustments)

2. ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency : P) คือ สมรรถนะการทำงานของเครื่องจักร โดยการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่องสุทธิ (Net Operating Time) กับเวลาเดินเครื่อง (Operating Time)

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

$$= \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}}$$

สามารถคำนวณประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในรูปของหน่วยปริมาณสินค้าที่ผลิต ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ (จริง)}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ควรจะได้ (ทฤษฎี)}}$$

การสูญเสียด้านประสิทธิภาพ (Performance Loss) มีสาเหตุมาจากความสูญเสียเนื่องจากการหยุดเล็ก ๆ น้อย ๆ การเดินเครื่องตัวเปล่า (Minor Stoppage and Idling Losses) และความสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร (Speed Loss)

3. อัตราคุณภาพ (Quality Rate : Q) คือ ความสามารถในการผลิตของดีให้ตรงตามข้อกำหนดของเครื่องจักรและตามข้อกำหนดของลูกค้าต่อจำนวนของที่ผลิตได้ทั้งหมด

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด} - \text{จำนวนชิ้นงานเสีย}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}}$$

$$= \frac{\text{จำนวนชิ้นงานดี}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}}$$

การสูญเสียด้านคุณภาพ (Quality Loss) มีสาเหตุจากความสูญเสียเนื่องจากงานเสีย (Defects) งานซ่อม (Rework) และความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิต (Start Up Loss)

ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE) คือ ค่าที่ได้จากผลคูณระหว่างอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ ซึ่งแสดงถึงความพร้อมของเครื่องจักรในการใช้งานว่าเป็นอย่างไร การเดินเครื่องจักรเต็มความสามารถหรือไม่ มีการผลิตชิ้นส่วนมากน้อยเท่าไร ดังนั้นค่าประสิทธิภาพโดยรวมจะเท่ากับ

อัตราการเดินเครื่อง x ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง x อัตราคุณภาพ

(Available rate) (Performance efficiency) (Quality rate)

การวิเคราะห์และปรับปรุง

จากการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องแล้วขั้นตอนที่ต้องดำเนินการต่อไปคือ ขั้นตอนการวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรที่มีลักษณะเหมือนวงจร PDCA (Plan, Do, Check, Action) เพื่อยกระดับประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้สูงขึ้นโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดเครื่องจักรเพื่อดำเนินการปรับปรุง

การเลือกเครื่องจักรเพื่อที่จะดำเนินการปรับปรุงเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการผลิต ต้องพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1.1 เลือกเครื่องจักรที่เป็นจุดคอขวด (Bottle Neck) ซึ่งเป็นจุดที่ผลิตงานได้น้อยที่สุดของกระบวนการผลิต เพื่อทำให้ผลการปรับปรุงของเครื่องจักรส่งผลต่อกระบวนการผลิตในภาพรวม

1.2 เลือกเครื่องจักรที่มีความสูญเสียมาก ๆ โดยพิจารณาจากความสูญเสีย 6 ประการที่มีผลต่อประสิทธผลโดยรวมของเครื่องจักร ได้แก่ เครื่องจักรเสีย การเสียเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร การหยุดเล็ก ๆ น้อย ๆ ของเครื่องจักร การสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร การสูญเสียจากการผลิตของเสียและงานแก้ไข และการสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิต

1.3 เลือกเครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อเครื่องจักรอื่น ๆ เช่น เครื่องจักรที่อยู่ต้นกระบวนการผลิดและมีเครื่องเดียวในโรงงาน ซึ่งถ้าขัดข้องจะทำให้เครื่องจักรอื่น ๆ ที่อยู่ในกระบวนการถัดไปต้องหยุดด้วย

1.4 เลือกเครื่องจักรที่ใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เช่น เครื่องจักรที่ต้องใช้งาน 24 ชั่วโมง เมื่อเครื่องจักรขัดข้องจะส่งผลต่อกำลังการผลิตของกระบวนการมากว่าเครื่องจักรที่ผลิตเพียง 8 ชั่วโมง

1.5 เลือกเครื่องจักรที่ใช้งานอย่างต่อเนื่อง เช่น เมื่อพิจารณาตามคำสั่งผลิตสินค้าแต่ละรุ่นของฝ่ายวางแผนการผลิต พบว่ายังคงต้องใช้งานเครื่องจักรต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี เมื่อนำมาปรับปรุงแล้วประโยชน์ที่ได้รับจะมากกว่าการปรับปรุงเครื่องจักรเครื่องอื่น ๆ

2. การตั้งทีมงานดำเนินการปรับปรุง

การตั้งทีมงานที่จะดำเนินการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรต้องสอดคล้องกับเครื่องจักรที่จะนำมาปรับปรุง ทีมงานประกอบด้วยบุคลากรจากหลายหน่วยงานที่มีความรู้ความสามารถด้านเครื่องจักรและกระบวนการผลิต เช่น วิศวกรฝ่ายผลิต ฝ่ายซ่อมบำรุง ฝ่ายควบคุมคุณภาพ หลังจากนั้นต้องกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบ และนัดวันประชุมล่วงหน้าในแต่ละเดือน

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

3. สำรวจสภาพปัจจุบันและความสูญเสียของเครื่องจักร

3.1 ศึกษาขั้นตอนรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องจักร และกำหนดคำนิยามของความสูญเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตซึ่งแต่ละองค์กรจะไม่เหมือนกัน

3.2 ออกแบบแผ่นตรวจสอบ (Check Sheets) เพื่อใช้ในกระบวนการคำนวนหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

3.3 คำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในแต่ละวัน แล้วแสดงผลเป็นกราฟในแต่ละสัปดาห์หรือเดือนซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเก็บข้อมูล

3.4 หาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนการปรับปรุง (Benchmark : BM) โดยการคำนวนด้วยวิธีเดียวกันกับการหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

3.5 กรณีไม่ได้เก็บข้อมูล ทีมงานควรเก็บข้อมูลอย่างน้อย 3 เดือนก่อนการปรับปรุง

4. กำหนดหัวข้อและเป้าหมายการปรับปรุง

4.1 พิจารณาข้อมูลที่ประสิทธิผลโดยรวมก่อนการปรับปรุง

4.2 พิจารณาเลือกค่าตัวแปรหลัก (A, P, Q) เพื่อดำเนินการปรับปรุง

4.3 กำหนดหัวข้อการปรับปรุงโดยหาสาเหตุต่าง ๆ ของค่าตัวแปรหลัก (A, P, Q)

4.4 กำหนดเป้าหมายการปรับปรุงเพื่อแสดงระดับของกระบวนการปรับปรุง ซึ่งต้องวัดและประเมินผลเป็นตัวเลขที่สามารถเปรียบเทียบกับค่าก่อนการปรับปรุง การตั้งเป้าหมายต้องขึ้นกับระดับความยากง่ายของปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาของทีมงาน

5. จัดทำแผนการปรับปรุง

เป็นการวางแผนกิจกรรมที่จะต้องทำหลังจากกำหนดหัวข้อการปรับปรุง เช่น การเก็บข้อมูลเพิ่มเติม การวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ไข การดำเนินการปรับปรุง เป็นต้น

6. วิเคราะห์หาสาเหตุและมาตรการแก้ไข

การวิเคราะห์หาสาเหตุเป็นการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการสอบสวน ตรวจสอบ เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เป็นสาเหตุกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น การวิเคราะห์หาสาเหตุจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เพราะการรู้สาเหตุที่แท้จริงทำให้สามารถกำหนดมาตรการแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและคุ้มค่า เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาของเครื่องจักร

7. ดำเนินการปรับปรุง

ทีมงานต้องใช้ความสามารถอย่างเต็มที่ในการระดมสมองร่วมกันวิเคราะห์หาสาเหตุและกำหนดมาตรการแก้ไขออกมาให้ได้ก่อนแล้วจึงนำมาตรการแก้ไขต่าง ๆ มาเขียนแผนดำเนินการ

365497

ปรับปรุง (Action Plan) ที่กำหนดผู้รับผิดชอบตามหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและระยะเวลาที่ต้องดำเนินการให้เสร็จ

8. ตรวจสอบผลการปรับปรุง

เป็นขั้นตอนการติดตามผลการปรับปรุงหลังจากได้นำมาตรการแก้ไขไปดำเนินการแล้ว โดยการเก็บข้อมูลที่เป็นตัวเลขเปรียบเทียบกับตัวเลขก่อนการปรับปรุงและเป้าหมายที่ตั้งไว้ หากผลที่ตั้งไว้ไม่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลก่อนการปรับปรุงหรือไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ทีมงานต้องมีการทบทวนหาสาเหตุและมาตรการแก้ไขใหม่อีกครั้ง การแสดงผลการปรับปรุงแก้ไขสามารถแสดงผลในรูปแบบต่าง ที่สัมพันธ์กับปัญหาซึ่งง่ายต่อความเข้าใจและการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น แผนภูมิกราฟ (Graph) แผนผังพาราโต (Pareto Diagram) แผนภาพฮิสโตแกรม (Histogram) และแผนภูมิควบคุม (Control chart)

9. กำหนดมาตรฐาน

หลังจากมีการติดตามผลการแก้ไขในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เมื่อแน่ใจว่ามาตรฐานการปรับปรุงต่าง ๆ มีผลดีขึ้นทีมงานต้องกำหนดมาตรฐานการแก้ไขต่าง ๆ มีผลการปรับปรุงที่ดีขึ้น ทีมงานต้องกำหนดมาตรฐานการทำงาน การฝึกอบรมพนักงาน การตรวจสอบและการควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ทำให้มั่นใจว่าวิธีการทำงานที่ถูกต้องจะได้รับการปฏิบัติอย่างจริงจังและต่อเนื่องเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาอีกครั้ง

10. ขยายผลการปรับปรุง

เป็นการนำมาตรฐานต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์และปรับปรุงไปขยายผลใช้กับเครื่องจักรอื่น ๆ หรือกระบวนการผลิตอื่น ๆ ที่มีลักษณะเหมือนกัน หรือคล้ายคลึงกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุและมาตรการแก้ไขเป็นขั้นตอนที่ยากที่สุดเนื่องจากทีมงานจะต้องใช้ความรู้ความเกี่ยวกับโครงสร้าง กลไกการทำงานของเครื่องจักร รวมทั้งความรู้และเทคโนโลยีของกระบวนการผลิตมาผสมผสานกับความรู้ที่เกี่ยวกับเครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยทั่วไปมักจะใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกี่ยวกับปัญหาเครื่องจักร

แผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

แผนผังสาเหตุและผล เป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลายสาเหตุที่เป็นไปได้ ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลา โดยหัวข้อของปัญหาต้องชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ถ้าหากกำหนดหัวข้อที่ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกจะทำให้เกิดความซับซ้อนและใช้เวลานานในการค้นหาสาเหตุ

2. กำหนดปัจจัยหรือสาเหตุหลักที่กระทบต่อปัญหา โดยทั่วไปมักใช้หลักการ 4M (Man, Machine, Material, Method) เพื่อนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่าง ๆ

3. ทีมงานระดมความคิดและการถาม "ทำไม" เพื่อหาสาเหตุรองที่ทำให้เกิดสาเหตุหลัก

4. หาสาเหตุย่อยโดยการถาม "ทำไม" ที่เป็นสาเหตุให้เกิดสาเหตุรอง แล้วตรวจสอบความสัมพันธ์ของเหตุและผล โดยอ่านทวนจากสาเหตุย่อยที่เล็กที่สุดไปยังสาเหตุหลักจนกระทั่งถึงปัญหาที่หัวปลา

5. กำหนดวิธีการแก้ไขสาเหตุย่อยที่เล็กที่สุด โดยจัดลำดับการแก้ไขที่พิจารณาจากความยากง่ายในการดำเนินการรวมกับผลกระทบที่จะได้จากการแก้ไข

การวิเคราะห์แบบ Why-Why Analysis

Why-Why Analysis เป็นเครื่องมือวิเคราะห์หาสาเหตุหรือปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปัญหาหรือปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ เพื่อแก้ไขปัญหาและป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นอีกโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดหัวข้อปัญหาหรือปรากฏการณ์ให้ชัดเจน ปัญหาไม่ชัดเจนจะทำให้การวิเคราะห์มีขอบเขตที่กว้างขวาง และมีปัจจยที่เกี่ยวข้องมากเกินไป ทำให้ยากที่จะหาสาเหตุที่แท้จริง รวมถึงวิธีการแก้ไขที่ตามมาจะมีมากเกินไปที่จะนำไปปฏิบัติ ในการกำหนดหัวข้อจะต้องมีการตรวจสอบสถานที่จริง ดูสถาพปัญหาที่แท้จริง เก็บข้อมูลและแยกแยะปัญหาที่แท้จริงด้วยพาเรโต (Pareto Diagram)

2. ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่เป็นปัญหา กรณีที่เป็นปัญหาเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรให้ศึกษาและเขียนภาพสเก็ตช์ของโครงสร้าง กลไกการทำงานของเครื่องจักร แต่ถ้าเป็นปัญหาเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานทั่ว ๆ ไป ให้เขียนขั้นตอนหรือผังการไหลของงาน (Flow Process Chart) และทำความเข้าใจของหน้าที่แต่ละขั้นตอน หลังจากนั้นนำภาพสเก็ตช์ของส่วนที่เกิดปัญหามาถ่ายทอดให้ทีมงานฟัง เพื่อให้ทุกคนได้รับความรู้และแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

3. กำหนดหัวข้อสำรวจ เป็นการหาปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาหรือปรากฏการณ์โดยมีแนวทางพิจารณาปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็น หรือพิจารณาจากหลักเกณฑ์ทางทฤษฎีที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์

4. ตรวจสอบและยืนยันผลหัวข้อการสำรวจ ทีมงานจะต้องลงไปตรวจสอบที่เครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตตามหัวข้อสำรวจที่กำหนดขึ้น เมื่อไปตรวจสอบแล้วไม่พบข้อบกพร่องให้ใส่คำว่า "OK" ส่วนหัวข้อใดที่พบข้อบกพร่องให้ใส่คำว่า "NG"

5. หาสาเหตุของปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาหรือปรากฏการณ์ โดยถาม "ทำไม" เฉพาะหัวข้อที่ใส่คำว่า "NG" เท่านั้น ให้ถามคำว่า "ทำไม" ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบสาเหตุที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่การแก้ไขป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ

6. ตรวจสอบความถูกต้องตามตรรกวิทยา โดยอ่านย้อนหลังจาก "ทำไม" ช่องสุดท้ายมายังปรากฏการณ์เพื่อตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน

7. กำหนดมาตรการแก้ไขที่ป้องกันการเกิดซ้ำ หลังจากได้สาเหตุที่แท้จริงในช่อง "ทำไม" ท้ายสุดของแต่ละสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาและปรากฏการณ์

การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

แนวทางในการปรับปรุงที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดความสูญเสียหลัก 6 ประการดังนี้

1. การปรับปรุงความสูญเสียเนื่องจากการขัดข้องของเครื่องจักร

การลดความสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง จะต้องมีการศึกษาและปรับปรุงเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร และความสามารถในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยการดำเนินการตามมาตรการที่ทำให้เครื่องจักรขัดข้องเป็นศูนย์ดังนี้

1.1 การทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพขั้นพื้นฐาน โดยการ

1.1.1 การทำความสะอาดเชิงตรวจสอบเพื่อขจัดสิ่งสกปรก วัสดุสิ่งแปลกปลอม และแก้ไขจุดปกติที่พบ เช่น จุดรั่วซึมของเครื่องจักร จุดที่มีปัญหาเกี่ยวกับการนำไฟฟ้า

1.1.2 การหล่อลื่นเพื่อลดการศึกหรอของชิ้นส่วนและอุณหภูมิของเครื่องจกรที่สูงผิดปกติ

1.1.3 การขัน เพื่อป้องกันการหลวมของนัทกับโบลท์

1.2 การรักษาสภาพการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องจักร เช่น ระบบไฮโดรลิกส์ (อุณหภูมิ ปริมาณน้ำมัน) ระบบไฟฟ้า (อุณหภูมิ ความชื้น ฝุ่น การสั่นสะเทือน) เป็นต้น เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่องโดยไม่เกิดการขัดข้อง

1.3 การฟื้นฟูการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร หลังจากที่ทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ควรจะเป็น และดำเนินการรักษาสภาพเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องจักรเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพแบบเร่งของเครื่องจักรแล้ว อย่างไรก็ตามเครื่องจักรยังมีการเสื่อมสภาพตามธรรมชาติ

ดังนั้น จะต้องดำเนินการฟื้นฟูการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ด้วยการตรวจสอบและการเปลี่ยนอะไหล่ตามระยะเวลาที่เหมาะสม

1.4 การปรับปรุงเพื่อแก้ไขจุดอ่อนของเครื่องจักร จากการทำงานให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ควรจะเป็น การรักษาสภาวะเงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักรรวมทั้งการฟื้นฟูการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรซึ่งยังไม่เพียงพอที่จะป้องกัน การขัดข้องที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ของเครื่องจักร ดังนั้น จะต้องวิเคราะห์หาจุดอ่อนและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเพื่อยืดอายุการใช้งานชิ้นส่วนของเครื่องจักร เช่น การเปลี่ยนชุดวัสดุเพลา

1.5 การพัฒนาความรู้ทักษะของพนักงานปฏิบัติการและซ่อมบำรุง เพื่อป้องกันการเกินเครื่องจักรผิดพลาด การปรับตั้งปรับแต่งเครื่องจักรผิดพลาด รวมถึงการซ่อมเครื่องจักรผิดพลาดของช่างซ่อมบำรุง

2. การปรับปรุงความสูญเสียจากการปรับตั้งปรับแต่ง

การสูญเสียเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรและการปรับแต่งเครื่องจักรส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขณะเปลี่ยนรุ่นการผลิตแต่ละครั้ง ซึ่งคิดเป็นเวลาการตั้งแต่งการผลิตชิ้นงานรุ่นเดิมเสร็จสิ้นจนถึงเวลาที่สามารถผลิตชิ้นงานรุ่นใหม่ชิ้นแรกที่ดีอย่างต่อเนื่อง การถอดแม่พิมพ์ การติดตั้งแม่พิมพ์ การปรับตำแหน่ง การปรับแต่งและทดสอบการเดินเครื่อง แนวทางการปรับปรุงเพื่อลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตมีดังนี้

2.1 การจัดตั้งทีมงานที่รับผิดชอบในการเก็บรวบรวมข้อมูล ศึกษาขั้นตอน วิธีการเปลี่ยนรุ่นการผลิต การวิเคราะห์และปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

2.2 จัดการฝึกอบรมสมาชิกทุกคนในทีมให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ ขั้นตอน วิธีการ มาตรฐานต่าง ๆ ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต รวมถึงการเพิ่มทักษะความชำนวญในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

2.3 ศึกษาขั้นตอนรายละเอียดในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

2.3.1 ศึกษาขั้นตอนหลักในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต

2.3.2 แบ่งขั้นตอนหลักออกเป็นขั้นตอนย่อย

2.4 รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์เวลาของงานย่อย

2.4.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การถ่ายวิดีโอ ขั้นตอนการทำงาน การใช้แบบฟอร์มบันทึกขั้นตอนการทำงานและเวลาที่ใช้ การใช้เทคนิคการสุ่มงาน และการสัมภาษณ์พนักงาน เป็นต้น

2.4.2 วิเคราะห์งานย่อยโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 งานภายใน (Internal Set Up) หมายถึง งานหรือกิจกรรมที่สามารถทำได้เฉพาะเวลาที่เครื่องจักรหยุด เช่น การถอดแม่พิมพ์เก่า การติดตั้งแม่พิมพ์ใหม่ เป็นต้น

กลุ่มที่ 2 งานภายนอก (External Set Up) หมายถึง งานหรือกิจกรรมที่สามารถทำได้แม้ว่าเครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ เช่น การเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ การทำความสะอาดแม่พิมพ์ การขนย้ายแม่พิมพ์ เป็นต้น

2.5 ดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.5.1 ขั้นตอนที่ 1 แยกประเภทงานภายในกับงานภายนอก จากการวิเคราะห์งานย่อยตามขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตก่อนการปรับปรุง ทำให้ทราบว่ากิจกรรมใดเป็นงานภายในกิจกรรมใดบ้างเป็นงานภายนอก ดังนั้นจะต้องกำหนดงานภายนอกให้พนักงานทำให้เสร็จก่อนการหยุดเครื่องจักรก่อน เช่น การเตรียมเครื่องมือ การขนย้ายแม่พิมพ์ เป็นต้น

2.5.2 ขั้นตอนที่ 2 เปลี่ยนงานภานในให้เป็นงานภายนอก โดยการปรับปรุงเครื่องมืออุปกรณ์เพื่อเปลี่ยนงานภายในขั้นตอนที่ 1 ให้เป็นงานภายนอก เช่น การอุ่นอุณหภูมิของแม่พิมพ์ (Preheating) การเพิ่มจำนวนตัวป้อนชิ้นงาน เป็นต้น

2.5.3 ขั้นตอนที่ 3 ลดเวลาขั้นตอนงานภายในให้สั้นลง

2.5.3.1 ศึกษาวิธีการและลดเวลาปรับตั้งภายใน ด้วยแนวทางที่ 1 ปรับปรุงเรื่องการจัดการ เช่น การเพิ่มจำนวนพนักงานในการเปลี่ยนรุ่น การผลิตเพื่อให้เวลาหยุดเครื่องจักรสั้นลง แนวทางที่ 2 ปรับปรุงเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่น เช่น การลดจำนวนเกลียวของโบลท์ (Bolt) การใช้ตัวจับยึด (Clamp) การทำเป็นร่องรูปตัวยู (U-Set) หรือรูปรูกุญแจ (Pear Shaped) รวมทั้งการจัดหาเครื่องมือที่ถอดประกอบอย่างเหมาะสมเป็นต้น

2.5.3.2 การจัดการปรับแต่ง โดยการใช้จิ๊กและฟิกเจอร์ (Jig and Fixture) เข้ามาช่วยเพื่อกำจัดการปรับแต่งตำแหน่งของอุปกรณ์ (แม่พิมพ์) ที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานในแต่ละรุ่น

2.5.3.3 ลดเวลาการปรับแต่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยการออกแบบเครื่องมือเพื่อให้การปรับตำแหน่งของอุปกรณ์มีความเที่ยงตรงและสะดวกขึ้น รวมถึงการกำหนดค่ามาตรฐานต่าง ๆ เช่น ความดัน อุณหภูมิ ความเร็ว ที่ใช้ในการเดินเครื่องจักรสำหรับชิ้นงานในแต่ละรุ่น

2.6 สรุปผลและกำหนดมาตรฐาน

2.6.1 สรุปผลการปรับปรุง โดยการเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยต่อครั้งที่เครื่องจักรหยุดในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตก่อน-หลังการปรับปรุง

2.6.2 นำขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นการผลิตหลังการปรับปรุงมากำหนดเป็นมาตรฐาน โดยระบุจำนวนพนักงานที่ใช้ หน้าที่ความรับผิดชอบ ขั้นตอน วิธีการ เครื่องมือที่ใช้ ค่าตำแหน่งต่าง ๆ ของอุปกรณ์และเครื่องจักร เพื่อให้พนักงานสามารถรักษาเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง

3. การปรับปรุงความสูญเสียจากการหยุดเล็ก ๆ น้อย ๆ

ในสายการผลิตที่ใช้เครื่องจักรแบบอัตโนมัติ เครื่องจักรสามารถทำงานได้โดยพนักงานมีส่วนร่วมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สำหรับแนวทาในการลดความสูญเสียเนื่องจากการหยุดเล็ก ๆ น้อย ๆ ของเครื่องจักรมีดังนี้

3.1 เก็บข้อมูลขณะเครื่องหยุดเล็ก ๆ น้อย ๆ ของเครื่องจักรในรูปของความถี่

3.2 ดำเนินการค้นหาและปรับปรุงจุดบกพร่องเล็ก ๆ น้อย ๆ ของเครื่องจักร เช่น การสึกหรอ หลวมคลอน ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรต่างไม่ได้ศูนย์ รวมทั้งข้อบกพร่องต่าง ๆ ของชิ้นงานที่ป้อนเข้าสู่เครื่องจักร เช่น ชิ้นงานมีคราบสกปรก

3.3 ดำเนินการปรับตั้งปรับแต่งเครื่องจักรให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด (Best Condition) เช่น ตำแหน่งกลไกต่าง ๆ ของเครื่องจักร

3.4 ตรวจสอบและยืนยันผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังจากการปรับตั้งปรับแต่งเครื่องจักร โดยการเก็บข้อมูลจำนวนครั้ง ตำแหน่ง และลักษณะการเกิดของการหยุดเล็ก ๆ น้อย ๆ

3.5 วิเคราะห์สาเหตุ ของปัญหาที่ต้องการแก้ไขจากข้อที่ 3.4 ด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุ เช่น QC 7 Tool , Why Why Analysis เป็นต้น ผสมผสานกับความรู้และความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีเฉพาะทางของเครื่องจักร

3.6 กำหนดวิธีการแก้ไขที่ได้จากการวิเคราะห์หาสาเหตุ เพื่อนำไปปฏิบัติและติดตามผลเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง

4. การปรับปรุงความสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร

โดยความเป็นจริงแล้วการปรับปรุงเพื่อเพิ่มความเร็วของเครื่องจักร ให้ได้ตามมาตรฐานข้อกำหนดของเครื่องจักรเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เนื่องจากผลลัพท์ของการปรับปรุงสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน แต่มักมองข้ามการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร เนื่องจากพนักงานไม่เชื่อว่าเครื่องจักรสามารถเดินได้ตามความเร็วที่กำหนด รวมถึงความเร็วมาตรฐานของเครื่องจักรก็ไม่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจน ซึ่งมีแนวทางในการลดความสูญเสียของเครื่องจักร ดังนี้

4.1 หาข้อมูลปัจจุบันของเครื่องจักร

4.2 หาความเร็วที่สูญเสียของเครื่องจักรที่เป็นคอขวดในสายการผลิต

4.3 ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในอดีตของเครื่องจักรที่สูญเสียความเร็วสำหรับรุ่นของสินค้าที่ต้องการปรับปรุง

4.4 ศึกษาโครงสร้างและหลักการทำงานในแต่ละช่วงเวลาของรอบการทำงานของเครื่องจักร

4.5 ตรวจสอบสภาพการทำงานปัจจุบันของเครื่องจักร

4.6 ทดลองเพิ่มความเร็วของเครื่องจักร โดยการปรับความเร็วของขั้นตอนการทำงานที่ช้ากว่าจากความเร็วมาตรฐาน

4.7 กำหนดจุดที่ต้องการปรับปรุง นำปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลองเพิ่มความเร็วและข้อมูลในอดีตมาประกอบเพื่อพิจารณาเพื่อวิเคราะห์หาจุดปรับปรุงที่สัมพันธ์กับปัญหา

4.8 ติดตามผลและกำหนดมาตรฐาน เมื่อปรับปรุงเครื่องจักรในจุดที่สัมพันธ์กับปัญหาแล้วบันทึกผลการปรับปรุงทั้งก่อนและหลัง รวมถึงสังเกตการเสื่อมสภาพและบันทึกอายุการใช้งานชิ้นส่วนของเครื่องจักร เมื่อแน่ใจว่าการปรับปรุงเครื่องจักรให้มีความเร็วสูงโดยไม่เกิดผลกระทบใด ๆ ให้นำวิธีปฏิบัติไปกำหนดเป็นมาตรฐาน เพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น

5. การปรับปรุงของเสียจากการผลิตของเสียและการแก้ไขงาน

ความสูญเสียที่เกิดจากการผลิตของเสียและการแก้ไขงานทำให้ใช้เวลาในการผลิตสินค้าทดแทนเวลาที่ใช้ในการแก้ไขซ่อมแซมสินค้า สูญเสียพลังงาน และวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ดังนั้นควรพิจารณาปรับปรุงอัตราคุณภาพเป็นอันดับแรกในกรณีที่เครื่องจักรมีอัตราการเดินเครื่องประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพที่ใกล้เคียงกัน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

5.1 สำรวจสภาพปัญหาคุณภาพในปัจจุบัน โดยการเก็บข้อมูลของเสียของกระบวนการที่สอดคล้องกับกระบวนการ

5.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัญหาคุณภาพ โดยพิจารณาจากการหาสัมพันธ์ระหว่างปัจจุบันที่ใช้ในการผลิตซึ่ง ประกอบด้วยคน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัสดุ (Material) วิธีการผลิต (Method) กับคุณลักษณะด้านคุณภาพ เช่น ขนาด รูปร่าง สี เป็นต้น

5.3 จัดทำตารางปัญหา โดยการค้นหาและรวบรวมสภาวะเงื่อนไข (4M) ทั้งหมดที่มีผลต่อการเกิดของเสีย ในแต่ละขั้นตอนการผลิต พร้อมทั้งพิจารณาว่า มีเกณฑ์มาตรฐานในการตรวจสอบและปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวหรือไม่

5.4 รวบรวมเฉพาะจุดบกพร่องทั้งหมด หลังจากนั้นให้กำหนดมาตรการแก้ไขและรับผิดชอบในจุดบกพร่องที่สามารถแก้ไขได้ทันที สำหรับจุดบกพร่องที่มีความซับซ้อนต้องวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้งหมด ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดจุดบกพร่องเพื่อกำหนดมาตรการแก้ไข

5.5 ปรับปรุงมาตรการแก้ไข และทบทวนความสัมพันธ์ของปัญหาด้านคุณภาพ โดยจัดทำและทบทวนตารางปัญหาใหม่อีกครั้งเพื่อพิจารณาว่าสภาวะเงื่อนไขทั้งหมด (4M) ที่มีผลต่อการเกิดของเสียในแต่ละขั้นตอนการผลิตมีเกณฑ์มาตรฐานในการตรวจสอบและปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมดแล้ว

5.6 สรุปผลการปรับปรุงและกำหนดจุดตรวจสอบเครื่องจักร และกระบวนการผลิตที่มีผลต่อคุณลักษณะด้านคุณภาพ

5.7 จัดทำตารางส่วนประกอบที่เกี่ยวกับคุณภาพ (Q Component) ติดไว้บริเวณส่วนประกอบ ของเครื่องจักร เพื่อให้พนักงานประจำเครื่องจักรสามารถตรวจสอบและควบคุมสภาวะเงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักรที่ไม่ทำให้เกิดของเสีย

6. การปรับปรุงความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิต

ความสูญเสียที่เกิดขึ้นในช่วงเริ่มต้นการผลิตเป็นปัญหาพิเศษที่มีลักษณะเฉพาะตามชนิดของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต ซึ่งโดยทั่วไปเป็นการสูญเสียเวลา ชิ้นงานที่ต้องรอแรงดันหรืออุณหภูมิของระบบที่สามารถให้เครื่องจักรทำงานได้ และผลิตชิ้นงานที่ดีออกมาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น แนวทางในหาปรับปรุงจะมุ่งเน้นเกี่ยวกับเครื่องจักรที่ต้องใช้แรงดัน และความร้อนในการทำงานมีขั้นตอนดังนี้

6.1 ศึกษาสภาวะการทำงานช่วงเวลาเริ่มต้นการผลิตในปัจจุบัน โดยการศึกษาและค้นหาข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของขนาดชิ้นงาน เวลาที่ใช้ตั้งแต่การเปิดสวิทซ์เครื่องจักรจนถึงจุดที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้และผลิตชิ้นงานที่ดีอย่างต่อเนื่อง รวมถึงจำนวนครั้งในการปรับแต่งเครื่องจักรและจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในช่วงเริ่มเดินเครื่องจักร

6.2 ศึกษาและตรวจสอบระบบไฮโดรลิกส์ที่ใช้ในเครื่องจักร

6.3 ศึกษาและตรวจสอบระบบความร้อนที่ใช้ในเครื่องจักร

6.4 วิเคราะห์และกำหนดมาตรฐานการแก้ไข โดยวิเคราะห์ระบบความร้อน แรงดัน ระบบการทำงานของเครื่องจักร รวมถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะด้านคุณภาพของชิ้นงาน เช่น ขนาด รูปร่าง สี เป็นต้น เพื่อทดลองหาจุดที่เหมาะสมของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อคุณภาพชิ้นงาน

ปฏิบัติตามขั้นตอนและค่ามาตรฐานของปัจจัยที่ได้จากการทดลอง โดยมีการฝึกอบรมและพัฒนาทักษะของพนักงานให้มีความสามารถในการปรับแต่งเครื่องจักรให้ได้จุดที่เหมาะสมอย่างรวดเร็วที่สุดเพื่อลดการสูญเสียเวลาและชิ้นงานในช่วงเริ่มต้นการผลิต

ประโยชน์ของการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไม่ได้เป็นตัวเลขที่ระบุเฉพาะเจาะจงว่าฝ่ายซ่อมบำรุงทำงานได้ดีหรือไม่ แต่ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเป็นตัวเลขที่บอกถึงสถานภาพการทำงานของเครื่องจักรที่แสดงถึงค่าประสิทธิภาพและประสิทธิผลของเครื่องจักร ดังนั้น ประโยชน์ที่แท้จริงในการวัดค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรมีดังนี้

1. เพื่อเป็นตัวชี้วัดตัวหนึ่งในการตั้งเป้าหมายขององค์กร
2. ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสูญเสียที่เกี่ยวกับเครื่องจักร โดยตรงที่นำไปสู่การหาปัจจัย การวิเคราะห์สาเหตุ การปรับปรุงอย่างเป็นระบบในองค์กร
3. สามารถเปรียบเทียบดูแนวโน้ม (Trend Analysis) ของเครื่องจักรแต่ละเครื่องเพื่อติดตามผลการปรับปรุง
4. ใช้เป็นเครื่องมือเปรียบเทียบระหว่างหน่วยการผลิตหลายหน่วยในองค์ร และเปรียบเทียบกับบริษัทอื่น ในอุตสาหกรรมเดียวกัน แต่มีข้อควรระวังที่สำคัญคือ คำจำกัดความของความสูญเสีย และวิธีการคิดค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรต้องเป็นไปในแนวทางเดียวกัน
5. ใช้เป็นตัวเลขในการสื่อสารถึงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรอย่างเป็นระบบและเข้าใจได้ง่ายทั่วทั้งองค์กร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรพจน์ ยอดมนต์ (2543). ศึกษาการปรับปรุงและพัฒนา เพื่อลดเวลาที่สูญเสียจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ โดยมุ่งเน้นไปที่การเปลี่ยนชนิดผลิตภัณฑ์ ของผ้าอนามัยแบบมีปีก และมีการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์หลัก 2 ชนิด ได้ปรับปรุงขั้นตอนการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ เพื่อลดความสูญเสียโดยมีหลักการพื้นฐานเริ่มจาก หลักการศึกษาเวลาและการทำงาน ทำความเข้าใจสถานการณ์ และกระบวนการผลิต ต่อจากนั้นนำกิจกรรมหลักและกิจกรรมย่อยมาทำการวิเคราะห์โดยใช้หลัก 6W-1H เมื่อวิเคราะห์เสร็จแล้วทราบถึงสาเหตุของการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์นาน จึงนำหลักการของการเปลี่ยนแม่พิมพ์ภายใน 1 นาที ของบริษัทโตโยต้า (Single Minute Exchange of Die) และหลักการป้องกันความผิดพลาด (POKAYOKE) มาประยุกต์ใช้ หลังจากที่ได้ปรับปรุงและพัฒนาผลที่ได้คือการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์แบบควมหนาเปลี่ยนเวลาสูญเสียลดลงจาก 240 นาที เหลือ 67 นาที คิดเป็นร้อยละ 72 การเปลี่ยนผลิตภัณฑ์จากผ้าอนามัยแบบมีปีกแบบบาง เป็นผ้าอนามัยแบบมปีกแบบยาวพิเศษ เวลาสูญเสียลดลงจาก 960 นาที เหลือ 82 นาที คิดเป็นร้อยละ 91.4 และการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์

จากผ้าอนามัยแบบมีปีกแบบหนาเป็นผ้าอนามัยแบบมีปีกแบบยาวพิเศษ เวลาสูญเสียลดลงจาก 1258 เหลือ 79 นาที คิดป็นร้อยละ 93.7

สุรสา มหากันธา (2541). ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิผลโดยการลดเวลาสูญเสียในสายการผลิตชิ้นส่วนปั๊มน้ำ ปั๊มน้ำมันของเครื่องยนต์ การสูญเสียในสายการผลิตแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่การสูญเสียที่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้า การสูญเสียที่ไม่ได้วางแผนไว้ การสูญเสียจากการทำงานที่ไม่สมดุล และการสูญเสียที่เกิดจากการผลิตของเสีย จากการวิเคราะห์ปัญหาพบว่าสาเหตุหลักของการสูญเสียเกิดจากการสูญเสียจากการทำงานที่ไม่สมดุล และการสูญเสียนอกเหนือจากการวางแผน กระบวนการแก้ไขปัญหาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ การแก้ปัญหาการทำงานที่ไม่สมดุล โดยการลดเวลาการทำงานของเครื่องจักรหลัก เวลาที่ลดลงได้แก่ เวลาสูญเปล่าจากการไม่ได้ขจัดเนื้อโลหะ การหาความเร็วตัดที่เหมาะสมในการขจัดเนื้อโลหะ การลดเวลาสูญเสียที่ไม่ได้เกิดจากการวางแผน มี 3 สาเหตุคือ เวลาสูญเสียจากการตรวจเช็ค การปรับแต่ง การเปลี่ยนเครื่องมือตัด ผลจากการปรับปรุง ทำให้ประสิทธิผลเพิ่มขึ้นจาก 9.4 ชิ้นต่อชั่วโมง เป็น 10.7 ชิ้นต่อชั่วโมง หรือเพิ่มขึ้น 14% เวลาสูญเสียจากการทำงานลดลงจาก 1.07 นาทีต่อชิ้น เป็น 0.72 นาทีต่อชิ้น เวลาสูญเสียที่ไม่ได้วางแผนไว้ลดลงจาก 17.41% เป็น 10.69 ของเวลาทำงาน

ศิริพร สีหาทับ (2551). ได้ศึกษาการลดเวลาการหยุดงานของกระบวนการรีดขึ้นรูปท่อเหล็ก โดยประยุกต์ใช้เทคนิค Why-why Analysis แผนภูมิการไหลของกระบวนการ และเทคนิคการตั้งคำถามแบบ 6W1H และได้ปรับปรุงกระบวนการโดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิศวกรรม ได้แก่ การจัดเวลาในการทำงานที่เป็นมาตรฐาน การปรับปรุงเอกสารหรือวิธีการทำงาน ผลจากการวิจัยพบว่า เวลาการหยุดของกระบวนการรีดขึ้นรูปเหล็กหล่อลดลงเฉลี่ยจาก 59.5 ชั่วโมงต่อเดือน เป็น 49.8 ชั่วโมงต่อเดือนหรือลดลง 9.7 ชั่วโมงต่อเดือน คิดเป็นสัดส่วนที่ลดลง 16.30%

พรชัย ผกายทองสุก (2542). ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่กระบวนการผลิตในโรงงานผลิตเครื่องแก้ว โดยการลดความสูญเสียของเวลา ความสูญเสียเชิงสมรรถนะ และความสูญเสียทางด้านคุณภาพ มาเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยการจัดโครงสร้างองค์กรและจัดทำมาตรฐานการทำงาน และควบคุมคุณภาพ ภายหลังจากการดำเนินการพบว่า ดัชนีความพร้อมมีค่า 93.60% ดัชนีสมรรถนะ มีค่า 90.39% และดัชนีคุณภาพมีค่า 90.67% และสามารถลดความสูญเสียทางการขายได้ 3,858,075 บาทต่อเดือน และเพิ่มยอดขายได้ 11,261,016 บาทต่อเดือน

ธงชัย แก่นแก้ว (2552). ได้ศึกษาการปรับปรุงการเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต "ทาน้ำยาป้องกันคาร์บอน" ด้วยการขจัดความสูญเปล่าต่าง ๆ โดยเริ่มจากการศึกษาหลักทฤษฎีแล้วประยุกต์ใช้เครื่องมือสนับสนุนการผลิตแบบลีนมาช่วยในการศึกษา จากนั้นทำการศึกษา

เก็บข้อมูลวิเคราะห์ นำข้อมูลที่ได้มาจัดผังเครื่องจักร นำข้อมูลความสูญเสียและกระบวนการที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่ามาใช้ปรับปรุงการทำงานรวมไปถึงการไหลของชิ้นงานที่ไม่เหมาะสม ผลจากการปรับปรุงสามารถเพิ่มประสิทธิผลให้กับกระบวนการผลิตของขั้นตอนทาน้ำยาป้องกันคาร์บอนจากเดิม 28.21% เป็น 39.71% และเป็น 47.60% ตามลำดับ และสามารถลดค่าใช้จ่าย 75,610 บาทต่อเดือน

บทที่ 3
การดำเนินงานและปัญหา

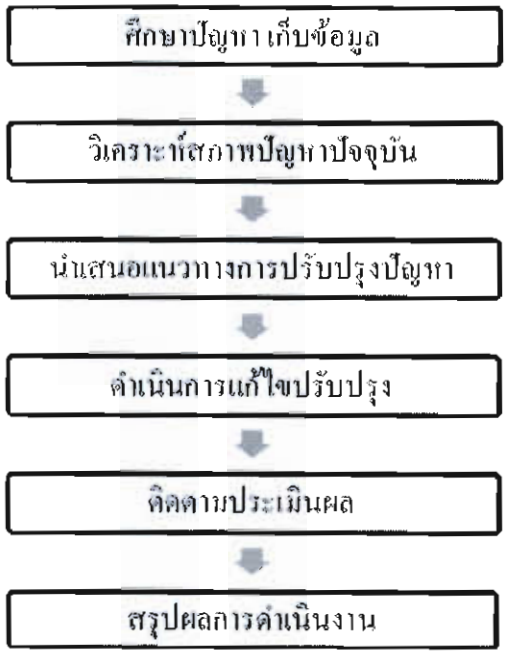
แนวทางการศึกษา

ศึกษาการเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรขอโรงงานตัวอย่างการผลิตคอยล์เย็น ซึ่งตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมเหมราชอีสเทิร์นซีบอร์ด ซึ่งเป็นโรงงานผู้ผลิต ผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger Products) ระบบระบายความร้อน และระบบปรับอากาศ (Heat Ventilation and Air Conditioning System) โดยมีเนื้อที่ในการปฏิบัติงานทั้งหมด 17280 ตารางเมตร มีพนักงานทั้งหมด 284 คน ซึ่งทางโรงงานตัวอย่างมีความมุ่งมั่นที่จะบรรลุ รักษาและรวมถึงปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยปฏิบัติตามข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์และบริการอย่างเคร่งครัด และมีการนำนโยบายไปปฏิบัติเพื่อให้บรรลุและเกินกว่าวัตถุประสงค์ภายใต้กลยุทธ์ขององค์กร โดยมีการวางแผนในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสม บริษัทฯ เป็นศูนย์กลางการผลิตคอยล์เย็นและชุดปรับอุณหภูมิสำหรับยานยนต์ที่ดีเลิศระดับโลก ซึ่งนโยบายดังกล่าวนี้จะถูกนำไปปฏิบัติโดยพนักงานทุกระดับภายในองค์กรและจะพิจารณาทบทวนเป็นระยะ ๆ โดยผู้บริหารระดับสูง ควบคู่ไปกับผลงานด้านคุณภาพ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาปัญหา เก็บข้อมูล เป็นการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อนการปรับปรุง
2. วิเคราะห์สภาพปัญหาปัจจุบัน เป็นการศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานตัวอย่างเพื่อสืบค้นปัญหา
3. นำเสนอแนวทางการปรับปรุงปัญหา เป็นการนำปัญหาที่ต้องการปรับปรุงมาคิดทบทวน นำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา
4. ดำเนินการแก้ไขปรับปรุง เป็นขั้นตอนดำเนินการเพื่อปรับปรุงแก้ไขปัญหา
5. ติดตามประเมินผล เป็นการตรวจสอบติดตามหลังจาการปรับปรุงแก้ไขปัญหาไปแล้ว
6. สรุปผลการดำเนินงาน

โดยแผนการดำเนิงานและขั้นตอนการดำเนินงานที่ได้กล่าว สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน

1. วิเคราะห์สภาพปัจจุบัน

โรงงานกรณีศึกษา ซึ่งเป็นบริษัทผลิตคอยล์เย็น โดยทางโรงงานกรณีศึกษามีการแบ่งสายการผลิตเป็น 2 แบบ คือ กระบวนการประกอบผลิตคอยล์เย็น และกระบวนการผลิตชิ้นส่วนย่อย โรงงานกรณีศึกษามีการทำงานเป็น 2 กะคือ กลางวันและกลางคืน โดยมีเวลาการทำงานดังนี้

เวลาทำงานปกติ 8.5 ชั่วโมง พัก 1 ชั่วโมง (กลางวัน 07:30-17:00 น. กลางคืน 22:00-07:30 น.)

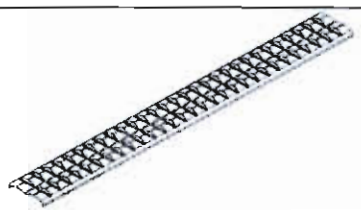
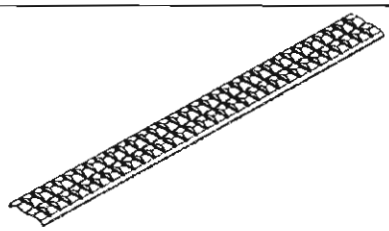
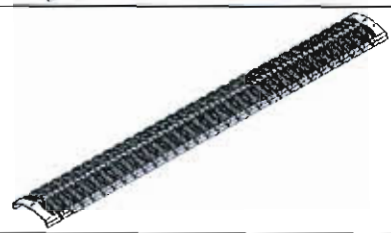
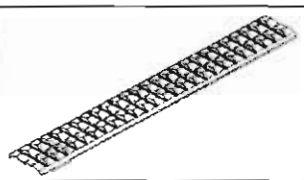
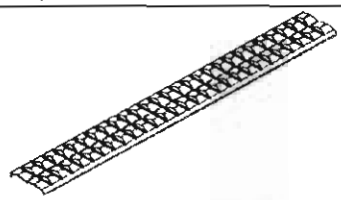
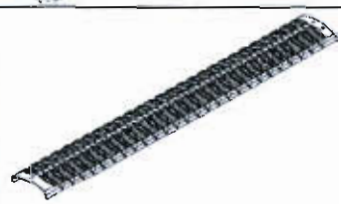
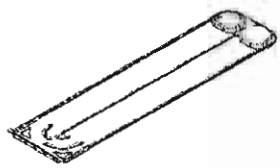
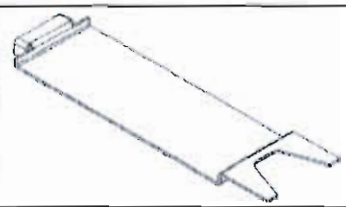
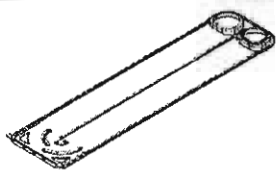
เวลาทำงานล่วงเวลา 2.5 ชั่วโมง พัก 0.5 ชั่วโมง (กลางวัน 17:00-19:30 น. กลางคืน 19:30-22:00 น.)

รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมงต่อกะ หรือ 24 ชั่วโมงต่อวัน สำหรับกระบวนการประกอบคอยล์เย็นนั้น เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่ากระบวนการผลิตชิ้นส่วนย่อย ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงดำเนินการศึกษาในส่วนของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนย่อย โดยทางโรงงานมีกระบวนการผลิตชิ้นส่วนย่อยทั้งหมด 3 กระบวนการคือ การขึ้นรูปท่อ การขึ้นรูปฟิน และการขึ้นรูปแผ่นเพลท ในการศึกษาครั้งนี้จึงดำเนินการศึกษาในส่วนของการขึ้นรูปแผ่นเพลท ที่มีเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียวแต่ต้องผลิตงานเพื่อป้อนชิ้นส่วนให้กับสายการประกอบคอยล์ให้ทันเวลา

1.1 ส่วนประกอบที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูป

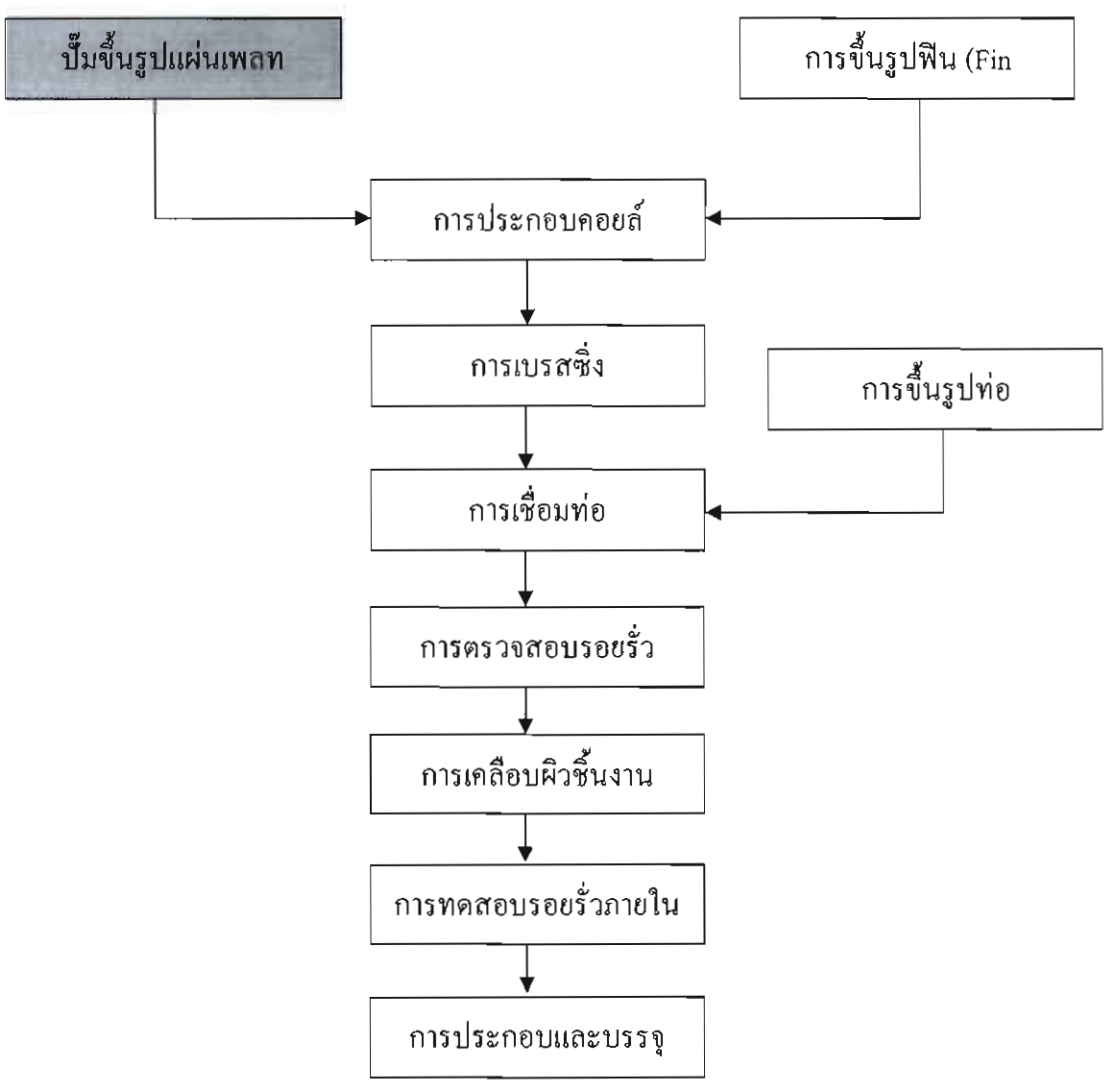
ชิ้นส่วนที่ขึ้นรูปจากกระบวนการปั๊มขึ้นรูปมีทั้งหมด 12 ชิ้นส่วน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างชิ้นงานที่ผ่านการขึ้นรูป

รุ่น	รูปภาพ	รุ่น	รูปภาพ
G:Top		G:Bottom	
V:Top		V:Bottom	
B:Top		B:Bottom	
E:Top		E:Bottom	
N:plate 1		N. plate 3	
N. plate 2		N. plate 4	-

1.2 กระบวนการขึ้นรูปแผ่นเพลท

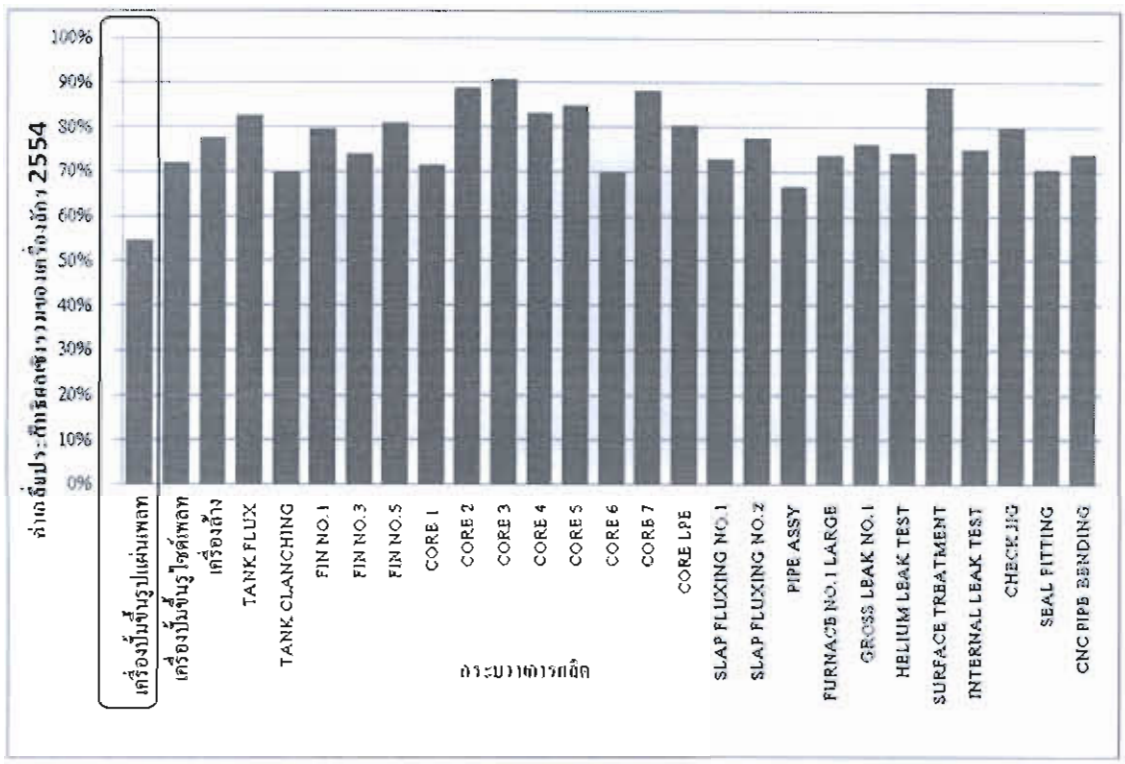
ในกระบวนการผลิตคอยล์เย็นของโรงงานกรณีศึกษา มีกระบวนการผลิตโดยรวมดังแสดงในภาพที่ 3-2 จากภาพจะเห็นได้ว่า การขึ้นรูปแผ่นเพลทและการขึ้นรูปฟินเป็นกระบวนการต้นน้ำที่จะป้อนชิ้นส่วนให้กับสายการประกอบคอยล์ ดังนั้นถ้ากระบวนการขึ้นรูปแผ่นเพลทและกระบวนการขึ้นรูปฟินมีปัญหาหรือขาดประสิทธิภาพ จะส่งผลให้ผลผลิตของโรงงานกรณีศึกษามีปัญหาตามไปด้วย



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนในกระบวนการผลิตคอยล์เย็นของโรงงานกรณีศึกษา

2. การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

โรงงานกรณีศึกษามีการเก็บข้อมูลประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรทุกเครื่อง และมีการสรุปผลเป็นประจำทุกเดือน จากการนำข้อมูลดังกล่าวในปี 2554 มาวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในโรงงานกรณีตัวอย่างของการผลิตคอยล์เย็น พบว่ามีค่าเฉลี่ยของประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรแต่ละเครื่องของโรงงานกรณีศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 แสดงข้อมูลเฉลี่ยของประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรประจำปี 2554

ข้อมูลจากภาพที่ 3-3 พบว่ากระบวนการที่มีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเฉลี่ยต่ำที่สุดในปี พ.ศ. 2554 คือ กระบวนการปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลทที่มีค่าเฉลี่ยในปี 2554 เท่ากับ 55.40% ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องทำการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เนื่องจากกระบวนการปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลทเป็นกระบวนการต้นน้ำของการบวนการผลิตคอยล์เย็น (ตารางที่ 3-1) ซึ่งเมื่อกระบวนการต้นน้ำมีปัญหาหรือผลิตชิ้นส่วนไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงทำให้กระบวนประกอบซึ่งเป็นกระบวนการที่ประกอบชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการปั๊มขึ้นรูปทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นหากต้องการให้ทั้งระบบการทำงานมีการทำงานอย่างต่อเนื่อง กระบวนการต้นน้ำ นั่นก็คือ กระบวนการปั๊มต้องทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพก่อน

การคำนวนประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรของโรงงานตัวอย่าง คำนวณมาจาก 3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ อัตราการเดินเครื่องจักร (A), ประสิทธภาพการเดินเครื่องจักร (P), อัตราคุณภาพ (Q)

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร = A x P x Q

โดย $$\text{อัตราการเดินเครื่องจักร}(A) = \frac{\text{เวลาตามแผนการผลิต} - \text{เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง}}{\text{เวลาตามแผนการผลิต}}$$

$$= \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง}}{\text{เวลาตามแผนการผลิต}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง } (P) = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ (จริง)}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ควรจะได้ (ทฤษฎี)}}$$

$$\text{อัตราคุณภาพ } (Q) = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด} - \text{จำนวนชิ้นงานเสีย}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}}$$

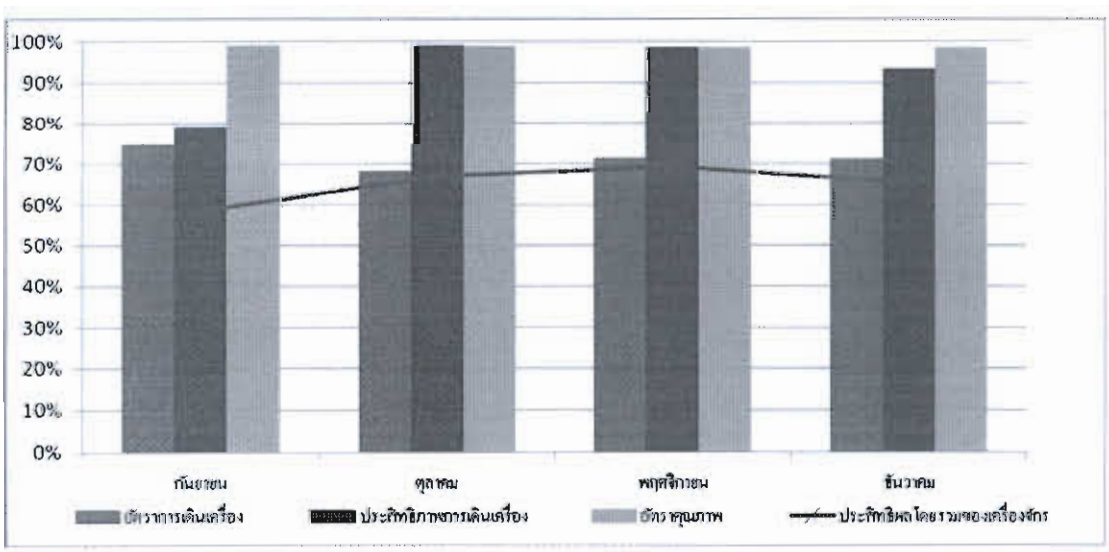
$$= \frac{\text{จำนวนชิ้นงานดี}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}}$$

จากการศึกษาและเก็บข้อมูล 3 ปัจจัย คือ อัตราการเดินเครื่องจักร (A), ประสิทธภาพการเดินเครื่องจักร (P), อัตราคุณภาพ (Q) ที่ส่งผลต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลทตั้งแต่เดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2544 แสดงข้อมูลดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ข้อมูลปัจจัยของประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องปั๊มขึ้นรูปในเดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554

รายละเอียด	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
เวลาตามแผนการผลิต (นาที)	35,415	25,850	29,955	24,915
เวลาที่เครื่องจักรหยุด (นาที)	8,885	8,181	8,603	7,224
เวลาเดินเครื่อง (นาที)	26,530	1,7669	21,352	17,691
% อัตราการเดินเครื่อง (A)	74.91	68.35	71.28	71.01
เวลามาตรฐาน (นาที)	0.025	0.025	0.025	0.025
จำนวนชิ้นงานที่ต้องผลิตตามแผน (ชิ้น)	1,061,200	706,760	854,080	707,640
จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ (ชิ้น)	837,700	700,750	842,440	661,600
% ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P)	78.94	99.15	98.64	93.49
จำนวนชิ้นงานดีที่ผลิตได้ (ชิ้น)	829,400	692,080	830,900	658,500
% อัตราคุณภาพ (Q)	99.01	98.76	98.63	99.53

จากตารางที่ 3-2 ทั้ง 3 ปัจจัยคือ อัตราการเดินเครื่องจักร (A), ประสิทธภาพการเดินเครื่องจักร (P), อัตราคุณภาพ (Q) สามารถแสดงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องปั๊มขึ้นรูปในเดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554 ได้ดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 แสดงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรตั้งแต่เดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องปั๊มขึ้นรูปพบว่าปัจจัยที่ส่งผลให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรต่ำสุด คือ อัตราการเดินเครื่อง 72.42%, ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง 92.34%, อัตราคุณภาพ 98.64% ตามลำดับ ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จึงทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลทำให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรต่ำที่สุด นั่นก็คือ อัตราการเดินเครื่องจักร

เนื่องจากการอัตราการเดินเครื่องจักร คือ ความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงาน เป็นการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่อง (Operating Time) กับเวลาตามแผนการผลิต (Loading Time) ดังนั้น เพื่อศึกษารายละเอียดและความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงาน จึงมีการจัดทำแบบบันทึกเพื่อเก็บข้อมูลเวลาที่สูญเสียของเครื่องปั๊มขึ้นรูป ด้วยการบันทึกข้อมูลทุกครั้งที่มีการหยุดเครื่องปั๊มขึ้นรูป โดยใช้การบันทึกของพนักงานฝ่ายผลิตที่ทำงานในส่วนของการปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลท ด้วยการเก็บข้อมูลทุกวัน ทุกกะการทำงาน ซึ่งใช้แบบบันทึกดังตัวอย่างดังภาพที่ 3-5

PERFORMANCE RECORD SHEET

PROCESS : AIDA STAMPING

Production date : ____/____/____

@ Process cycle time (C/T) Header plate 0.020 min/part AND Operation r/ 95 %TARGET

@ Process cycle time (C/T) LPE plate 0.014 min/part AND Operation r/ 95 %TARGET

☐A ☐B

Line Lead Review up	

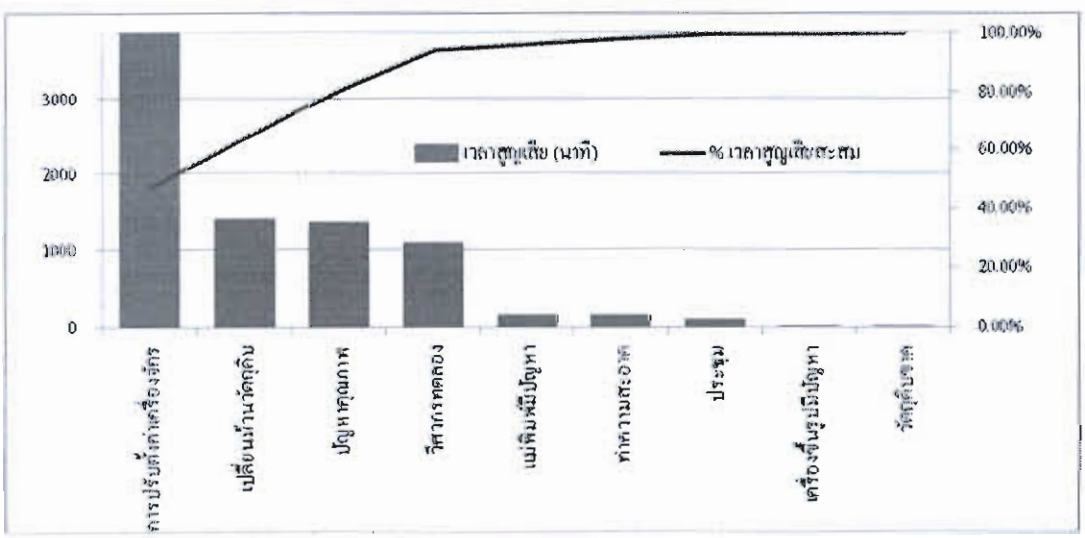
Day			NIGHT			งานที่ทำได้	# REJECTS		Model	เวลาที่สูญเสียการผลิต (นาที)										รายละเอียด (Detail)	Operator Name
เวลาทำงาน	Top and Bottom	N plate	เวลาทำงาน	Top and Bottom	N plate		ของเสีย	Rework		เซ็ทอัพเครื่องจักร	คุณภาพ	วัดดูชิ้นงาน	Tooling (Die problem)	ประชุม	Engineer ทดลอง	เปลี่ยนดอยส์	เครื่องจักรมีปัญหา	Die มีปัญหา	5ส		
7.30 - 8.00	1,425	1,995	19.30 - 20.00	1,425	1,995																
8.00 - 9.00	2,850	3,990	20.00 - 21.00	2,850	3,990																
9.00 - 10.00	2,850	3,990	21.00 - 22.00	2,850	3,990																
10.00- 11.00	2,850	3,990	22.20- 23.00	1,900	2,660																
11.00- 12.00	2,850	3,990	23.00- 24.00	2,850	3,990																
12.00- 13.00			24.00- 01.00	2,850	3,990																
13.00- 14.00	2,850	3,990	01.00- 02.00	2,850	3,990																
14.00- 15.00	2,850	3,990	02:00- 03:00	2,850	3,990																
15.00- 16.00	2,850	3,990	03:00- 04:00																		
16.00- 17.00	2,850	3,990	04.00- 05:0	2,850	3,990																
17.20- 18.00	1,900	2,660	05.00- 06.00	2,850	3,990																
18.00- 19.00	2,850	3,990	06.00- 07:00	2,850	3,990																
19:00- 19:30	950	1,330	07:00- 07:30	950	1,330																
Total (ไม่มี OT)	24,225	33,915	Total (ไม่มี OT)	22,800	31,920																
Total (มี OT)	29,925	41,895	Total (มี OT)	29,925	41,895																

จากการเก็บข้อมูลเวลาที่สูญเสียของเครื่องปั๊มขึ้นรูปในเดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554 พบว่าเครื่องปั๊มขึ้นรูปมีรายละเอียดยดและเวลาที่สูญเสียดังในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 แสดงเวลาและจำนวนครั้งที่สูญสียของเครื่องจักรในเดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554

รายละเอียดความสูญเสีย	กันยายน		ตุลาคม		พฤศจิกายน		ธันวาคม		ค่าเฉลี่ย	
	นาที	ครั้ง	นาที	ครั้ง	นาที	ครั้ง	นาที	ครั้ง	นาที	ครั้ง
การปรับตั้งค่าเครื่องจักร	3600	50	4060	60	3988	59	3788	49	3859.0	57
เปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ	2090	80	1375	55	680	35	1515	58	1415.0	18.25
ปัญหาคุณภาพ	1580	26	1030	18	950	13	1010	16	1142.5	2.25
วิศวกรทดลอง	350	2	1096	2	2500	4	450	1	1099.0	2
แม่พิมพ์มีปัญหา	765	4	190	2	90	1	100	1	286.25	38.5
ทำความสะอาด	205	40	220	44	170	38	150	32	186.25	17
ประชุม	165	20	165	18	170	18	144	12	161.0	1
เครื่องขึ้นรูปมีปัญหา	130	1	45	1	10	1	20	1	51.25	1
วัตถุดิบขาด	0		0		45	1	47	1	23.0	57
รวม	8885	223	8181	200	8603	170	7224	171	8223.25	18.25

เมื่อนำข้อมูลในตาราง 3-3 มาจัดเรียงลำดับจากมากไปน้อยด้วยพาเรโตไดอะแกรม สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 กราฟพาเรโตแสดงเวลาที่สูญเสียของเครื่องขึ้นรูปแผ่นเพลท

จากกราฟพาเรโตของเวลาที่สูญเสียพบว่าการปรับตั้งค่าเครื่องจักรและการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบส่งผลให้เกิดความสูญเสียเวลาในการทำงานของเครื่องปั๊มขึ้นรูปถึง 62% ของเวลาสูญเสียทั้งหมด ซึ่งเป็นความสูญเสียที่ให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรต่ำลง กรณีศึกษาโรงงานผลิตคอยล์เย็น จึงทำการศึกษาเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลท โดยพิจารณาในส่วนของความสูญเสียที่เกิดจากการปรับตั้งค่าเครื่องจักรและการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบเป็นหลัก

วิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้น นำเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา

1. สภาพปัญหาก่อนการปรับปรุง

เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษามีชิ้นส่วนที่ต้องปั๊มขึ้นรูปหลายชิ้นส่วน ซึ่งความต้องการแต่ละชิ้นส่วนในแต่ละวันของกระบวนการประกอบแตกต่างกัน สามารถแบ่งความต้องการตามปริมาณชิ้นงานเป็น 3 กลุ่ม คือ

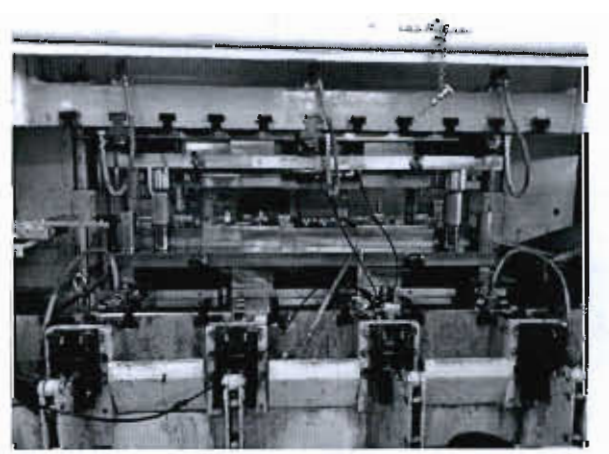
กลุ่มที่ 1 ชิ้นงานที่มีปริมาณความต้องการสูง

กลุ่มที่ 2 ชิ้นงานที่มีปริมาณความต้องการปานกลาง

กลุ่มที่ 3 ชิ้นงานที่มีปริมาณความต้องการน้อย

และแม่พิมพ์ที่นำมาขึ้นรูปชิ้นงานในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลทนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

แม่พิมพ์ชนิดที่ 1 คือ แม่พิมพ์ที่สามารถติดตั้งได้เลยตามชนิดของชิ้นงานดังแสดงในภาพที่ 3-7



ภาพที่ 3-7 ตัวอย่างแม่พิมพ์ชนิดที่ 1

แม่พิมพ์ชนิดที่ 2 คือ แม่พิมพ์ตัวเดียวกันที่เปลี่ยนเฉพาะชิ้นส่วนภายในเพียง 1 ชิ้น แล้วสามารถเปลี่ยนรุ่นได้หรือเรียกอีกอย่างว่าการเปลี่ยนสเต็บแม่พิมพ์ ซึ่งเวลาการเปลี่ยนชิ้นส่วนภายในเพียง 1 ชิ้น ใช้เวลาในการเปลี่ยนเท่ากัน ตัวอย่างแม่พิมพ์ดังแสดงในภาพที่ 3-8 และ 3-9

ภาพที่ 3-8 แม่พิมพ์ชนิดที่ 2 และตำแหน่งที่มีการถอดสลับเพื่อเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ที่เป็น TOP Plate

ภาพที่ 3-9 แม่พิมพ์ชนิดที่ 2 และตำแหน่งที่มีการถอดสลับเพื่อเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ที่เป็น Bottom Plate

ซึ่งรายละเอียดของชิ้นส่วน การจัดกลุ่มชนิดของงาน และชนิดของแม่พิมพ์ แสดงดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 แสดงปริมาณความต้องการในแต่ละวัน ชนิดของแม่พิมพ์ที่ใช้

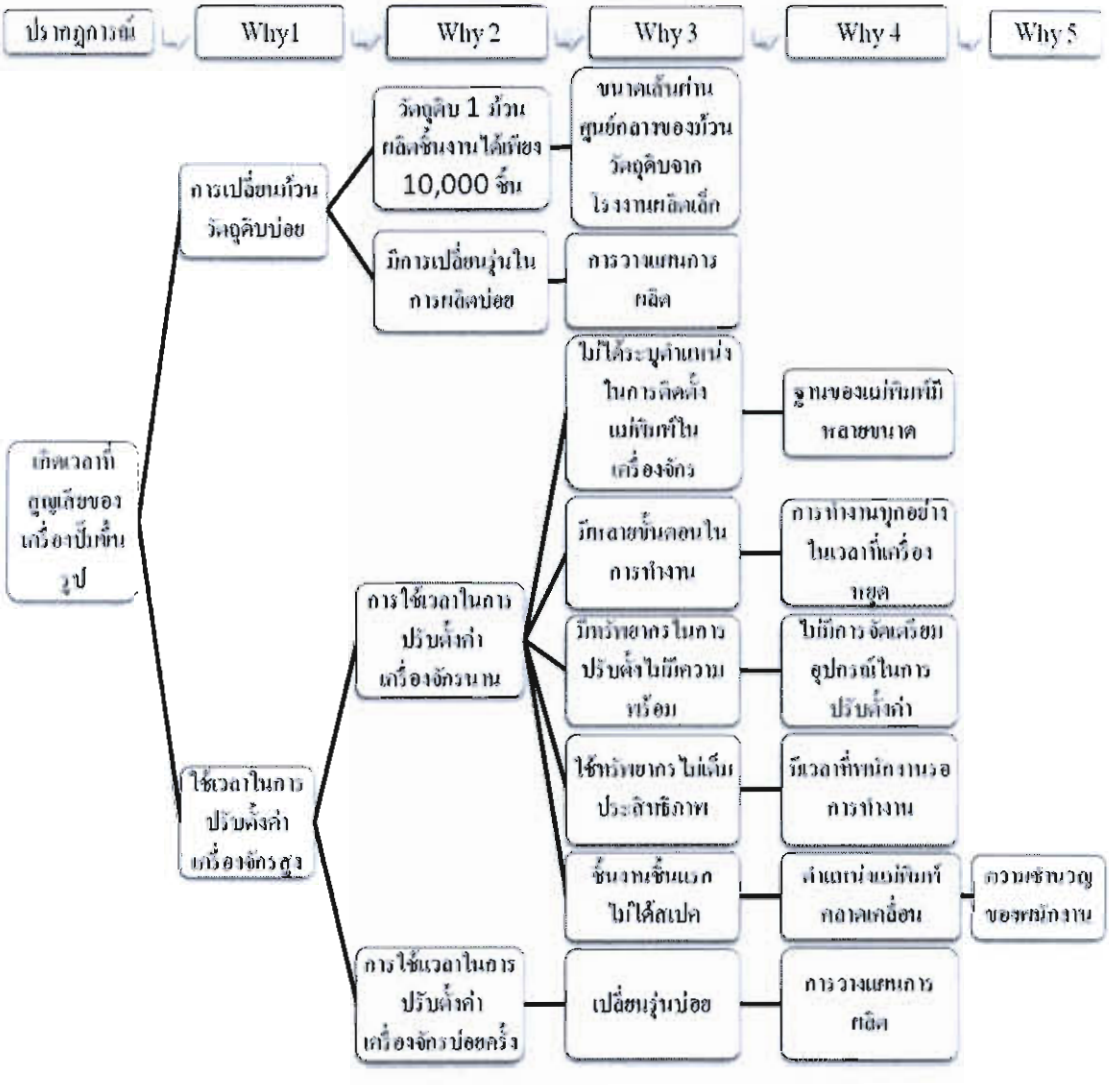
รุ่น	จำนวนที่ต้องขึ้นรูปโดยเฉลี่ย (ชิ้นต่อวัน)	เวลามาตรฐานในการขึ้นรูป (วินาที/ชิ้น)	การกำหนดความถี่ในการผลิต (วันต่อครั้ง)	การจัดกลุ่มความต้องการ	ชนิดของแม่พิมพ์
N. plate 2	40000	0.86	1	กลุ่มที่ 1	1
G:Top	2400	1.2	5	กลุ่มที่ 2	2
G:Bottom	2400	1.2	5		2
N:plate 1	2000	1.2	10		1
N. plate 3	2000	0.86	10		1
N. plate 4	2000	1.2	10		1
B:Top	1200	1.2	5		2
B:Bottom	1200	1.2	5		2
V:Top	300	1.2	10	กลุ่มที่ 3	2
V:Bottom	300	1.2	10		2
E:Top	200	1.2	10		2
E:Bottom	200	1.2	10		2

จากตารางที่ 3-4 ปริมาณความต้องการของกระบวนการประกอบที่มากที่สุด คือ ชิ้นงานในกลุ่มที่ 1 คือ N.plate 2 ซึ่งใช้แม่พิมพ์ชนิดที่ 1 ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ต้องผลิตเป็นประจำทุกวัน ส่วนชิ้นส่วนกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 เป็นชิ้นส่วนที่ไม่ได้ผลิตทุกวัน ดังนั้น การเปลี่ยนรุ่นในแต่ละครั้งจึงมีการปรับเปลี่ยนรุ่นของแม่พิมพ์ สลับกันระหว่าง กลุ่มที่ 1 กับ กลุ่มที่ 2 หรือ 3 โดยการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาการปรับตั้งค่าเครื่องจักรจากแม่พิมพ์ ชนิดที่ 1 เป็นแม่พิมพ์ชนิดที่ 2

เมื่อศึกษาในรายละเอียด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแผนการผลิต ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์แต่ละครั้งพนักงานไม่มีการจัดเตรียมอุปกรณ์ให้มีความพร้อมก่อนการปฏิบัติ ไม่มีลำดับการทำงาน ไม่มีการแบ่งงานกันระหว่างพนักงาน ซึ่งพบว่าเมื่อเครื่องจักรหยุดเพื่อรอเปลี่ยนแม่พิมพ์ ทางพนักงานยังคงเดินหาอุปกรณ์ในการปรับเปลี่ยน แม้ว่าการปรับเปลี่ยนแต่ละครั้งใช้พนักงานในการเปลี่ยนหรือปรับตั้งค่าเครื่องจักรถึง 2 คนแต่การทำงานของพนักงานทั้งสองคนก็ยังไม่สมดุลกัน

2. ศึกษาวิเคราะห์ปัญหาที่เป็นสาเหตุของปัญหา

จากการปรับตั้งค่าเครื่องจักรและการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบที่ส่งผลให้เกิดความสูญเสียเวลาในการทำงานของเครื่องปั๊มขึ้นรูปถึง 62% ของเวลาสูญเสียทั้งหมด ซึ่งเป็นความสูญเสียที่ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรต่ำลง ดังนั้น จึงนำปัญหาดังกล่าวมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้เทคนิค Why-Why Analysis ดังแสดงในภาพที่ 3-10



ภาพที่ 3-10 วิเคราะห์ปัญหาการปรับตั้งค่าเครื่องจักรนานด้วย Why-Why

จากการใช้การวิเคราะห์แบบ Why-Why พบว่ามี 7 สาเหตุที่ก่อให้เกิดการปรับตั้งค่าเครื่องจักร และการเปลี่ยนม้วนการผลิต ดังนี้

1. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของม้วนวัดถุดิบเล็ก (ม้วนอะลูมิเนียม) เนื่องจากการผลิตจากโรงงานวัดถุดิบที่มีเครื่องจักรที่มีขนาดเล็กในการผลิตที่ไม่สามารถผลิตม้วนที่ใหญ่กว่านี้ได้ และเพื่อความสะดวกในการขนส่งขนย้ายและความเหมาะสมในการใช้งาน แต่ในระหว่างนี้ทางโรงงานกรณีศึกษาก็มีการติดต่อโรงงานผลิตวัดถุดิบ เพื่อทำการทดลองเพื่อเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวัตถุดิบให้ใหญ่ขึ้น แต่ขณะนี้ยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอน

2. การวางแผนการผลิต เนื่องจากทางโรงงานมีเครื่องปั๊มขึ้นรูปเพลทเพียงเครื่องเดียว ดังนั้นจึงต้องมีการเปลี่ยนรุ่นบ่อย ๆ เพื่อให้ส่งชิ้นงานเข้ากระบวนการได้ทันเวลา จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนรุ่นและเปลี่ยนม้วนบ่อยขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการจัดแผนใหม่เพื่อให้สอดคล้องกลับการผลิต

3. ฐานของแม่พิมพ์มีหลายขนาด ทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน ในขณะนี้ยังไม่มีการดำเนินการแก้ไข เนื่องจากต้องทำฐานรองแม่พิมพ์ใหม่ที่ซึ่งเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายให้กับทางโรงงานกรณีศึกษาในช่วงนี้จึงอยู่ในระหว่างการดำเนินงานและศึกษาข้อมูล

4. การทำงานทุกอย่างในเวลาที่เครื่องหยุด ทำการแก้ไขโดยการแยกงานภายนอกและงานภายในออกจากกัน แล้วจัดสมดุลการทำงานใหม่โดยใช้เทคนิค Single Minute Enchage of Die

5. ไม่มีการจัดเตรียมอุปรณ์ในการปรับตั้งค่า จัดอุปกรณ์ให้เป็นสัดส่วน และแยกงานออกมาจัดเตรียมในระหว่างที่เครื่องจักรทำงานได้

6. มีเวลาที่พนักงานรอการทำงาน เนื่องจากมีพนักงาน 2 คน ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรแต่ขั้นตอนการทำงานของพนักงานไม่สมดุลกัน ดังนั้นจะทำการปรับปรุงโดยการศึกษาเวลาและจัดสมดุลของงานใหม่

7. ความชำนวญของพนักงาน จัดทำตารางประเมินทักษะการทำงานของพนักงานหลังจากการปรับปรุงเพื่อให้ทราบถึงความสามารถของพนักงานในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรหลังจากการสอนงาน

2.1 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการปรับตั้งค่าเครื่องจักรนาน

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการปรับตั้งค่าเครื่องจักรนานโดยใช้การวิเคราะห์แบบ Why-Why พบว่าสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลให้เกิดความสูญเสียในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรนานและนำมาปรับปรุงในงานวิจัยนี้ คือ การลำดับการทำงาน การใช้ทรัพยากรคน และการจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทำงาน จากสาเหตุของปัญหาที่กล่าวมาจึงทำการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาโดยการศึกษาเวลาการทำงานของการปรับตั้งค่าเครื่องจักร โดยการใช้นาฬิกาจับเวลาในขั้นตอน

ย่อยต่าง ๆ แล้วคำนวนจำนวนรอบที่เหมาะสมกับการจับเวลา ซึ่งในการศึกษาเวลาในครั้งนี้ ตั้งค่าความคลาดเคลื่อนไว้ที่ ± 5% โดยให้มีระดับความเชื่อมันไม่ต่ำกว่า 95% เมื่อหากจำนวนรอบที่ได้มากกว่าจำนวนรอบของการจับเวลาในครั้งแรก ต้องทำการสุ่มจับเวลาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสม น่าเชื่อถือ จากการสุ่มจับเวลาด้วยวิธีดังกล่าว สามารถสรุปเวลาในขั้นตอนการทำงานย่อยได้ดังตารางที่ 3-5 และภาพที่ 3-11

ตารางที่ 3-5 แสดงเวลาก่อนการปรับปรุงในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรจากการเปลี่ยนแม่พิมพ์

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	Type	เวลาการทำงาน (วินาที)					
			คนที่ 1	คนที่ 2	เวลารวม	เวลาเครื่อง	Wait	เวลาสะสม
1	หยุดเครื่องจักร ประกบแม่พิมพ์	I	105.2		105.2			105.2
2	ถอดแคล้มล็อกแม่พิมพ์กับเครื่องออก	I	108.0	103.0	108.0			213.2
3	เซ็ทตัวสไลแม่พิมพ์ของเครื่องขึ้นรูป	I	68.0		68.0			281.2
4	ดึงแม่พิมพ์มารอ	I	38.0		38.0			319.2
5	เข็นรถใส่แม่พิมพ์มาหน้าเครื่องขึ้นรูป	I		74.0	74.0			393.2
6	ดึงแม่พิมพ์ออกจากเครื่องมาที่รถเข็น	I	25.4		25.4			418.6
7	นำแม่พิมพ์ไปเก็บ	I	45.6	45.6	45.6			464.2
8	นำรถเข็นไปหน้าตู้เก็บแม่พิมพ์ใหม่	I	16.6	16.6	16.6			480.8
9	ดึงแม่พิมพ์ใหม่จากตู้ขึ้นรถเข็น	I	19.8	19.8	19.8			500.6
10	เข็นรถนำแม่พิมพ์มาหน้าเครื่องขึ้นรูป	I	32.6	32.6	32.6			533.1
11	ทำความสะอาดฐานรองแม่พิมพ์	I	125.0		125.0			658.1
12	ดันแม่พิมพ์จากรถเข็นไปหน้าเครื่อง	I	73.0	73.0	73.0			731.1
13	ทำความสะอาดแม่พิมพ์	I	295.0		295.0			1026.1
14	ติดตั้งแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องขึ้นรูป	I	58.6	58.6	58.6			1084.7
15	เก็บสายพานของโมเดลก่อนหน้า	I		105.6	105.6			1190.3
16	เซ็ทแคล้มล็อคแม่พิมพ์กับเครื่องขึ้นรูป	I	145.5	145.5	145.5			1335.8
17	จัดเตรียมเครื่องมือเพื่อเปลี่ยนหน้า Die	I		305.0	305.0			1640.8
18	เปลี่ยน Step ของแม่พิมพ์	I	1200.0	1200.0	1200.0			2840.8
19	ตั้งค่าแม่พิมพ์	I	69.2		69.2			2907.0
20	เปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ	I		120.0	120.0			3027.0
21	ป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่อง	I		284.6	284.6			3311.6
22	เซ็ทวัตถุดิบเข้าแม่พิมพ์	I	673.5		673.5			3985.1
23	ปรับ Condition	I	300.0		300.0			4285.1
24	ตรวจสอบงานชิ้นแรก (3 ชิ้น)	I		540.0	540.0			4828.1
เวลาทั้งหมด			3398.9	3128.9	4828.1			4828.1
อัตราการทำงาน %			70.40	64.80	0	-	-	-

หมายเหตุ I คือการทำงานในขณะที่เครื่องจักรหยุด, E คือการทำงานในขณะเดินเครื่องจักร

จากตารางที่ 3-4 พบอัตราการทำงานพนักงานทั้งสองคนคือ 70.40 และ 64.80% ตามลำดับซึ่งมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับเวลาที่เครื่องจักรหยุด เมื่อดูในรายละเอียดมีบางขั้นตอนที่พนักงานต้องรอพนักงานอีกคนทำงานซึ่งในส่วนนี้จะทำการจัดสมดุลระหว่างพนักงานทั้งสองคนเพื่อเพิ่มอัตราการทำงาน และมีขั้นตอนที่สามารถแยกออกมาทำในขณะที่เครื่องจักรทำงานได้มีทั้งหมด 8 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 5 เข็นรถเข็นใส่แม่พิมพ์มาหน้าเครื่องขึ้นรูป

ขั้นตอนที่ 7 นำแม่พิมพ์กลับไปเก็บ

ขั้นตอนที่ 8 นำรถเข็นไปหน้าแม่พิมพ์

ขั้นตอนที่ 9 ดึงแม่พิมพ์ใหม่จากตู้มาใส่รถเข็น

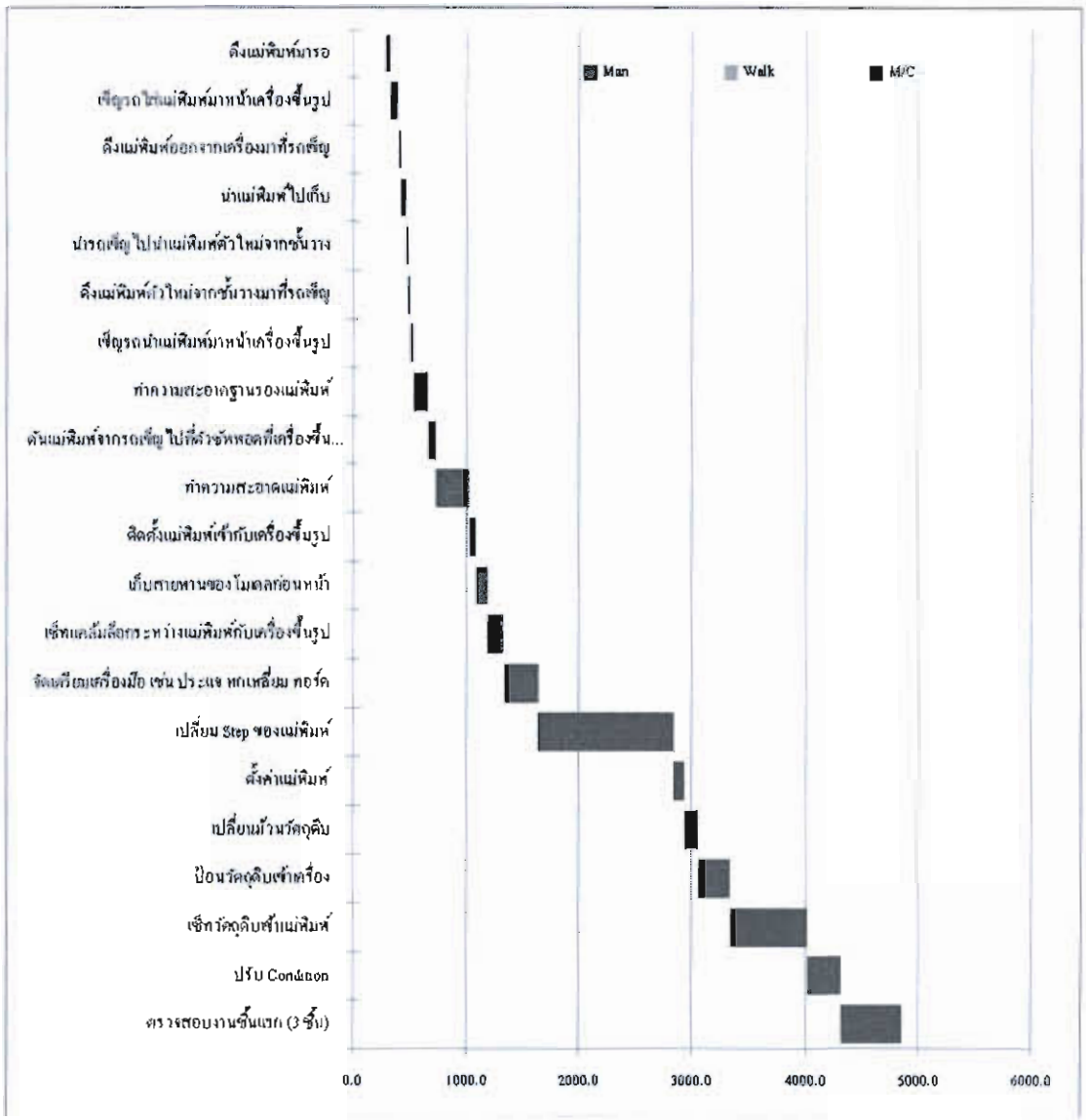
ขั้นตอนที่ 10 เข็นรถนำแม่พิมพ์มาหน้าเครื่องขึ้นรูป

ขั้นตอนที่ 17 จัดเตรียมเครื่องมือเพื่อเปลี่ยนหน้าDie

ขั้นตอนที่ 18 การเปลี่ยนสเต็บของแม่พิมพ์

ขั้นตอนที่ 20 เปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ

ทั้ง 8 ขั้นตอนที่กล่าวมา พนักงานจะใช้เวลาในการปฏิบัติงานทั้งหมด 1793.6 วินาที จากภาพที่ 3-11 พนักงานสามารถนำขั้นตอนทั้ง 8 ขั้นตอนดังกล่าวไปปฏิบัติงานในขณะที่เครื่องจักรทำงาน เพื่อลดการสูญเสียเวลาในขณะที่เครื่องจักรหยุด



ภาพที่ 3-11 กราฟแสดงเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตก่อนการปรับปรุง

จากภาพที่ 3-11 สามารถลดการทำงานในขั้นตอน 8 ขั้นตอน โดยนำขั้นตอนไปทำก่อนที่จะมีแผนการหยุดเครื่องจักร

2.2 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาความถี่ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรบ่อยครั้ง

ในการขึ้นรูปชิ้นงานแต่ละครั้งทางฝ่ายผลิตทำการขึ้นรูปชิ้นงานตามแผนการผลิตจากส่วนวางแผน ซึ่งรับความต้องการหรือคำสั่งซื้อแล้วมาวางแผนการผลิตชิ้นส่วนย่อย จากการศึกษาแผนการผลิต ในเดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554 ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ปริมาณความต้องการชิ้นส่วนจากส่วนวางแผนในเดือน กันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554

ปริมาณการสั่งผลิตชิ้นงานในกระบวนการปั๊มขึ้นรูป (ชิ้นต่อเดือน)				
รุ่น	**กันยายน**	**ตุลาคม**	**พฤศจิกายน**	**ธันวาคม**
N. plate 2	800,000	880,000	880,000	760,000
G:Top	48,000	52,800	52,800	45,600
G:Bottom	48,000	52,800	52,800	45,600
N:plate 1	40,000	44,000	44,000	38,000
N. plate 3	40,000	44,000	44,000	38,000
N. plate 4	40,000	44,000	44,000	38,000
B:Top	24,000	26,400	26,400	22,800
B:Bottom	24,000	26,400	26,400	22,800
V:Top	6,000	6,600	6,600	5,700
V:Bottom	6,000	6,600	6,600	5,700
E:Top	4,000	4,400	4,400	3,800
E:Bottom	4,000	4,400	4,400	3,800

ในการผลิตแต่ละครั้งก็จะมีแผนการผลิตออกมาว่าต้องผลิตกี่ครั้งต่อเดือน และปริมาณชิ้นงานที่ต้องผลิต ซึ่งการผลิตของโรงงานตัวอย่างเป็นการผลิตที่เป็นการเก็บคงคลัง (Make to Stock) ดังนั้นในการผลิตแต่ละครั้งต้องใช้กล่องไม้บรรจุชิ้นงานมีขนาด 110x110x110 เซนติเมตร ราคา 1,200 บาทต่อกล่อง สามารถเก็บชิ้นงานได้ 10,000 ชิ้นต่อกล่อง ซึ่งจัดวางซ้อนกันได้ 2 ชั้น โดยใช้พื้นที่ในการจัดเก็บทั้งหมดประมาณ 22 ต.ร.ซม. ซึ่งมีข้อมูลจำนวนครั้ง ปริมาณที่ผลิต และการจัดเก็บต่อครั้ง ดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 แสดงจำนวนครั้ง ปริมาณที่ผลิต และการจัดเก็บต่อครั้ง

รุ่น	จำนวนครั้งในการขึ้นรูปชิ้นงานในแต่ละเดือน (ครั้ง)				ปริมาณที่ต้องผลิตต่อครั้ง (ชิ้น)	จำนวนกล่องที่ใช้บรรจุชิ้นงาน (กล่องต่อครั้ง)
	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม		
N. plate 2	20	22	22	19	40,000	เก็บหน้ากระบวนการประกอบ
G:Top	4	5	5	4	12,000	2
G:Bottom	4	5	4	4	12,000	2
N:plate 1	2	2	2	2	20,000	2
N. plate 3	2	2	2	2	20,000	2
N. plate 4	2	2	2	2	20,000	2
B:Top	4	5	5	4	6,000	1
B:Bottom	4	5	5	4	6,000	1
V:Top	2	3	3	2	3,000	เก็บหน้ากระบวนการประกอบ
V:Bottom	2	3	3	2	3,000	เก็บหน้ากระบวนการประกอบ
E:Top	2	3	3	2	2,000	เก็บหน้ากระบวนการประกอบ
E:Bottom	2	3	3	2	2,000	เก็บหน้ากระบวนการประกอบ
รวม	50	60	59	49	146,000	12

จากการวางแผนการผลิตที่กล่าวมาเราจึงมีต้นทุนในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรของพนักงานโดยคำนวณค่าแรงของพนักงานก่อนการปรับปรุงที่ใช้ค่าเฉลี่ยของเวลาการปรับตั้งค่าเครื่องจักรในเดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554 ซึ่งคิดจากค่าแรงพนักงานโดยเฉลี่ยต่อ 15,000 บาทต่อเดือน หรือ 62.5 บาทต่อชั่วโมง ดังแสดงข้อมูลต้นทุนในตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 ต้นทุนจากการปรับตั้งค่าเครื่องจักรที่เกิดจากค่าแรงพนักงาน

รายละเอียดความสูญเสีย	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	ค่าเฉลี่ย
การปรับตั้งค่าเครื่องจักร(นาที)	3,600	4,060	3,988	3,788	3,859
ค่าแรงพนักงาน 2 คน ที่ต้องจ่ายในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร (บาท) (เวลาในการปรับตั้งค่า (นาที) ÷ 60 x 62.5)	7,500	8,458	8,308	7,892	8,040

สำหรับการจัดเก็บทางโรงงานได้มีการจัดซื้อกล่องมาเพื่อจัดเก็บทั้งหมด 12 กล่อง ในครั้งแรก โดยกล่องจะมีอายุการใช้งานได้โดยไม่เสียหาย 8 เดือน ดังนั้นเมื่อคิดต้นทุนกล่องต่อเดือนจะเท่ากับ 12 x 1,200/8 = 1,800 บาท และในส่วนของพื้นที่การจัดเก็บคิดเป็นราคา 694.4 บาทต่อตารางเมตรต่อเดือน จากการจัดเก็บชิ้นส่วนด้วยกล่องไม้ ใช้พื้นที่ทั้งหมด 22 ตารางเมตร โดยคิดเป็นเงิน 15,278 บาทต่อเดือน ดังนั้นทางโรงงานต้องจ่ายต้นทุนทั้งหมด คือ ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรของพนักงาน ค่าบรรจุภัณฑ์ และค่าพื้นที่การจัดเก็บ เท่ากับ 8040 + 1800 +15,278 = 25,118 บาทต่อเดือน

ดังนั้นเพื่อปรับปรุงการผลิตจึงทำการศึกษาและปรับปรุงในส่วนของการวางแผนการผลิตใหม่

2.3 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาความถี่ในการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบสูง

จากการผลิตที่มีความถี่ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตบ่อยทำให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนม้วนการผลิตบ่อยขึ้นเช่นกัน จากการศึกษาการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบในช่วงเวลาที่ไม่มีการเปลี่ยนรุ่น พบว่าชิ้นงานที่มีการเปลี่ยนม้วนในกรณีที่ยังคงมีม้วนวัตถุดิบเหลืออยู่ ได้แก่ G:Top, G:Bottom, B:Top, B:Bottom, V:Top, V:Bottom, E:Top, E:Bottom ส่วนชิ้นงานอื่นจะมีการเปลี่ยนหลังจากขึ้นรูปวัดถุดิบม้วนก่อนหน้าหมดดังแสดงในตารางที่ 3-9 โดยสามารถแสดงการคำนวณปริมาณการเปลี่ยนม้วนที่นอกเหนือจากการ ปรับตั้งค่าเครื่องจักรได้ดังนี้

จำนวนในการเปลี่ยนม้วนเดือนกันยายน ชิ้นส่วน N.plate

= จำนวนครั้งในการเปลี่ยนม้วนทั้งหมด-จำนวนในการเปลี่ยนม้วนในกรณีปรับตั้งค่าเครื่องจักร

$$= \left(\frac{40,000}{10,000} x 20\right) - 20 = 60 \text{ ครั้ง}$$

ตารางที่ 3-9 แสดงความถี่ในการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบที่นอกเหนือจากการเปลี่ยนรุ่นตั้งแต่เดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2554

รุ่น	ปริมาณที่ต้องผลิตต่อครั้ง (ชิ้น)	ปริมาณชิ้นงานต่อวัตถุดิบ (ชิ้นต่อม้วน)	จำนวนครั้งในการขึ้นรูปชิ้นงานในแต่ละเดือน (ครั้ง)				จำนวนครั้งในการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ (ครั้ง)			
			ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
N. plate 2	40,000	10,000	20	22	22	19	60	66	66	57
G:Top	12,000	10,000	4	5	5	4	4	5	5	4
G:Bottom	12,000	10,000	4	5	4	4	4	5	4	4
N:plate 1	20,000	10,000	2	2	2	2	2	2	2	2
N. plate 3	20,000	10,000	2	2	2	2	2	2	2	2
N. plate 4	20,000	10,000	2	2	2	2	2	2	2	2
B:Top	6,000	10,000	4	5	5	4	0	0	0	0
B:Bottom	6,000	10,000	4	5	5	4	0	0	0	0
V:Top	3,000	10,000	2	3	3	2	0	0	0	0
V:Bottom	3,000	10,000	2	3	3	2	0	0	0	0
E:Top	2,000	10,000	2	3	3	2	0	0	0	0
E:Bottom	2,000	10,000	2	3	3	2	0	0	0	0
รวม			50	60	59	49	124	142	74	82

จากตารางพบว่าชิ้นงานที่มีความต้องการสูงจะมีการเปลี่ยนม้วนบ่อยซึ่งการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบก็มีการปฏิบัติเช่นเดียวกับการเปลี่ยนม้วนในขณะปรับตั้งค่าเครื่องจักร ดังนั้น ในกรณีของการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบใหม่ จึงมีการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบในขณะที่เครื่องจักรทำงาน หลังจากผลิตม้วนแรกเสร็จจึงทำการป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่อง และทำการปรับตั้งค่าวัตถุดิบใหม่กับแม่พิมพ์ โดยใช้พนักงานเพียงคนเดียวซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 ขั้นตอนการทำงานในการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	Type	เวลาการทำงาน (วินาที) 1
1	เปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ	I	120
2	ป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่อง	I	284.6
3	เซ็ทวัตถุดิบเข้าแม่พิมพ์	I	673.5
4	ปรับ Condition	I	300.0
5	ตรวจสอบงานชิ้นแรก (3 ชิ้น)	I	540.0
รวม			1,919

หมายเหตุ I คือการทำงานในขณะที่เครื่องจักรหยุด, E คือการทำงานในขณะเดินเครื่องจักร

3. กำหนดวิธีการแก้ไขปัญหา

สรุปการกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาดังแสดงในตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 แสดงแนวทางการแก้ไขปัญหา

ระบุปัญหา	การแก้ไข
การใช้เวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรนาน	ใช้เทคนิค Single – Minute Exchange of Die (SMED) มาดำเนินการแก้ไขโดยปฏิบัติตาม 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. แยกงานภายในและงานภายนอก 2. เปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก 3. ปรับปรุงงานทุกอย่างของการติดตั้งค่าเครื่องจักรให้กระชับ 4. ให้ปฏิบัติงานกการปรับตั้งค่าเครื่องจักร ที่ต้องปฏิบัติให้เป็นแบบคู่ขนาน โดยหลังจากการปรับปรุงการเปลี่ยนแม่พิมพ์ของเครื่องจักรจะเป็นแบบแม่พิมพ์ชนิดที่ 1 อย่างเดียว โดยจะนำขั้นตอนที่ทำให้แม่พิมพ์ทำงานต่างกันมาทำภายนอกเครื่องจักรนั่นคือการเปลี่ยนสเต็บแม่พิมพ์
ความถี่ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรบ่อยครั้ง	1. จัดแผนการผลิตให้เหมาะสมกับการขึ้นรูป เปลี่ยนแปลงแผนการผลิตใหม่ที่สอดคล้องกับความต้องการ เพื่อไม่ให้กระทบต่อกระบวนการประกอบโดยการลดความถี่ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการปรับตั้งค่าเรื่องจักรได้ แต่ค่าบรรจุภัณฑ์อาจเพิ่มเล็กน้อย ซึ่งค่าใช้จ่ายที่ได้ประมาณไว้ไม่ได้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแผนการผลิตแต่อย่างใดดังตัวอย่างการประเมินค่าใช้จ่ายดังนี้ ก่อนการปรับปรุง = ค่าแรงพนักงาน+ค่าบรรจุภัณฑ์ + ค่าพื้นที่การจัดเก็บ = 8040 + 1800 +15278 = 25118 บาท ประมาณค่าใช้จ่ายหลังการปรับปรุง โดยมีเงื่อนไขดังนี้ เวลาและค่าแรงในการปรับตั้งค่าลดลง 10%, เพิ่มบรรจุภัณฑ์จาก 12 เป็น 18 กล่อง พื้นที่การจัดเก็บยังคงใช้พื้นที่เดิม = ค่าแรงพนักงาน+ค่าบรรจุภัณฑ์ + ค่าพื้นที่การจัดเก็บ = 0.9*(8040) + 2700 +15278 =25214 บาท
ความถี่ในการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบสูง	ใช้เทคนิค Single – Minute Exchange of Die (SMED) มาดำเนินการแก้ไข หลังจากปรับปรุงทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ จะได้เวลาในการเปลี่ยนม้วน 120 วินาที ที่กลับมา ซึ่งแต่ละครั้งของการเปลี่ยนม้วนเราจะได้โอกาสในการผลิตงานกลับมา 120 /1.2 = 100 ชิ้น

บทที่ 4
การปรับปรุงและผลการวิจัย

จากการกรณีศึกษาโรงงานผลิตคอยล์เย็น ซึ่งทำการศึกษาและปรับปรุงในส่วนของกระบวนการปั๊มขึ้นรูป โดยการศึกษาเพื่อลดเวลาที่สูญเสียจากการปรับตั้งค่าเครื่องจักรและการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ ซึ่งเป็นการปรับปรุงเพื่อเพิ่มเวลาในการผลิตชิ้นงานให้กับสายการประกอบคอยล์เย็น การปรับปรุงในกรณีศึกษานี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกัน ดังนี้

1. การลดเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร
2. การลดความถี่ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร
3. การลดเวลาในการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ

การปรับปรุงและผลการวิจัย

การลดเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร

จากการศึกษาเวลาการลดเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร โดยอาศัยเทคนิค Single-Minute Exchange of Die (SMED) มาดำเนินการแก้ไขโดยปฏิบัติตาม 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 แยกงานภายในและงานภายนอก

ขั้นที่ 2 เปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก

ขั้นที่ 3 ปรับปรุงงานทุกอย่างของการติดตั้งค่าเครื่องจักรให้กระชับ

ขั้นที่ 4 ให้ปฏิบัติงานกการปรับตั้งค่าเครื่องจักร ที่ต้องปฏิบัติให้เป็นแบบคู่ขนาน

การปรับปรุงการทำงานของการปรับตั้งค่าเครื่องจักรของการปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลทได้นำหลักการของเทคนิอ Single-Minute Exchange of Die ทั้ง 4 ขั้นตอน มาดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แยกงานภายในและงานภายนอก โดยการจำแนกขั้นตอนการทำงานที่สามารถทำได้ในขณะที่เครื่องจักรทำงานออกจากขั้นตอนการทำงานที่ต้องทำในขณะหยุดเครื่องจักร สามารถจำแนกงานมาเป็นงานภายนอกได้ทั้งหมด 8 ขั้นตอนการทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 4-1

ขั้นตอนที่ 2 เปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอก แยกขั้นตอนและจัดลำดับขั้นตอนของงานที่สามารถนำมาปฏิบัติภายนอกเครื่องจักร โดยการจัดลำดับงานตามความเหมาะสม พบว่ามีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ที่สามารถปฏิบัติได้ก่อนที่เครื่องจักรหยุด และมีอีก 1 ขั้นตอนที่สามารถทำได้หลังจากการปรับตั้งค่าได้ดำเนินการเสร็จไปแล้ว ดังแสดงในตารางที่ 4-1

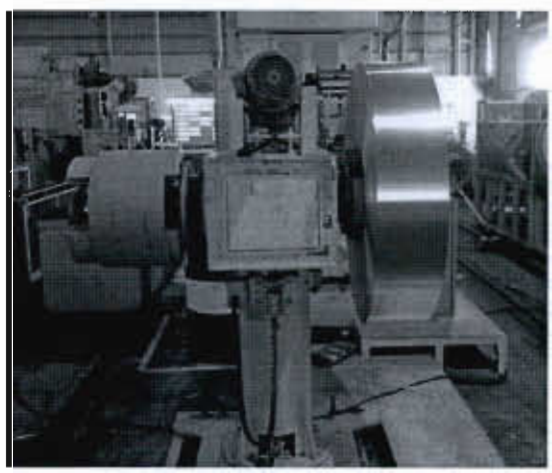
ตารางที่ 4-I แสดงการจัดลำดับงานภายนอกและงานภายใน

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	ชนิดของงาน	เวลาการทำงาน(วินาที)		เวลาการทำงานของพนักงาน (วินาที)
			พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2	
1	จัดเตรียมเครื่องมือ เช่น ประแจ หกเหลี่ยม ทอร์ค	E	305.0		305.0
2	เปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ	E		120.0	120.0
3	เข็นรถใส่แม่พิมพ์มาหน้าเครื่องขึ้นรูป	E		74.0	74.0
4	เปลี่ยน Step ของแม่พิมพ์	E	1200.0	1200.0	1200.0
5	นำรถเข็นไปนำแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวาง	E	16.6	16.6	16.6
6	ดึงแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวางมาที่รถเข็น	E	19.8	19.8	19.8
7	เข็นรถนำแม่พิมพ์มาหน้าเครื่องขึ้นรูป	E	32.6	32.6	32.6
8	หยุดเครื่องจักร นำแม่พิมพ์ลงมาประกบกัน	I	105.2	-	105.2
9	ถอดแคล้มล็อกระหว่างแม่พิมพ์กับเครื่องออก	I	108.0	108.0	108.0
10	เซ็ทตัวล็อคแม่พิมพ์ของเครื่องขึ้นรูป	I	68.0		68.0
11	ดึงแม่พิมพ์มารอ	I	38.0		38.0
12	ดึงแม่พิมพ์ออกจากเครื่องมาที่รถเข็น	I	25.4		25.4
13	ทำความสะอาดฐานรองแม่พิมพ์	I	125.0		125.0
14	ดันแม่พิมพ์จากรถเข็นไปที่ตัวชัพพอตที่เครื่องขึ้นรูป	I	73.0	73.0	73.0
15	ทำความสะอาดแม่พิมพ์	I	295.0		295.0
16	ติดตั้งแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องขึ้นรูป	I	58.6	58.6	58.6
17	เก็บสายพานของโมเดลก่อนหน้า	I		105.6	105.6
18	เซ็ทแคล้มล็อกระหว่างแม่พิมพ์กับเครื่องขึ้นรูป	I	145.5	145.5	145.5
19	ตั้งค่าแม่พิมพ์	I	69.2		69.2
20	ป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่อง	I		284.6	284.6
21	เซ็ทวัตถุดิบเข้าแม่พิมพ์	I	673.5		673.5
22	ปรับ Condition	I	300.0		300.0
23	ตรวจสอบงานชิ้นแรก (3 ชิ้น)	I		540.0	540.0
24	นำแม่พิมพ์ไปเก็บ	E	45.6	45.6	45.6
รวม	เวลาการทำงานของพนักงาน (วินาที)		3398.9	3128.9	
	เวลาที่พนักงานทำงานภายในเครื่องจักร (I) (วินาที)		3134.55		
	เวลาที่พนักงานทำงานภายนอกเครื่องจักร (E) วนาที		1693.57		4828.1

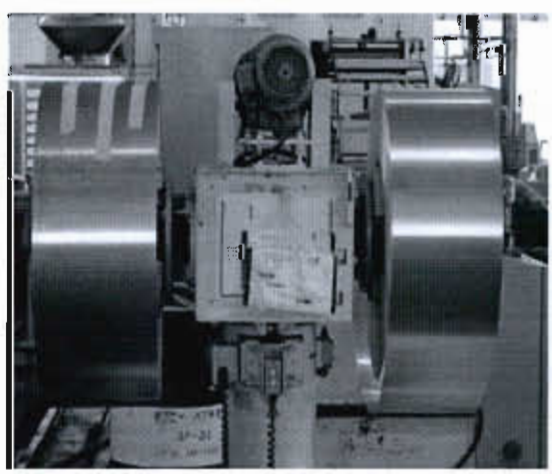
หมายเหตุ I คือ Internal งานภายในเครื่องจักร, E คือ External งานภายนอกเครื่องจักร

จากการเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอกเครื่องจักร พบว่าเวลากการทำงานของพนักงานทั้งสองคน ยังมีเวลาที่รองานซึ่งกันและกัน โดยอัตราการทำงานของพนักงานสองคนคือ 70.40, 64.80 ตามลำดับ

การเปลี่ยนม้วนวัดถุดิบของเครื่องปั๊มขึ้นรูปก่อนการปรับปรุงจะเปลี่ยนเมื่อเครื่องจักรหยุด โดยในขณะที่เครื่องจักรทำงานเราจะเห็นม้วนวัตถุดิบเพียงม้วนเดียวบนเครื่องจักรดังภาพที่ 4-1 แต่หลังจากการปรับปรุงเรามีการนำม้วนวัตถุดิบที่ต้องขึ้นปั๊มในช่วงเวลาถัดไปตามแผนการผลิตมารอเพื่อทำการขึ้นรูปในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน โดยไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม แต่ต้องมีการวางแผนการผลิตที่แน่นอน ดังแสดงในภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-1 การเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบก่อนปรับปรุง



ภาพที่ 4-2 การเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบหลังปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงงานทุกอย่างของการติดตั้งค่าเครื่องจักรให้กระชับ เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างพนักงานทั้งสองคนจึงดำเนินการปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน และแบ่งงานกันมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 ให้ปฏิบัติงานการปรับตั้งค่าเครื่องจักร ที่ต้องปฏิบัติให้เป็นแบบคู่ขนาน

จากการพิจารณาขั้นตอนการทำงานหลังจากมีการเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอกเครื่องจักร โดยในลำดับขั้นตอนที่ 1, 2, 3 พนักงานคนที่ 1 ว่างงาน จึงมีการจัดลำดับการทำงานใหม่และแบ่งงานใหม่ทำให้พนักงานคนที่ 1 ทำงานในขั้นตอนที่ 1 เป็นเวลา 194 วินาที ซึ่งสามารถทำควบคู่ไปกับพนักงานคนที่ 2 ได้ และในลำดับการทำงานที่ 10 พนักงานคนที่ทั้ง 2 คน สามารถแบ่งงานกันทำคนละด้านของแม่พิมพ์ได้ โดยพนักงานแต่ละคนจะติดตั้งตัวสไลด์แม่พิมพ์คนละฝั่ง จึงทำให้เวลาทำงานของทั้งสองคนเท่ากับ 34 วินาที และจัดสมดุลการทำงานของพนักงานทำขั้นตอนกระชับมากขึ้น ดังแสดงข้อมูลการจัดสมดุลดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 การจัดสมดุลการทำงานของพนักงานคนที่ 1 และคนที่ 2

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	ชนิดของงาน	เวลาการทำงาน(วินาที)		เวลาการทำงานของพนักงาน (วินาที)
			พนักงานคนที่ 1	พนักงานคนที่ 2	
1	จัดเตรียมเครื่องมือ เช่น ประแจ หกเหลี่ยม ทอร์ค	E	120 + 74 = 194	305.0	305.0
2	เปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ	E		120.0	120.0
3	เข็นรถใส่แม่พิมพ์มาหน้าเครื่องขึ้นรูป	E		74.0	74.0
4	เปลี่ยน Step ของแม่พิมพ์	E	1200.0	1200.0	1200
5	นำรถเข็นไปนำแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวาง	E	16.6	16.6	16.6
6	ดึงแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวางมาที่รถเข็น	E	19.8	19.8	19.8
7	เข็นรถนำแม่พิมพ์มาหน้าเครื่องขึ้นรูป	E	32.6	32.6	32.6
:	:	:	:	:	68.0
.	:	:	:	:	
10	เซ็ทตัวสไลแม่พิมพ์ของเครื่องขึ้นรูป	I	68.0 34	34	125.0
13	ทำความสะอาดฐานรองแม่พิมพ์	I	125.0	295.0	73.0
14	ดันแม่พิมพ์จากรถเข็นไปที่ตัวซัพพอตที่เครื่องขึ้นรูป	I	73.0	73.0	295.0
15	ทำความสะอาดแม่พิมพ์	I	295.0		

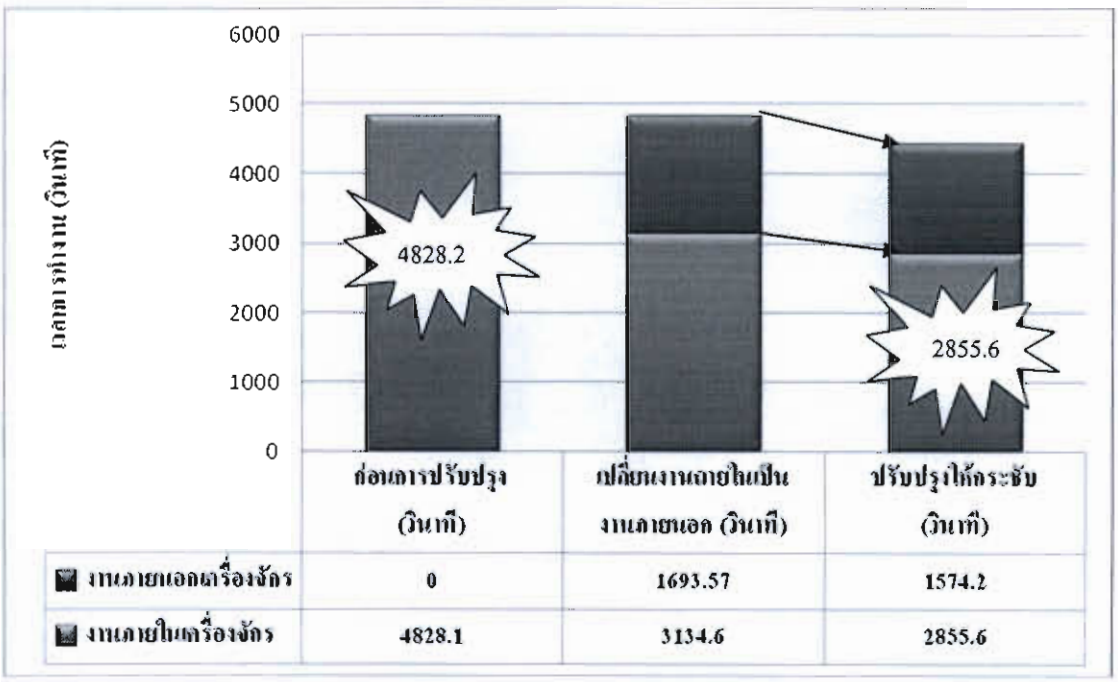
แบ่งงานกันทำคนละฝั่งของเครื่องขึ้นรูป

จากการจัดสมดุลการทำงานของพนักงานคนที่ 1 และคนที่ 2 สามารถสรุปขั้นตอนการทำงานของพนักงานเพื่อการทำงานกระชับและมีการปฏิบัติงานแบบคู่ขนาน จึงสามารถสรุปขั้นตอนการทำงานของพนักงานใหม่ได้ตามขั้นตอนที่แสดงในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 แสดงขั้นตอนการทำงานหลังจากการปรับปรุง

ลำดับ	ชนิดของงาน	พนักงานคนที่ 1		พนักงานคนที่ 2	
		ขั้นตอนการทำงาน	เวลา (วินาที)	เวลา (วินาที)	ขั้นตอนการทำงาน
1	E	เปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ เข็นรถใส่แม่พิมพ์มาหน้าเครื่อง	194	305	จัดเตรียมเครื่องมือ เช่น ประแจหกเหลี่ยม ทอร์ค
2	E	เปลี่ยน Step ของแม่พิมพ์	1200	1200	เปลี่ยน Step ของแม่พิมพ์
3	E	นำรถเข็นไปนำแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวาง	16.6	16.6	นำรถเข็นไปนำแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวาง
4	E	ดึงแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวางมาที่รถเข็น	19.8	19.8	ดึงแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวางมาที่รถเข็น
5	E	เข็นรถนำแม่พิมพ์มาหน้าเครื่องขึ้นรูป	32.6	32.6	เข็นรถนำแม่พิมพ์มาหน้าเครื่องขึ้นรูป
6	I	หยุดเครื่องจักร นำแม่พิมพ์ลงมาประกบกัน	105.2	-	หยุดเครื่องจักร นำแม่พิมพ์ลงมาประกบกัน
7	I	ถอดแคล้มล็อกระหว่างแม่พิมพ์กับเครื่องออก	108	108	ถอดแคล้มล็อกระหว่างแม่พิมพ์กับเครื่องออก
8	I	เซ็ทตัวสไลแม่พิมพ์ของเครื่องขึ้นรูป	34	34	เซ็ทตัวสไลแม่พิมพ์ของเครื่องขึ้นรูป
9	I	ดึงแม่พิมพ์มารอ	38	-	
10	I	ดึงแม่พิมพ์เก่าออกจากเครื่องมาที่รถเข็น	25.4	-	
11	I	ดันแม่พิมพ์ใหม่จากรถเข็นไปที่ตัวซัพพอตที่เครื่องขึ้นรูป	73	73	ดันแม่พิมพ์ใหม่จากรถเข็นไปที่ตัวซัพพอตที่เครื่องขึ้นรูป
12	I	ทำความสะอาดฐานรองแม่พิมพ์	125	295	ทำความสะอาดแม่พิมพ์
13	I	ติดตั้งแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องขึ้นรูป	58.6	58.6	ติดตั้งแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องขึ้นรูป
14	I	เซ็ทแคล้มล็อกระหว่างแม่พิมพ์กับเครื่องขึ้นรูป	145.5	145.5	เซ็ทแคล้มล็อกระหว่างแม่พิมพ์กับเครื่องขึ้นรูป
15	I	ตั้งค่าแม่พิมพ์	69.2	105.6	เก็บสายพานของโมเดลก่อนหน้า
16	I			284.6	ป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่อง
17	I	เซ็ทวัตถุดิบเข้าแม่พิมพ์	673.5		
18	I	ปรับ Condition	300		
19	I			540	ตรวจสอบงานชิ้นแรก (3 ชิ้น)
20	E	นำแม่พิมพ์ไปเก็บ	45.6	45.6	นำแม่พิมพ์ไปเก็บ
รวม		เวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 1 (วินาที)	3263.9	3263.9	เวลาการทำงานของพนักงานคนที่ 2 (วินาที)
สรุป		อัตราการทำงานพนักงานคนที่ 1 (%)	73.68	73.86	อัตราการทำงานพนักงานคนที่ 2 (%)
		เวลาที่พนักงานทำงานภายในเครื่องจักร (I) (วินาที)	2855.6	1574	เวลาที่พนักงานทำงานภายนอกเครื่องจักร (E) วินาที
รวม		เวลาการปรับตั้งค่าทั้งหมด (นาที)	4430		เวลาการปรับตั้งค่าทั้งหมด (นาที)

ผลการปรับปรุงการลดเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร จากการปรับปรุงการลดเวลาของการปรับตั้งค่าเครื่องจักร หลังจากการปรับปรุงพบว่าสามารถลดเวลาการปรับตั้งค่าเครื่องจักรจากการเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานภายนอกเครื่องจักร และปรับปรุงการทำงานแต่ละขั้นตอนให้มีความกระชับขึ้น ทำให้เวลาการปรับตั้งค่าเครื่องจักรภายในลดลงจาก 4828.1 วินาที เป็น 2855.6 วินาที ส่งผลทำให้มีเวลาในการผลิตชิ้นงานเพิ่มขึ้นอีก 1972.5 วินาที ดังแสดงในภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-3 แสดงเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

การลดความถี่ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร

การศึกษาการลดความถี่ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรในส่วนของการปรับเปลี่ยนแผนการผลิต เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของกระบวนการประกอบ ปริมาณที่ต้องผลิตต่อครั้ง ดังนั้น จึงทำการศึกษาปริมาณความต้องการรวมของแต่ละเดือนจากเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555 มีปริมาณการสั่งผลิต ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ปริมาณความต้องการชิ้นส่วนจากส่วนวางแผนในเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555

ปริมาณการสั่งผลิตชิ้นงานในกระบวนการปั๊มขึ้นรูป (ชิ้นต่อเดือน)				
รุ่น	**มกราคม**	**กุมภาพันธ์**	**มีนาคม**	**เมษายน**
N. plate 2	800,000	640,000	560,000	480,000
G:Top	42,000	35,200	32,500	32,000
G:Bottom	42,000	35,200	32,500	32,000
N:plate 1	40,000	32,000	28,000	24,000
N. plate 3	40,000	32,000	28,000	24,000
N. plate 4	40,000	32,000	28,000	24,000
B:Top	29,600	25,000	34,200	14,700
B:Bottom	29,600	25,000	34,200	14,700
V:Top	5,400	4,000	4,240	4,400
V:Bottom	5,400	4,000	4,240	4,400
E:Top	5,048	3,600	3,200	3,600
E:Bottom	5,048	3,600	3,200	3,600

จากปริมาณการสั่งผลิตจึงมีการกำหนดแผนการผลิตของเครื่องปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลท เพื่อให้เหมาะสม และเป็นการลดความถี่ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต จึงมีการวางแผนการผลิตแบบ Make to Stock โดยจะมีการเก็บชิ้นงานหลังจากการผลิตไว้ในกล่องไม้ก่อนที่จะทำการล้างและส่งเข้ากระบวนการประกอบ ดังนั้น จึงมีการกำหนดช่วงเวลาในการผลิต ยกตัวอย่างเช่น N.plate มีการผลิตวันละ 1 ครั้ง ส่วน G.Top และ Bottom มีการผลิต 8 วันครั้ง นั่นหมายความว่า ถ้ากระบวนการประกอบทำงาน 24 วันต่อเดือน จะมีการผลิต G.Top และ Bottom 3 ครั้งในเดือนนั้น สำหรับชิ้นส่วนอื่น ๆ มีการแสดงข้อมูลไว้ในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ช่วงเวลาในการผลิตชิ้นส่วนจากส่วนวางแผนในเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555

รุ่น	การกำหนดช่วงเวลาในการผลิต (วันต่อครั้ง)		ปริมาณที่ต้องผลิตต่อครั้ง (ชิ้น)		จำนวนกล่องที่ใช้บรรจุชิ้นงาน (กล่องต่อครั้ง)	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
N. plate 2	1	1	40,000	40,000	เก็บหน้ากระบวนการประกอบ	เก็บหน้ากระบวนการประกอบ
G:Top	5	8	12,000	20,000	2	2
G:Bottom	5	8	12,000	20,000	2	2
N:plate 1	10	20	20,000	40,000	2	4
N. plate 3	10	20	20,000	40,000	2	4
N. plate 4	10	20	20,000	40,000	2	4
B:Top	5	8	6,000	10,000	1	1
B:Bottom	5	8	6,000	10,000	1	1
V:Top	10	40	3,000	12,000	เก็บหน้ากระบวนการประกอบ	1
V:Bottom	10	40	3,000	12,000	เก็บหน้ากระบวนการประกอบ	1
E:Top	10	40	2,000	8,000	เก็บหน้ากระบวนการประกอบ	1
E:Bottom	10	40	2,000	8,000	เก็บหน้ากระบวนการประกอบ	1
รวม					12	18

จากการวางแผนการผลิตใหม่โดยมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณที่ต้องผลิตต่อครั้ง เพื่อให้เหมาะสมกับปริมาณความต้องการและปริมาณวัตถุดิบแต่ละครั้ง สามารถนำมาวางแผนการผลิตชิ้นส่วนในเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555 ได้ ดังแสดงเปรียบเทียบการวางแผนการผลิตโดยใช้ปริมาณการสั่งผลิตก่อนการปรับปรุงและหลังปรับปรุงดังแสดงในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 แสดงจำนวนครั้งในการขึ้นรูปของชิ้นส่วนทั้ง 12 ชิ้นส่วน

รุ่น	จำนวนครั้งในการขึ้นรูปชิ้นงานในแต่ละเดือน (ครั้ง)							
	ก่อนปรับปรุง (คำนวนเพื่อเปรียบเทียบ)				หลังปรับปรุง (การผลิตจริง)			
	ม.ค.	ก.พ.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	ก.พ.	ม.ค.	เม.ย.
N. plate 2	20	16	14	12	20	16	14	12
G:Top	5	4	3	3	3	2	3	2
G:Bottom	5	4	3	3	3	2	3	2
N:plate 1	2	2	2	1	1	1	1	1
N. plate 3	2	2	2	1	1	1	1	1
N. plate 4	2	2	2	1	1	1	1	1
B:Top	5	4	6	3	3	3	2	2
B:Bottom	5	4	6	3	3	3	2	2
V:Top	2	2	2	2	1	0	1	0
V:Bottom	2	2	2	2	1	0	1	0
E:Top	3	2	1	2	1	0	1	0
E:Bottom	3	2	1	2	1	0	1	0
รวม	56	46	44	35	39	29	31	23
เฉลี่ย	181 ครั้งต่อสี่เดือน หรือ 45.25 ครั้งต่อเดือน				122 ครั้งต่อสี่ เดือน หรือ 30.5 ครั้งต่อเดือน			

จากตารางเมื่อมีการเปลี่ยนปริมาณในการปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วน พบว่าสามารถลดความถี่ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตจาก 45.25 ครั้งต่อเดือน เป็น 30.5 ครั้งต่อเดือน ซึ่งสามารถนำมาคำนวณค่าใช้จ่ายและโอกาสในการผลิตชิ้นส่วนเพิ่มได้ดังแสดงในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและโอกาสในการผลิตงานก่อนและหลังการปรับปรุง

รายละเอียด	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ค่าใช้จ่ายแรงงานในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร (บาท/ครั้ง)	4428.12 วินาที x 2 คน x 62.5 บาทต่อชั่วโมง = 167.64 บาทต่อครั้ง	4430 วินาที x 2 คน x 62.5 บาทต่อชั่วโมง = 153.82 บาทต่อครั้ง
ค่าบรรจุภัณฑ์กล่องไม้ (บาทต่อเดือน)	12กล่อง x 1200 บาท/ 8 เดือน =1800 บาทต่อเดือน	18 กล่อง x 1200 บาท / 8 เดือน = 2700 บาทต่อเดือน
พื้นที่การจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ (สามารถวางซ้อนกันได้ 2 ชั้น)	15278 บาทต่อเดือน	15278 บาทต่อเดือน
ค่าใช้จ่ายรวม (บาทต่อดือน)	167.64 x 42.25 + 1800 = 8882.79	153.82 x 30.5 + 2700= 7391.51 ค่าใช้จ่ายลดลง =8882.79 - 7391.51 =1491.28
โอกาสในการผลิตงานเพิ่มขึ้น	0	(181-134) x 4430 /1.2 = 173508 ชิ้น

เมื่อทำการเปลี่ยนปริมาณและความถี่ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักรพบว่า ค่าใช้จ่ายแรงงานในการปรับตั้งค่าลดลงจาก 167.74 เป็น 153.82 บาทต่อครั้ง แต่ค่าใช้จ่ายในส่วนของบรรจุภัณฑ์เพิ่มขึ้นจาก 1800 เป็น 2700 บาทต่อเดือน ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายต่อเดือนได้เพียง 1491.28 บาทต่อเดือน แต่เราสามารถเพิ่มโอกาสในการผลิตชิ้นส่วนให้กับกระบวนการประกอบได้ถึง 173,508 ชิ้นต่อเดือน

จากการปรับแผนการผลิตดังกล่าวก็ส่งผลถึงกระบวนการที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ต้องมีการเปิดทำงานล่วงเวลาในช่วงแรกที่มีการเปลี่ยนแผนการผลิตมากขึ้น เพื่อผลิตชิ้นงานให้เพียงพอกับการประกอบ และผลิตชิ้นงานที่ต้องการเก็บก่อนการประกอบ

2. มีการจัดเก็บชิ้นงานหลังจากการผลิตเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ม้วนอะลูมิเนียม หรือวัตถุดิบในแผนกจัดเก็บลดลง นั่นคือเปลี่ยนสินค้าคงคลังที่มีอยู่จากเดิมเป็นม้วนวัตถุดิบมาเป็นชิ้นส่วนที่รอประกอบแทน

การลดความถี่ในการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ

จากการศึกษาเวลาการลดเวลาในการเปลี่ยนม้วนโดยอาศัยเทคนิค Single-Minute Exchange of Die (SMED) มาดำเนินการแก้ไขโดยปฏิบัติตาม 4 ขั้นตอน เช่นเดียวกับการปรับตั้งค่าเครื่องจักรที่มีเวลาการทำงานทั้งภายนอกและภายในแสดงดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ขั้นตอนในการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	Type	เวลาการทำงาน (วินาที)
1	เปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ	E	120.0
2	ป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่อง	I	284.6
3	เซ็ทวัตถุดิบเข้าแม่พิมพ์	I	673.5
4	ปรับ Condition	I	300.0
5	ตรวจสอบงานชิ้นแรก (3 ชิ้น)	I	540.0
รวม			1919.0
I = เวลาทำงานภายในเครื่องจักร (วินาที)			1798.0
E = เวลาทำงานภายนอกเครื่องจักร (วินาที)			120.0

จากแผนการผลิตในเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555 พบว่ามีการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปรับตั้งค่าเครื่องจักรโดยเฉลี่ย 56.8 ครั้งต่อเดือน ดังข้อมูลการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบที่แสดงในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบตั้งแต่เดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555

รุ่น	จำนวนครั้งในการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบในแต่ละเดือน (ครั้ง)							
	ก่อนปรับปรุง (ข้อมูลจากการคำนวน)				หลังปรับปรุง(ข้อมูลจากการผลิตจริง)			
	ม.ค.	ก.พ.	ม.ค.	เม.ย.	ม.ค.	ก.พ.	ม.ค.	เม.ย.
N. plate 2	60	48	42	36	60	48	42	36
G:Top	5	5	3	3	2	2	2	2
G:Bottom	5	5	3	3	2	2	2	2
N:plate 1	1	1	1	0	1	1	1	0
N. plate 3	1	1	1	0	1	1	1	0
N. plate 4	1	1	1	0	1	1	1	0
B:Top	0	0	0	0	0	0	0	0
B:Bottom	0	0	0	0	0	0	0	0
V:Top	0	0	0	0	0	0	0	0
V:Bottom	0	0	0	0	0	0	0	0
E:Top	0	0	0	0	0	0	0	0
E:Bottom	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	73	61	51	42	67	55	49	40
เฉลี่ย	227 ครั้งต่อสี่เดือน หรือ 56.8 ครั้งต่อเดือน				211 ครั้งต่อสี่ เดือน หรือ 52.8 ครั้งต่อเดือน			

จากทั้งกรณีที่มีเปลี่ยนแปลงการผลิตโดยการลดความถี่ในการเปลี่ยนรุ่นทำให้การเปลี่ยนม้วนลดลงจาก 56.8 เป็น 52.8 ครั้งต่อเดือน และสามารถลดเวลาสูญเสียจากการหยุดเครื่องจักรได้ โดยการเปลี่ยนงานที่ต้องทำภายในเครื่องจักรเป็นงานที่ทำในขณะเครื่องจักรทำงานได้ โดยสามารถเพิ่มเวลาการทำงาน 120 วินาทีต่อครั้งของการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ และสามารถคำนวนโอกาสในการผลิตชิ้นงานได้ ดังนี้

เวลาที่ได้กลับมา =120 วินาทีต่อครั้ง x 52.8 ครั้งต่อเดือน + (56.8-52.8) x1798 = 13,528 วินาที คิดเป็นชิ้นงานที่สามารถผลิตได้ = 13528/1.2 = 11273 ชิ้น

ผลการปรับปรุง

จากการศึกษาการลดเวลาเวลาสูญเสียในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลท พบว่าสามารถลดเวลาการปรับตั้งค่าเครื่องจักร และการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ ได้ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 เวลาสูญเสียของเครื่องจักรหลังจากการปรับปรับปรุงระหว่างเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555

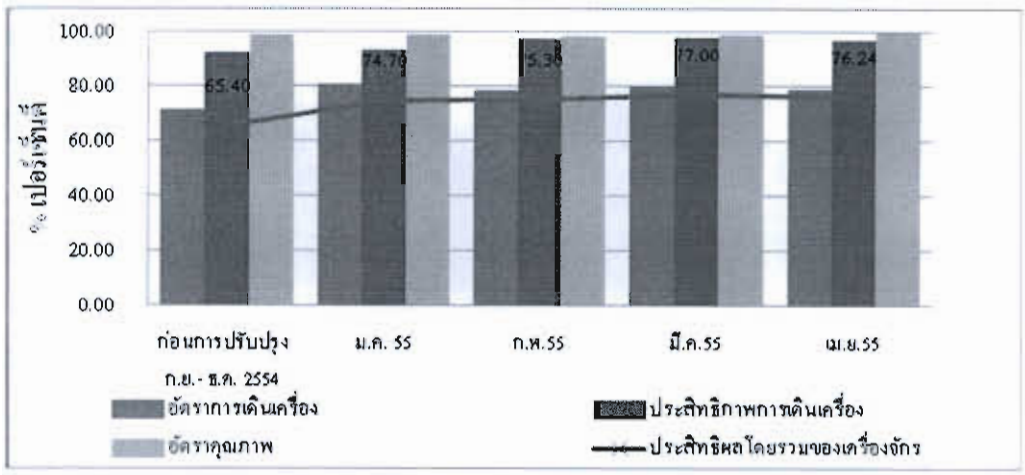
รายละเอียดความสูญเสีย	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง				
	กันยาย- ธันวาคม 2554	ม.ค. 55	ก.พ.55	มี.ค.55	เม.ย.55	เฉลี่ย
การปรับตั้งค่าเครื่องจักร (นาที)	3859.0	1780	1380	1480	1100	1435
เปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ (นาที)	1415.0	1710	1650	1475	1200	1508
ปัญหาคุณภาพ (นาที)	1142.5	1200	1210	1205	1500	1278
วิศวกรทดลอง (นาที)	1099.0	1200	900	805	1765	1167
แม่พิมพ์มีปัญหา (นาที)	286.25	0	137	647	120	226
ทำความสะอาด (นาที)	186.25	190	80	90	105	116
ประชุม (นาที)	161.0	360	120	120	110	178
เครื่องขึ้นรูปมีปัญหา (นาที)	51.25	105	145	399	390	260
วัตถุดิบขาด (นาที)	23.0	60	210	20	75	91
รวม (นาที)	8223.25	6605	5832	6241	6365	6261

จากการปรับปรุงในส่วนของการลดเวลาการปรับตั้งค่าเครื่องจักร และการเปลี่ยนม้วนวัดถุดิบ โดยใช้เทคนิค Single Minute Exchange of Die และการวางแผนการผลิตใหม่พบว่าสามารถลดเวลาความสูญเสียรวมของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยนจาก 8223.25 เป็น 6261 นาทีต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละที่ลดลงเท่ากับ 25.08 จากผลการปรับปรุงการลดเวลาการปรับตั้งค่าเครื่องจักรและการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบส่งผลให้อัตราการเดินเครื่องจักรเพิ่มขึ้น และทำให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 เวลาการทำงานของกระบวนปั๊มขึ้นรูปเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555

รายละเอียด	ก่อนการปรับปรุง ก.ย.- ธ.ค. 2554	หลังการปรับปรุง			
		ม.ค. 55	ก.พ.55	มี.ค.55	เม.ย.55
เวลาตามแผนการผลิต (นาที)	29034	30100	29000	31200	28828
เวลาที่เครื่องจักรหยุด (นาที)	8223	5832	6241	6365	6146
เวลาเดินเครื่อง (นาที)	20811	24268	22759	24835	22682
เวลามาตรฐาน (นาที)	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
จำนวนชิ้นงานที่ต้อง (ชิ้น)	832420	970720	910360	993400	907280
จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ (ชิ้น)	760623	907700	886700	972440	881980
จำนวนชิ้นงานดีที่ผลิตได้ (ชิ้น)	752720	899400	873500	960900	879100
% อัตราคุณภาพ (Q)	98.98	99.09	98.51	98.81	99.67
ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร	65.4008	74.701	75.30172	76.99519	76.23664

หลังจากการปรับปรุงเรื่องการลดเวลาปรับตั้งค่าเครื่องจักรพบว่า อัตราการเดินเครื่องจักร ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง อัตราคุณภาพเพิ่มขึ้นจาก 71.39, 92.55, 98.98 เป็น 78.68, 97.21 และ 99.67 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นด้วย เพื่อให้มองเห็นภาพหลังจากการปรับปรุงสามารถเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจาก 65.40% เป็น 76.23% จึงได้แสดงการวัดค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2555 ในภาพที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 เปรียบเทียบประสิทธผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนและหลังปรับปรุง

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาการลดเวลาสูญเสียของกระบวนการปั๊มขึ้นรูปในโรงงานกรณีศึกษาการผลิตคอยล์เย็น ซึ่งเป็นโรงงานที่มีปั๊มขึ้นรูปแผ่นเพลทเพื่อป้อนเข้าสู่กระบวนการประกอบ จากการศึกษาพบว่ากระบวนการปั๊มขึ้นรูปเป็นกระบวนการต้นทางที่มีการหยุดเครื่องจักรทำให้สูญเสียเวลาในการผลิตเนื่องจากหลาย ๆ สาเหตุด้วยกัน แต่สาเหตุที่สนใจศึกษา คือ เวลาสูญเสียจากการปรับตั้งค่าเครื่องจักร และการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สะสมของเครื่องจักรหยุดเท่ากับ 62% ของทั้งหมด จากการศึกษาโดยใช้เทคนิค Why-Why Analysis พบว่ามีการทำงานในขณะที่เครื่องจักรหยุดเป็นเวลานาน และมีความถี่สูงในการหยุดเครื่องจักร ดังนั้นจึงนำเทคนิค Single Minute Exchange of Die เข้ามาปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน และมีการวางแผนการผลิตใหม่ เพื่อลดเวลาการปรับตั้งค่าเครื่องจักรและการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ ซึ่งเป็นผลให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการปรับปรุง

1. การปรับปรุงในส่วนของการลดเวลาการปรับตั้งค่าเครื่องจักร ที่เกิดจากการปรับปรุง 2 ส่วนด้วยกัน คือ การลดเวลาการปรับตั้งค่าเครื่องจักร และการลดความถี่ในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร พบว่าจะมีค่าใช้จ่ายที่คำนวณจากค่าแรงพนักงาน ค่าบรรจุภัณฑ์ ค่าพื้นที่ในการจัดเก็บลดลงเดือนละ 1,491 บาท และสามารถเพิ่มโอกาสในการผลิตงานเพิ่มขึ้นอีกเป็นจำนวน 173,508 ชิ้นต่อเดือน

2. การปรับปรุงในส่วนของการลดเวลาการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ จากการปรับปรุงการลดเวลาในส่วนของการเปลี่ยนม้วนลดลงจาก 1,919 เป็น 1,798 วินาที นั่นหมายความว่า ในการเปลี่ยนม้วนในแต่ละครั้งสามารถลดเวลาได้ 120 วินาที หรือ 3 นาที นั่นเอง หลังจากการปรับปรุงและมีการวางแผนการผลิตใหม่ พบว่าที่การลดเวลาการเปลี่ยนม้วนวัตถุดิบสามารถ เพิ่มโอกาสในการผลิตชิ้นงาน 11,273 ชิ้นต่อเดือน

จากผลการปรับปรุงทั้งหมดพบว่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจาก 65.40 เป็น 76.23 โดยมีร้อยละการเพิ่มขึ้นเท่ากับ 16.56%

ปัญหาในการดำเนินงาน

ในการดำเนินการศึกษาและปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียจากการปรับตั้งค่าเครื่องจักร มีปัญหาในการดำเนินการ โดยสรุป ดังนี้

1. มีความไม่เข้าใจของพนักงานในเรื่องของการเก็บข้อมูล รายละเอียดต่าง ๆ ในเอกสารการบันทึก ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นจุดเริ่มต้นในการศึกษาปรับปรุงการลดเวลา

2. มีความไม่เข้าใจของพนักงานในการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นของกระบวนที่สนใจศึกษา

3. มีความไม่เข้าใจถึงผลกระทบของปัญหาการหยุดเครื่องจักร เพื่อให้พนักงานมีความร่วมมือในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร

4. มีการต่อต้านของพนักงาน หลังจากการปรับปรุง เนื่องจากมีการกำหนดวิธีการปฏิบัติงานใหม่ ทำให้พนักงานไม่ปฏิบัติตาม ซึ่งต้องใช้เวลาในการปรับปรุงและทำความเข้าใจ

ข้อเสนอแนะ

1. สามารถนำเทคนิคของ Single Minute Exchange of Die ปรับปรุงในกระบวนการอื่น ๆ ที่มีการทำงานร่วมกันระหว่างคนกับเครื่องจักร และยังสามารถนำวิธีการศึกษาเวลาไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในส่วนอื่น เช่น กระบวนการประกอบ กระบวนการทดสอบ กระบวนการขนส่ง เป็นต้น

2. เพื่อให้การปรับปรุงเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพมากขึ้นควรจะดำเนินการโดยให้ทุกฝ่ายมีส่วนเกี่ยวข้องและดำเนินการเป็นทีมงาน เพื่อให้เกิดศักยภาพในการปรับปรุงงานมากขึ้น

บรรณานุกรม

ชาญชัย พรศิริรุ่ง. (2549). คู่มือปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักร. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร ประชุมทอง พริ้นติ้ง.

ธงชัย แก่นแก้ว. (2552). การปรับปรุงการเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต. งานนิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ธานี อ่วมอ้อ. (2547). การบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยตยเอง. กรุงเทพมหานคร สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

พรชัย ผกายทองสุก. (2542). การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในโรงงานผลิตเครื่องแก้ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. (2552). การศึกษางานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์ท้อป.

วันชัย ริจิรวนิช. (2551). การศึกษาการทำงานหลักการและกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันชัย ริจิรวนิช. (2543). การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม เทคนิตและกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรพจน์ ยอดมนต์. (2543). การลดเวลาสูญเสียจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริพร สีหาทับ. (2551). การลดเวลาการหยุดงานของกระบวนการรีดขึ้นรูปท่อเหล็กโดยการประยุกต์ใช้เทคนิค Why-Why Analysis. งานนิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุรสา มหากันธา. (2541). การปรับปรุงกำลังการผลิตโดยลดเวลาสูญเสีย. http://www.tnrr.in.th/index.php/component/dspace_cv/index.php?option=com_dscollection&itemid=172397&show=full.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลดิบ

ตารางภาคผนวก ก-1 ข้อมูลการทำงานของเครื่องขึ้นรูปกระ A เดือนกันยายน พ.ศ. 2554

วันที่	Shift :A												
	ยอดการผลิต	ยอดการผลิตที่ดี	ยอดของเสียจากการผลิต	เครื่องขัดผิวเสีย	เครื่องขึ้นรูปเสีย	ของเสียอื่นๆ	หน้าจอรับคำสั่งเสีย	เครื่องเป่าลมเสีย	เครื่องดูดฝุ่นเสีย	หม้อต้มน้ำเสีย	ไม่มีงาน	หน้าจอเสีย	เวลาทำงาน
1	24,000	152	29000	15	5			20		15	65		700
2	23,000	160	25750							45	65	15	640
3	27,000	111	29250								55		640
4	24,300	300	16000		45					195	65	15	640
5	22,640	122	20700	15	65					90	56		640
6	33,760	130	24250							75	65	15	640
7	23,640	120	25400							75	57		640
8	22,890	111	24250							75	65	15	640
9	10,600	200	18500	15						30	120	105	640
10	20,000	100	32000										640
11													
12	13,200	260	14250	15						280	65	55	700
13	13,000	80	15250					240			65	30	640
14	21,300	130	23250				15	30			65	65	640
15	21,800	131	26750								65	40	640
16	25,700	128	28250								60	15	640
17	19,680	127	22650								130	57	640
18													
19	9,100	230	15000				45	60		30	65	70	570
20	25,000	100	19000				30				120	40	570
21	19,800	100	20250							30	65	70	570
22	36,000	80	24000							30	85	45	640
23	9,200	90	23250							70	65	40	640
24	0	90	24500								85	65	640
25													
26	22,340	90	24500	10							65	75	640
27	23,000	95	24750								70	75	640
28	21,200	200	24650								62	85	640
29	12,000	250	19250	15						110	60	70	640
30	24,000	190	22750	15						30	65	75	640
รวม	548150	3877	617400	100	115	0	90	350	0	1180	1870	1137	17190

ตารางภาคผนวก ก-2 ข้อมูลการทำงานของเครื่องขึ้นรูปกะ B เดือนกันยายน พ.ศ. 2554

วันที่	Shift :B												
	ผลผลิตดี	ผลผลิตเสีย	ชั่วโมงเครื่องจักรทำงาน	ปัญหาเครื่องจักรขัดข้อง	ปัญหาวัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ	ปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบ	ปัญหาเครื่องจักรขัดข้องเล็กน้อย	ปัญหาวัตถุดิบไม่ได้คุณภาพเล็กน้อย	ปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบเล็กน้อย	ปัญหาอื่นๆ	ความเร็วเครื่องจักร	ปัญหาอื่นๆ	เวลาทำงาน
1	25,000	155	28750				5				75	45	700
2	14,200	181	29000	15			10				65	30	700
3	20,000	120	32000										640
4	21,000	175	26550	10						30	54	15	640
5	21,200	133	29000		15		5	30			55	15	700
6	24,000	173	27350	20							58	15	640
7	21,350	159	22400				10			100	59	23	640
8	21,700	168	26400								67	45	640
9	22,700	170	25000				10	40			65	25	640
10													
11	20,000	240	29100							15	63	40	700
12	21,000	208	25900								62	60	640
13	24,000	195	24250				10	20		20	65	40	640
14	9,600	196	22000	10				60		60	60	10	640
15	0	188	27500								75	15	640
16	0	180	27750								65	20	640
17	0	133	27500								65	25	640
18													
19	22,700	142	26500	10							55	45	640
20	19,600	175	30800				10				59	15	700
21	24,200	126	24200	15							66	75	640
22	22,600	145	25000							20	60	60	640
23	23,300	107	25150	15			15				77	30	640
24	9,000	180	9250			350					65	40	640
25	21,000	130	24250								65	30	580
26	21,000	120	22500							75	75	40	640
27	32,200	163	20500							60	65	35	570
28	20,300	170	29050								59	60	700
29	5,500	101	17200					265		5	66	35	715
30	25,900	90	24250	10						15	65	65	640
รวม	513,050	4423	709100	105	15	350	75	415	0	400	1730	953	18225

ตารางภาคผนวก ก-3 ข้อมูลการทำงานของเครื่องขึ้นรูปกะ A เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

วันที่	Shift :A												
	ชนิดงาน	ปริมาณงาน	ผลผลิตรวมทั้งหมด	เวลาหยุดเครื่องเพื่อเปลี่ยนแม่พิมพ์	เหตุผลการหยุดเครื่องอื่นๆ	เวลาหยุดเครื่องของแม่พิมพ์	เวลาหยุดเครื่องเพื่อซ่อม	เหตุผลการหยุดเครื่องอื่นๆ	เวลาหยุดเครื่องของแม่พิมพ์	เวลาหยุดเครื่องเพื่อเปลี่ยนแม่พิมพ์	เวลาหยุดเครื่องรอวัตถุดิบ	เวลาหยุดเครื่องเพื่อซ่อม	เวลาทำงาน
1													
2													
3	25,500	111	19250	5							90	30	510
4	25,800	300	20500							75	95	60	640
5	13,000	122	20250	10						90	90	45	640
6	29,200	130	20050							100	109	30	640
7	27,500	120	24250	5							90	60	640
8													
9													
10	7,200	100	13750	10		300	30			10	65	30	720
11	9,800		12250			300				20	75		640
12	16,900	260	16500	5		76		30			69		510
13	21,300	80	28750	10						15	65	55	720
14	17,500	130	29650	5				30			62	30	720
15													
16													
17	6,300	127	20150	10							77	20	510
18	0		0										0
19	9,900	230	17950					40			81	30	510
20	12,500	100	13900	5				45		45	77	60	510
21	12,600	100	18750	10						30	65	30	510
22													
23											80	45	640
24	17,100	90	20000	5			15				60	30	510
25	16,000		20850								68	25	510
26	10,800	90	18800	10						15	79	30	510
27	22,000	95	19500								90	30	510
28	22,300	200	19750	5							80	30	510
29													
30	0	200	23750				20				120	25	640
31	21,200	200	26050	10							74	35	640
รวม	344400	2785	450400	105	0	676	65	145	0	400	1761	730	12890

ตารางภาคผนวก ก-4 ข้อมูลการทำงานของเครื่องขึ้นรูปกะ B เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554

วันที่	Shift :B												
	ผลผลิตดี	ผลผลิตเสีย	ผลผลิตรวม	เวลาหยุดเครื่องเพื่อเปลี่ยนแม่พิมพ์	เวลาหยุดเครื่องเพื่อซ่อมแม่พิมพ์	เวลาหยุดเครื่องเพื่อรอแม่พิมพ์	เวลาหยุดเครื่องเพื่อซ่อมเครื่องจักร	เวลาหยุดเครื่องเพื่อรอวัตถุดิบ	เวลาหยุดเครื่องเพื่อรอพนักงาน	เวลาหยุดเครื่องเพื่อเปลี่ยนแม่พิมพ์	เวลาหยุดเครื่องเพื่อเปลี่ยนวัตถุดิบ	เวลาหยุดเครื่องเพื่อพักเบรค	เวลาทำงาน
1													
2	0	181		15									
3	5,400	120	4500	15		30		45		180	120	30	510
4	6,900	175	6500	10		150				120	180	50	640
5	16,400	133	15750		45	150	10			60	120	20	720
6	26,000	173	20500	5							65	30	510
7	16,300	159	18400				10			135	67	60	640
8													
9													
10	25,800		25000	5						10	105	20	640
11	18,690	240	27100	10							75	33	660
12	20,400	208	20500	5		90	20			60	75		660
13	32,700	195	27250								85	30	660
14	29,700	196	22000	10							90		540
15													
16													
17	26,700	133	18850	5			20				123	15	540
18	26,000		21200								66	30	520
19	28,000	142	21500	10						35	135	30	640
20	29,300	175	23500								135	35	640
21	29,000	126	22750	5							135	45	640
22													
23													
24	24,000	180	18000	10			20				90	30	510
25	20,010	130	20500								70	30	510
26	19,000	120	19800	10							68	36	510
27	22,000	163	17200							30	110	26	510
28	23,000	170	15500	5							180	15	510
29													
30	21,000	170	24450	10			20				76	45	640
31	20,200	170	23800								129	35	640
รวม	486,500	3459	433800	130	45	420	100	45	0	630	2299	645	12990

ตารางภาคผนวก ก-5 ข้อมูลการทำงานของเครื่องขึ้นรูปกะ A เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554

วันที่	Shift :A												
	ยางเสาะ	ยางเสาะ	ยางเสาะรวม	ยางเสาะ	ยางเสาะ	ยางเสาะ	ยางเสาะ	ยางเสาะ	ยางเสาะ	ยางเสาะ	ยางเสาะ	ยางเสาะ	ยางเสาะ
1	18,600		20250							20	70	15	510
2	22,000	120	20850	10							70	13	510
3	12,400	285	20900								80	12	510
4	9,300	430	20500						10	20	70		510
5	0	122	21200								66	20	510
6													
7	3,000	300	3300			510					64		640
8	11,760	200	20350	10			30				50	13	510
9	15,900	200	16250							85	85	15	510
10	11,100	230	24250								35	15	535
11	1,000	400	4650			415	10			45	65	12	640
12	13,263	260	21450								66	15	510
13			0										
14	0	130	2400			510					67	15	640
15	22,700	100	27000							10	70	20	640
16	21,000	120	24500							60	60	30	640
17	24,400	215	27350							10	58	25	640
18	9,000	305	3250	10		510	5			15	20	15	640
19	20,700	267	21000							15	60	15	510
20													
21	23,900	240	25750				20			25	55	25	640
22	23,000	100	24250							50	80	25	640
23	9,200	200	28250							20	55		640
24	19,077	230	24750								130	15	640
25	24,000	230	27250							20	60	15	640
26	22,900	90	22250	15						50	105	25	640
27	25,000	350	26500					10		15	60	25	640
28	17,000	200	17750	15						110	135	25	640
29													
30	23,700	200	28000								65	15	640
รวม	403900	5524	524200	60	0	1945	65	10	10	570	1801	420	15365

ตารางภาคผนวก ก-6 ข้อมูลการทำงานของเครื่องขึ้นรูปกะ B เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554

Shift :B												
หยุดเครื่อง	ดูแลเครื่อง	หยุดรอผลิตงานอื่น	ตรวจสอบแม่พิมพ์	เหนื่อยล้าจากการทำงาน	ล้อหมุนพิมพ์	ตัดชิ้นงานไม่ได้	เหนื่อยล้าจากการดูแล	หยุดเครื่องจักรขัดข้อง	ผสมสีไม่ได้	เตรียมวัตถุดิบ	ทำความสะอาด	หยุดเวลา
15,600		26750				20			20	65		640
20,800	181	26900								90	12	640
22,900	120	24500			60					75	15	640
3,300	590	15250			300					20	15	640
		0										
0		0										
18,600	159	27000				20				65	15	640
17,900	240	26250								115		640
1,500	600	26500							40	70		640
26,000	200	27150								85	12	640
14,000	240	22100	10							175	13	640
26,000	208	29000								60		640
0		0										
9,700	580	21750				20				185		640
19,000	350	23000							120	60		640
14,500	350	16500							100	195	15	640
17,200	150	23500								155	15	640
24,000	180	21250	15					35	40	110	15	640
20,900	142	28400								60	12	640
		0										
23,500	126	25350	15			20				68	30	640
28,500	280	26250				5				110		640
23,000	300	25500	15							115		640
		0										
28,100	250	23000	15		60					75	30	640
14,000	300	15750	30						60	69	36	510
		0										
13,000	300	13500	10		135	20	90			100	15	640
0		0										
23,000	170	28250								65	10	640
425,000	6016	543400	110	0	555	105	90	35	380	2187	260	14590

ตารางภาคผนวก ก-7 ข้อมูลการทำงานของเครื่องขึ้นรูปกะ A เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554

วันที่	Shift :A												
	ชุดแรกเข้า	ถูกแรกเข้า	ชุดหลังสุด	เครื่องหยุดเพราะ	เหตุขัดข้องอื่นๆ	ตรวจสอบคุณภาพ	ของเสียจากการ	ตั้งเครื่องใหม่	เหตุขัดข้องทางไฟฟ้า	อื่นๆ	เหตุขัดข้องทางกล	ตรวจสอบคุณภาพ	ทำงาน
1	10,900		13000				15		210		125	30	640
2	23,900		28250								60	15	640
3	21,980		27250								65	30	640
4	0		0										
5	0		0										
6	2,360		25550				15				69	45	640
7	21,200		25250								120	15	640
8	22,390		26750								80	25	640
9	19,800		27150								82	15	640
10	17,690		23000								90	30	580
11	0		0										
12	13,890		15250							60	75	60	500
13	9,786		10750							90	120	75	500
14	3,000		6050			144		100		170	75	30	640
15	14,890		19250				15			130	70	30	630
16	15,980		18150	17							90	30	500
17	0		0										
18	15,000		18500	15			15				100	130	630
19	15,400		17250								65	90	500
20	20,020		23250	15							105	45	630
21	24,900		26250								75	30	630
22	14,300		16800							15	129	30	510
23	21,800		23950								131	30	640
24	24,900		27250								65	30	640
25	0		0										
26	0		0										
27	21,800		23850				15				120	28	640
28	21,980		26900								70	32	640
29	0		0										
30	0		0										
31	0		0										
รวม	377866	0	469650	47	0	144	75	100	210	465	1981	875	13290

ตารางภาคผนวก ก-8 ข้อมูลการทำงานของเครื่องขึ้นรูปกะ B เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554

วันที่	Shift :B												
	ผลผลิตดี	ผลผลิตเสีย	ผลผลิตทั้งหมด	เครื่องหยุดเพื่อเปลี่ยนแม่พิมพ์	เครื่องหยุดเพื่อซ่อมแม่พิมพ์	เครื่องหยุดเพื่อซ่อมเครื่อง	เครื่องหยุดเพื่อรอวัตถุดิบ	เครื่องหยุดเพื่อรอพนักงาน	เครื่องหยุดเพื่อรอวัตถุดิบ	เครื่องหยุดเพื่อรอพนักงาน	เครื่องหยุดเพื่อรอวัตถุดิบ	เครื่องหยุดเพื่อรอพนักงาน	เวลาทำงาน
1	0		9750		20		15		240		125	45	640
2	15,200		19350							155	68	30	640
3	21,300		24000								130	30	640
4	0		0										
5	0		0										
6	21,700		24500				15				120	15	640
7	17,000		26750								75	30	640
8	0		0										
9	0		0										
10	13,200		19500				15				65	30	500
11	19,800		23750								105	60	640
12	20,100		24250								120	35	640
13	9,900		16000							120	45	15	500
14	17,690		20250								90	45	540
15	12,400		14500								100	30	420
16	0		0										
17	0		0										
18	0		0										
19	20,980		24750				10				105	30	640
20	12,100		14000							120	70	30	500
21	6,400		9750							150	65	90	500
22	18,900		19250								125	30	540
23	18,000		27800								69	15	640
24	19,800		27750								65	20	640
25	21,670		26750								75	30	640
26	0		0										
27	17,800		25000								125	15	640
28	15,000		17250				20				65	15	445
29	0		0										
30	0		0										
31	0		0										
รวม	318,940	0	414900	0	20	0	75	0	240	545	1807	640	11625

ภาคผนวก ข

การศึกษาเวลา

การศึกษาเวลา

การคำนวณรอบของการจับเวลา : เนื่องจากกระบวนการเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาในการทำงานนาน เราจึงใช้การคำนวณรอบการจับเวลาที่เหมาะสมมาเพื่อหาจำนวนรอบในการจับเวลา

ใช้ตารางของ Maytag

นอกจากสองวิธีดังกล่าวข้างต้นยังมีวิธีอื่น ๆ อีก ซึ่งคิดขึ้นโดยบริษัท Maytag ในสหรัฐอเมริกา อาศัยหลักการเดียวกันกับวิธีการแจกแจง t- Distribution แต่ได้แปลงเป็นตารางหาค่าโดยประมาณการเพื่อความรวดเร็ว ขั้นตอนมีดังนี้

1. จับเวลาเบื้องต้นของการทำงานโดย
   1.1 ถ้าวัฏจักรงานสั้นกว่า 2 นาที ให้จับเวลามากกว่า 10 ครั้ง
   1.2 ถ้าวัฏจักรงานยาวกว่า 2 นาที ให้จับเวลามาเพียง 5 ครั้ง
2. หาค่า R (Range) หรือพิสัย ซึ่งคือค่าสูงสุด (H) - ค่าต่ำสุดของกลุ่ม (L)
3. หาค่า $\bar{x}$ ซึ่งได้จากผลรวมของตัวแปรของตัวเลขในกลุ่มหารด้วยจำนวนข้อมูล (5 หรือ10)

$= \frac{\sum x}{n}$ หรืออาจจะหาค่าประมาณการได้จากค่าสูงสุด + ค่าต่ำสุดของกลุ่มแล้วหารด้วย 2 $= \left(\frac{H+L}{2}\right)$

4. คำนวณค่า $\frac{R}{\bar{x}}$
5. อ่านค่า N (จำนวนรอบที่เหมาะสม) จากตารางที่ 2-1 ให้ตรงกับค่า $\frac{R}{\bar{x}}$ ที่คำนวณไว้

ตาราง Maytag นี้มีที่มาจากสมการความสัมพันธ์ของ

$$\acute{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

โดย $\acute{\sigma}$ = ค่า Unbias estimator of σ for small N

$\bar{R}$ = Average Range

d_2 = Factor for central line for Range

ตารางภาคผนวก ข-1 การคำนวณเวลาของพนักงานคนที่ 1

ลำดับขั้นตอนการทำงาน		Type	ครั้งที่จับเวลาพนักงานคนที่ 1																	เปิดตาราง 2-1	จับเวลาเพิ่ม		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	H	L	H-L	X bar		จำนวนครั้งที่เพิ่ม	1	2	3
1	หยุดเครื่องจักร นำแม่พิมพ์ลงมาประกบกัน	1	105.2	102.1	103.2	106.1	108.9	105.7	105.2	106	105	105	108.9	102 1	6.8	105.2	0.06	2	104	105	-
2	ถอดแคล้มยึดระหว่างแม่พิมพ์บนเครื่องออก	1	108.0	106	108	108	108	109	108	109	108	108	109.0	106.0	3.0	107.9	0.03	2	108	107.6	-
3	เช็ดล้างไฟแม่พิมพ์ออกเครื่องขึ้นรูป	1	68.0	67	66	70	68	69	68	68	70	66	70.0	66.0	4.0	68.0	0.06	2	69	70	-
4	คีมม่าเน็ต์	1	38.0	36	39	38	37	39	38	38	38	39	39.0	36.0	3.0	37.9	0.08	2	39	40	-
6	คีมแม่พิมพ์ออกจากเครื่องมาที่รถเข็น	1	25.0	25	25	25	27	25	26	25	25	26	27.0	25.0	2.0	25.4	0.08	2	26	27	-
7	นำแม่พิมพ์ไปเก็บ	1	45.6	45	46	45	45	46	47	45	46	44	47.0	45.0	2.0	45.7	0.04	2	46	46	-
8	นำรถเข็นไปนำแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวาง	1	16.6	16.5	16	17	17	16	17	16	17	17	17.0	16.0	1.0	16.6	0.06	2	17	17	-
9	คีมแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวางมาที่รถเข็น	1	20.0	20	19	19	19	20	21	20	20	20	21.0	19.0	2.0	19.7	0.10	2	20	20	-
10	เข็นรถนำแม่พิมพ์มาหน้าเครื่องขึ้นรูป	1	32.0	31	34	31	33	35	33	31	33	33	35.0	31.0	4.0	32.7	0.12	2	32	32	-
11	ทำความสะอาดฐานรองแม่พิมพ์	1	125.0	120	128	125	124	126	127	125	124	126	128.0	120.0	8.0	125.0	0.06	2	125	224	-
12	คีมแม่พิมพ์จากรถเข็นไปที่ตัวพอดีเครื่องขึ้นรูป	1	74.0	70	74	73	72	72	74	73	75	73	74.0	70.0	4.0	72.7	0.06	2	72	73	-
13	ทำความสะอาดแม่พิมพ์	1	295.0	295	305	300	290	290	290	295	300	290	305.0	290.0	15.0	295.0	0.05	2	295	295	-
14	คีมลงแม่พิมพ์เข้าเครื่องขึ้นรูป	1	59.0	60	59	60	57	61	58	58	57	58	61.0	57.0	4.0	59.1	0.07	2	60	59	-
16	เช็ดคลี่คลอดระหว่างแม่พิมพ์ก่อนเครื่องขึ้นรูป	1	145.5	140	150	148	147	142	146	144	146	146	150.0	140.0	10.0	145.5	0.07	2	145	146	-
18	เปลี่ยน Step ของแม่พิมพ์	1	1200.0	1280	1160	1190	1190	1250	1220	1200	1210	1220	1280.0	1160.0	120.0	1212.9	0.10	2	1200	1200	-
19	ปิ๊งค่าแม่พิมพ์	1	70.0	74	65	68	66	70.5	71	70	69	68	74.0	65.0	9.0	69.2	0.13	3	69	69.5	68.9
22	เช็ดวัดคุณเข้าแม่พิมพ์	1	673.0	670	672	678	677	673	678	670	672	670	678.0	670.0	8.0	674.4	0.01	2	675	674	-
23	ไว้ว Condition	1	300.0	295	290	310	320	312	290	290	295	298	320.0	290.0	30.0	302.4	0.10	2	300	302	-

ตารางภาคผนวก ข-2 การคำนวณเวลาของพนักงานคนที่ 2

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	ครั้งที่จับเวลาพนักงานคนที่ 2										H	L	H-L	X bar	$\frac{R}{\bar{x}}$	เปิดตาราง 2-1	จับเวลาเพิ่ม		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						จำนวนครั้งที่เพิ่ม	1	2	3
2	ถอดแคล้มล็อกระหว่างแม่พิมพ์กับเครื่องออก	104.0	103	103	104	102	103	104	100	104	103	104	100	4.0	103.0	0.04	2	104	102	-
[redacted]																				
5	เข็ญรถใส่แม่พิมพ์มาหน้าเครื่องขึ้นรูป	58.0	59	60	59	60	59	58	61	57	59	61	57	4.0	59.0	0.07	2	59	59	-
[redacted]																				
7	นำแม่พิมพ์ไปเก็บ	45.6	46	47.8	47	46	43	44.5	45	45	45	48	43	4.8	45.5	0.11	2	46	45	-
8	นำรถเข็ญไปนำแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวาง	16.6	17	16	17	17	16	17	16	16	17	17	16	1.0	16.6	0.06	2	16.5	17	-
9	ดึงแม่พิมพ์ตัวใหม่จากชั้นวางมาที่รถเข็ญ	20.0	21	19	19	20	21	21	19	19	19	21	19	2.0	19.8	0.10	2	20	19.5	-
10	เข็ญรถนำแม่พิมพ์มาหน้าเครื่องขึ้นรูป	32.0	31	35	31	34	32	33	31	33	34	35	31	4.0	32.6	0.12	2	32.5	32.5	-
[redacted]																				
12	ดันแม่พิมพ์จากรถเข็ญไปที่ตัวซัพพอดที่เครื่องขึ้นรูป	69.0	67	70	68	63	67	72	68	67	69	72	63	9.0	68.0	0.13	3	68	68	68
[redacted]																				
14	ติดตั้งแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องขึ้นรูป	59.0	60	64	57	56	61	58	57	58	57	64	56	8.0	58.7	0.14	3	59	58.5	-
16	เซ็ทแคล้มล็อกระหว่างแม่พิมพ์กับเครื่องขึ้นรูป	115.5	110	120	118	117	112	116	115	116	115	120	110	10.0	115.5	0.09	2	115	116	-
17	จัดเตรียมเครื่องมือ เช่น ประแจ หกเหลี่ยม ทอร์ค	315.0	305	280	305	290	310	290	290	310	305	315	280	35.0	300.0	0.12	2	300	300	-
18	เปลี่ยน Step ของแม่พิมพ์	1200.0	1220	1160	1190	1200	1210	1220	1200	1210	1190	1220	1160	60.0	1200.0	0.05	2	1200	1200	-
20	เปลี่ยนม้วนวัตถุดิบ	115.0	120	120	115	120	122	115	125	123	125	125	115	10.0	120.0	0.08	2	120	120	-
21	ป้อนวัตถุดิบเข้าเครื่อง	278.0	276	269	265	268	280	270	269	268	272	280	265	15.0	271.5	0.06	2	271.5	272	-
24	ตรวจสอบงานชิ้นแรก (3 ชิ้น)	540.0	545	540	545	540	542	530	540	538	540	545	530	15.0	540.0	0.03	2	540	540	-