



การปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการฉีดพลาสติก กรณีศึกษาบรรจุภัณฑ์กล้วยไม้

The Overall Equipment Effectiveness Improvement for Plastic Injection Molding Process in Case of the Orchid Packaging

อัมรินทร์ วงศ์เศรษฐี^{1*} และ จุมพล บำรุงวงศ์²

^{1*} ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ² ภาควิชาฟิสิกส์อุตสาหกรรมและอุปกรณ์การแพทย์
คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Amarin Wongsetti^{1*} and Joompon Bamrungwong²

^{1*} Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Siam University,

² Department of industrial Physics and Medical Instrumentation, Faculty of Applied Science,

King Mongkut's University of Technology North Bangkok

E-mail: amarin.wongsetti@gmail.com

บทคัดย่อ

ในกรณีศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กล้วยไม้ในกระบวนการฉีดพลาสติกเพื่อยกระดับประสิทธิภาพสูงสุด จากการสำรวจสภาพปัจจุบันพบว่ากระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์กล้วยไม้มีค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร 28.6 เปอร์เซ็นต์ต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด 76.6 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์สาเหตุปัญหาด้วยการวิเคราะห์ Why - Why พบว่าสามารถลดความเสียหายของปั๊มและปรับปรุงการติดตั้งเครื่องจักรเพื่อลดปริมาณของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก จากการศึกษาพบว่าสาเหตุหลักของปัญหามาจากความเสียหายชิ้นส่วนโริงในแหล่งจ่ายน้ำมันไฮดรอลิกที่เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน ผลจากการปรับปรุงพบว่าสามารถเพิ่มค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรจาก 28.6 เปอร์เซ็นต์เป็น 82.4% รวมทั้งสามารถลดความสูญเสียให้สถานประกอบการ 415,200 บาท/เดือน

คำหลัก : ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร กระบวนการฉีดพลาสติก การวิเคราะห์ Why - Why

Abstract

In this case study is orchid packaging process improvement to get the maximum of effectiveness on plastic injection molding. At the current process status, the overall equipment effectiveness of the plastic injection molding process is 28.6 % which is lower than 78.6 % target from machine downtime and quality improvement. The root cause of phenomena is the hydraulic pump oil seal which is deterioration. After corrective action found that the overall equipment effectiveness of the plastic injection molding process is 82.4% and cost saving 415,200 Bath per month.

Keywords: Overall Equipment Effectiveness, Plastic Injection Molding, Why - Why Analysis

1. บทนำ

ทางผู้ศึกษาทำได้เห็นถึงความสำคัญของการผลิตบรรจุภัณฑ์กล้วยไม้มีประสิทธิภาพในการผลิต นั่นคือบรรจุภัณฑ์กล้วยไม้ถูกผลิตด้วยเครื่องจักรที่มีความพร้อมและทำงานอย่างต่อเนื่อง นั้นบ่งบอกถึงการหยุดของเครื่องจักรในระดับต่ำ พร้อมทั้งมีสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักรที่มีอัตราการผลิตอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงเครื่องจักรนั้นสามารถในการผลิตบรรจุภัณฑ์กล้วยไม้ที่มีคุณภาพ ปราศจากของเสีย สิ่งทีกล่าวมานี้ล้วนเป็นองค์ประกอบหรือปัจจัยที่ทำให้

เครื่องจักรหรือกระบวนการมีประสิทธิภาพในการผลิตสูงสุดสามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่า ต้นทุนการผลิตที่ต่ำ เพิ่มกำไรให้กับองค์กรและสร้างความมั่งคั่งในที่สุด

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร คือ ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE – Overall Equipment Effectiveness) การวิเคราะห์ Why-Why Analysis และ



กระบวนการฉีดพลาสติกขึ้นรูป (Plastic Injection molding)

2.1 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) [1], [2]

การวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรคือ ตัวชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานของโดยพิจารณาจาก 3 ปัจจัย ตามแนวคิดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรดังต่อไปนี้

ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) สามารถวิเคราะห์จากผลคูณ 3 ปัจจัยดังต่อไปนี้

$$OEE = A \times P \times Q \quad (1)$$

โดยที่

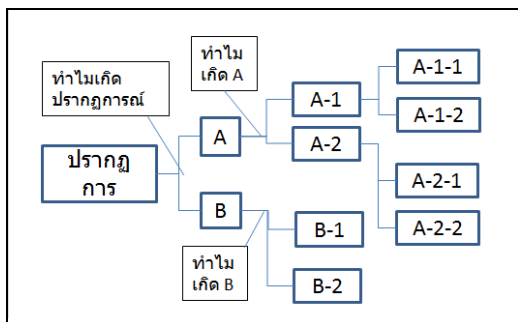
A คือ อัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate) แสดงถึงความพร้อมเครื่องจักรในการทำงาน

B คือ ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) แสดงถึงสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักร

C คือ อัตราคุณภาพ (Quality Rate) แสดงถึงความสามารถในการผลิตของดีเทียบกับจำนวนของที่ผลิต

2.2 การวิเคราะห์ Why - Why Analysis [3]

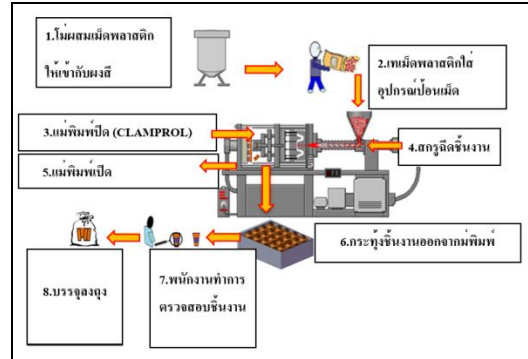
การวิเคราะห์ Why - Why Analysis คือ เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปรากฏการณ์อย่างมีระบบมีขั้นตอน ไม่เกิดการตกหล่น ซึ่งไม่ใช่การคิดแบบคาดเดา โดยหากมีปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้นจะทำการพิจารณาดูว่าอะไรเป็นปัจจัย หรือสาเหตุที่ทำให้เกิด จึงทำให้มีการตั้งคำถามว่า "ทำไม" สมมติว่าได้ปัจจัยมา 2 ข้อคือ A และ B จะต้องพิจารณาต่ออีกว่าทำไม A และ B ถึงเกิดขึ้นมาได้ พบว่าปัจจัยที่ทำให้ ก เกิดขึ้น คือ A -1 และ A-2 ส่วนปัจจัยที่ทำให้ B เกิดขึ้น คือ B-1 และ B-2 โดยจะต้องถามว่า "ทำไมทำไมทำไม" ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบสาเหตุที่แท้จริง โดยในช่องสุดท้าย คือต้นตอของปัญหาต่างๆ ที่นำไปสู่การเกิดขึ้นของปรากฏการณ์ พร้อมทั้งสามารถพลิกกลับไปกลายเป็นมาตรฐานที่มีประสิทธิภาพ หรือเป็นมาตรฐานป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำอีกดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 วิธีการคิดของการการวิเคราะห์ Why-Why

2.3 กระบวนการฉีดขึ้นรูป (Injection molding)

ขบวนการฉีดขึ้นรูป (Injection Molding) เป็นวิธีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยการฉีดพลาสติกมีขั้นตอนดังรูปที่ 2



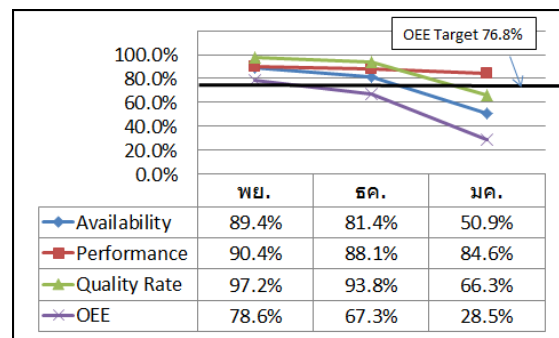
รูปที่ 2 กระบวนการฉีดหล่อดกถ้วยไม้พลาสติก

จากรูปที่ 2 กระบวนการฉีดหล่อดกถ้วยไม้พลาสติกเริ่มจากผสมเม็ดพลาสติกแล้วเทเม็ดพลาสติกใส่อุปกรณ์ป้อนเพื่อหลอมเม็ดพลาสติกแล้วจากนั้นปิดแม่พิมพ์เพื่อให้สกรูทำการฉีดขึ้นงาน หลังจากฉีดพลาสติกในแม่พิมพ์แล้วแม่พิมพ์เปิดเพื่อถอดชิ้นงานโดยการกระทุ้งชิ้นงานลงกล่องพนักงานตรวจเช็คชิ้นงานก่อนบรรจุลงถุง

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาปัญหา

ในเดือนพฤศจิกายน 2559 ทางแผนกซ่อมบำรุงได้มอบหมายให้ดำเนินการจัดทำกิจกรรมการบำรุงรักษาวิผลพร้อมทั้งนำร่องการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) ของเครื่องฉีดพลาสติกหมายเลข 2 จากการดำเนินงานในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงเดือนมกราคม 2560 พบว่าค่า OEE มีแนวโน้มต่ำดังแสดงในรูปที่ 3 ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงให้เข้าสู่ภาวะปกติสำหรับการผลิตบรรจุภัณฑ์ถ้วยไม้



รูปที่ 3 ค่าประสิทธิภาพเครื่องฉีดพลาสติกเครื่องที่

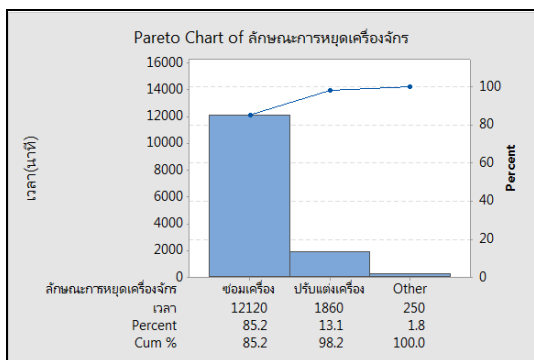
จากรูปที่ 3 พบว่าค่า OEE ของเครื่องที่ 2 มีแนวโน้ม



ต่ำสุดในเดือนมกราคม 2560 มีค่า OEE 26.6% โดยมี Availability Rate 50.9%, Performance Efficiency 84.6% และ Quality Rate 66.3% โดยทั้ง 3 ปัจจัยมีแนวโน้มต่ำในช่วงการติดตาม 3 เดือน ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงเครื่องจักรให้เข้าสู่สภาวะปกติสำหรับการผลิตสินค้างานจากการตั้งเป้าหมายในการปรับปรุงสำหรับเครื่องจักรที่ผ่านการใช้งาน โดยพิจารณาจากค่าที่ดีที่สุดที่เคยปฏิบัติที่ดีที่สุด ดังนั้นเป้าหมายของค่า OEE คือ 78.6% เป้าหมายของค่า Availability Rate 89.4 % เป้าหมายของค่า Performance Efficiency 90.4 % เป้าหมายของค่า Quality Rate 97.2 % พิจารณาจากค่าที่ดีที่สุดที่เคยปฏิบัติที่ดีที่สุดในเดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงเดือนมกราคม 2560 [1]

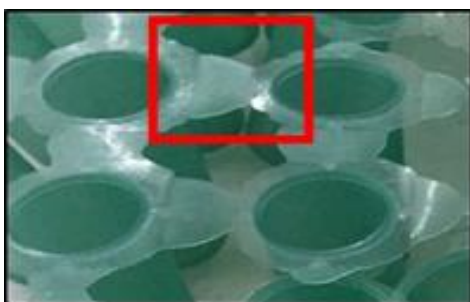
3.2 สํารวจสภาพปัจจุบัน

จากรูปที่ 3 ผลการวิเคราะห์ห้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องฉีดพลาสติกหมายเลข 2 พบว่าค่า Availability Rate 50.9% มีค่าต่ำเนื่องจากการหยุดซ่อมบำรุงและปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อลดของเสีย ดังนั้นเครื่องฉีดพลาสติกหมายเลข 2 จึงหยุดผลิต โดยสามารถแสดงเวลาในการหยุดเครื่องจักรดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนภาพพาเรโตแสดงประเภทการหยุดเครื่องฉีดพลาสติก

ปริมาณของเสียในเดือนมกราคมจากการฉีดพลาสติกพบว่าจำนวนของเสียปริมาณมาก สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) ครีบบนชิ้นงาน 2) รูบนชิ้นงาน 3) ชิ้นงานฉีดไม่เต็ม (ฉีดแหง) ดังแสดงในรูปที่ 5 ถึง 7 ตามลำดับ



รูปที่ 5 ครีบบนชิ้นงาน

จากรูปที่ 5 ครีบบนชิ้นงานมีลักษณะที่เนื้อพลาสติกดันออกมาตรงส่วนขอบปากหลอดกล้วยไม้



รูปที่ 6 รูบนชิ้นงาน

จากรูปที่ 6 มีลักษณะชิ้นงานเป็นรูเล็ก ๆ ตรงบริเวณขอบปากหลอดกล้วยไม้

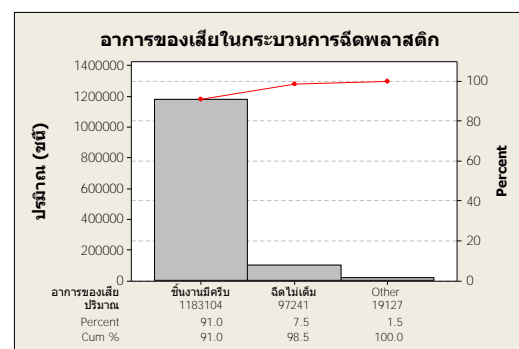


รูปที่ 7 ลักษณะการฉีดไม่เต็มบนชิ้นงาน

จากรูปที่ 7 ลักษณะการฉีดไม่เต็มบนชิ้นงานมีลักษณะเนื้อพลาสติกขาดหายไปและไม่สมบูรณ์ตามแบบการผลิต

จากการนับปริมาณของเสียในการฉีดพลาสติกในเดือนมกราคม พบว่าของเสียลักษณะมีครีบบีปริมาณ 1,183,104 ชิ้น ของเสียลักษณะฉีดไม่เต็ม (ฉีดแหง) มีปริมาณ 97,241 ชิ้น ชิ้นงานเป็นรูมีปริมาณ 19,127 ชิ้น

จากข้อมูลของเสียในเดือนมกราคมสามารถจำแนกความสำคัญดังแผนภาพพาเรโต รูปที่ 8



รูปที่ 8 แผนภาพพาเรโต

จากรูปที่ 8 แผนภาพพาเรโตแสดงอาการของเสียลักษณะมีครีบบมีความสำคัญสูงสุด ดังนั้นอาการของเสียลักษณะมีครีบบจึงต้องทำการแก้ไขเป็นลำดับแรก

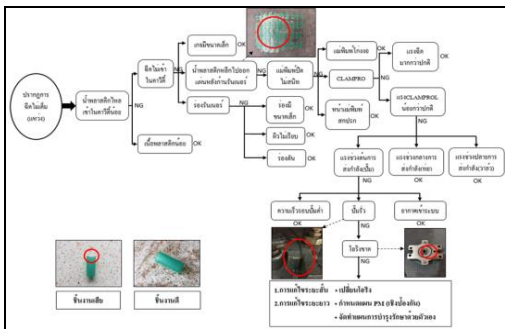


3.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

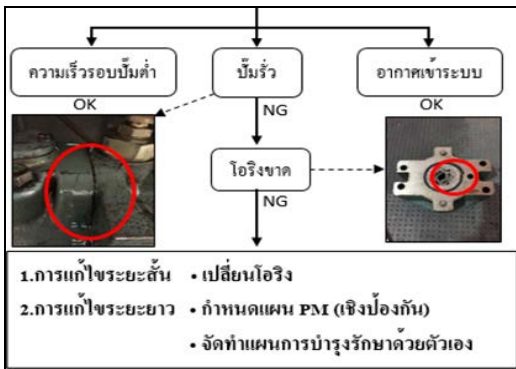
จากการทบทวนงานวิจัยพบว่าลักษณะของเสียชิ้นงานไม่เต็มบนหลอดกล้วยไม้ นั้นมีสาเหตุมาจากหลายสาเหตุ เช่น อุณหภูมิของพลาสติกหลอมเหลวต่ำขณะฉีด ความเร็วในการฉีดน้ำพลาสติกต่ำและอุณหภูมิของแม่พิมพ์ต่ำ อาการชิ้นงานมีครีมีสาเหตุมาจากแรงปิดแม่พิมพ์ไม่เพียงพอ อุณหภูมิหลอมเหลวสูง และแรงดันฉีดสูง และสาเหตุของอาการฉีดชิ้นงานเป็นรูเกิดจากความเร็วฉีดน้ำพลาสติกต่ำ อุณหภูมิแม่พิมพ์ต่ำและความดันน้ำพลาสติกต่ำ [5], [6]

การสังเกตการณ์ พบช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ มีพร้อมทั้งความดันเฉลี่ยของตัวหนีบยึดแม่พิมพ์ลดลงขณะทำการฉีดพลาสติกจาก 1250 psi เหลือ 650 psi

หลังจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องของการศึกษาการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกรวมทั้งศึกษาหน้างานจึงได้วิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาด้วย Why-Why Analysis ดังรูปที่ 9 และ 10



รูปที่ 9 การวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าด้วย Why-Why Analysis

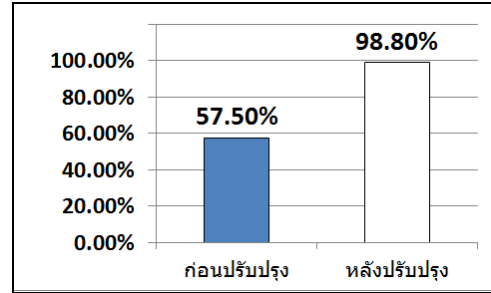


รูปที่ 10 รายละเอียดการวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้า

จากรูปดังรูปที่ 9 และ 10 จากการที่ได้วิเคราะห์หาสาเหตุลักษณะของเสียฉีดไม่เต็ม (ฉีดแหง) โดยใช้หลักการ Why-Why Analysis ได้พบสาเหตุรากเหง้าของปัญหาเกิดจากออยซิลเสื่อมสภาพ ส่งผลให้น้ำมันรั่วไหลบริเวณรอยต่อของบีบเล็ก ส่งผลกระทบต่อแรงดันของตัวหนีบยึดแม่พิมพ์ต่ำกว่าปกติ การปิดล็อคแม่พิมพ์จึงไม่สนิทขณะทำการฉีด น้ำ

พลาสติกจึงไหลเข้าสู่ควิติน้อยกว่าปรกติ หลังจากวิเคราะห์สาเหตุด้วย Why-Why Analysis จึงทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สาเหตุรากเหง้าของปัญหา

การทดสอบสมมติฐานชิ้นงานด้วยการเปรียบเทียบสัดส่วนของดีก่อนการปรับปรุงและชิ้นงานหลังการปรับปรุง โดยการสุ่มตัวอย่างชิ้นงานมาทดสอบชิ้นงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงจำนวน 1,000 ชิ้นต่อกลุ่ม ผลการทดลองดังรูป 11



รูปที่ 11 ผลการทดลองการทดสอบสมมติฐาน

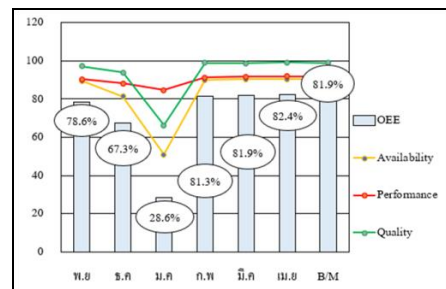
จากรูป 11 ชิ้นงานก่อนการปรับปรุงจำนวน 1,000 ชิ้น พบว่า 575 เป็นชิ้นงานดีหรือ 57.5 % และชิ้นงานหลังการปรับปรุง 1,000 ชิ้น พบว่ามีจำนวนชิ้นงานดี 988 ชิ้น หรือ 98.8 % ดังนั้นการเสื่อมสภาพของออยซิลเป็นสาเหตุรากเหง้าของการเกิดของเสียอาการฉีดไม่เต็ม (ฉีดแหง)

3.4 กำหนดแนวทางแก้ไขและปรับปรุง

เนื่องจากเครื่องฉีดพลาสติกเป็นเครื่องจักรที่การใช้งานกำหนดแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) โดยให้ความสำคัญกับอุปกรณ์และชิ้นส่วนที่สำคัญเครื่องฉีดพลาสติกและได้มอบหมายให้พนักงานทำการบำรุงรักษาด้วยตัวเอง (Self-Maintenance)

4. ผลการดำเนินงาน

หลังจากกำหนดแนวทางแก้ไขและทำการปรับปรุงเครื่องฉีดพลาสติกพบว่าในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายนผลการดำเนินงานดังรูปที่ 13



รูปที่ 12 ค่า OEE เฉลี่ยในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน



จากรูปที่ 12 หลังการปรับปรุง ค่า OEE ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายนมีค่า OEE เฉลี่ย 81.9% ดังแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่า OEE และปัจจัยที่เกี่ยวข้องก่อนและหลังการปรับปรุง

	ก่อนปรับปรุง	เป้าหมาย	หลังปรับปรุง
Availability	50.9%	89.4 %	90.3%
Performance	84.6%	90.5%	91.6%
Quality	66.3%	97.2%	98.9%
OEE	28.6 %	78.6%	82.4%

จากตารางที่ 1 ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องฉีดพบว่าสามารถเพิ่มค่า OEE จาก 28.6 % เพิ่มขึ้นเป็น 82.4% โดยมีเป้าหมายในการปรับปรุง 78.6% โดยเป้าหมายการปรับปรุงพิจารณาจากค่าที่ดีที่สุดที่เคยปฏิบัติที่สุดในเดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงเดือนมกราคม 2560 ผลการดำเนินงานสามารถແจกแฉงใน 3 ปีจ้จยดังต่อไปนี้

Availability เพิ่มขึ้นจาก 50.9% เป็น 90.3% โดยมีเป้าหมายในการปรับปรุง 89.4%

Performance เพิ่มขึ้นจาก 84.6% เป็น 91.6% โดยมีเป้าหมายในการปรับปรุง 90.5%

Quality เพิ่มขึ้นจาก 66.3% เป็น 98.9% โดยมีเป้าหมายในการปรับปรุง 97.2%

หลังจากการปรับปรุงเครื่องจักรตัวชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานทั้ง 3 ปัจจัยเพิ่มขึ้นทุกปัจจัยหลังการปรับปรุง

5. สรุป

จากการศึกษาข้อมูลการผลิตกระบวนการฉีดพลาสติกพบค่าประสิทธิภาพเครื่องฉีด OEE 28.6 % เนื่องจากอัตราการเดินเครื่องโดยมีสาเหตุการหยุดเพื่อซ่อมบำรุงสำหรับการลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก จากการศึกษาพบว่าสาเหตุรากเหง้าของปัญหาของเสียในกระบวนการมีสาเหตุสืบเนื่องจากความเสียหายของชิ้นส่วนออยซิลที่เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน ผลจากการปรับปรุงพบว่าสามารถเพิ่มค่า OEE จาก 28.6 % เพิ่มขึ้นเป็น 82.4%รวมทั้งสามารถปรับปรุงอัตราคุณภาพจาก 66.3% เป็น 98.9% อีกทั้งสามารถลดความสูญเสียให้สถานประกอบการเป็นมูลค่าเงิน 415,200 บาท/เดือน

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชาญชัย พรศิริรุ่ง, กลุ่มมือปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักร, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ, สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2552.
- [2] รชัย มัญญารักษ์, วิมล จันนินวงศ, การเพิ่มผลผลิตด้วยวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร, กรณีศึกษาโรงงานผลิตอาหารสัตว์, วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มจพ., ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 ก.ย.-ธ.ค. 2553.
- [3] กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, หลักการควบคุมคุณภาพ, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), พิมพ์ครั้งที่ 5, 2553.
- [4] Ahmad, A.H., et al. Optimization of Warpage Defect in Injection Moulding Process Using ABS Material. in Modelling & Simulation, AMS '09, Third Asia International Conference, 2009.
- [5] Saikaew, C. and P. Sripaya. Quality Improvement of Recycled Plastic Products Using Mixture Experiment. in Environmental and Computer Science, ICECS '09, Second International Conference, 2009.