# การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด กรณีศึกษา โรงงานผลิตน้ำดื่ม

# Loss Reduction in Bottling Water Process; Case Study in Bottling Water Manufacturing

**อรรถพล อรุณรัตน์**

Atthapon Aroonrat

**สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต**

**สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม**

**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

A Minor Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Degree of Master of Engineering in Industrial Management

Prince of Songkla University

**ชื่อสารนิพนธ์** การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำดื่ม
**ผู้เขียน** นายอรรถพล อรุณรัตน์
**สาขาวิชา** การจัดการอุตสาหกรรม

---

**อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์**

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย)

**คณะกรรมการสอบ**

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร สุธรรมานนท์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภิสพร มีมงคล)

.....

(ดร.สุริยา จิรสถิตสิน)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

**ชื่อสารนิพนธ์** การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำดื่ม
**ผู้เขียน** นายอรรถพล อรุณรัตน์
**สาขาวิชา** การจัดการอุตสาหกรรม
**ปีการศึกษา** 2564

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด โดยประยุกต์ใช้หลักการ DMAIC ซึ่งเป็นแนวทางการดำเนินงานของซิกซ์ซิกม่า (Six Sigma) ซึ่งขั้นตอนในการศึกษาเริ่มจากการศึกษาสภาพปัญหาและกำหนดปัญหาความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยความสูญเสียหลักที่มีมูลค่าสูงสุดของกระบวนการคือพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) ตามลำดับ จากนั้นเข้าสู่กระบวนการวัดสภาพปัญหาโดยศึกษากระบวนการผลิต พบว่ามี 4 เครื่องจักรที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย จากนั้นแบ่งประเภทการสูญเสียของวัตถุดิบทั้งสามได้เป็น 8 ประเภท และระดมสมองร่วมกับทีมงานเพื่อวิเคราะห์รากเหง้าของปัญหาโดยใช้เครื่องมือแผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) ทำให้ได้มาซึ่งแนวทางการปรับปรุงกระบวนการทั้งหมด 11 แนวทาง ดังนี้ 1) ทำการทดลองหาค่าอุณหภูมิพรีฟอร์มที่เหมาะสม 2) เปลี่ยนชุด Spindle 3) ปรับปรุงระบบท่อส่งน้ำหล่อเย็นและทำความสะอาดท่อส่ง 4) ทำการทดลองเพื่อหาค่าระดับการบรรจุน้ำที่เกินระดับน้อยที่สุดและไม่ผิดกฎหมาย 5) สร้างมาตรฐานการควบคุมการบรรจุน้ำ 6) จัดทำมาตรฐานการทำงาน สื่อสารและอบรมวิธีการหยุดเครื่องบรรจุน้ำและเริ่มการผลิตใหม่ 7) กำหนดมาตรฐานฝาดี-ฝาเบี้ยว 8) ปรับค่าพารามิเตอร์ที่เกิดการสูญเสียฝาน้อยที่สุดโดยที่ไม่เกิด Defect ที่ผลิตภัณฑ์ 9) ปรับตั้งบาร์ (Bar) ลำเลียงฝาเพื่อให้เกิดฝาคว่ำน้อยที่สุด 10) ปรับตั้งค่าการรีเจ็คขวดรั่วหลังการเป่าที่เครื่องเป่าขวดเพื่อให้มีขวดรั่วหลุดผ่านไปบรรจุน้ำได้น้อยที่สุด 11) คัดแยกฝา Batch ที่มีปัญหาและ Complaint Supplier หลังจากนั้นเข้าสู่กระบวนการควบคุมกระบวนการเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาเดิมซ้ำอีก

หลังจากการปรับปรุงได้ติดตามผล โดยการควบคุมปัจจัยหลักในระยะเวลา 3 เดือน ผลที่ได้รับจากงานวิจัยนี้คือสามารถลดสัดส่วนความสูญเสียของวัตถุดิบในกระบวนการผลิตได้ โดยสัดส่วนความสูญเสียของ พรีฟอร์ม (Preform) จากเดิมร้อยละ 0.53 ลดลงเหลือร้อยละ 0.27 สัดส่วนความสูญเสียของน้ำ (Water Treated) จากเดิมร้อยละ 1.45 ลดลงเหลือ 1.28 และสัดส่วนความสูญเสียของฝา (Closure) จากเดิมร้อยละ 0.40 ลดลงเหลือร้อยละ 0.33 ซึ่งการลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตส่งผลต่อต้นทุนการผลิตที่ลดลง เพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังได้มีการปรับปรุงวิธีการทำงานที่ได้มาตรฐานและมีระเบียบแบบแผนมากขึ้นอีกด้วย

**Minor thesis Title** Loss Reduction in Bottling Water Process; Case Study in Bottling Water Manufacturing
**Author** Mr. Atthapon Aroonrat
**Major Program** Industrial Management
**Academic Year** 2021

## ABSTRACT

The purpose of this research was to reduce the loss of materials in bottling water in manufacturing process by applying DMAIC, Six Sigma methodology. The study begins with study the generic issues and define the losses in the process. Majority of loss classified by cost are preform, water treated and closure, respectively. The measure phase can be defined that 4 machines that related with the issues and classified to 8 types of major losses. After brainstorming to find out the root cause by Cause & Effect Diagram, there are 11 solutions to improve the process and successfully solved. 1) Test and Fine tune the appropriate temperature for heating the preforms 2) Changes the spindle set 3) Modify and cleaning Cooling water head supply pipe 4) Optimized the filled level compromise to Thai regulations 5) Standardized filling control criteria 6) Establish working standard, communication the procedure to Stop and re-start process of Filler machine 7) Define the criteria for closure's quality 8) Adjust sensitivity of cap camera to minimized the fault rejection rate by maintain zero defect of product 9) Adjust positioning of Cap conveyor bar to avoid up side down closure 10) Setting leaking bottle detection to avoid losing to further step 11) Categorized the closure's defect and raise prevention from supplier. The finalized to control phase, prevent the repetitive issue.

In conclusions, the study under control phase in 3 months showed the effectiveness of decreasing loss trend of materials in process, the loss ratio of Preform was reduce from 0.53% to 0.27% , loss ratio of Water Treated was reduce from 1.45% to 1.28% and loss ratio of Closure was reduce from 0.40% to 0.33%. This result show great impact to loss in process and result to minimized the production cost, where as product quality increasing. In addition, this study assist to obtain more effectiveness of work with standard and strong working system.

# กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ซึ่งเสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้ความรู้ คำแนะนำ ให้คำปรึกษาระหว่างดำเนินการศึกษา และความกรุณาในการตรวจสอบแก้ไขคำแนะนำเพิ่มเติมในการดำเนินการวิจัย ชี้แนะแนวทางให้ทักษะ ความรู้ในการวิจัยที่เป็นประโยชน์อย่างมาก ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร สุธรรมานนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นภิสพร มีมงคล ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการร่วมเป็นประธาน และกรรมการในการสอบสารนิพนธ์ อีกทั้งได้ชี้แนะแนวความคิดและตรวจสอบแก้ไขเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งของสารนิพนธ์เล่มนี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรการจัดการอุตสาหกรรมทุกท่านที่ประสิทธิประสาทวิชาให้ความรู้ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่หลักสูตรทุกท่านที่คอยเป็นธุระให้ในการประสานงานต่าง ๆ ตลอดการศึกษา

ผู้วิจัยขอขอบคุณโรงงานกรณีศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาวิจัยและสนับสนุนทรัพยากร ข้อมูลต่างๆที่จำเป็นต่อการวิจัย และผู้จัดการโรงงาน ผู้จัดการฝ่ายผลิต และฝ่ายวิศวกรรมที่ให้คำแนะนำ ให้การสนับสนุนและคอยช่วยเหลือการดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัย และคอยช่วยเหลือผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า สารนิพนธ์นี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ ตลอดจนหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้อง จะสามารถนำไปศึกษาและประยุกต์ใช้ได้ หากมีข้อบกพร่องประการใดในสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรับแต่เพียงผู้เดียว

อรรถพล อรุณรัตน์

# สารบัญ

บทคัดย่อ.....(3)
กิตติกรรมประกาศ.....(5)
สารบัญ.....(6)
สารบัญตาราง.....(8)
สารบัญรูป.....(9)
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์.....12
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....12
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....12
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....13
2.1 ความหมายของซิกซ์ซิกม่า.....13
2.2 แนวคิดของวิธีการซิกซ์ซิกม่า.....13
2.3 ระดับของ ซิกซ์ซิกม่า และงานบกพร่องจำนวนสูงสุดที่ยอมรับได้.....14
2.4 การดำเนินงานตามวิธีการซิกซ์ซิกม่า.....15
บทที่ 3 วิธีการวิจัย.....20
3.1 ขั้นตอนการกำหนดปัญหา (Define phase).....21
3.2 ขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา (Measure phase).....22
3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyse phase).....23
3.4 ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve phase).....24
3.5 ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ (Control phase).....25

**สารบัญ (ต่อ)**

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล..... 26
4.1 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการกำหนดปัญหา (Define phase)..... 26
4.2 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา (Measure phase)..... 27
4.3 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyse phase).....35
4.4 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve phase)..... 69
4.5 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ (Control phase)..... 86
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 89
5.1 สรุปผลการวิจัย.....89
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต..... 90
บรรณานุกรม..... 91
ภาคผนวก ก..... 93
ภาคผนวก ข..... 97

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**

1.1 สรุปแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดการสูญเสียวัตถุดิบในแต่ละเครื่องจักร....10
2.1 ระดับ Sigma....14
4.1 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุของปัญหาการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด....37
4.2 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุของปัญหาการรีเจ็คพรีฟอร์มทิ้งหลัง เครื่องเป่าขวดหยุดกะทันหัน....42
4.3 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุของปัญหาการสูญเสียน้ำจากการบรรจุน้ำ เกินระดับที่ไม่จำเป็น....47
4.4 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุของปัญหาการสูญเสียน้ำจากการ Auto drain ก่อนเครื่องบรรจุเริ่มทำงานใหม่....50
4.5 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุของปัญหาการสูญเสียฝาการรีเจ็คฝาเบี้ยว ที่เครื่องตรวจฝา....53
4.6 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุของปัญหาการสูญเสียฝาจากการรีเจ็ค ฝาคว่ำที่เครื่องตรวจฝา....57
4.7 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุของปัญหาการสูญเสียพรีฟอร์ม,น้ำและฝา พร้อมกันจากการรีเจ็คน้ำผิดระดับที่เครื่องตรวจสอบ....60
4.8 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่ของปัญหาการสูญเสียพรีฟอร์ม,น้ำและฝาพร้อมกัน จากการรีเจ็คขวดปิดฝาไม่สนิทที่เครื่องตรวจสอบ....64
4.9 สรุปวิธีการปรับปรุงกระบวนการตามสาเหตุของปัญหาของแต่ละประเภทการสูญเสีย....67
4.10 ผลการทดลองปรับค่าอุณหภูมิพรีฟอร์มเพื่อลดการสูญเสียจากการเป่าขวดแตก ที่เครื่องเป่าขวด....69
4.11 แผนการบำรุงรักษาชุดสปินเดิ้ล (Spindle)....72
4.12 ผลการวิเคราะห์เชื้อก่อนและหลังทำ COP ที่เครื่องบรรจุน้ำและเครื่องปิดฝา....77
4.13 ผลการทดลองปรับตั้งองศาบาร์ (bar) ลำเลียงฝา....80
4.14 ผลการทดลองปรับค่าการรีเจ็คขวดรั่วหลังการเป่าที่เครื่องเป่าขวด....83
4.15 แนวทางการควบคุมกระบวนการ....86

# สารบัญรูป

**รูปที่** **หน้า**

1.1 สัดส่วนการผลิตน้ำดื่มแยกตามขนาดของโรงงานกรณีศึกษาปี พ.ศ.2563.....1
1.2 ขั้นตอนการผลิตน้ำดื่ม.....2
1.3 กราฟพาเรโตแสดงลำดับการสูญเสียของวัตถุดิบในกระบวนการผลิตน้ำดื่ม Line A ปี 2563.....3
1.4 ลำดับมูลค่าการสูญเสียวัตถุดิบตามขนาดผลิตภัณฑ์ปี พ.ศ.2563.....4
1.5 กราฟแสดงร้อยละการสูญเสียของพรีฟอร์ม (Preform) ในกระบวนการผลิตปี พ.ศ. 2563.....5
1.6 กราฟแสดงร้อยละการสูญเสียของน้ำ (Water Treated) ในกระบวนการผลิตปี พ.ศ. 2563.....5
1.7 กราฟแสดงร้อยละการสูญเสียของฝา (Closure) ในกระบวนการผลิตปี พ.ศ. 2563.....6
1.8 การไหลของวัตถุดิบและเครื่องจักรที่ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต.....6
1.9 แผนผังต้นไม้แสดงประเภทของการสูญเสียวัตถุดิบในกระบวนการผลิตจำแนกตามเครื่องจักร...7
1.10 กราฟแสดงประเภทการสูญเสียพรีฟอร์มที่เครื่องเป่าขวด.....8
1.11 กราฟแสดงประเภทการสูญเสียน้ำที่เครื่องบรรจุ.....8
1.12 กราฟแสดงการสูญเสียฝาที่เครื่องตรวจฝา.....9
1.13 กราฟแสดงการสูญเสียวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดที่เครื่องตรวจสอบระดับน้ำและการปิดฝา.....9
2.1 ผลการปฏิบัติงานคุณภาพ Six Sigma.....15
3.1 ขั้นตอน DMAIC.....19
3.2 ขั้นตอนการกำหนดปัญหา.....20
3.3 ขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา.....21
3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา.....22
3.5 ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ.....23
3.6 ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ.....24
4.1 แผนผังกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด.....28
4.2 การควบคุมอุณหภูมิพรีฟอร์มผ่าน HMI ของเครื่องเป่าขวด.....29
4.3 ขั้นตอนการเป่าขวดควบคุมผ่าน HMI เครื่องเป่าขวด.....30
4.4 ขั้นตอนการตรวจเช็คขวดรั่วระหว่างการเป่าขวด.....30
4.5 การควบคุมการบรรจุน้ำผ่าน HMI เครื่องบรรจุน้ำ.....31

# สารบัญรูป (ต่อ)

**รูปที่** **หน้า**

4.6 ขั้นตอนการตรวจสอบฝาด้วยเครื่องตรวจฝา....32
4.7 ขั้นตอนการปิดฝาด้วยเครื่องปิดฝา....32
4.8 ขั้นตอนการตรวจสอบระดับน้ำและการปิดฝา....33
4.9 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดขวดเป่าแตกที่เครื่องเป่าขวด....36
4.10 การวิเคราะห์หาสาเหตุการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด....39
4.11 หลักการทำงานและส่วนประกอบของชุดสปินเดิ้ล (Spindle)....40
4.12 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการหยุดกระทันหันของเครื่องเป่าขวด....41
4.13 ตำแหน่งและหลักการทำงานของระบบน้ำหล่อเย็นคอพรีฟอร์ม....45
4.14 ปัญหาการหยุดกระทันหันของเครื่องเป่าขวดและสาเหตุที่ทำให้เกิด....45
4.15 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการบรรจุน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น....46
4.16 หลักการตั้งค่าการบรรจุน้ำและการบันทึกผลตามมาตรฐาน....48
4.17 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสียน้ำจากการหยุดและเริ่มทำการผลิตใหม่....49
4.18 การสั่งการหยุดผลิตผ่าน HMI ของเครื่องบรรจุน้ำ....51
4.19 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสียฝาจากการรีเจ็คฝาเบี้ยวที่เครื่องตรวจฝา...52
4.20 กระบวนการทำงานของเครื่องตรวจฝา (Cap Inspector)....55
4.21 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสียฝาจากการรีเจ็คฝาคว่ำที่เครื่องตรวจฝา.....56
4.22 หลักการทำงานของเครื่องลำเลียงฝา....58
4.23 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสียพรีฟอร์ม,ฝา,น้ำจากการรีเจ็คน้ำผิดระดับ..59
4.24 การทำงานของเครื่องตรวจสอบระดับน้ำและตัวอย่างขวดรั่วที่ผ่านเข้ามาบรรจุน้ำและปิดฝา.62
4.25 การสูญเสียพรีฟอร์ม ,ฝา,น้ำ จากการรีเจ็คขวดที่ฝาปิดไม่สนิท....63
4.26 ตัวอย่างของเสียประเภทปิดฝาไม่สนิทและหลักการทำงานของเครื่องตรวจสอบขวด....66
4.27 มาตรฐานการปรับตั้งอุณหภูมิพรีฟอร์ม....70
4.28 ทำการเปลี่ยนชุดสปินเดิ้ล (Spindle)....71
4.29 ทำการปรับปรุงระบบท่อส่งน้ำหล่อเย็น....73
4.30 ข้อมูลระดับการบรรจุน้ำของเครื่องบรรจุน้ำก่อนการปรับปรุง....74

## สารบัญรูป (ต่อ)

**รูปที่** **หน้า**

4.31 ข้อมูลระดับการบรรจุน้ำของเครื่องบรรจุน้ำหลังการปรับปรุง.....75
4.32 มาตรฐานการปรับตั้งระดับการบรรจุน้ำ.....76
4.33 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยการบรรจุน้ำ.....76
4.34 มาตรฐานการปฏิบัติงานในการหยุดและเริ่มทำการผลิตใหม่.....78
4.35 มาตรฐานพารามิเตอร์สำหรับเครื่องตรวจฝา (Cap Inspector).....79
4.36 มาตรฐานการตรวจสอบฝาดี – ฝาเบี้ยว.....80
4.37 มาตรฐานการปรับตั้งบาร์ (bar) ลำเลียงฝา.....81
4.38 มาตรฐานการปรับตั้งค่าการรีเจ็คขวดรั่วหลังการเป่าที่เครื่องเป่าขวด.....84
4.39 ข้อมูลในการ Complaint Supplier.....85
4.40 มาตรฐานสำหรับพนักงานในการตัดสินใจเมื่อพบปัญหาการการการรีเจ็คขวดปิดฝาไม่สนิท...85
4.41 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบร้อยละการสูญเสียของพรีฟอร์มก่อน – หลังการปรับปรุง.....87
4.42 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบร้อยละการสูญเสียของน้ำก่อน – หลังการปรับปรุง.....88
4.43 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบร้อยละการสูญเสียของฝาก่อน – หลังการปรับปรุง.....88

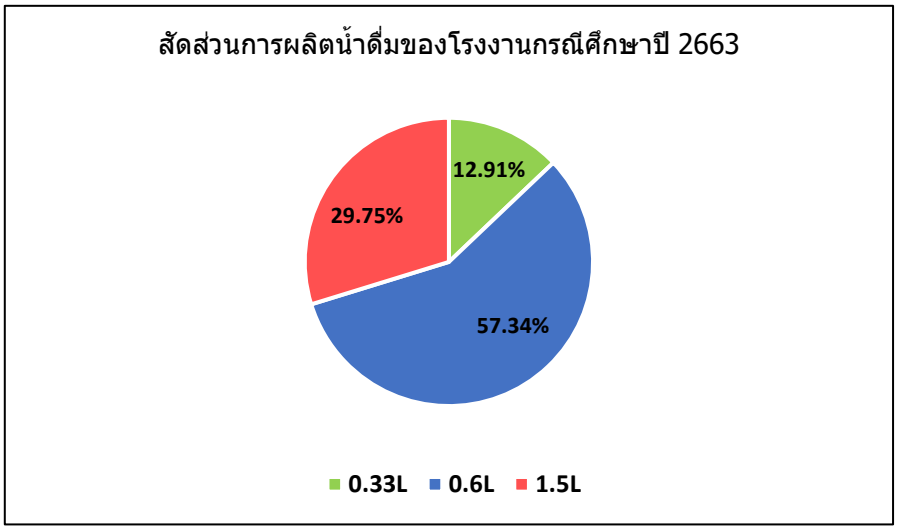
# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เนื่องจากในสถานการณ์ปัจจุบัน ตลาดอุตสาหกรรมน้ำดื่มบรรจุขวดมีการเติบโตเป็นอย่างมาก มีผู้ประกอบการรายเล็กและรายใหญ่ รวมกันประมาณ 2,000 รายทั่วประเทศไทย โดยในปี พ.ศ.2563 ตลาดน้ำดื่มบรรจุขวดในประเทศไทยมีมูลค่า 56,303.7 ล้านบาท ซึ่งเติบโตจากปี 2562 ประมาณร้อยละ 2.33 [9] และมีแนวโน้มที่จะเติบโตขึ้นเรื่อย ๆ ในทุกปี ทั้งนี้จากการเติบโตขึ้นของตลาดอุตสาหกรรมน้ำดื่มบรรจุขวดทำให้ผู้ประกอบการมีการแข่งขันทางด้านราคาที่สูงมากเพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจให้แก่กลุ่มลูกค้าเพื่อเพิ่มยอดขายให้แก่ผู้ประกอบการเอง

ด้วยสภาพการแข่งขันที่สูงขึ้นของตลาด ทำให้ภาคการผลิตจำเป็นต้องมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อสร้างความได้เปรียบเหนือคู่แข่งเพื่อความอยู่รอดทางธุรกิจ โดยปัจจัยสำคัญของภาคการผลิตคือการลดต้นทุนโดยการลดต้นทุนที่เกิดจากการสูญเสียในกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นเช่น ค่าแรง ค่าวัตถุดิบ เพื่อเพิ่มผลกำไรให้กับบริษัทมากขึ้น

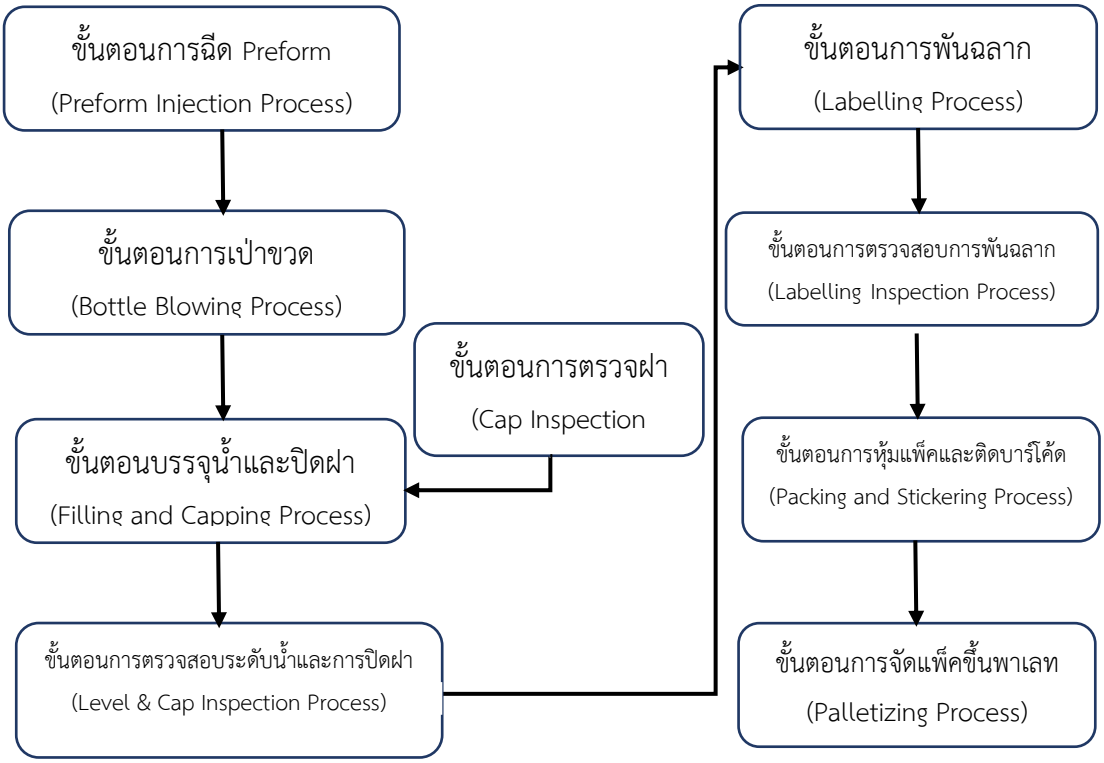
โรงงานกรณีศึกษาที่ทำการศึกษาเป็นโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดส่งสินค้าจำหน่ายในพื้นที่ภาคใต้ทั้ง 14 จังหวัดเป็นหลักโดยมีสายการผลิต 1 สายการผลิต เรียกว่าสายการผลิต A (Line A) ทำการผลิตภัณฑ์น้ำดื่ม 3 ขนาดแบ่งเป็น น้ำดื่มบรรจุขวดขนาด 0.33 ลิตร , 0.6 ลิตร และ 1.5 ลิตรโดยมีสัดส่วนการผลิตในปี พ.ศ.2563 ดังรูปที่ 1.1




รูปที่ 1.1 สัดส่วนการผลิตน้ำดื่มแยกตามขนาดของโรงงานกรณีศึกษาปี พ.ศ.2563

จากรูปที่ 1.1 แสดงให้เห็นสัดส่วนการผลิตน้ำดื่มแยกตามขนาดของโรงงานกรณีศึกษาในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งมียอดการผลิตน้ำดื่มขนาด 0.6 ลิตรเป็นจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือน้ำดื่มขนาด 1.5 ลิตร และยอดการผลิตน้อยที่สุดคือน้ำดื่มขนาด 0.33 ลิตร

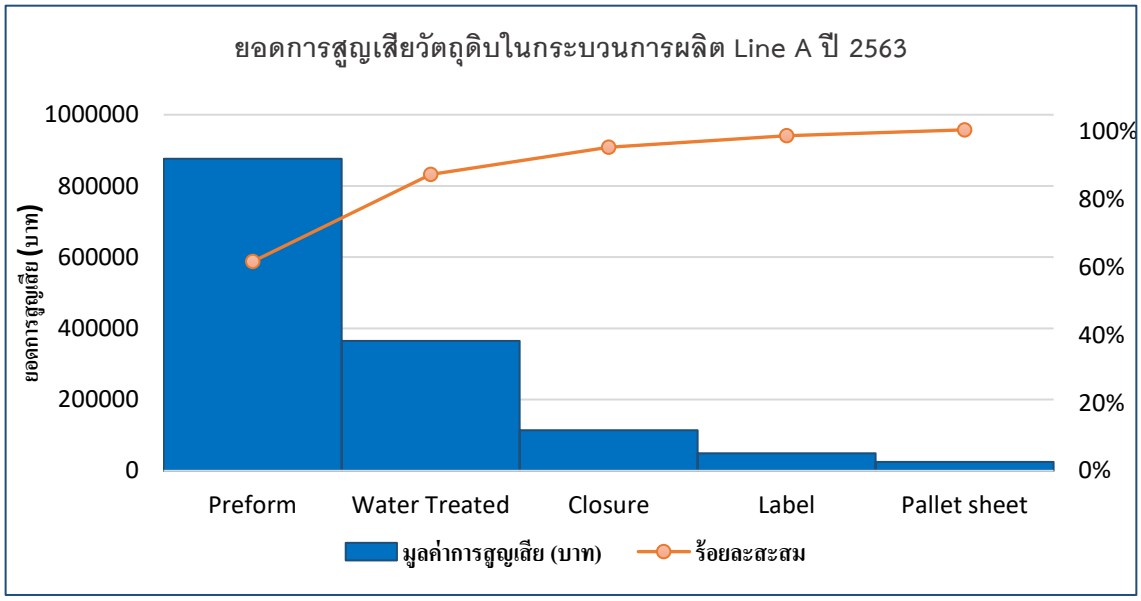
จากการศึกษากระบวนการผลิตน้ำดื่มข้างต้นพบว่ากระบวนการผลิตของน้ำดื่มแต่ละขนาดเป็นกระบวนการผลิตแบบเดียวกันโดยมีความต่างกันที่ขนาดของวัตถุดิบและอัตราการผลิต (Nominal Speed) โดยที่กระบวนการผลิตน้ำดื่มขนาด 0.6 ลิตรและ ขนาด 0.33 ลิตร มีอัตราการผลิต (Nominal Speed) อยู่ที่ 40,500 ขวดต่อชั่วโมง และ น้ำดื่มขนาด 1.5 ลิตร มีอัตราการผลิต (Nominal Speed) อยู่ที่ 33,000 ขวดต่อชั่วโมง โดยกระบวนการผลิตน้ำดื่มของโรงงานกรณีศึกษาเป็นไปตามผังแสดงกระบวนการ ดังรูปที่ 1.2




รูปที่ 1.2 ขั้นตอนการผลิตน้ำดื่ม

จากกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดข้างต้นใช้วัตถุดิบ คือ 1. พรีฟอร์ม (Preform) 2. ฝา (Closure) 3. ฉลาก (Label) 4.ฟิล์มหุ้มแพ็ค (Shrinkfilm) 5.สติ๊กเกอร์บาร์โค้ด (Label barcode) 6.) กระดาษพาเลทชีท (Pallet sheet) และ 7. น้ำ (Water Treated) จากการศึกษากระบวนการและเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2563 – ธันวาคม พ.ศ.2563 พบว่ากระบวนการมีการสูญเสีย

วัตถุดิบทั้งหมดเป็นจำนวนเงิน 1,437,524 บาท คิดเป็นร้อยละ 0.93 เทียบกับยอดการใช้วัตถุดิบตามสูตรการผลิต (Bill of Material:BOM) โดยมียอดการสูญเสีย 3 ลำดับแรกคือ 1.พรีฟอร์ม (Preform) 2.น้ำ (Water treat) 3. ฝา (Closure) สามารถเขียนอธิบายโดยใช้แผนภูมิพาเรโต ได้ดังรูปที่ 1.3




รูปที่ 1.3 กราฟพาเรโตแสดงลำดับการสูญเสียของวัตถุดิบในกระบวนการผลิตน้ำดื่ม Line A ปี 2563

ที่มา : Zero Loss Material Variance ระบบ SAP ปี พ.ศ.2563

หมายเหตุ : มูลค่าการสูญเสียของน้ำ (Water Treated) ที่แสดงในกราฟเป็นมูลค่าที่หักลบกับการสูญเสียที่มาจากการบรรจุน้ำเกินระดับเพื่อเหตุผลทางด้านกฎหมายแล้ว

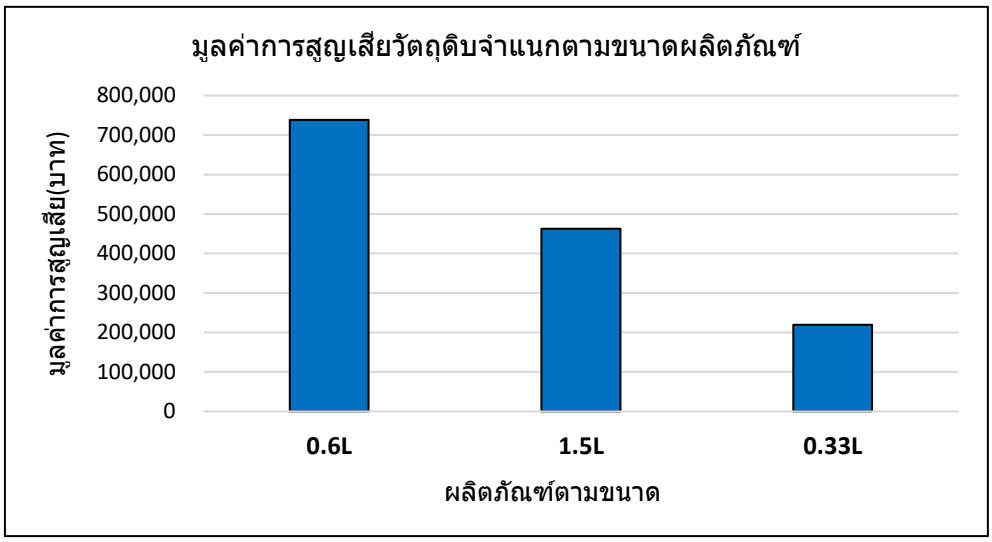
การสูญเสียวัตถุดิบ (Material Loss Variance) หมายถึงการใช้วัตถุดิบมากเกินกว่าสูตรการผลิต (Bill of Material: BOM) เมื่อเทียบกับยอดผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ คำนวนได้จากสูตร

มูลค่าการสูญเสียวัตถุดิบ = (ยอดวัตถุดิบที่ใช้จริง - ยอดวัตถุดิบใช้ตาม BOM ) x มูลค่าวัตถุดิบ

$$\text{ร้อยละการสูญเสียวัตถุดิบ} = \frac{\text{ยอดวัตถุดิบที่ใช้จริง} - \text{ยอดวัตถุดิบใช้ตาม } BOM}{\text{ยอดวัตถุดิบตาม } BOM} \times 100$$

จากการศึกษากระบวนการผลิตและเก็บข้อมูลการสูญเสียของวัตถุดิบทำให้ทราบว่ายอดการสูญเสีย 3 ลำดับแรกคือ พรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 95.39 ของยอดการสูญเสียทั้งหมดของกระบวนการผลิต ซึ่งการสูญเสียวัตถุดิบทั้งสามเกิดขึ้นในขั้นตอนการเป่าขวด การบรรจุน้ำ การตรวจฝา การปิดฝา และการตรวจสอบขวดหลังการบรรจุน้ำและปิดฝา

จากนั้นทำการเก็บข้อมูลยอดการสูญเสียวัตถุดิบโดยจำแนกตามขนาดของผลิตภัณฑ์น้ำดื่มบรรจุขวดทั้งสามขนาด เพื่อจัดลำดับความสำคัญและเลือกมาเป็นข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์และใช้ในการศึกษาทำการวิจัยโดยสามารถอธิบายลำดับมูลค่าการสูญเสียได้ดังรูปที่ 1.4



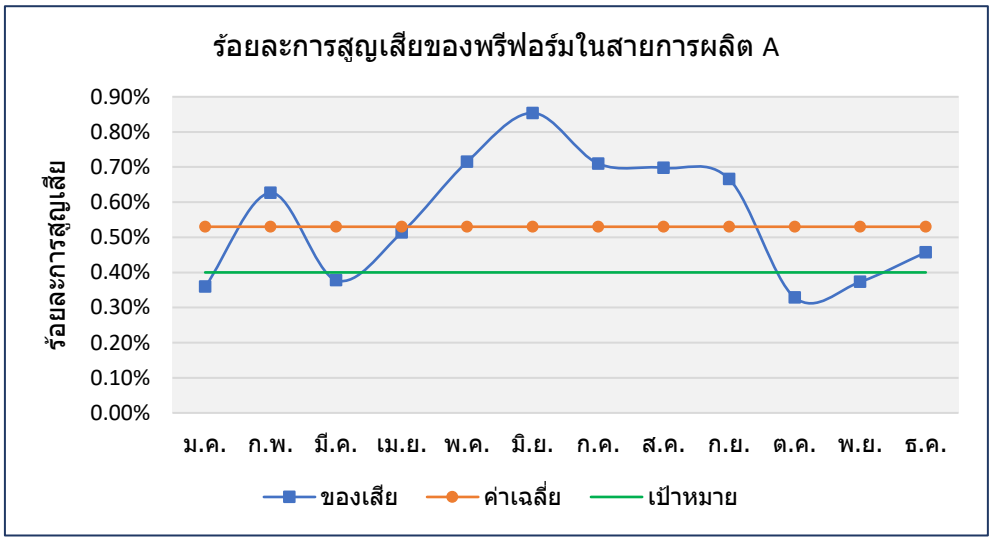

รูปที่ 1.4 ลำดับมูลค่าการสูญเสียวัตถุดิบตามขนาดผลิตภัณฑ์ปี พ.ศ.2563

จากรูปที่ 1.4 แสดงให้เห็นมูลค่าการสูญเสียวัตถุดิบจำแนกตามขนาดผลิตภัณฑ์ในปี พ.ศ.2563 โดยพบว่ากระบวนการผลิตน้ำดื่มขนาด 0.6 ลิตร มีมูลค่าการสูญเสียวัตถุดิบมากที่สุดคิดเป็นมูลค่า 738,559 บาท ประกอบกับโรงงานกรณีศึกษามีสัดส่วนการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาด 0.6 ลิตรมากที่สุด รวมทั้งกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละขนาดมีลักษณะเดียวกัน ผู้วิจัยจึงเลือกกระบวนการผลิตน้ำดื่มขนาด 0.6 ลิตรมาเป็นกระบวนการต้นแบบเพื่อทำการศึกษาและปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตน้ำดื่มระดับแนวหน้าของประเทศ โดยมุ่งเน้นในเรื่องของคุณภาพผลิตภัณฑ์เพื่อความไว้วางใจของลูกค้า รวมทั้งเรื่องของต้นทุนการผลิตที่จะต้องควบคุมเพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดได้และเป้าหมายสูงสุดของการทำธุรกิจคือผลกำไร โรงงานจึงทำการตั้งค่า

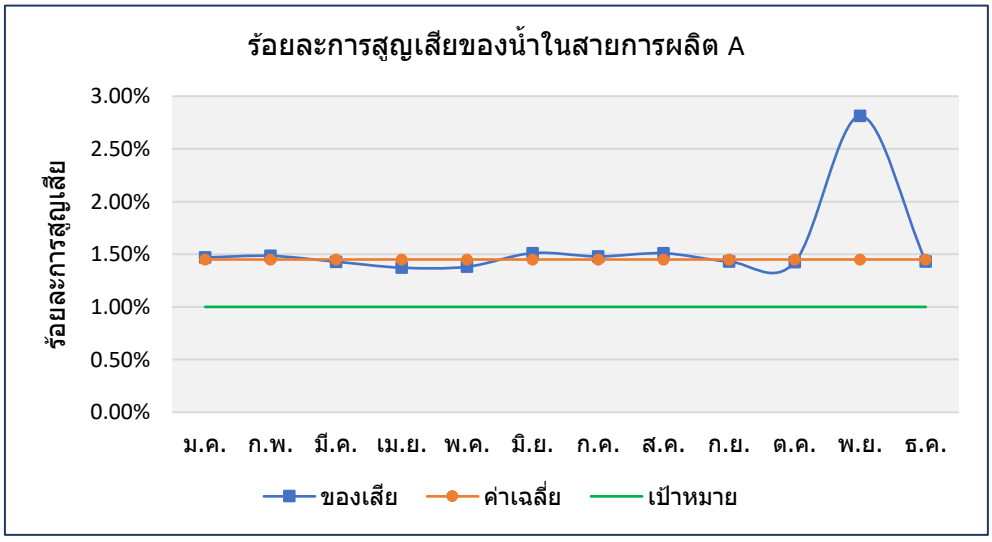
เป้าหมายของยอดการสูญเสียวัตถุดิบแต่ละรายการในกระบวนการผลิต โดยพรีฟอร์ม (Preform) กำหนดไว้ที่ไม่เกินร้อยละ 0.40 น้ำ (Water Treated) กำหนดไว้ที่ไม่เกินร้อยละ 1.0 โดยไม่รวมยอดการสูญเสียจากการบรรจุน้ำเกินระดับเพื่อเหตุผลทางด้านกฎหมาย และฝา (Closure) กำหนดไว้ที่ไม่เกินร้อยละ 0.35 จากข้อมูลเดือนมกราคม พ.ศ. 2563 – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 พบว่ายอดการสูญเสียของวัตถุดิบหลักสามรายการในกระบวนการผลิตยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่โรงงานกำหนดไว้

โดยที่พรีฟอร์ม (Preform) มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียอยู่ที่ร้อยละ 0.53 ดังรูปที่ 1.5



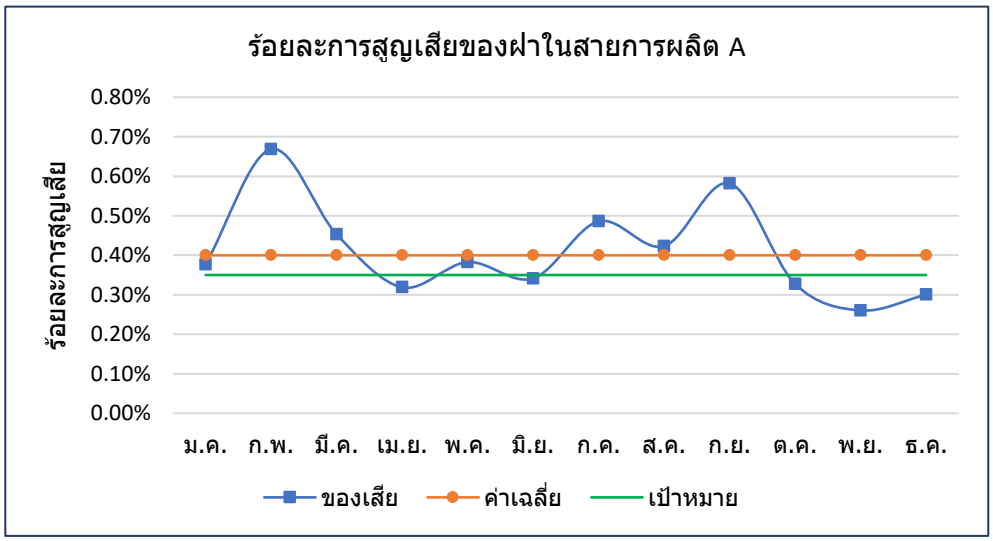

รูปที่ 1.5 กราฟแสดงร้อยละการสูญเสียของพรีฟอร์ม (Preform) ในกระบวนการผลิตปี พ.ศ. 2563

น้ำ (Water Treated) มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียอยู่ที่ร้อยละ 1.45 โดยได้ทำการตัดข้อมูลในเดือนพฤศจิกายนออก เนื่องจากมีข้อมูลที่สูงเกินกว่าเดือนอื่นๆมากผิดปกติจากการบันทึกการใช้วัตถุดิบในระบบ SAP ผิดพลาด ดังรูปที่ 1.6



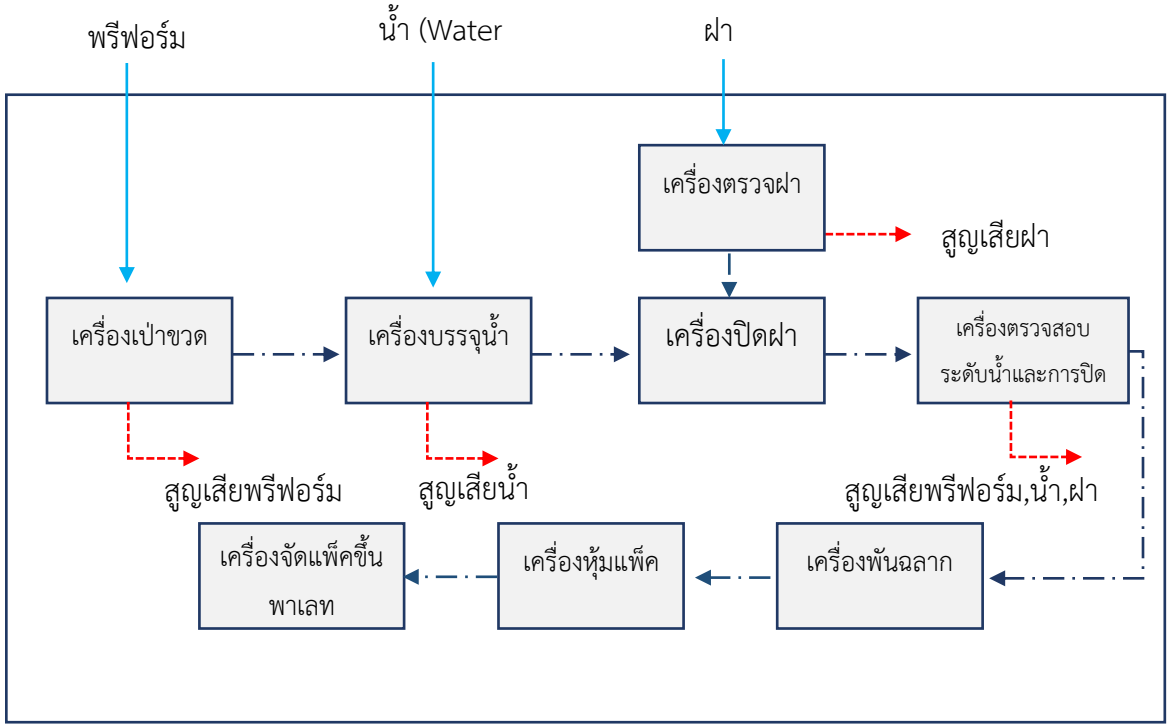

รูปที่ 1.6 กราฟแสดงร้อยละการสูญเสียของน้ำ (Water Treated) ในกระบวนการผลิตปี พ.ศ. 2563

ฝา (Closure) มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียอยู่ที่ร้อยละ 0.40 ดังรูปที่ 1.7




รูปที่ 1.7 กราฟแสดงร้อยละการสูญเสียของฝา (Closure) ในกระบวนการผลิตปี พ.ศ. 2563

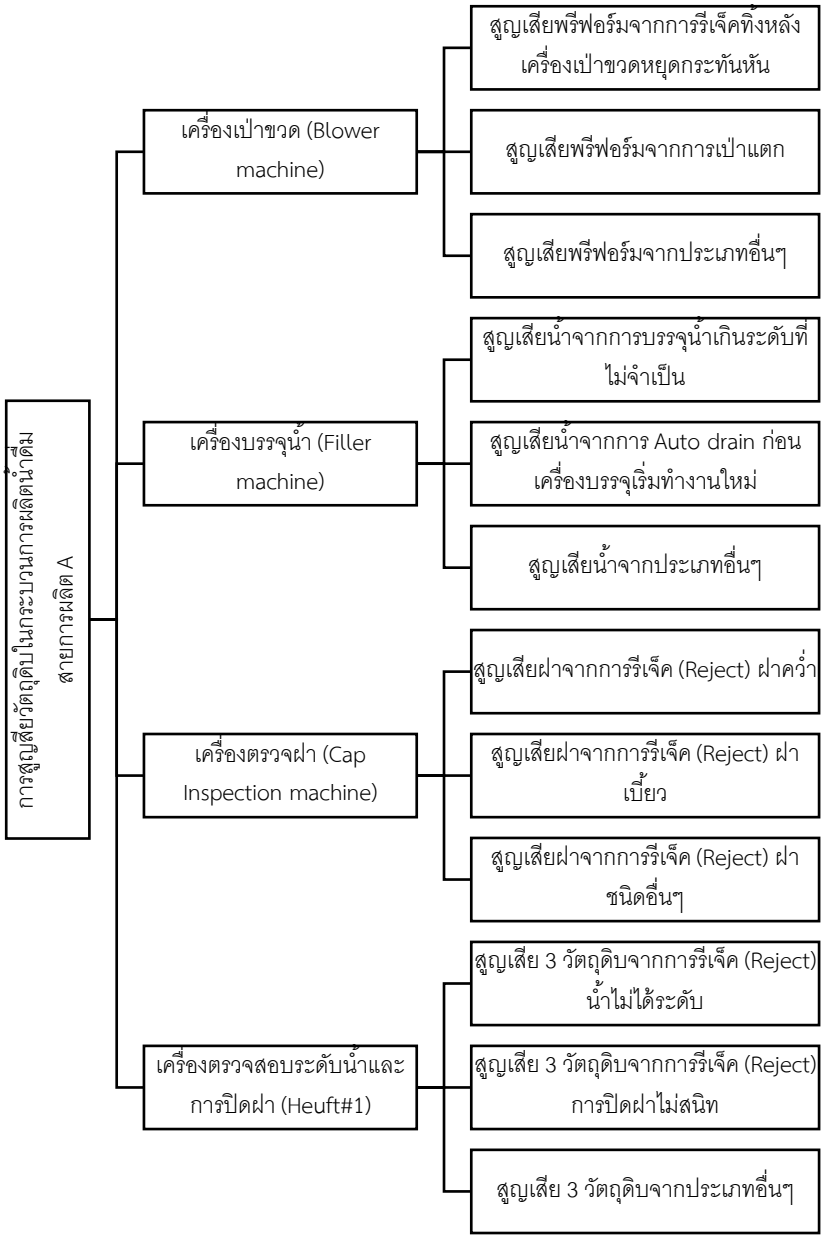
จากข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นว่าร้อยละการสูญเสียของวัตถุดิบหลัก 3 รายการ เกินค่าเป้าหมายที่วางไว้จึงตั้งเป้าหมายที่จะลดความสูญเสียของวัตถุดิบ 3 รายการนี้ โดยทำการศึกษากระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดของโรงงานกรณีศึกษาเพื่อทราบการไหลของวัตถุดิบและกระบวนการที่ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิตของวัตถุดิบหลักสามรายการที่ต้องการปรับปรุงได้ดังรูปที่ 1.8




รูปที่ 1.8 แผนภาพแสดงการไหลของวัตถุดิบและเครื่องจักรที่ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต

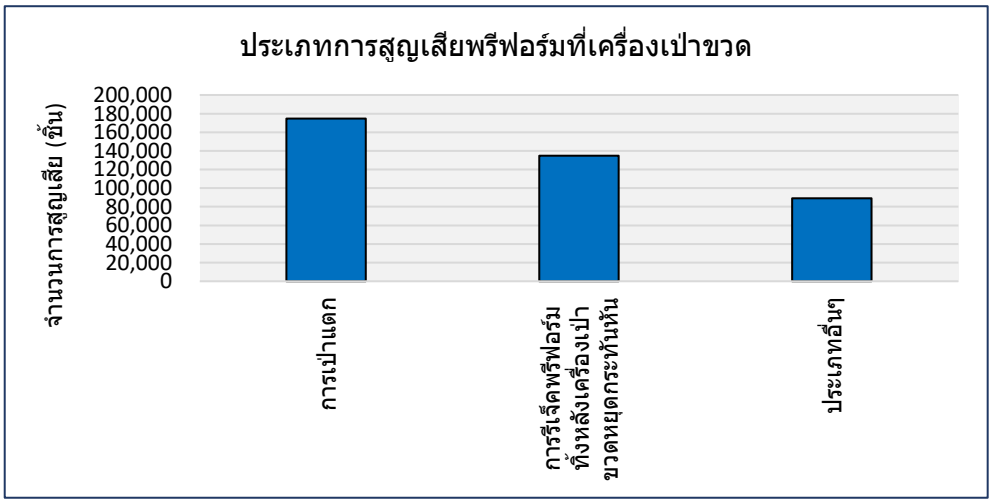
จากรูปที่ 1.8 พบว่าการสูญเสียพรีฟอร์มเกิดขึ้นที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) และเครื่องตรวจสอบระดับน้ำและการปิดฝา (Heuft#1) การสูญเสียน้ำ (Water Treated) เกิดขึ้นที่เครื่องบรรจุน้ำและเครื่องตรวจสอบระดับน้ำและการปิดฝา (Heuft#1) และการสูญเสียฝา (Closure) เกิดขึ้นที่เครื่องตรวจฝา (Cap Inspection machine) และเครื่องตรวจสอบระดับน้ำและการปิดฝา (Heuft#1) ซึ่งผู้วิจัยจึงเลือกเครื่องจักรเหล่านี้มาทำการศึกษา วิเคราะห์ปัญหา และทำการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียวัตถุดิบในกระบวนการผลิต

จากนั้นทำการศึกษากระบวนการผลิตของเครื่องจักรทำให้ทราบประเภทของการสูญเสียวัตถุดิบในกระบวนการผลิตจำแนกตามเครื่องจักรดังรูปที่ 1.9



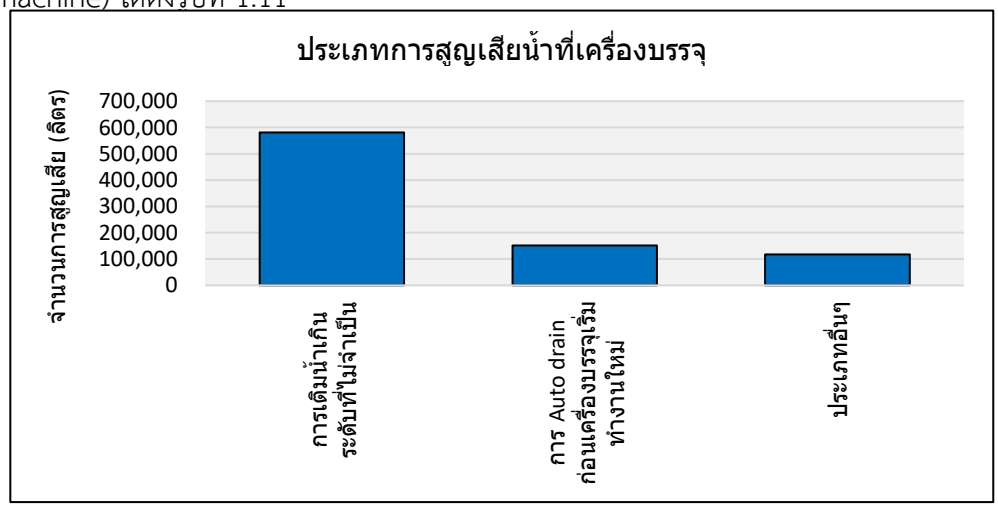

รูปที่ 1.9 แผนผังต้นไม้แสดงประเภทของการสูญเสียวัตถุดิบในกระบวนการผลิตจำแนกตามเครื่องจักร

จากการเก็บข้อมูลการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) ที่ตรวจพบที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) ของผลิตภัณฑ์ขนาด 0.6 ลิตร ตั้งแต่เดือน มกราคม – ธันวาคม พ.ศ.2563 พบว่ามีการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) แบ่งเป็นสามประเภทการสูญเสียได้แก่ 1.) สูญเสียจากการเป่าขวดแตก 2.) สูญเสียจากการรีเจ็คพรีฟอร์มทิ้งหลังเครื่องเป่าขวดหยุดกระทันหันและ 3.) สูญเสียจากประเภทอื่นๆ โดยสามารถจัดลำดับความสำคัญของประเภทการสูญเสียที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) ได้ดังรูปที่ 1.10



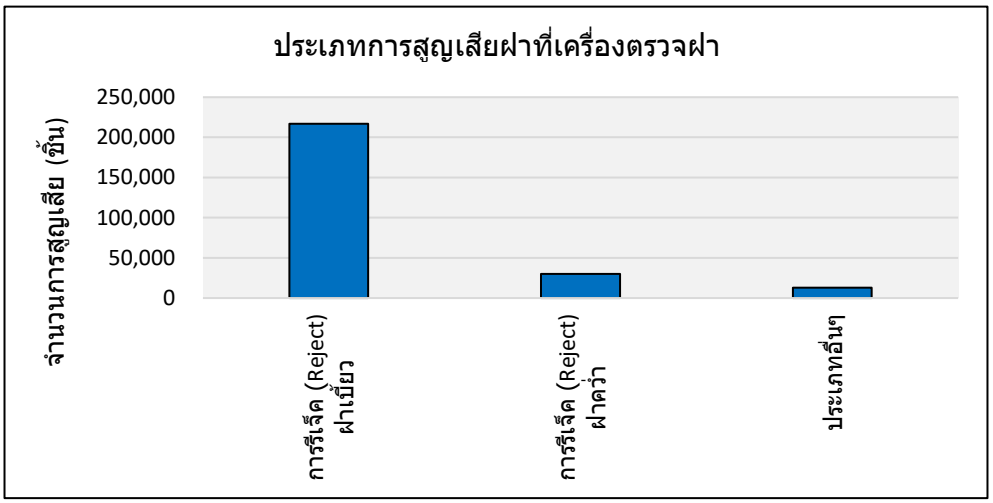

รูปที่ 1.10 กราฟแสดงประเภทการสูญเสียพรีฟอร์มที่เครื่องเป่าขวด

จากนั้นทำการเก็บข้อมูลการสูญเสียน้ำ (Water Treated) ที่ตรวจพบที่เครื่องบรรจุน้ำ (Filler machine) ของผลิตภัณฑ์ขนาด 0.6 ลิตร ตั้งแต่เดือน มกราคม – ธันวาคม พ.ศ.2563 พบว่ามีการสูญเสียน้ำ (Water Treated) แบ่งเป็นสามประเภทการสูญเสียได้แก่ 1.) สูญเสียจากการบรรจุน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น 2.) สูญเสียจากการ Auto drain ก่อนเครื่องบรรจุเริ่มทำงานใหม่และ 3.) สูญเสียจากประเภทอื่นๆโดยสามารถจัดลำดับความสำคัญของประเภทการสูญเสียที่เครื่องบรรจุน้ำ (Filler machine) ได้ดังรูปที่ 1.11



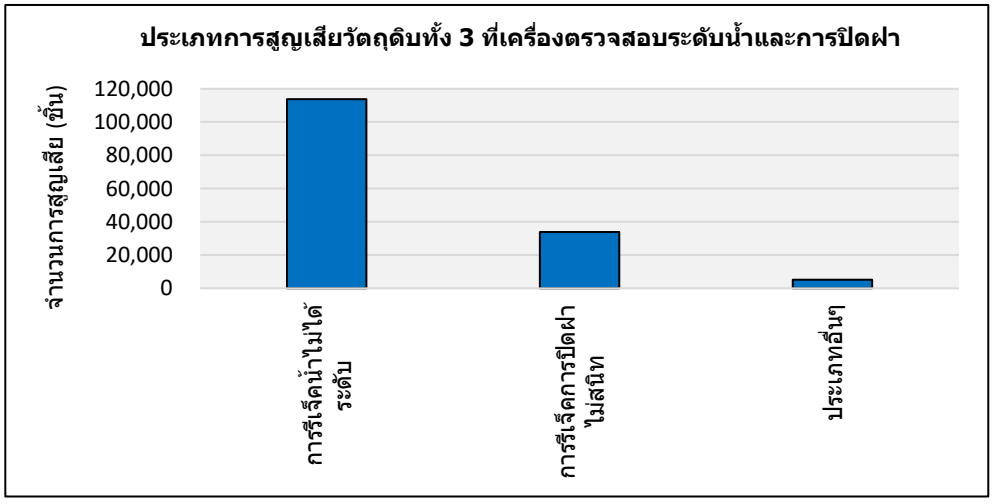

รูปที่ 1.11 กราฟแสดงประเภทการสูญเสียน้ำที่เครื่องบรรจุ

จากนั้นทำการเก็บข้อมูลการสูญเสียฝา (Closure) ที่ตรวจพบที่เครื่องตรวจฝา (Cap Inspection machine) ของผลิตภัณฑ์ขนาด 0.6 ลิตร ตั้งแต่เดือน มกราคม – ธันวาคม พ.ศ.2563 พบว่ามีการสูญเสียฝา (Closure) จากการรีเจ็ค (Reject) ของเครื่องแบ่งเป็นสามประเภทการสูญเสีย ได้แก่ 1.) สูญเสียจากการรีเจ็คฝาเบี้ยว 2.) สูญเสียจากการรีเจ็คฝาคว่ำ และ 3.) สูญเสียจากรีเจ็คฝาประเภทอื่นๆ โดยสามารถจัดลำดับความสำคัญของประเภทการสูญเสียที่เครื่องตรวจฝา (Cap Inspection machine) ได้ดังรูปที่ 1.12




รูปที่ 1.12 กราฟแสดงการสูญเสียฝาที่เครื่องตรวจฝา

จากนั้นทำการเก็บข้อมูลการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) ที่ตรวจพบที่เครื่องตรวจสอบระดับน้ำและการปิดฝา (HEUFT#1) ของผลิตภัณฑ์ขนาด 0.6 ลิตร ตั้งแต่เดือน มกราคม – ธันวาคม พ.ศ.2563 ซึ่งมีการสูญเสียทั้งสามวัตถุดิบต่อการรีเจ็คหนึ่งครั้ง พบว่ามีการสูญเสียวัตถุดิบทั้งสามแบ่งเป็นสามประเภทการสูญเสียได้แก่ 1.) สูญเสียจากการรีเจ็ค (Reject) น้ำผิดระดับ 2.) สูญเสียจากการรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิท และ 3.) สูญเสียจากประเภทอื่นๆ โดยสามารถจัดลำดับความสำคัญของประเภทการสูญเสียที่เครื่องตรวจสอบระดับน้ำและการปิดฝา (HEUFT #1) ได้ดังรูปที่ 1.13




รูปที่ 1.13 กราฟแสดงการสูญเสียวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดที่เครื่องตรวจสอบระดับน้ำและการปิดฝา

ดังนั้น จากข้อมูลประเภทการสูญเสียของวัตถุดิบหลักทั้งสามชนิดและเครื่องจักรที่ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต ผู้วิจัยสามารถสรุปแนวทางการการปรับปรุงเบื้องต้นได้ ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 สรุปแนวทางการปรับปรุงเพื่อลดการสูญเสียวัตถุดิบในแต่ละเครื่องจักร

| **เครื่องจักร** | **ประเภทการสูญเสียวัตถุดิบ** | **วัตถุดิบที่สูญเสีย** | **แนวทางการปรับปรุงเบื้องต้น** |
|---|---|---|---|
| เครื่องเป่าขวด | การเป่าขวดแตก | พรีฟอร์ม | ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุเพื่อลดการเป่าขวดแตกของเครื่องเป่าขวด |
| | การรีเจ็คพรีฟอร์มทิ้งหลังเครื่องเป่าขวดหยุดกะทันหัน | | ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุเพื่อลดปัญหาการหยุดกระทันหันของเครื่องเป่าขวด |
| | ประเภทอื่นๆ | | N/A |
| เครื่องเติมน้ำ | การเติมน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น | น้ำ | ศึกษาและทำการทดลองเพื่อลดปริมาณการเติมน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น |
| | การ Auto drain ก่อนเครื่องบรรจุเริ่มทำงานใหม่ | | ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาเพื่อลดการหยุดและเริ่มกระบวนการผลิตใหม่ |
| | ประเภทอื่นๆ | | N/A |
| เครื่องตรวจฝา | การรีเจ็คฝาเบี้ยว | ฝา | ศึกษาและทำการทดลองเพื่อลดปริมาณการรีเจ็คฝาดี (Fault reject) ที่เครื่องตรวจฝา |
| | การรีเจ็คฝาคว่ำ | | ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาเพื่อลดการเกิดฝาคว่ำ |
| | การรีเจ็คฝาประเภทอื่นๆ | | N/A |
| เครื่องตรวจสอบระดับน้ำและการปิดฝา | การรีเจ็ค (Reject) น้ำผิดระดับ | พรีฟอร์ม | ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุเพื่อลดการรีเจ็ค (Reject) น้ำผิดระดับ |
| | | น้ำ | |
| | | ฝา | |
| | การรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิท | พรีฟอร์ม | ศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุเพื่อลดการรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิท |
| | | น้ำ | |
| | | ฝา | |
| | ประเภทอื่นๆ | พรีฟอร์ม | N/A |
| | | น้ำ | |
| | | ฝา | |

ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของปัญหาการเกิดข้อบกพร่องของกระบวนการผลิตซึ่งเป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียของวัตถุดิบดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีต้นทุนสูง และมีความสนใจที่จะศึกษาเพื่อที่จะหาสาเหตุของปัญหาข้อบกพร่องต่างๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นเพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำดื่มของโรงงานกรณีศึกษาโดยการเลือก 8 ประเภทการสูญเสียของวัตถุดิบหลักในกระบวนการผลิตได้แก่ 1.) การเป่าขวดแตก 2.) การรีเจ็คพรีฟอร์มทิ้งหลังเครื่องเป่าขวดหยุดกะทันหัน 3.) การบรรจุน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น 4.) การ Auto drain ก่อนเครื่องบรรจุเริ่มทำงานใหม่ 5.) การรีเจ็คฝาเบี้ยว 6.) การรีเจ็คฝาคว่ำ 7.) การรีเจ็ค (Reject) น้ำผิดระดับ 8.) การรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิท มาเป็นจุดตั้งต้นในการศึกษาวิจัยเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อลดการสูญเสียของวัตถุดิบโดยการเลือกใช้เทคนิคในการจัดการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยเทคนิคที่มีความเหมาะสมและประสบความสำเร็จในการลดของเสียในกระบวนการผลิตและปรับปรุงคุณภาพในหลายๆ อุตสาหกรรม คือการประยุกต์ใช้แนวทางการดำเนินงานของซิกซ์ซิกม่า (Six Sigma) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการจัดการคุณภาพและได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาได้เป็นอย่างดี โดยมุ่งเน้นผลกำไรที่มาจากการลดต้นทุนจากการเกิดของเสียหรือความไม่มีคุณภาพของกระบวนการผลิต ลดความสูญเปล่าและลดต้นทุนในการใช้ทรัพยากร ซึ่งมีหลักการและขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ชัดเจน [1] โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาที่เรียกว่า DMAIC ได้แก่ การกำหนดหัวข้อปัญหา (Define) การวัดสาเหตุของปัญหา (Measure) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis) การปรับปรุงกระบวนการ (Improve) และการควบคุม (Control) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ที่ใช้เทคนิคการคัดกรองตัวแปรในกระบวนการ ทั้งที่เป็นปัจจัยควบคุมได้และไม่ได้ จนกระทั่งสามารถที่จะสรุปได้ว่าปัจจัยใดที่ส่งผลต่อคุณภาพ และนำไปสู่การแก้ไขและควบคุมคุม

**1.2 วัตถุประสงค์**

1.2.1 เพื่อลดการสูญเสียของพรีฟอร์ม (Preform) ให้เหลือไม่เกินร้อยละ 0.40

1.2.2 เพื่อลดการสูญเสียของน้ำ (Water Treated) ให้เหลือไม่เกินร้อยละ 1.0

1.2.3 เพื่อลดการสูญเสียของฝา (Closure) ให้เหลือไม่เกินร้อยละ 0.35

**1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1.3.1 ลดต้นทุนในการผลิตของโรงงาน

1.3.2 ลดปัญหาการร้องเรียนของลูกค้า เพิ่มความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1.3.3 เพิ่มยอดผลิต ส่งสินค้าที่มีคุณภาพทันเวลาตามความต้องการของลูกค้า

**1.4 ขอบเขตการวิจัย**

1.4.1 ศึกษากระบวนการผลิตและกระบวนการที่ก่อให้เกิดการสูญเสียวัตถุดิบในกระบวนการผลิตของสายการผลิต Line A สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำดื่มขนาด 0.6 ลิตรเพียงขนาดเดียว

1.4.2 ใช้หลักการ DMAIC ในการกำหนดปัญหา วัดผลกระบวนการปัจจุบัน วิเคราะห์ปัญหา ปรับปรุงกระบวนการ และควบคุมกระบวนการ

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตโดยประยุกต์ใช้หลักการซิกซ์ซิกม่า (Six Sigma) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการ ตรวจสอบเอกสาร บทความ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการศึกษา โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

(1.) ความหมายของซิกซ์ซิกม่า

(2.) แนวคิดของวิธีการซิกซ์ซิกม่า

(3.) การดำเนินงานตามวิธีการซิกซ์ซิกม่า

(4.) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ความหมายของซิกซ์ซิกม่า

ซิกซ์ซิกม่า (Six Sigma) เป็นวิธีการและการประยุกต์ใช้กลวิธีทางสถิติในองค์การช่วยให้องค์การ สามารถทำกำไรได้เพิ่มขึ้น มีผลผลิตมากขึ้น สามารถนำมาใช้ได้ทั้งส่วนของสินค้าและบริการ คำว่า ซิกซ์ม่าเป็นตัวอักษรกรีก (**σ**) ซึ่งหมายถึง ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ (Standard Deviation) เพื่อวัดความแปรปรวนเฉลี่ยที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยมาตรฐาน ค่าระดับซิกซ์ม่าที่สูงแสดง ให้เห็นถึงคุณภาพที่ดีกว่าในค่า
ระดับของ 6 ซิกซ์ม่านั้น เราจะได้ชิ้นงานนี่ไม่ได้ตามขอบเขตหรือมาตรฐานที่กำหนดเพียง 3.4 ชิ้น ในชิ้นงานทั้งหมดหนึ่งล้านชิ้น [2]

## 2.2 แนวคิดของวิธีการซิกซ์ซิกม่า

แนวทางของซิกซ์ซิกม่าคือการที่ผู้ผลิตสามารถสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า โดยจำเป็นต้องมีการลดความเสี่ยงของโอกาสที่ทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พอใจ โดยการลดความเสี่ยงนี้สามารถทำได้โดยการพัฒนาคุณภาพ การเพิ่มความสามารถในกระบวนการผลิต เป็นผลทำให้กระบวนการผลิตสามารถผลิตสินค้าหรือบริการซ้ำๆ กันได้ในระดับมาตรฐานสูง และทำให้โอกาสสร้างความพึงพอใจต่อลูกค้าสูงตามไปด้วย

ซิกซ์ซิกม่าถูกนำมาใช้เป็นชื่อเรียกของวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพในขบวนการใด ๆ โดยมุ่งเน้นการลดความไม่แน่นอน (Variation) และการปรับปรุงขีดความสามารถในการทำงานให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด เพื่อนำมาซึ่งความ พอใจของลูกค้า และผลที่ได้รับสามารถวัดเป็นจำนวนเงินได้อย่างชัดเจน ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มรายได้หรือลดรายจ่ายก็ตาม

กระบวนการที่มีคุณภาพระดับ ซิกซ์ซิกม่าคือกระบวนการที่คาดหมายได้ว่าจะมีโอกาสเกิดงานที่บกพร่องไม่เกิน 3.4 ส่วนต่อล้านส่วน (เนื่องจากงานที่ผลิตในโครงการ Six Sigma มีหลาย

รูปแบบ จึงใช้คำว่าส่วน แทนคำว่าชิ้น) แต่เนื่องจากในการปรับปรุงกระบวนการไม่จำเป็นจะต้องตั้งเป้าหมายให้มีงานที่บกพร่องไม่เกิน 3.4 ส่วนต่อล้านส่วนในทุกขั้นตอน จึงเป็นหน้าที่ของผู้บริหารและผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการที่จะต้องจัดลำดับความสำคัญและกำหนดระดับ **σ** (Sigma) ที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนหรือแต่ละกระบวนการย่อย

ซิกซ์ซิกม่าจะดีที่สุดเมื่อทุกคนในองค์การร่วมมือกัน ตั้งแต่ CEO ไปจนถึงบุคลากรทั่วไปในองค์การ ซึ่ง Six sigma เป็นการรวมกันระหว่างอานุภาพแห่งคน และอานุภาพแห่ง กระบวนการ ซึ่งถ้าตัว Six Sigma มีค่าสูงหรือมีความผันแปร มากขึ้นเท่าไร ก็เปรียบเสมือนมีการทำข้อผิดพลาดมากขึ้น เท่านั้น ซึ่งโอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาดตัวนี้เรียกว่า DPMO (Defects Per Million Opportunities)

**2.3 ระดับของ ซิกซ์ซิกม่า และงานบกพร่องจำนวนสูงสุดที่ยอมรับได้**

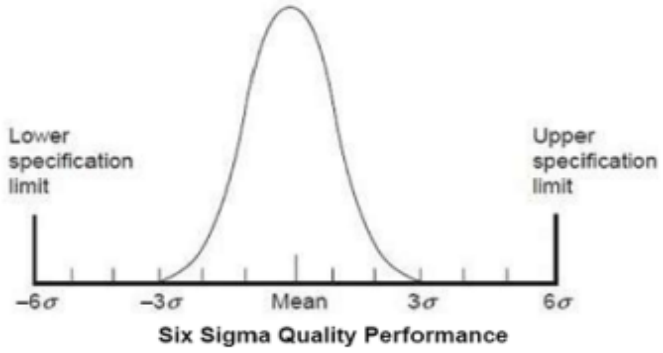
ระดับของ Sigma กำหนดตามจำนวนงานบกพร่องสูงสุดที่ยอมรับได้ ต่อล้านส่วน (Defects Per Million Opportunity: DPMO) ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ระดับ Sigma

| ระดับ Sigma | DPMO (ส่วน : ล้านส่วน) | ร้อยละ งานที่บกพร่อง | ร้อยละ งานที่ใช้ได้ |
|---|---|---|---|
| 1 | 691,462 | 69 % | 31 % |
| 2 | 308,538 | 31 % | 69 % |
| 3 | 66,807 | 6.7 % | 93.3 % |
| 4 | 6,210 | 0.62 % | 99.38 % |
| 5 | 233 | 0.023 % | 99.977 % |
| 6 | 3.4 | 0.00034 % | 99.99966 % |
| 7 | 0.019 | 0.0000019 % | 99.9999981 % |

แม้ว่าระดับ **σ** (Sigma) สูงสุดที่แสดงในตารางจะอยู่ที่ Seven Sigma ซึ่งยอมให้มีงานที่บกพร่องได้ไม่เกิน 1.9 ส่วนต่อ 100 ล้านส่วนก็ตาม แต่โดยทั่วไปแล้วก็ยอมรับให้ 6 Sigma เป็นระดับคุณภาพเป้าหมายสูงสุดที่สามารถทำให้สำเร็จได้ในทางปฏิบัติ [3]

ถ้ากล่าวว่ากระบวนการนั้นมีคุณภาพระดับ Six Sigma หมายความว่ากระบวนการนั้นมีการควบคุมเป็นอย่างดี มีค่าจำกัดของกระบวนการ (Process limit) ในผังควบคุม ไม่เกิน +/- 3**σ** และขีดจำกัด (tolerance limit) ไม่เกิน +/- 6s จากศูนย์กลาง (centerline) เรียกกันทั่วไปว่า ผลการปฏิบัติงานคุณภาพ Six Sigma หรือ Six Sigma Quality Performance [3]




รูปที่ 2.1 ผลการปฏิบัติงานคุณภาพ Six Sigma [3]

**2.4 การดำเนินงานตามวิธีการซิกซ์ซิกม่า**

ซิกซ์ซิกม่า ที่เป็นที่รู้จักและชอบพูดถึงกันอยู่ในปัจจุบันนั้นจะหมายถึง ซิกซ์ซิกม่า ในมุมมองที่เป็นระบบการจัดการระบบหนึ่ง ซึ่งจะไม่ใช่แค่การมุ่งเน้นให้เกิดข้อผิดพลาดที่ 3.4 ppm เท่านั้น แต่จะประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่างๆ ที่สำคัญที่จะทำให้ระบบการจัดการแบบซิกซ์ซิกม่าประสบผลสำเร็จคือ การดำเนินโครงการซิกซ์ซิกม่าโดยจัดตั้งทีมขึ้นมา มีการจัดการฝึกอบรมและแบ่งหน้าที่ของแต่ละคนในทีม จนไปถึงการปฏิบัติตามกระบวนการ DMAIC [4] ซึ่งจะประกอบไปด้วย

**1. Define** คือ การกำหนดปัญหาและเป้าหมายอย่างชัดเจน ว่าอะไร ส่วนไหน ที่จำเป็นต้องปรับปรุงและ
จะปรับปรุงให้ถึงระดับไหน

**2. Measure** คือ การวัด เป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้เข้าใจสภาพของระบบและกระบวนการที่มีหรือใช้อยู่ในปัจจุบันต้องมีความเข้าใจว่าจะวัดอะไร วัดอย่างไร วัดที่ไหน เมื่อไหร่

**3. Analysis** คือ การวิเคราะห์ เป็นการเอาข้อมูลทางตัวเลข ที่ได้จากการวัดมาวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุในการที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน และความสามารถที่แปรเปลี่ยน( Variability )ในกระบวนการ และการทดสอบสมมติฐานเพื่อหาทางขจัดปัญหา

**4. Improve** คือ การพัฒนาหรือการปรับปรุงสมรรถนะและประสิทธิภาพของกระบวนการ เป็นการแสวงหาและพัฒนาวิธี ที่จะนำมาขจัดปัญหา รวมไปถึงการสร้างระเบียบและแผนผังของการจัดการ เพื่อลดปัญหา

**5. Control** คือ การควบคุม เป็นการพยายามที่จะควบคุมรักษาระดับสมรรถนะของกระบวนการที่ได้รับการปรับปรุงแล้วให้คงอยู่ในระดับที่น่าพอใจตลอดไป

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มหรือกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อื่นๆเพื่อเข้าใจถึงวิธีการลดของเสียในกระบวนการผลิตโดยสามารถแบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

### 2.5.1 เครื่องมือที่นำมาใช้ในการลดของเสียในกระบวนการผลิต

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าหลายงานวิจัยได้ตระหนักถึงการลดของเสียในกระบวนการผลิตและนิยมนำเทคนิคซิกซ์ซิกม่าเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อดำเนินการลดของเสียในกระบวนการผลิตรวมทั้งยังมีการนำเอาเทคนิคเครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools) เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคซิกซ์ซิกม่าในขั้นตอนของการวิเคราะห์ (Analysis) สอดคล้องกับงานวิจัยของอามิณฑ์ หล้าวงศ์และชาญณรงค์ สายแก้ว ได้ทำการศึกษาปัจจัยและสภาวะที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของขวดโพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต[5] โดยใช้แผนภูมิพาเรโตในการจัดลำดับประเภทของของเสีย (Defect) ในกระบวนการผลิตขวดน้ำดื่ม และใช้ แผนภูมิก้างปลา (Fish bone diagram) ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา รวมทั้งใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment :DOE) โดยเลือกใช้วิธีไชนิน (Shainin method) เนื่องจากปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์กับลักษณะของเสียแบบศูนย์กลางเยื้องบริเวณก้นขวดมีจำนวนมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของวินิตา สุวรรณสะอาดได้ทำการศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก กลุ่มถังเก็บน้ำ[10] โดยประยุกต์ใช้ใช้เครื่องมือ Flow Process Chart ในการกำหนดปัญหาและระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Cause and Effect Diagram) จากนั้นใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) เชิงแฟคทอเรียล 2k มาใช้เพื่อหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสม ทำให้ได้ผลลัพธ์จากการศึกษาจากเดิมมีของเสียรวมร้อยละ 32.80 ลดลงเหลือร้อยละ 12.40

นักวิจัยบางกลุ่มใช้เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analyse : FMEA) สอดคล้องกับงานวิจัยของธีรนันท์ สุธาธรรมรัตน์ (2561) ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมระบบผนังกระจกสำเร็จรูป [6] โดยการระดมสมอง (Brainstorming) กับผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์และแยกแยะประเภทของของเสียในแต่ละหัวข้อเพื่อจัดลำดับความรุนแรง โอกาสความถี่ในการเกิด และความสามารถในการตรวจจับของเสีย (S,O,D) และประเมินหาค่า RPN score เพื่อจัดลำดับความสำคัญและหาแนวทางแก้ไขป้องกันไม่ให้เกิดของเสีย ผลที่ได้จากการวิจัยคือสามารถลดของเสียได้ 100%

นอกจากนั้นพบว่าการวิจัยเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตยังมีการประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพที่หลากหลายเพื่อให้สามารถกำหนดปัญหาได้อย่างแม่นยำ วิเคราะห์หาสาเหตุได้อย่างถูกต้องและกำหนดแผนการปรับปรุงและป้องกันการเกิดปัญหาซ้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของอิสราภรณ์ ธรรมวาโร ได้ทำการศึกษาเพื่อลดความสูญเสียในสายการแปรรูปอาหารสัตว์เลี้ยง[11] โดยทำการระบุปัญหาการสูญเสียบรรจุภัณฑ์ถ้วยพลาสติกโดยใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto chart) จากนั้นนำปัญหาดังกล่าวมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) โดยการประเมินตัวเลขความเสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) แล้วคัดเลือกสาเหตุของปัญหาที่มีร้อยละสะสมของตัวเลขความเสี่ยงที่ร้อยละ 50 เพื่อนำมาปรับปรุงกระบวนการ หลังจากได้คัดเลือกสาเหตุหลักที่มีผลกระทบกับปัญหาการสูญเสียแล้ว นำสาเหตุดังกล่าวมาปรับปรุงกระบวนการด้วยการใช้วงจรการควบคุมคุณภาพ (Plan Do Check Action: PDCA) โดยจากผลการวิจัย พบว่าสามารถลดปริมาณการสูญเสียของบรรจุภัณฑ์ถ้วยพลาสติก ลดลง คิดเป็นร้อยละ 28 และสามารถคิดเป็นมูลค่าของเสียลดลงได้ 150,844 บาทต่อปี

**2.5.2 ขั้นตอนการดำเนินงานตามวิธีการซิกซ์ซิกม่า**

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่านักวิจัยส่วนใหญ่ใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิดเข้ามาประยุกต์ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินงานตามวิธีการซิกซ์ซิกม่า เช่นงานวิจัยของมนตรี มีชัย (2559) ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิต ยางคอมปาวด์โดยการประยุกต์ใช้กระบวนการทางซิกส์-ซิกมา: กรณีศึกษา บริษัทผลิตคอมปาวด์แห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง[7] ใช้การเก็บข้อมูล Historical data เพื่อนำมาแสดงในรูปแบบแผนภูมิพาเรโต (Pareto chart) ในขั้นตอนการกำหนดและสร้างผังกระบวนการดำเนินโครงการ (Define stage) จากนั้นใช้การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Process capability) การวิเคราะห์ระบบการวัดโดยพิจารณา ความลำเอียงและความเป็นเส้นตรงของเครื่องมือวัด ( Linearity and bias study) ในขั้นตอนของการกำหนดและประเมินการวัดผล (Measure stage) จากนั้นในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาของงานวิจัย (Analysis stage) ใช้

เครื่องมือการวิเคราะห์ทางสถิติตามความเหมาะสม เช่น การวิเคราะห์แผนผังกระบวนการไหลแบบแยกปัจจัย (X, Y Process mapping ) การวิเคราะห์แบบทางเดียว (Simple linear regression) การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis test) ในส่วนขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ (Improve stage) ใช้ผลจากการวิเคราะห์เพื่อศึกษาปัจจัยหรือตัวแปรที่ส่งผลต่อปัญหาในการกำหนดค่าสำหรับการควบคุมกระบวนการโดยประยุกต์ใช้เทคนิค (Design of experiment :DOE) ในการศึกษาค่าสำหรับการควบคุมปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการ จากนั้นกระบวนการควบคุม (Control stage) จะเป็นการประเมินผลสำเร็จของโครงการเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายของโครงการซิกส์ ซิกมาที่กำหนดขึ้นในขั้นตอนแรกและสรุปค่าควบคุมสำหรับปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหา เพื่อส่งมอบให้กับผู้บริหารของโรงงานตัวอย่างสำหรับการนำไปใช้ในการควบคุมผลลัพธ์จากการปรับปรุงให้สามารถรักษาผลที่ได้รับอย่างยั่งยืนสำหรับโรงงานต่อไป

นักวิจัยบางกลุ่มใช้เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analyse : FMEA) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนายวสวัตติ์ บุญปรีชา และ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน (2554) ได้ทำการศึกษาการลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตของโรงงานเป่าพลาสติก [4] โดยประยุกต์ใช้เทคนิค ซิกซ์ซิกม่าโดยได้นำเอาเทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analyse : FMEA) เข้ามาใช้ในขั้นตอนของการการวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหา (Measure Phase) โดยการระดมสมอง (Brainstorming) กับผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการค้นหาสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหา เพื่อทำการแก้ไข โดยในการระดมสมองได้ใช้แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ในการรวบรวมความคิด เพื่อหาปัจจัยนำ เข้าที่เป็นไปได้ทั้งหมด แล้วทำ การพิจารณาเลือกเฉพาะปัจจัยนำเข้าที่สำคัญมาพิจารณา นำปัจจัยนำเข้ามาวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analyse : FMEA) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเพื่อกลั่นกรองให้เหลือแต่ปัจจัยที่สำคัญโดยทีมงานทำ การระดมความคิดเพื่อระบุถึงผลกระทบที่เกิดจากข้อบกพร่อง สาเหตุที่ทำให้เกิดการควบคุมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และข้อเสนอแนะที่จะนำไปปฏิบัติ รวมถึงทำการประเมินค่า S, O และD แต่ละสาเหตุ โดยกำหนดให้ค่า S, O และ D มีค่าตั้งแต่ 1-5 เพื่อคำนวณหาค่าความเสี่ยงชี้นำ (Risks Priority Number: RPN) สร้างแผนภูมิพาเรโตของสาเหตุกับค่าความเสี่ยงชี้นำ

นอกจากนี้ ยังศึกษาพบงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้เทคนิคซิกซ์ซิกม่าที่มีความพยายามหาวิธีการในการปรับปรุงกระบวนการ (Improve phase) ให้มีความยั่งยืนโดยเมื่อทราบสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องแล้ว ได้ทำการเลือกสาเหตุหลักมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขโดยใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของ เยาวนาฏ ศรีวิชัย และ รุ่งฉัตร ชมภูอินไหว ซึ่งประยุกต์ใช้การป้องกันการผิดพลาด ในการทำงาน (POKA YOKE) และการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน ซึ่งทำให้ง่าย

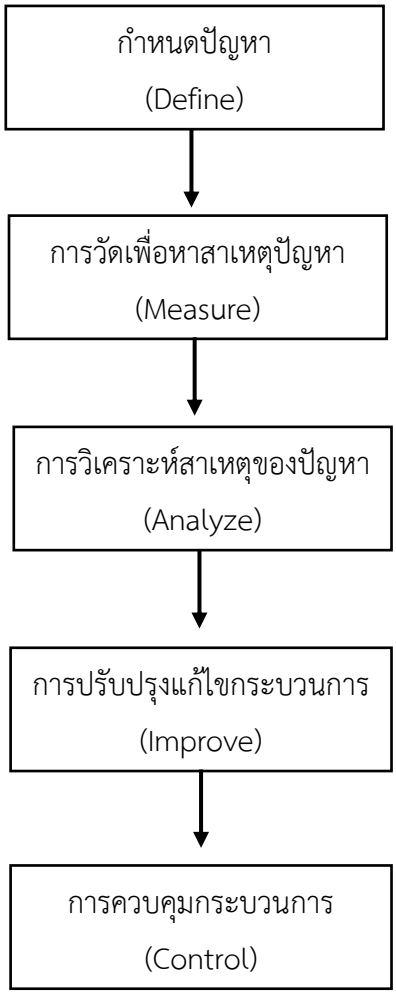
และเป็นผลดีสำหรับขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ (Control phase) [8] สอดคล้องกับงานวิจัยของเกียรติศักดิ์ น้อยราช และปารเมศ ชุติมา ได้ทำการศึกษาการลดของเสียจากปัญหาเย็บระเบิดในกระบวนการผลิตแบตเตอรี่รถจักรยานยนต์[12] โดยหลังจากการศึกษาและหาสาเหตุของปัญหา ในขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา (Analyze phase) พบว่าการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตเกิดจากสองสาเหตุหลักคือคนและเครื่องจักร จึงทำการปรับรุงกระบวนการโดยการถ่ายทอดความรู้ในการปรับตั้งเครื่องจักรให้กับพนักงานที่ควบคุมเครื่องจักร พร้อมกับมีการประเมินผลหลังการถ่ายทอดความรู้ รวมทั้งทำการปรับปรุงปัจจัยด้านเครื่องจักรโดยการกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการทำงานของเครื่องจักรพบว่าสัดส่วนของเสียจากปัญหาการเย็บระเบิดของแบตเตอรี่ลดลงจากร้อยละ 3.61 เหลือเพียง ร้อยละ 0.11

จากผลการสำรวจงานวิจัยข้างต้น แสดงให้เห็นว่ามีการศึกษาวิจัยเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตอย่างแพร่หลายและมีการประยุกต์ใช้เทคนิคซิกซ์ซิกม่ากันอย่างแพร่หลายเช่นกัน หากแต่ว่างานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการลดของเสียของกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์อื่นๆ สำหรับงานวิจัยการลดของเสียในกระบวนการเป่าขวดและบรรจุน้ำของโรงงานผลิตน้ำดื่มนั้นยังไม่มีการวิจัยอย่างแพร่หลาย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจำเป็นต้องนำหลักการดำเนินงานตามวิธีการของซิกซ์ซิกม่าและเทคนิคคุณภาพอื่นๆเข้ามาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ จากการศึกษาข้อมูลงานวิจัยเหล่านี้ผู้วิจัยจะนำมาประยุกต์เพื่อลดของเสียในกระบวนการเป่าขวดและบรรจุน้ำในอุตสาหกรรมน้ำดื่มเพื่อลดของเสียในกระบวนการให้เหลือน้อยที่สุด

# บทที่ 3
# วิธีการวิจัย

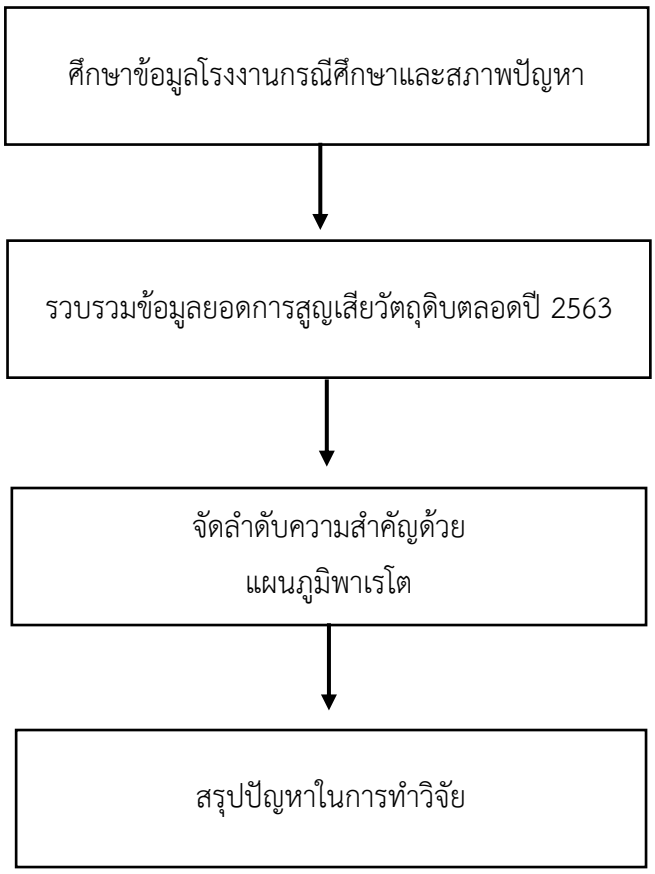
ในการวิจัยการลดของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด ผู้วิจัยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลทั่วไปและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดในโรงงานตัวอย่างโดยเก็บข้อมูลของยอดการสูญเสียของวัตถุดิบย้อนหลังตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2563 - เดือนธันวาคม พ.ศ.2563 เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้กับหลักการ DMAIC ดังแสดงในรูปที่ 3.1




รูปที่ 3.1 ขั้นตอน DMAIC

**3.1 ขั้นตอนการกำหนดปัญหา (Define phase)**

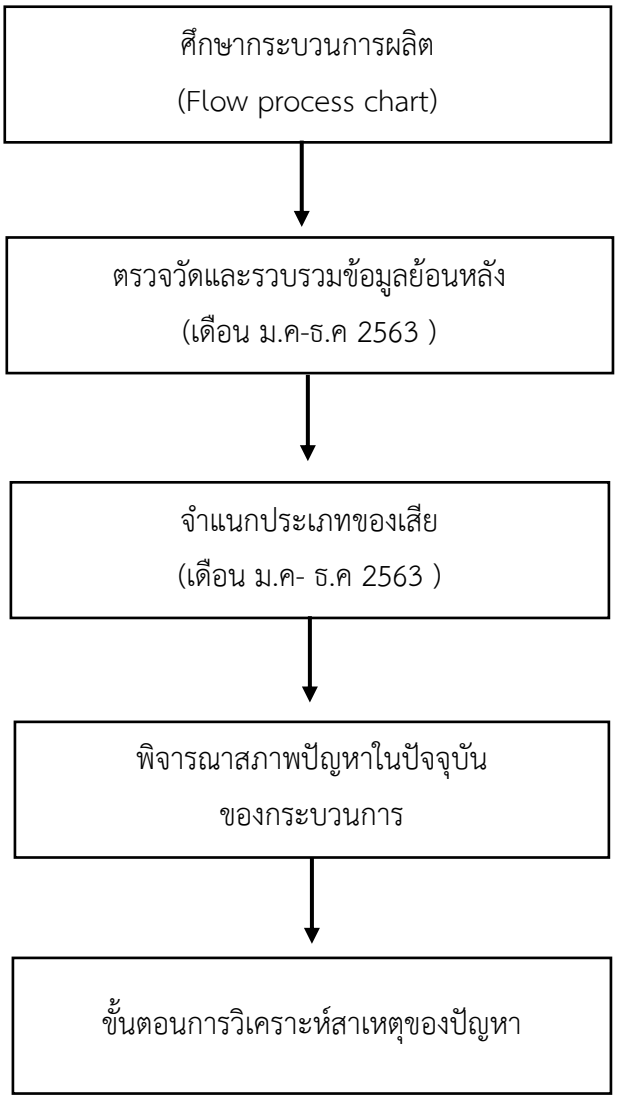
ขั้นตอนการกำหนดปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.2 เป็นการพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดขึ้นในโรงงาน โดยผู้วิจัยต้องมีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดจากการสำรวจข้อมูลของเสียย้อนหลังตลอดปี 2563 ซึ่งผู้วิจัยได้มีการดำเนินการกำหนดปัญหาแล้วในช่วงต้นของการวิจัยและสรุปไว้ในหัวข้อ 1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาโดยปัญหาที่เกิดขึ้นล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ต้นทุนการผลิตและความเชื่อมั่นของลูกค้าทั้งสิ้น




รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการกำหนดปัญหา

**3.2 ขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา (Measure phase)**

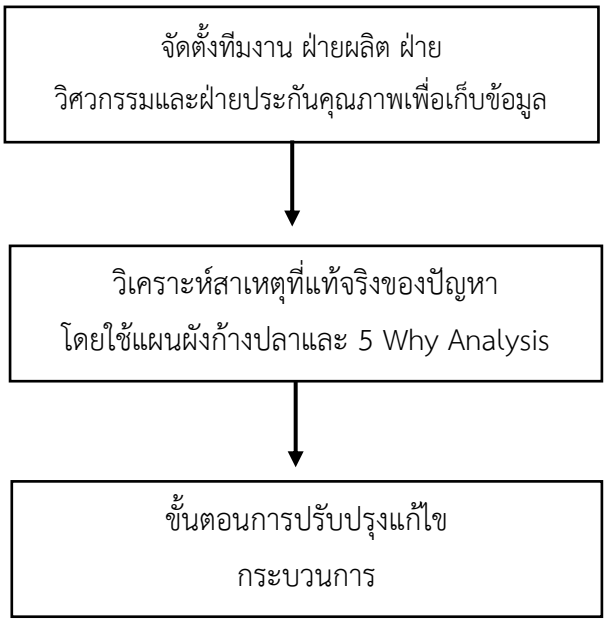
ขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 เป็นขั้นตอนการทำความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดในโรงงานกรณีศึกษาเพื่อกำหนดตัวแปรหรือกระบวนการใดบ้างที่จะส่งผลกระทบต่อปริมาณการสูญเสียของวัตถุดิบในกระบวนการผลิต




รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา

**3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyse phase)**

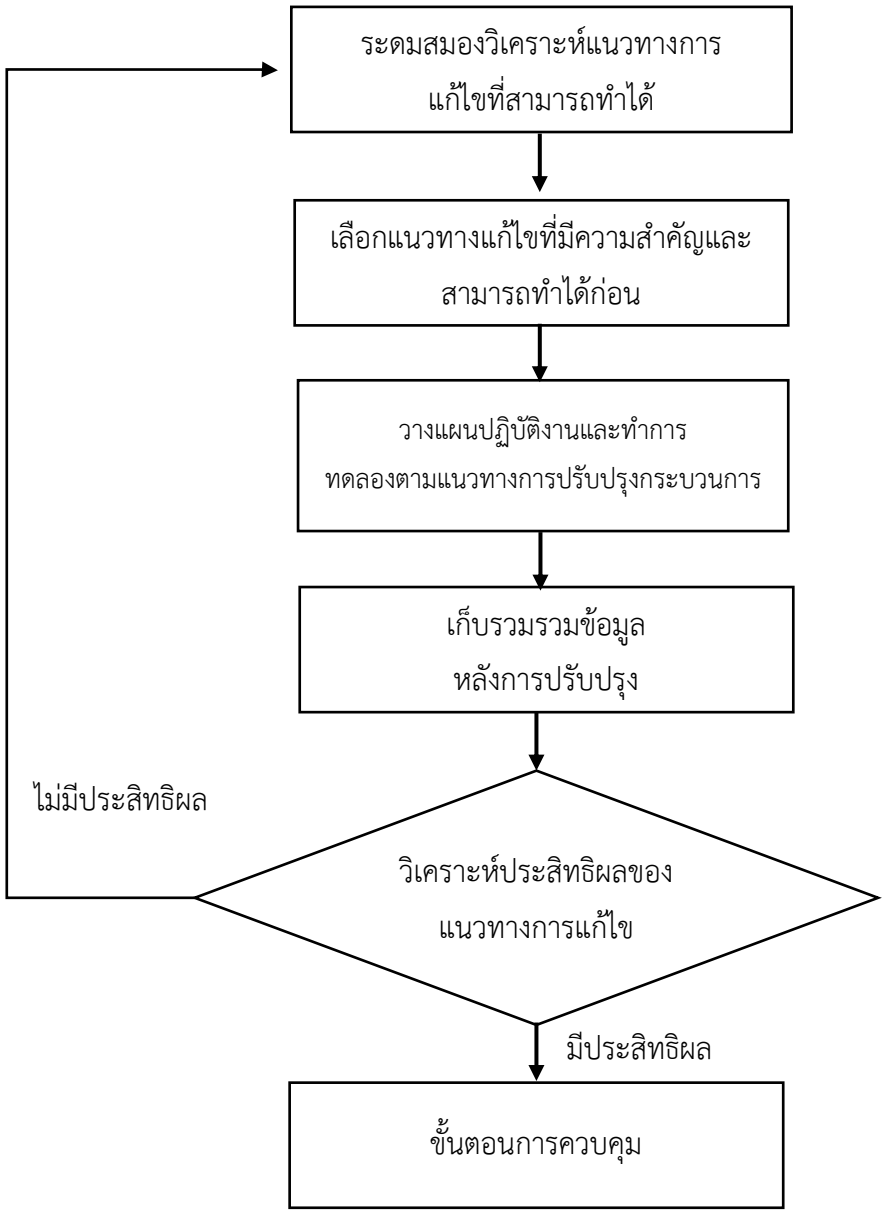
ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.4 จากขั้นตอนการวัด จะช่วยทำให้สามารถกำหนดตัวแปรที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตในโรงงานกรณีศึกษา หลังจากนั้นจะต้องมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่มีความเป็นไปได้สูงของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย โดยในการดำเนินการจะทำโดยจัดตั้งทีมงานขึ้น จากการรวมกันระดมสมอง (Brainstorming) จากฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกรรม และฝ่ายประกันคุณภาพในการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยอาศัยเครื่องมือแผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) ซึ่งการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของสมาชิกเพื่อให้สมาชิกทุกคนในทีมงานได้แสดงความคิดเห็นและแสดงข้อมูลที่ตนเองมีอยู่ และเกิดความเข้าใจสาเหตุและปัญหาได้อย่างชัดเจน เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกแนวทางวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการดำเนินงานด้วย




รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

**3.4 ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve phase)**

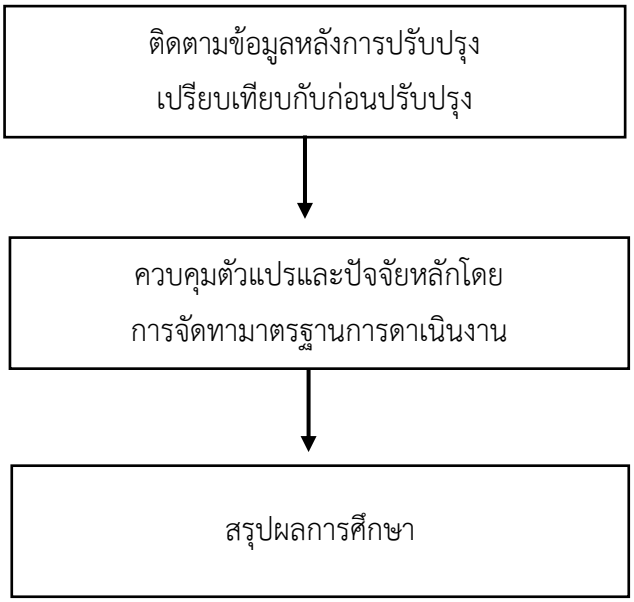
จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา จะทำให้ผู้วิจัยและทีมงานทราบถึงสาเหตุรากเหง้าของปัญหาและสามารถดำเนินการหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.5 โดยจากการระดมสมองร่วมกับทีมงาน จะมีการออกแบบและปรับปรุงปัจจัยที่สำคัญที่สามารถแก้ไขได้ทันทีก่อน โดยจะนำไปวางแผนปฏิบัติงาน (Action plan) และลงมือปฏิบัติ ซึ่งจะมีการควบคุมการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางเอาไว้ แล้วจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียหลังการปรับปรุงเพื่อใช้ในการประเมินผลของวิธีการแก้ไขต่างๆ ว่ามีประสิทธิผลเพียงพอหรือไม่ในการลดปัญหาของเสียในกระบวนการ หากแนวทางการดำเนินการแก้ไขไม่มีประสิทธิผลจะทำการวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไขปัญหาอีกครั้ง จึงจะเข้าสู่ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ




รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ

**3.5 ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ (Control phase)**

ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.6 เป็นขั้นตอนการควบคุมตัวแปรและปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการเกิดของเสีย หลังจากผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาและปรับปรุงกระบวนการจะทำให้ผู้วิจัยและทีมงานทราบว่าปัจจัยใดบ้างที่เป็นปัจจัยหลักในการทำให้เกิดปัญหาขึ้น และจากนั้นจึงทำการควบคุมปัจจัยต่างๆเหล่านั้นและจัดทำเป็นแผนการควบคุมโดยใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร เครื่องมือป้องกันความผิดพลาด (Poka- Yoke) และการจัดการด้านความรู้ ในการกำหนดมาตรฐานการดำเนินงานใหม่ เพื่อควบคุมให้แนวทางที่ทำการปรับปรุงปัญหานั้นๆ สามารถดำเนินการต่อไปได้อย่างมีระบบ เพื่อให้ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตลดลงอย่างยั่งยืน




รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ

# บทที่ 4
# ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการกำหนดวิธีการดำเนินงานของการศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตน้ำดื่ม กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำดื่ม ในบทนี้จะนำเอาวิธีการดำเนินงานที่ได้กำหนดไว้ในบทที่ 3 นำมาดำเนินงานโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานและแสดงผลการดำเนินงานโดยใช้หลัก DMAIC ดังต่อไปนี้

## 4.1 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการกำหนดปัญหา (Define phase)

4.1.1 ข้อมูลโรงงานกรณีศึกษาและสภาพปัญหา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดส่งสินค้าจำหน่ายในพื้นที่ภาคใต้ทั้ง 14 จังหวัดเป็นหลักโดยมีสายการผลิต 1 สายการผลิต เรียกว่าสายการผลิต A (Line A) ทำการผลิตภัณฑ์น้ำดื่ม 3 ขนาดแบ่งเป็น น้ำดื่มบรรจุขวดขนาด 0.33 ลิตร , 0.6 ลิตร และ 1.5 ลิตรโดยมีสัดส่วนการผลิตในปี พ.ศ.2563 แบ่งเป็นขนาด 0.6 ลิตร ร้อยละ 57.34 ขนาด 1.5 ลิตร ร้อยละ 29.75 และขนาด 0.33 ลิตร ร้อยละ 12.91

จากการศึกษากระบวนการผลิตน้ำดื่มข้างต้น พบว่ากระบวนการผลิตของน้ำดื่มแต่ละขนาดเป็นกระบวนการผลิตแบบเดียวกันโดยมีความต่างกันที่ขนาดของวัตถุดิบและอัตราการผลิต (Nominal Speed) โดยที่กระบวนการผลิตน้ำดื่มขนาด 0.6 ลิตรและ ขนาด 0.33 ลิตร มีอัตราการผลิต (Nominal Speed) อยู่ที่ 40,500 ขวดต่อชั่วโมง และ น้ำดื่มขนาด 1.5 ลิตร มีอัตราการผลิต (Nominal Speed) อยู่ที่ 33,000 ขวดต่อชั่วโมง โดยที่กระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดข้างต้นใช้วัตถุดิบ คือ 1. พรีฟอร์ม (Preform) 2. ฝา (Closure) 3. ฉลาก (Label) 4.ฟิล์มหุ้มแพ็ค (Shrinkfilm) 5.สติ๊กเกอร์บาร์โค้ด (Label barcode) 6.) กระดาษพาเลทชีท (Pallet sheet) และ 7. น้ำ (Water Treated)

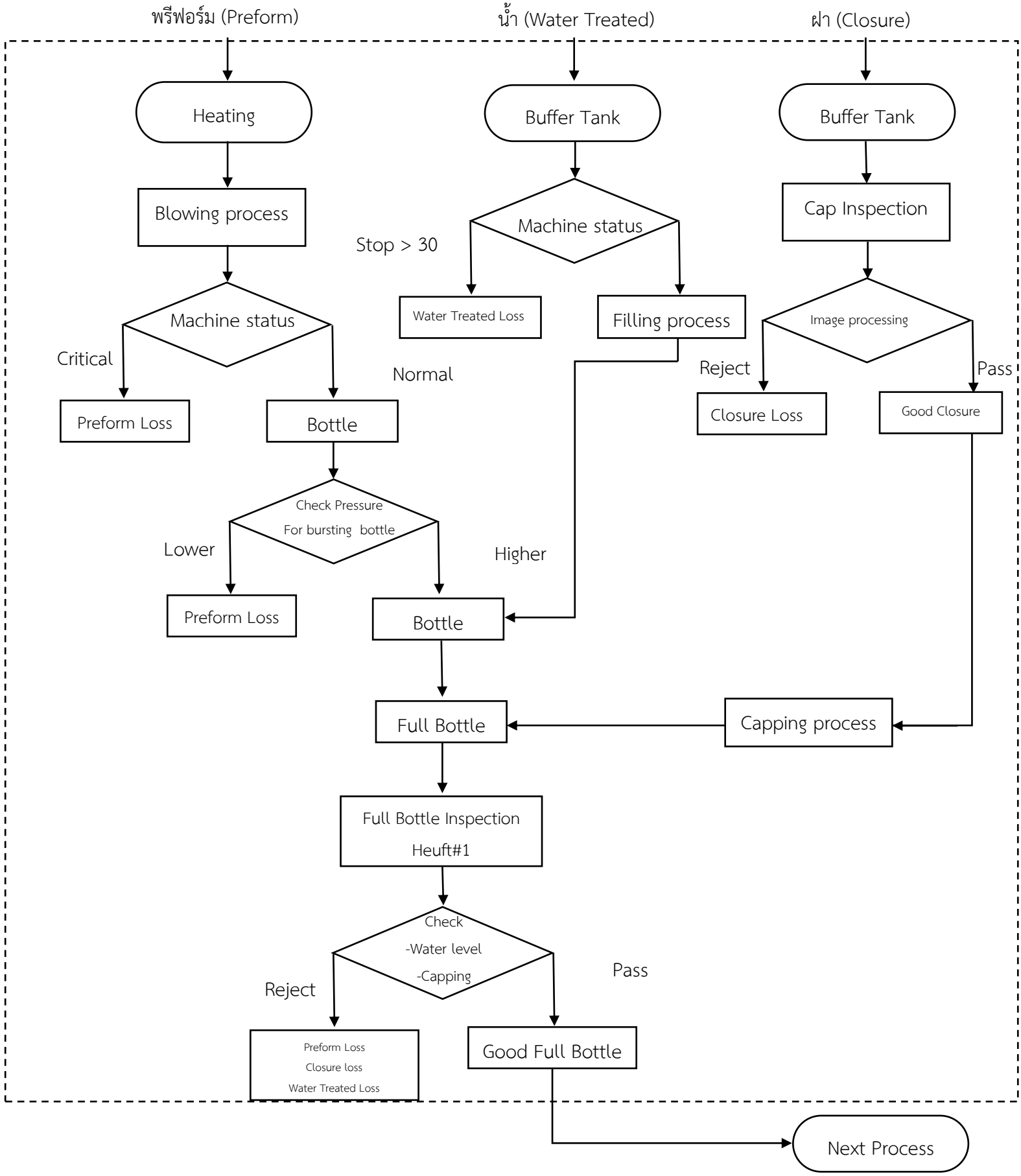
4.1.2 รวบรวมข้อมูลยอดการสูญเสียวัตถุดิบตลอดปี 2563

จากการศึกษากระบวนการและเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2563 – ธันวาคม พ.ศ. 2563 พบว่ากระบวนการมีการสูญเสียวัตถุดิบทั้งหมดเป็นจำนวนเงิน 1,437,524 บาท คิดเป็นร้อยละ 0.93 เทียบกับยอดการใช้วัตถุดิบตามสูตรการผลิต (Bill of Material :BOM) โดยสามารถจัดลำดับความสำคัญของปัญหาโดยใช้แผนภูมิพาเรโต ผู้วิจัยได้มีการกำหนดปัญหาไว้ในช่วงต้นของการวิจัยและสรุปผลการดำเนินงานดังแสดงไว้ในบทที่ 1 บทนำ หัวข้อ 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา ซึ่งกระบวนการผลิตมียอดความสูญเสีย 3 ลำดับแรกคือ 1.พรีฟอร์ม (Preform) 2.น้ำ (Water treat) 3. ฝา (Closure) โดยความสูญเสียของวัตถุดิบทั้งสามล้วนแต่ทำให้เกิดต้นทุนที่เกิดขึ้นจากความบกพร่องของกระบวนการผลิตทั้งสิ้น

## 4.2 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา (Measure phase)

4.2.1 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

กระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดมีรูปแบบการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous process) โดยใช้เครื่องจักรแบบอัตโนมัติ มีขั้นตอนหลักที่สำคัญได้แก่ การเป่าขวด การบรรจุน้ำลงขวด การปิดฝา การพันฉลาก การหุ้มแพ็ค การติดสติ๊กเกอร์บาร์โค้ด การจัดเรียงแพ็คขึ้นพาเลท และการพันฟิล์มพาเลท โดยในแต่ละขั้นตอนจะมีการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยใช้การทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติในการตรวจสอบซึ่งในแต่ละขั้นตอนการตรวจสอบจะเกิดความสูญเสียของวัตถุดิบขึ้น รวมทั้งการหยุดแบบกระทันหันของเครื่องจักรก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเสียของวัตถุดิบด้วยเช่นกัน โดยผู้วิจัยเลือกที่จะทำการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดความสูญเสียเฉพาะกระบวนการเป่าขวด กระบวนการบรรจุน้ำลงขวด กระบวนการตรวจสอบฝา กระบวนการปิดฝาและกระบวนการตรวจสอบระดับน้ำและการปิดฝา ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการสูญเสียหลัก โดยสามารถอธิบายกระบวนการผลิตและขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรโดยละเอียดได้โดยแผนผังการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด ดังแสดงในรูปที่ 4.1

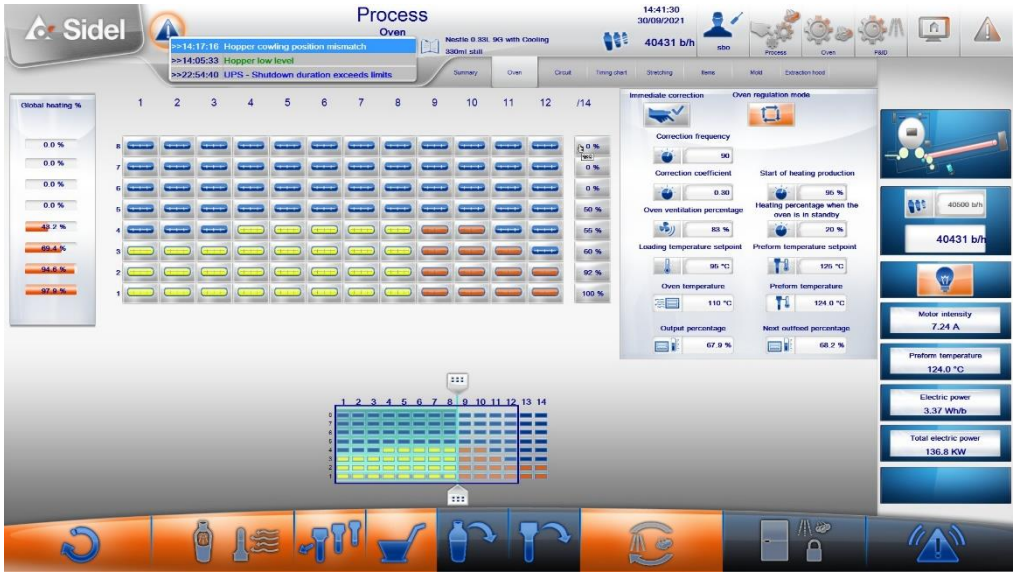



รูปที่ 4. 1 แผนผังกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

กระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนล้วนแล้วแต่มีความสำคัญทั้งสิ้น ซึ่งแต่ละขั้นตอนเป็นการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติที่มีความละเอียดซับซ้อน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.) การให้ความร้อนพรีฟอร์ม (Heating Process)

ขั้นตอนการให้ความร้อนพรีฟอร์ม (Heating Process) เป็นขั้นตอนการเตรียมพรีฟอร์มเพื่อให้สามารถยืดและเป่าขึ้นรูปเป็นขวดได้ โดยการที่พรีฟอร์มเคลื่อนที่ผ่านหลอดยูวี (UV lamp) ของเครื่องเป่าขวด (Blower machine) โดยที่การให้ความร้อนขึ้นอยู่กับการควบคุมโดยการสั่งงานจากหน้าจอของเครื่องเป่าขวด (Human machine interface: HMI) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพการเป่าขวดและประสิทธิภาพของเครื่องเป่าขวด ซึ่งหากให้อุณภูมิสูงเกินไปจะทำให้เกิดปัญหาเครื่องเป่าขวดหยุดกระทันหันจากปัญหา Alarm “Mold locking pin not in position” แต่หากให้อุณหภูมิสูงเกินไปก็จะทำให้คุณภาพการเป่าขวดไม่ดี เกิดการเป่าขวดแตกมาก

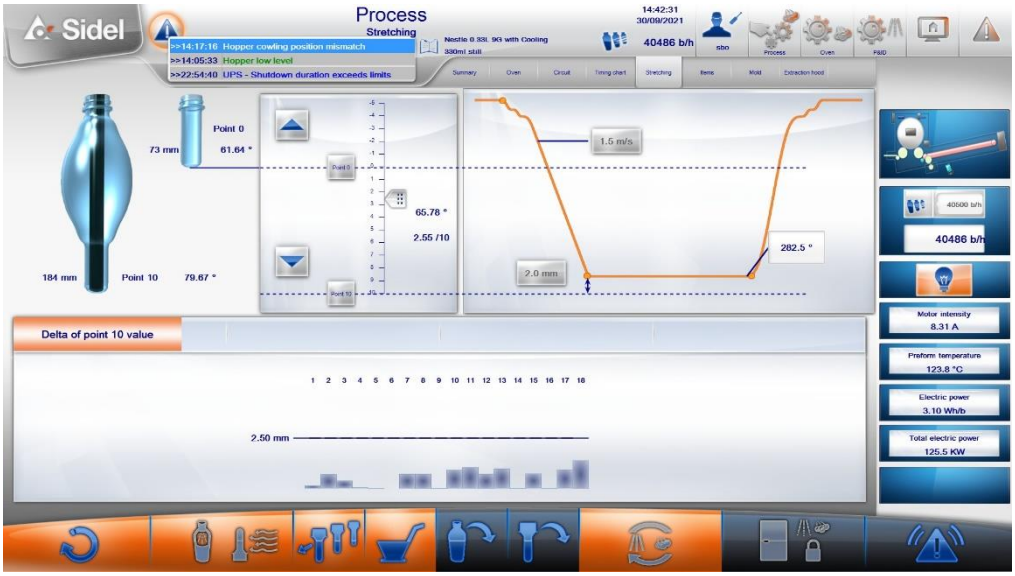



รูปที่ 4.2 การควบคุมอุณหภูมิพรีฟอร์มผ่าน HMI ของเครื่องเป่าขวด

2.) การเป่าขวด (Blowing Process)

เมื่อพรีฟอร์มผ่านการให้ความร้อนแล้วจะถูกส่งเข้าโมลล์ (Mold) ด้วยแขนจับพรีฟอร์มอัตโนมัติ (Gripper TP) ของเครื่องเป่าขวด (Blower machine) โดยที่ขั้นตอนการส่งพรีฟอร์มเข้าโมลล์ (Mold) หากชิ้นส่วนของแขนจับพรีฟอร์มอัตโนมัติ (Gripper TP) ไม่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ อาจทำให้การส่งพรีฟอร์มเข้าโมลล์ (Mold) เอียง อาจทำให้เกิดปัญหาเครื่องเป่าขวดหยุดกระทันหันจากปัญหา Alarm “Mold locking pin not in position” กลายเป็นการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform Loss) ได้เช่นกัน

เมื่อพรีฟอร์มเข้าสู่โมลล์ได้สมบูรณ์แล้ว พรีฟอร์มจะถูกยืดออกและเป่าด้วยลมที่แรงดันต่ำประมาณ 5 บาร์ และแรงดันสูงประมาณ 25 บาร์ ตามลำดับ ได้เป็นขวดตามรูปแบบโมลล์ที่กำหนด




รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการเป่าขวดควบคุมผ่าน HMI เครื่องเป่าขวด

3.) การตรวจสอบขวดรั่วหลังเป่า (Bursting bottle detection)

ระหว่างการเป่า จะมีการตรวจสอบขวดรั่วหลังเป่าขวดโดยการตรวจวัดระดับความดันในขวดเทียบกับค่าความดันที่ตั้งไว้ใน HMI หากตรวจวัดระดับความดันในขวดขณะเป่าได้น้อยกว่าระดับความดันที่ตั้งไว้ใน HMI เครื่องเป่าขวดจะประมวลผลว่าขวดในโมลล์นั้นคือขวดรั่ว เครื่องจะสั่งรีเจ็ค (Reject) ทิ้งหลังขวดถูกดึงออกจากโมลล์โดยแขนจับขวดอัตโนมัติ (Gripper TB) กลายเป็นการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform Loss) ส่วนขวดที่ตรวจวัดระดับความดันแล้วมากกว่าระดับความดันที่กำหนดจะถูกแขนจับขวดอัตโนมัติ (Gripper TB) ส่งต่อไปบรรจุน้ำที่เครื่องบรรจุ (Filler) ต่อไป

รูปที่ 4. 4 ขั้นตอนการตรวจเช็คขวดรั่วระหว่างการเป่าขวด

4.) ขั้นตอนการบรรจุน้ำ (Filling process)

น้ำผลิตภัณฑ์จะถูกส่งมาจากระบบ Water Treatment และเก็บในถังพัก (Buffer tank) ก่อนกระบวนการบรรจุน้ำของเครื่องบรรจุน้ำ (Filler machine) ซึ่งหากเครื่องบรรจุน้ำ (Filler machine) มีการหยุดมากกว่า 30 นาที เมื่อเริ่มต้นผลิตใหม่ ถังพัก (Buffer tank) จะทำการเดรน (Drain) น้ำทิ้งกลายเป็นการสูญเสียน้ำ (Water Treated Loss) และเรียกน้ำจากระบบ Water Treatment มาใหม่เพื่อเริ่มกระบวนการบรรจุน้ำใหม่อีกครั้ง

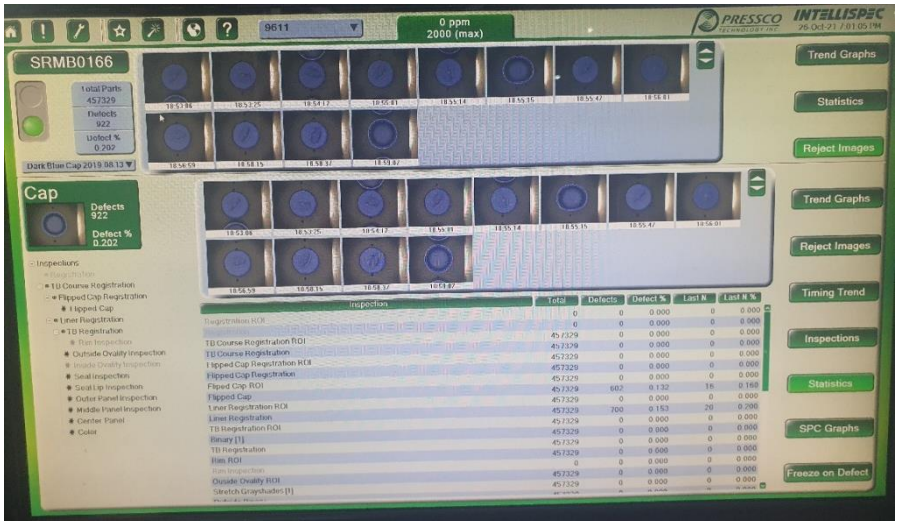
การบรรจุน้ำของเครื่อง Filler ใช้หลักการควบคุมอัตโนมัติของเครื่องจักรผ่านหัวบรรจุน้ำ (Filling valve) ในการควบคุมระดับการบรรจุน้ำโดยสามารถปรับตั้งค่าได้ที่หน้าจอ (HMI) ของเครื่องบรรจุน้ำ ในขั้นตอนนี้นอกจากการควบคุมระดับน้ำให้ได้ตามมาตรฐานของกฎหมายแล้ว พนักงานฝ่ายผลิตยังต้องทำการสุ่มตรวจปริมาณน้ำทุก 1 ชั่วโมง ชั่วโมงละ 3 ขวด เพื่อให้มั่นใจว่าระดับน้ำในขวดผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ และนำค่าที่ตรวจได้ทุกชั่วโมงใน 1 วัน มาทำการคำนวนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของการบรรจุน้ำโดยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จะต้องไม่สูงเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้

รูปที่ 4.5 การควบคุมการบรรจุน้ำผ่าน HMI เครื่องบรรจุน้ำ

5.) ขั้นตอนการตรวจสอบฝา (Cap Inspection Process)

ก่อนขั้นตอนการปิดฝาขวด วัตถุดิบคือฝา จะต้องผ่านการตรวจสอบด้วยเครื่องตรวจฝา (Cap Inspection machine) เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของฝา โดยที่ฝาต้องไม่เบี้ยว ไม่ฉีกขาด สีไม่ผิดเพี้ยน และไม่มีสิ่งแปลกปลอมในฝา โดยการทำงานของเครื่องตรวจฝาใช้หลักการถ่ายภาพและ

ประมวลผล (Image Processing) หากเครื่องตรวจสอบฝาตรวจพบความผิดปกติของฝาดังที่ได้กล่าวมาจะสั่งรีเจ็ค (Reject) ฝาทิ้งทันทีกลายเป็นการสูญเสียฝา (Closure Loss) ส่วนฝาที่ปกติจะถูกลำเลียงส่งไปที่เครื่องปิดฝา (Capper machine) ต่อไป




รูปที่ 4.6 ขั้นตอนการตรวจสอบฝาด้วยเครื่องตรวจฝา

6.) ขั้นตอนการปิดฝา (Capping Process)

เมื่อได้ฝาที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจะถูกลำเลียงส่งไปที่เครื่องปิดฝา (Capper machine) เพื่อปิดฝาให้กับขวดที่บรรจุน้ำแล้วและส่งจาก เครื่องบรรจุน้ำ (Filler machine) มาที่เครื่องปิดฝา (Capper machine) โดยใช้หลักการกดฝาในแนวดิ่งลงที่บริเวณปากขวดโดยหัวปิดฝา (Capper Head) เมื่อปิดฝาแล้วทำการลำเลียงขวดออกจากเครื่องปิดฝา (Capper machine) โดยสายพานลำเลียง (Bottle Conveyor) ไปที่เครื่องตรวจระดับน้ำและการปิดฝา (HEUFT#1 Machine) ต่อไป

รูปที่ 4.7 ขั้นตอนการปิดฝาด้วยเครื่องปิดฝา

7.) ขั้นตอนการตรวจระดับน้ำและการปิดฝาขวด (Full bottle Inspection Process, HEUFT#1)

ขั้นตอนการตรวจระดับน้ำและการปิดฝาขวด (Full bottle Inspection Process, HEUFT#1) จะทำการตรวจด้วยเครื่องเพื่อให้มันใจว่าขวดที่ผ่านการบรรจุน้ำและปิดฝาแล้วนั้นมีสภาพสมบูรณ์ ไม่มีระดับน้ำต่ำกว่ามาตรฐาน ไม่มีการปิดฝาไม่สมบูรณ์ โดยใช้หลักการคลื่นความถี่สูง (High Frequency) ในการตรวจสอบระดับน้ำในขวด และใช้หลักการถ่ายภาพและประมวลผล (Image Processing) ในการตรวจสอบการปิดฝา โดยขวดที่ไม่สมบูรณ์ดังที่กล่าวมาจะถูกรีเจ็ค (Reject) ทิ้งทันทีกลายเป็นการสูญเสียพรีฟอร์ม น้ำ และ ฝา ส่วนขวดปกติจะถูกส่งไปยังกระบวนการต่อไป

รูปที่ 4.8 ขั้นตอนการตรวจสอบระดับน้ำและการปิดฝา

4.2.2 การดำเนินการศึกษาข้อมูลของเสียย้อนหลัง (เดือนมกราคม-ธันวาคม 2563)

จากการศึกษากระบวนการและเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2563 – ธันวาคม พ.ศ. 2563 ทำให้ทราบยอดการสูญเสียของวัตถุดิบหลักทั้ง 3 รายการในแต่ละเดือน และทราบประเภทของการสูญเสียวัตถุดิบและจัดลำดับความสำคัญของประเภทการสูญเสียในแต่ละเครื่องจักรได้ โดยผู้วิจัยได้มีการแสดงผลไว้ในช่วงต้นของการวิจัยและสรุปผลการดำเนินงานดังแสดงไว้ในบทที่ 1 บทนำ หัวข้อ 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา โดยพบว่าประเภทการสูญเสียหลักของวัตถุดิบหลักทั้ง 3 รายการเป็นดังนี้

1.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด
2.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากการรีเจ็คทิ้งหลังเครื่องเป่าขวดหยุดกะทันหัน
3.) การสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากการบรรจุน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น
4.) การสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากการ Auto drain ก่อนเครื่องบรรจุเริ่มทำงานใหม่
5.) การสูญเสียฝา (Closure) จากการรีเจ็คฝาเบี้ยวที่เครื่องตรวจฝา
6.) การสูญเสียฝา (Closure) จากการรีเจ็คฝาคว่ำที่เครื่องตรวจฝา
7.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกัน จากการรีเจ็ค (Reject) น้ำผิดระดับที่เครื่องตรวจสอบน้ำและการปิดฝา (HEUFT#1)
8.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากการรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิทที่เครื่องตรวจสอบน้ำและการปิดฝา (HEUFT#1)

จากการศึกษาเบื้องต้น ผู้วิจัยพบว่าประเภทของการสูญเสียที่ได้กล่าวมาข้างต้นเกิดจากกระบวนการของเครื่องเป่าขวด เครื่องบรรจุน้ำ เครื่องตรวจสอบฝา และเครื่องเครื่องตรวจสอบระดับน้ำและการปิดฝา มีความบกพร่องอยู่ เป็นสาเหตุให้เกิดความสูญเสียของวัตถุดิบจึงนำประเภทของการสูญเสียทั้ง 8 ข้อมาทำการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา และเพื่อหาแนวทางการแก้ไขให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ต่อไป

**4.3 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyse phase)**

หลังจากมีการดำเนินการกำหนดและวัดสภาพของปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาจากประเภทการสูญเสียที่ได้แสดงไว้ในขั้นตอนการดำเนินการศึกษาข้อมูลของเสียย้อนหลัง (เดือนมกราคม-ธันวาคม 2563) ได้แก่

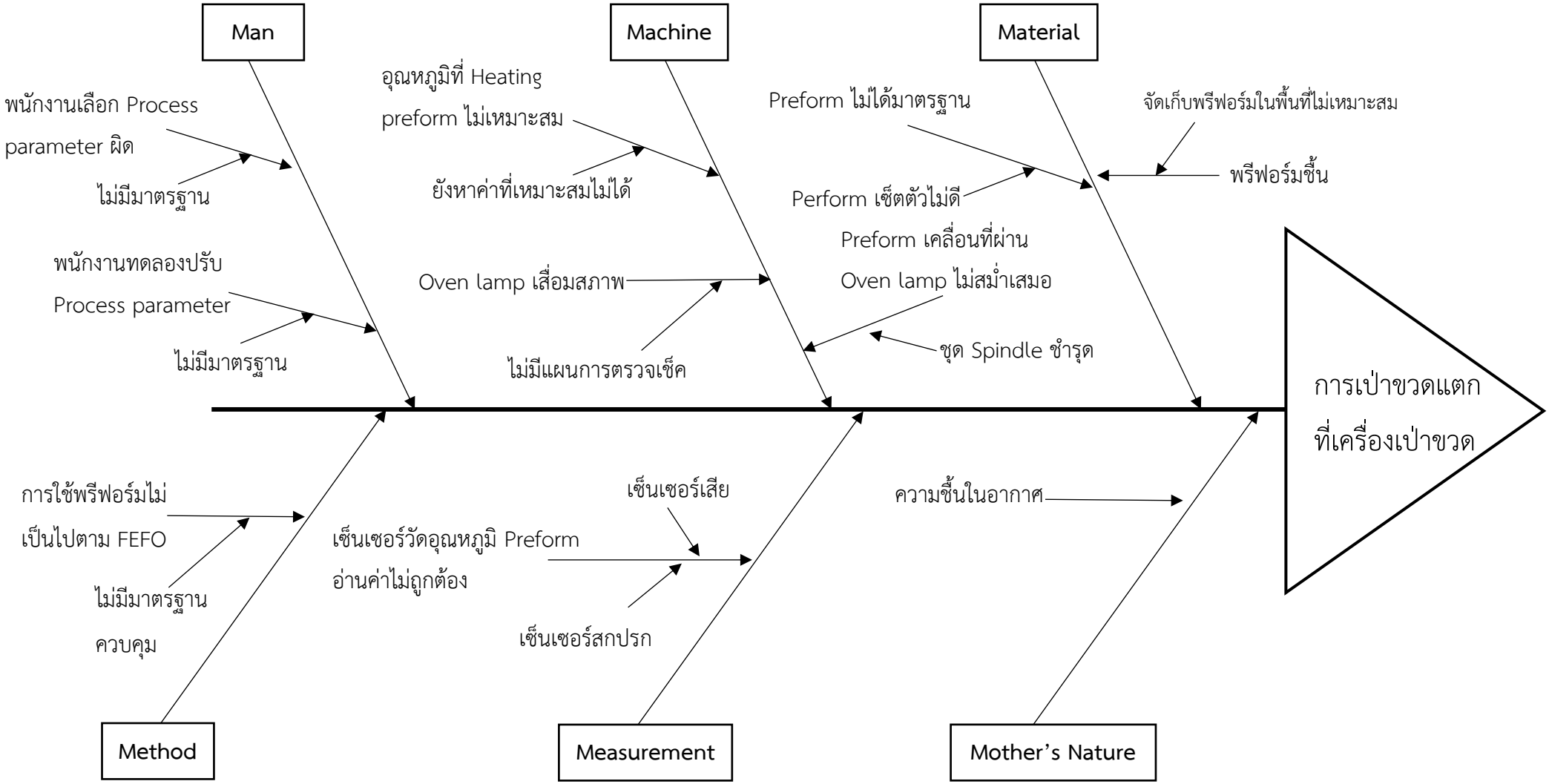
1.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด
2.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากการรีเจ็คทิ้งหลังเครื่องเป่าขวดหยุดกะทันหัน
3.) การสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากการบรรจุน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น
4.) การสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากการ Auto drain ก่อนเครื่องบรรจุเริ่มทำงานใหม่
5.) การสูญเสียฝา (Closure) จากการรีเจ็คฝาเบี้ยวที่เครื่องตรวจฝา
6.) การสูญเสียฝา (Closure) จากการรีเจ็คฝาคว่ำที่เครื่องตรวจฝา
7.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจากการรีเจ็ค (Reject) น้ำผิดระดับ
8.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจากการการรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิท

โดยเริ่มจากการระดมสมองกับทีมงาน เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยในการเกิดของเสีย โดยขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุ ดังนี้

4.3.1 แผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) และการพิสูจน์สมมติฐานหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา

จัดตั้งทีมงานเพื่อทำการระดมสมองวิเคราะห์ถึงรากเหง้าของปัญหา ระบุปัจจัยหลักที่เป็นต้นเหตุของปัญหาหรือการเกิดของเสียในปัจจุบัน โดยทีมงานที่จัดตั้งขึ้นเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานโดยตรงและเกี่ยวข้องกับปัญหานั้น อีกทั้งเป็นผู้มีความรู้และมีประสบการณ์ในกระบวนการผลิต โดยทีมงานประกอบไปด้วย หัวหน้าฝ่ายวิศวกรรม(ผู้วิจัย) ผู้จัดการฝ่ายผลิต ช่างซ่อมบำรุง พนักงานฝ่ายผลิต และพนักงานฝ่ายประกันคุณภาพโดยทำการวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) เพื่อระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดของการเกิดความสูญเสียในแต่ละประเภท หลังจากนั้นทำการพิสูจน์สมมติฐานสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยการพิสูจน์จากหน้างานจริงและตรวจสอบปัจจัยการควบคุมในปัจจุบันของสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อหารากเหง้าของปัญหาที่แท้จริง ดังหัวข้อที่แสดงต่อไปนี้

4.3.1.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) ด้วยแผนผังก้างปลา ดังรูปที่ 4.9




รูปที่ 4.9 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดขวดเป่าแตกที่เครื่องเป่าขวด

ตารางที่ 4.1 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด

| **ปัจจัย (Factor)** | **สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (Potential root cause)** | **สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential cause)** | **การควบคุมในปัจจุบัน (Current control)** | **ผลการพิสูจน์สมมติฐานจากการตรวจสอบหน้างาน** | **สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา** |
|---|---|---|---|---|---|
| การเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) | | | | | |
| คน (Man) | พนักงานเลือก Process parameter ผิด | ไม่มีมาตรฐานการเลือก Process parameter | มาตรฐานการเลือก Process parameter | พนักงานเลือก Process parameter ถูก | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | พนักงานไม่ได้รับการฝึกอบรม | พนักงานทุกคนผ่านการฝึกอบรมและมีการประเมินในระดับทำงานด้วยตนเองได้ | | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | พนักงานทดลองปรับ Process parameter | ไม่มีมาตรฐาน Parameter | มีมาตรฐาน Parameter | ไม่มีการทดลองปรับ Process parameter | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| เครื่องจักร (Machine) | อุณหภูมิที่ Heating preform ไม่เหมาะสม | ค่าที่ตั้งไว้ไม่เหมาะสมกับวัตถุดิบพรีฟอร์ม | มีมาตรฐานควบคุมแต่ไม่ได้อัพเดทมาแล้ว 2 ปี | การกระจายตัวของวัสดุหลังเป่าไม่เหมาะสม | **เป็นสาเหตุของปัญหา** |
| | Oven lamp เสื่อมสภาพ | ไม่มีแผนการบำรุงรักษา | มีแผนการตรวจเช็คทุก 3 เดือน | Oven lamp อยู่ในสภาพดี | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |

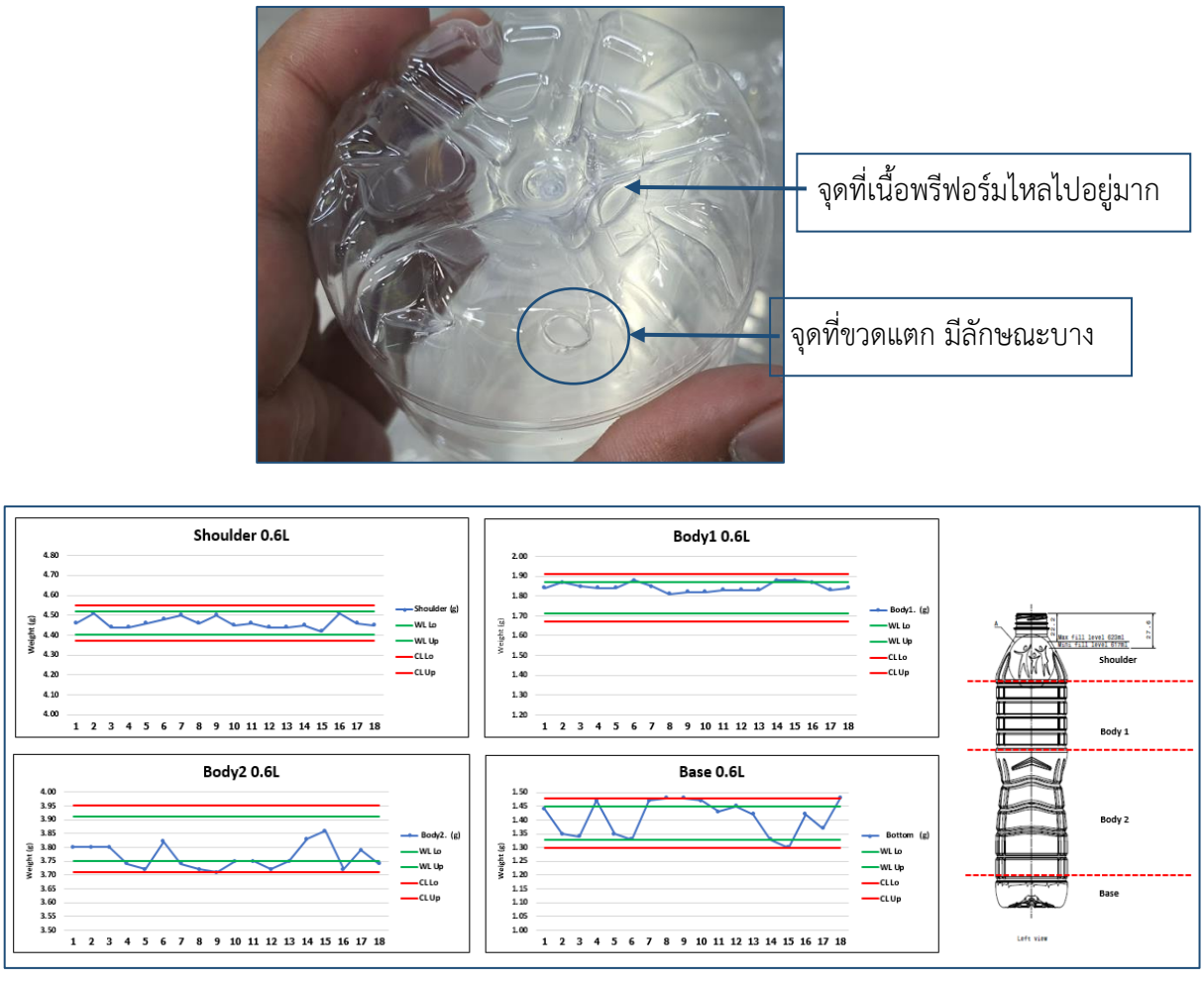
ตารางที่ 4.1 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด (ต่อ)

| **ปัจจัย (Factor)** | **สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (Potential root cause)** | **สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential cause)** | **การควบคุมในปัจจุบัน (Current control)** | **ผลการพิสูจน์สมมติฐานจากการตรวจสอบหน้างาน** | **สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา** |
|---|---|---|---|---|---|
| การเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) | | | | | |
| เครื่องจักร (Machine) (ต่อ) | พรีฟอร์มเคลื่อนที่ผ่าน Oven lamp ไม่สม่ำเสมอ | ชุด Spindle ชำรุด | ไม่มีแผนการบำรุงรักษา | ชุด Spindle ชำรุด,เสื่อมสภาพ | **เป็นสาเหตุของปัญหา** |
| วัตถุดิบ(Material) | พรีฟอร์มชื้น | จัดเก็บในพื้นที่ไม่เหมาะสม | มีมาตรฐานคุณภาพควบคุม | พรีฟอร์มไม่ชื้น | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| ขั้นตอนการทำงาน (Method) | การใช้พรีฟอร์มไม่เป็นไปตาม FEFO | ไม่มีมาตรฐานการใช้วัตถุดิบ | มีมาตรฐานการใช้วัตถุดิบ | การใช้พรีฟอร์มเป็นไปตาม FEFO | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| การวัดค่า (Measurement) | เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ Preform อ่านค่าไม่ถูกต้อง | เซ็นเซอร์เสีย | มีแผนการตรวจเช็คทุก 2 เดือน | เซ็นเซอร์อ่านค่าถูกต้อง | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | เซ็นเซอร์สกปรก | มีแผนการทำความสะอาดทุกสัปดาห์ | | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| ปัจจัยธรรมชาติ (Mother's Nature) | ความชื้นในอากาศสูง | สภาพอากาศ | ควบคุมความชื้นภายในเครื่อง | ความชื้นในอากาศปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |

ผลจากการวิเคราะห์การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากประเภทการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) ด้วยแผนภูมิก้างปลาโดยใช้หลัก 6M หลังจากนั้นทำการพิสูจน์สมมติฐานสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยการพิสูจน์จากหน้างานจริงและตรวจสอบปัจจัยการควบคุมกระบวนการในปัจจุบันของสาเหตุที่เป็นไปได้ ดังตารางที่ 4.1 พบว่ามี 2 สาเหตุหลักที่เป็นรากเหง้าของปัญหา คือ

1.) หาค่าอุณหภูมิในการ Heating preform ที่เหมาะสมไม่ได้

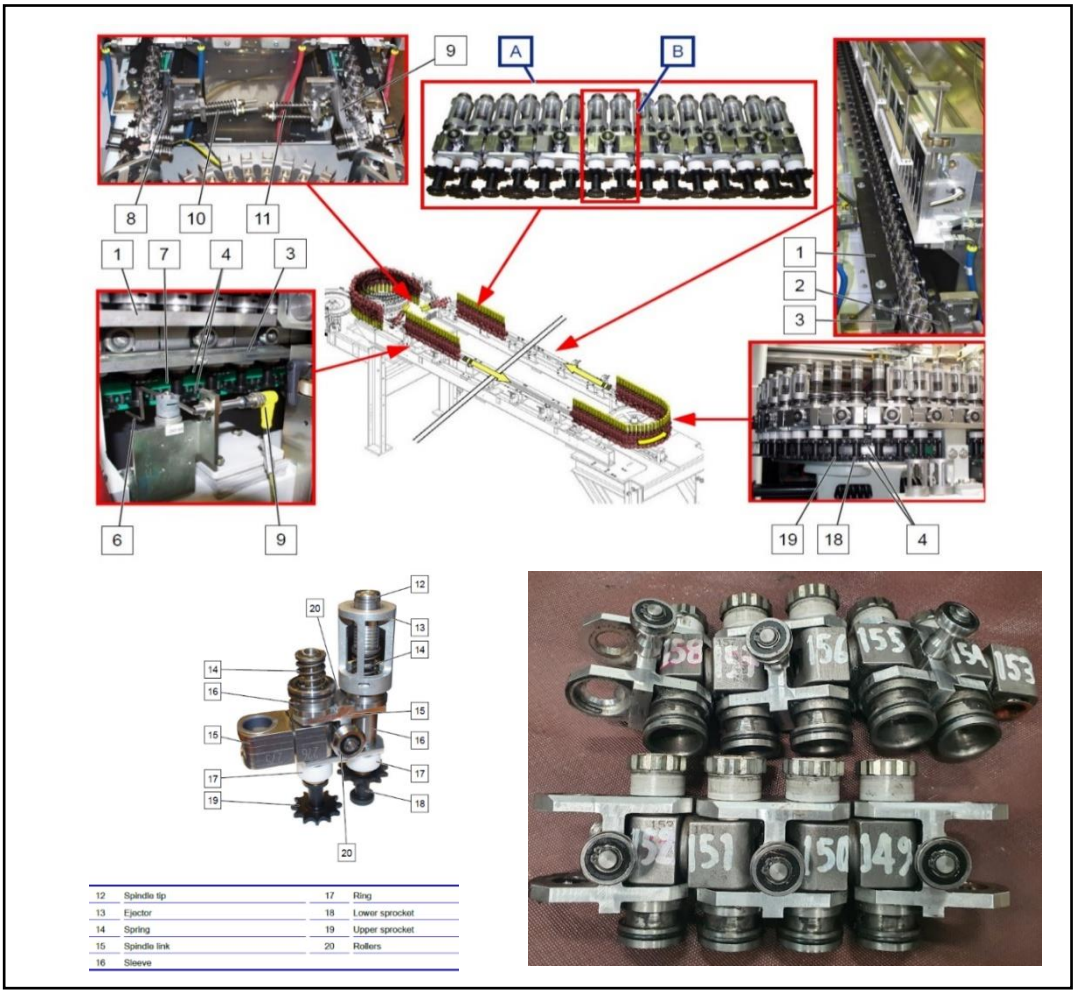
ซึ่งจากการพิสูจน์จากตัวอย่างขวดที่เป่าแตกพบว่ามีรอยแตกที่บริเวณมุมฐานขวด (Base Bottle) ซึ่งมีลักษณะบางและบางขวดมีลักษณะเป็นฝ้า จึงทำการตรวจสอบน้ำหนักของขวดตามส่วน (Section weight) พบว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ ต่อมาทำการวิเคราะห์ร่วมกันกับทีมงานสรุปว่าเนื้อส่วนใหญ่ของฐานขวด (Bottle base) ไหลไปอยู่อยู่บริเวณศูนย์กลางฐานขวด (Center of Bottle base) เนื่องจากอุณหภูมิในขั้นตอนการ Heating preform น้อยเกินไป ทำให้บริเวณมุมของฐานขวดมีลักษณะบาง ทำให้เป่าแตกได้ง่าย ดังรูปที่ 4.10




รูปที่ 4.10 การวิเคราะห์หาสาเหตุการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด

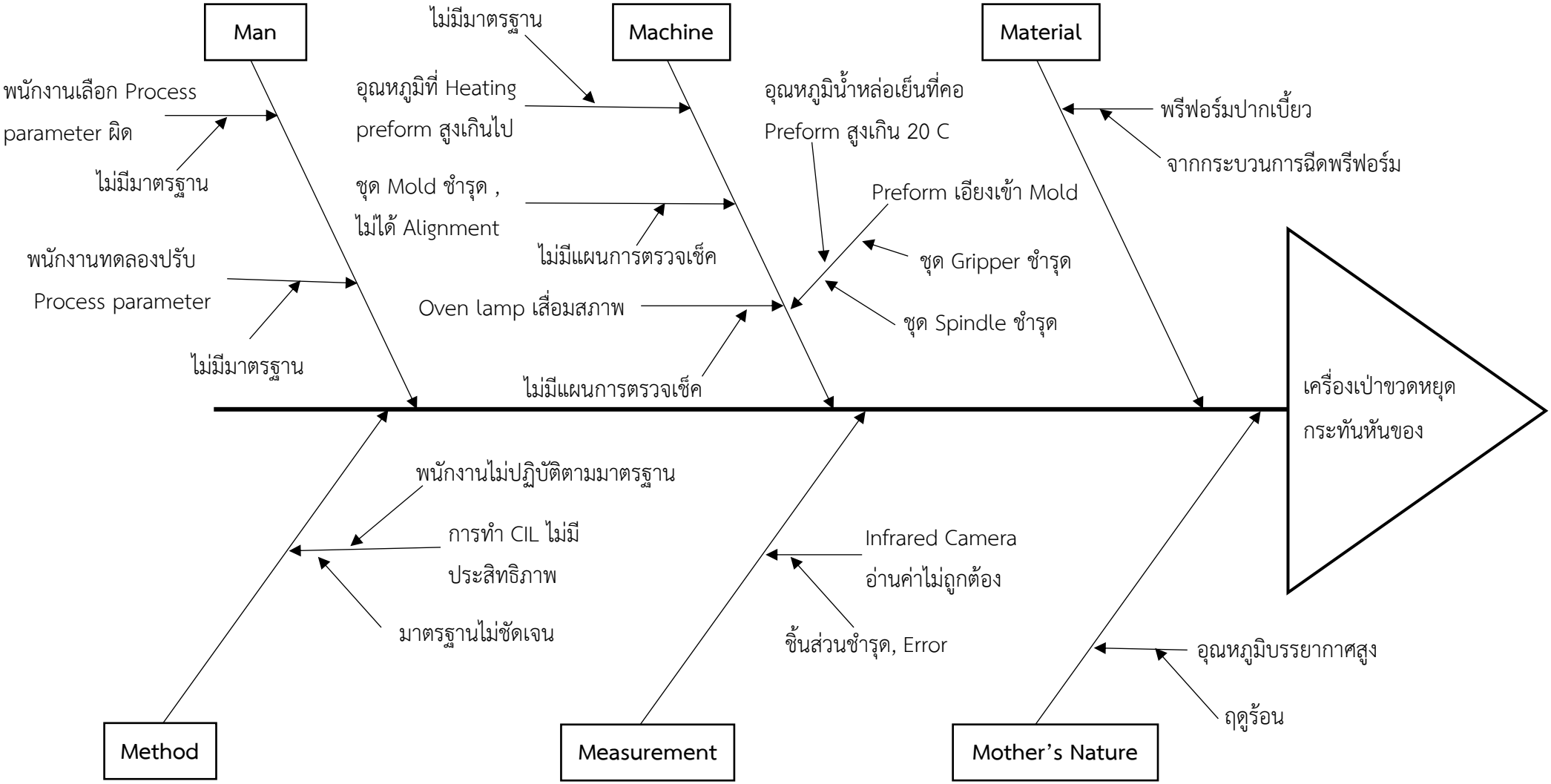
2.) ชุด Spindle ชำรุด

ตามหลักการของเครื่องเป่าขวด (Blower machine) การพาพรีฟอร์ม (Preform) ผ่านหลอดรังสียูวี (UV lamp) และส่งเข้าโมลด์เพื่อเป่าเป็นขวดนั้นใช้สปินเดิ้ล (Spindle) เป็นชิ้นส่วนในการพาพรีฟอร์ม (Preform) ซึ่งจากการตรวจสอบชิ้นส่วนสปินเดิ้ล (Spindle) ทั้งหมด 246 ชุดโดยช่างซ่อมบำรุงพบว่าชิ้นส่วนสปินเดิ้ล (Spindle) ส่วนใหญ่มีการชำรุดเนื่องจากไม่ได้มีแผนการซ่อมบำรุงชิ้นส่วนชุดนี้ จึงทำให้การพาพรีฟอร์ม (Preform) เข้าไปให้ความร้อน ได้รับความร้อนไม่เท่ากันทั้งชิ้น ส่งผลให้การกระจายตัวของเนื้อพรีฟอร์มไม่ทั่วทั้งชิ้น ทำให้มีโอกาสแตกระหว่างการเป่าเป็นขวดได้ ดังรูปที่ 4.11




รูปที่ 4.11 หลักการทำงานและส่วนประกอบของชุดสปินเดิ้ล (Spindle)

4.3.1.2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากการรีเจ็คทิ้งหลังเครื่องเป่าขวดหยุดกะทันหันดังรูปที่ 4.12




รูปที่ 4.12 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการหยุดกระทันหันของเครื่องเป่าขวด

ตารางที่ 4.2 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาการรีเจ็คพรีฟอร์มทิ้งหลังเครื่องเป่าขวดหยุดกะทันหัน

| ปัจจัย (Factor) | สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (Potential root cause) | สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential cause) | การควบคุมในปัจจุบัน (Current control) | ผลการพิสูจน์สมมติฐานจากการตรวจสอบหน้างาน | สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา |
|---|---|---|---|---|---|
| สูญเสียพรีฟอร์มจากการรีเจ็คทิ้งหลังเครื่องเป่าขวดหยุดกะทันหัน | | | | | |
| คน (Man) | พนักงานเลือก Process parameter ผิด | ไม่มีมาตรฐานการเลือก Process parameter | มาตรฐานการเลือก Process parameter | พนักงานเลือก Process parameter ถูก | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | พนักงานไม่ได้รับการฝึกอบรม | พนักงานทุกคนผ่านการฝึกอบรมและมีการประเมินในระดับทำงานด้วยตนเองได้ | | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | พนักงานทดลองปรับ Process parameter | ไม่มีมาตรฐาน Parameter | มีมาตรฐาน Parameter | ไม่มีการทดลองปรับ Process parameter | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| เครื่องจักร (Machine) | อุณหภูมิที่ Heating พรีฟอร์มสูงเกินไป | ไม่มีมาตรฐาน Parameter | มีมาตรฐาน Parameter | อุณหภูมิอยู่ในช่วงมาตรฐาน | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | ชุด Mold ชำรุด ไม่ได้ Alignment | ไม่มีแผนการตรวจเช็ค | มีแผนการตรวจเช็คทุก 2 เดือน | ชุด Mold อยู่ในสภาพปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | Oven lamp เสื่อมสภาพ | ไม่มีแผนการบำรุงรักษา | มีแผนการตรวจเช็คทุก 3 เดือน | Oven lamp อยู่ในสภาพดี | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | Preform เอียงเข้า Mold | อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่คอพรีฟอร์มสูงเกิน 20 C | ไม่มีมาตรฐานการควบคุมอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น | น้ำหล่อเย็นอุณหภูมิมากกว่า 20 C | **เป็นสาเหตุของปัญหา** |

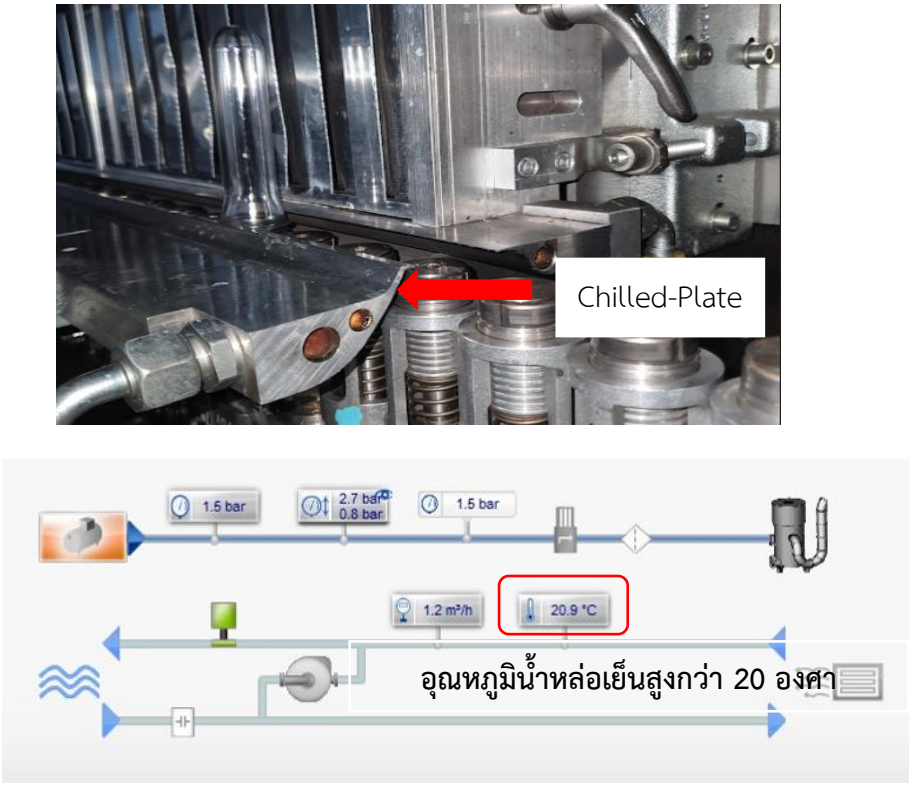
ตารางที่ 4.2 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาการรีเจ็คพรีฟอร์มทิ้งหลังเครื่องเป่าขวดหยุดกะทันหัน (ต่อ)

| **ปัจจัย (Factor)** | **สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (Potential root cause)** | **สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential cause)** | **การควบคุมในปัจจุบัน (Current control)** | **ผลการพิสูจน์สมมติฐานจากการตรวจสอบหน้างาน** | **สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา** |
|---|---|---|---|---|---|
| สูญเสียพรีฟอร์มจากการรีเจ็คทิ้งหลังเครื่องเป่าขวดหยุดกะทันหัน (ต่อ) | | | | | |
| เครื่องจักร (Machine) (ต่อ) | Preform เอียงเข้า Mold (ต่อ) | ชุด Spindle ชำรุด | ไม่มีแผนการบำรุงรักษา | ชุด Spindle ชำรุด ,เสื่อมสภาพ | **เป็นสาเหตุของปัญหา** |
| | | ชุด Gripper ชำรุด | มีแผนการตรวจเช็คทุก 1 เดือน | ชุด Gripper อยู่ในสภาพปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| วัตถุดิบ (Material) | พรีฟอร์มปากเบี้ยว | จากกระบวนการฉีดพรีฟอร์ม | มีมาตรฐานควบคุมคุณภาพ | พรีฟอร์มอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| ขั้นตอนการทำงาน (Method) | การทำ CIL ไม่มีประสิทธิภาพ | พนักงานไม่ปฏิบัติตามมาตรฐาน | มีแผนและบันทึกการทำ CIL | พนักงานปฏิบัติตามมาตรฐาน CIL | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | มาตรฐานไม่ชัดเจน | มีมาตรฐาน CIL | มาตรฐานชัดเจน เข้าใจง่าย | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| การวัดค่า (Measurement) | Infrared camera อ่านค่าไม่ถูกต้อง | ชิ้นส่วนชำรุด | มีแผนการตรวจเช็คทุกสัปดาห์ | Infrared camera อ่านค่าถูกต้อง | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| ปัจจัยธรรมชาติ (Mother’s Nature) | อุณหภูมิบรรยากาศสูง | ฤดูร้อน | ไม่มีการควบคุม | เกิดปัญหาทุกฤดูกาล | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |

ผลจากการวิเคราะห์การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากประเภทการหยุดกระทันหันของเครื่องเป่าขวด (Blower machine) ด้วยแผนภูมิก้างปลาโดยใช้หลัก 6M หลังจากนั้นทำการพิสูจน์สมมติฐานสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยการพิสูจน์จากหน้างานจริงและตรวจสอบปัจจัยการควบคุมกระบวนการในปัจจุบันของสาเหตุที่เป็นไปได้ ดังตารางที่ 4.2 พบว่ามี 2 สาเหตุหลักที่เป็นรากเหง้าของปัญหา คือ

1.) อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นสูงเกินกว่า 20 องศาเซลเซียส

ตามหลักการทำงานของเครื่องเป่าขวดในขั้นตอนส่งพรีฟอร์ม (Preform) เข้าโมลด์นั้นพรีฟอร์ม จะต้องเข้าโมลด์ในลักษณะตรงไม่เอียง หากเอียงจะเกิดปัญหาเครื่องจักรหยุดกระทันหัน (Alarm Mold locking pin not in position) โดยปัจจัยที่ทำให้พรีฟอร์มเอียงขณะเข้าโมลด์คือบริเวณคอพรีฟอร์มมีความร้อนสูงเกินกว่า 68 องศาเซลเซียส ทำให้ขณะส่งเข้าโมลด์อาจมีการยืดตัวหรือเสียรูปของวัสดุ โดยระหว่างการพาพรีฟอร์มผ่านความร้อนก่อนเข้าโมลด์ ที่บริเวณคอพรีฟอร์มจะมีชิ้นส่วนที่คอยทำหน้าที่หล่อเย็นเพื่อไม่ให้อุณหภูมิบริเวณคอพรีฟอร์มสูงเรียกว่า Chilled-Plate โดยใช้หลักการน้ำหล่อเย็นวิ่งผ่าน จากการปรึกษาบริษัทผู้ผลิตเครื่องเป่าขวดระบุว่าน้ำหล่อเย็นจะต้องมีอุณหภูมิไม่เกิน 20 องศาเซลเซียสจึงจะทำการหล่อเย็นได้เต็มประสิทธิภาพ หลังจากนั้นทำการตรวจสอบพบว่าน้ำหล่อเย็นของระบบมีอุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส จึงสรุปได้ว่าหนึ่งในสาเหตุที่ทำให้เกิดการหยุดกระทันหันของเครื่องเป่าขวดคือ อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นสูงเกินกว่า 20 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 4.13



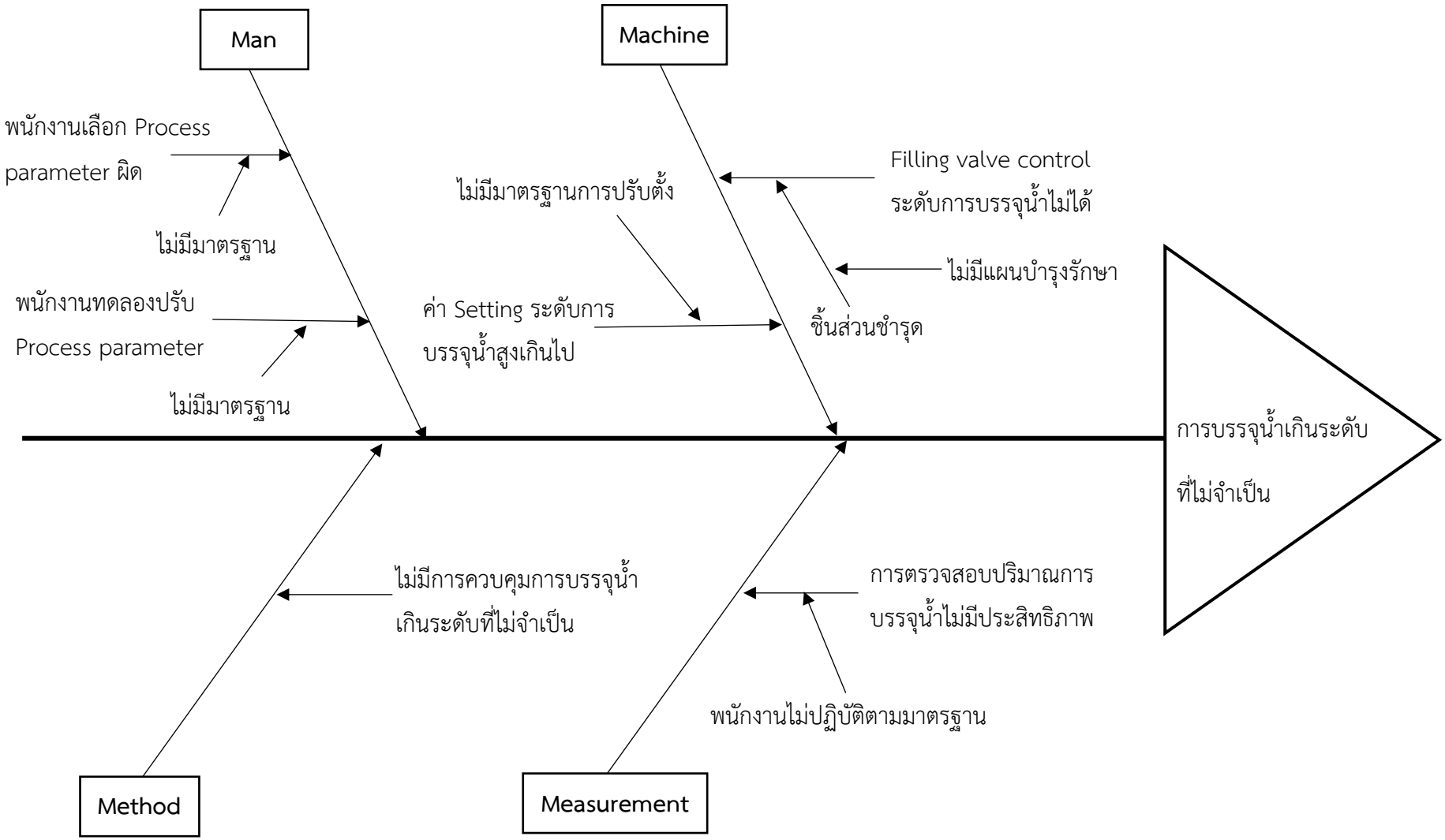

รูปที่ 4.13 ตำแหน่งและหลักการทำงานของระบบน้ำหล่อเย็นคอพรีฟอร์ม

2.) ชุด Spindle ชำรุด

สาเหตุที่ 2 ชุดสปินเดิ้ล (Spindle) ชำรุด หลังจากที่ได้ทำการตรวจสอบพบว่าชุดสปินเดิ้ล (Spindle) ส่วนใหญ่มีการชำรุดเนื่องจากไม่ได้มีแผนการซ่อมบำรุงชิ้นส่วนชุดนี้ และมีการทำความสะอาดชุดสปินเดิ้ล (Spindle) ด้วยสารเคมีซึ่งเป็นกรด อาจจะทำให้ชุดสปินเดิ้ล (Spindle) สึกหรอก่อนกำหนด ซึ่งการชำรุดหรือเสื่อมสภาพของชุดสปินเดิ้ล (Spindle) นั้นมีผลทำให้การเคลื่อนที่ของพรีฟอร์มมีการแกว่ง ทำให้เกิดการเอียงในระหว่างส่งเข้าโมลด์ได้ ซึ่งจะเป็นผลให้เกิดการหยุดกระทันหันของเครื่องเป่าขวดเช่นเดียวกัน ดังภาพที่ 4.14

รูปที่ 4.14 ปัญหาการหยุดกระทันหันของเครื่องเป่าขวดและสาเหตุที่ทำให้เกิด

4.3.1.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากการเติมน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็นด้วยแผนผังก้างปลา ดังรูปที่ 4.15




รูปที่ 4.15 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการบรรจุน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น

ตารางที่ 4.3 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาการสูญเสียน้ำจากการบรรจุน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น

| **ปัจจัย (Factor)** | **สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (Potential root cause)** | **สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential cause)** | **การควบคุมในปัจจุบัน (Current control)** | **ผลการพิสูจน์สมมติฐานจากการตรวจสอบหน้างาน** | **สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา** |
|---|---|---|---|---|---|
| การบรรจุน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น | | | | | |
| คน (Man) | พนักงานเลือก Process parameter ผิด | ไม่มีมาตรฐานการเลือก Process parameter | มาตรฐานการเลือก Process parameter | พนักงานเลือก Process parameter ถูก | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | พนักงานไม่ได้รับการฝึกอบรม | พนักงานทุกคนผ่านการฝึกอบรมและมีการประเมินในระดับทำงานด้วยตนเองได้ | | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | พนักงานทดลองปรับ Process parameter | ไม่มีมาตรฐาน Parameter | มีมาตรฐาน Parameter | ไม่มีการทดลองปรับ Process parameter | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| เครื่องจักร (Machine) | ค่า Setting ระดับการบรรจุน้ำสูงเกินไป | ไม่มีมาตรฐานการปรับตั้ง | มีมาตรฐานควบคุมแต่ไม่ได้อัพเดทมาแล้ว 2 ปี | ค่า Setting ระดับการบรรจุน้ำสูงเกินไป | **เป็นสาเหตุของปัญหา** |
| | Filling valve control ระดับการบรรจุน้ำไม่ได้ | ชิ้นส่วนชำรุด/เสื่อมสภาพ | มีแผนการบำรุงรักษาทุก 2 ปี | Filling valve อยู่ในสภาพปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| ขั้นตอนการทำงาน (Method) | ไม่มีการควบคุมการบรรจุน้ำ | ไม่มีมาตรฐานการควบคุม | มีมาตรฐานการควบคุมเพียงค่าขั้นต่ำ | มีมาตรฐานการควบคุมเพียงค่าขั้นต่ำ | **เป็นสาเหตุของปัญหา** |
| การวัดค่า (Measurement) | การตรวจสอบปริมาณการบรรจุน้ำไม่มีประสิทธิภาพ | พนักงานไม่ปฏิบัติตามมาตรฐาน | มีมาตรฐานการตรวจสอบและการบันทึกข้อมูลในระบบทุกชั่วโมง | พนักงานปฏิบัติตามมาตรฐาน | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |

ผลจากการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากประเภทการบรรจุน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็นด้วยแผนภูมิก้างปลาโดยใช้หลัก 6M หลังจากนั้นทำการพิสูจน์สมมติฐานสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยการพิสูจน์จากหน้างานจริงและตรวจสอบ ปัจจัยการควบคุมกระบวนการในปัจจุบันของสาเหตุที่เป็นไปได้ ดังตารางที่ 4.3 พบว่ามี 2 สาเหตุหลักที่เป็นรากเหง้าของปัญหา คือ

1.) ไม่มีมาตรฐานในการตั้งค่าระดับการบรรจุน้ำ

จากการศึกษากระบวนการบรรจุน้ำของเครื่องบรรจุน้ำ (Filler machine) จะใช้การตั้งค่าระดับน้ำที่ต้องการที่หน้าจอ HMI ของเครื่องบรรจุน้ำ (Filler machine) ซึ่งค่าดังกล่าวปรับตั้งไว้ตั้งแต่การติดตั้งเครื่องจักรโดยไม่มีการทบทวนความสูญเสียเลย

2.) ไม่มีการควบคุมการบรรจุน้ำเกินระดับที่จำเป็น

ขณะทำการผลิตฝ่ายผลิต (Production Operator) จะทำการสุ่มชั่งทุก 1 ชั่วโมง ชั่วโมงละ 1 ขวดเพื่อตรวจสอบระดับการบรรจุน้ำให้ผ่านมาตรฐานซึ่งฝ่ายประกันคุณภาพ (QA) มีการตั้งมาตรฐานไว้ในแต่ละขนาดผลิตภัณฑ์เฉพาะค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ (Minimum value) ดังภาพที่ 4.16

**Net content NPL 0.6 L**

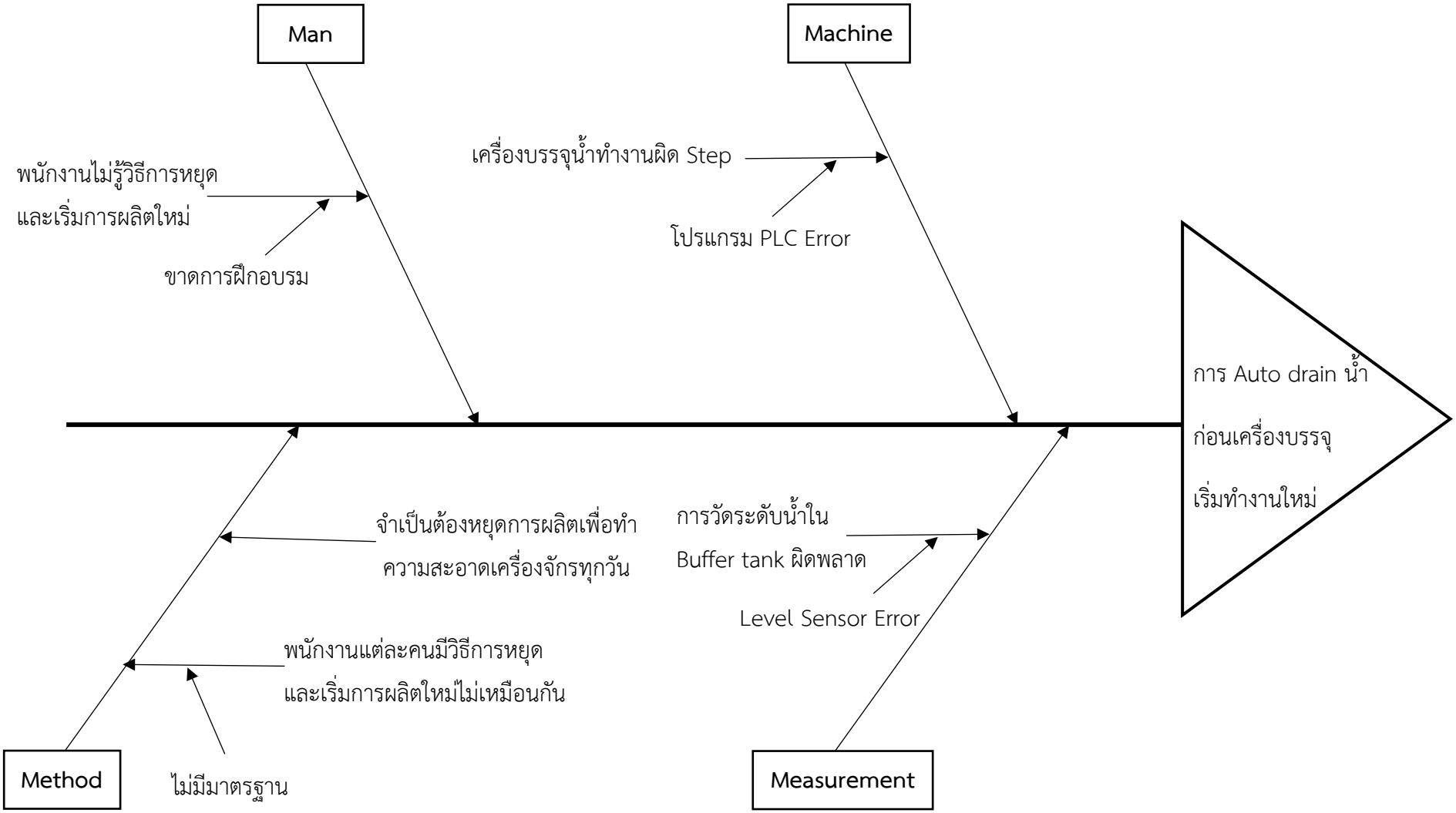
| | | | | 0.33 L | 0.6 L | 1.5 L |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Average density | 0.9956 | | | Setting filling valve | 366 | 635 | 1543 |
| Average Tare (Preform 11.47 g +/- | 12.83 | | | Target Net Content (m | 360 | 620 | 1535 |
| | mm/dd/yy | | | Snc | 0.144 | 0.51 | 0.867 |
| Production Date: | 04/16/21 | | | TODAY : 02/15/22 | | | |
| Batch: | 11068482 AA | | | TODAY : 10468482AA | | | |

| Time # ชั่วโมงที่ | Weight of bottle (g) น้ำหนักขวด (กรัม) | Net content (ml) ปริมาตรสุทธิ (มล.) | pH (6.6-7.5) |
|---|---|---|---|
| 8:00 น. | 634.95 | 624.88 | 6.87 |
| 9:00 น. | 635.10 | 625.03 | 6.88 |
| 10:00 น. | 635.44 | 625.37 | 6.96 |
| 11:00 น. | 635.80 | 625.73 | 7.02 |
| 12:00 น. | 634.84 | 624.77 | 7 |
| 13:00 น. | 635.29 | 625.22 | 6.99 |
| 14:00 น. | 634.90 | 624.83 | 7.04 |
| 15:00 น. | 635.34 | 625.27 | 7.1 |
| 16:00 น. | 635.82 | 625.75 | 7.02 |
| 17:00 น. | 635.28 | 625.21 | 7.1 |
| 18:00 น. | 635.37 | 625.30 | 6.96 |
| 19:00 น. | 634.11 | 624.03 | 6.94 |
| 20:00 น. | 634.50 | 624.42 | 6.89 |
| 21:00 น. | 635.30 | 625.23 | 7.08 |
| 22:00 น. | 635.58 | 625.51 | 6.95 |
| 23:00 น. | 635.72 | 625.65 | 6.97 |
| 0:00 น. | 635.48 | 625.41 | 7.02 |
| 1:00 น. | 635.62 | 625.55 | 7.2 |
| 2:00 น. | 634.68 | 624.61 | 7.12 |
| 3:00 น. | 634.88 | 624.81 | 7.13 |
| 4:00 น. | 635.34 | 625.27 | 7.06 |
| 5:00 น. | 635.27 | 625.20 | 7.1 |
| 6:00 น. | 635.23 | 625.16 | 7.11 |

| | | |
|---|---|---|
| Standard Deviation | 625.14 | 0.423 |
| End of Batch | 001 | PASS |

รูปที่ 4.16 หลักการตั้งค่าการบรรจุน้ำและการบันทึกผลตามมาตรฐาน

4.3.1.4 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากการ Auto drain น้ำก่อนเครื่องบรรจุเริ่มทำงานใหม่ด้วยแผนผังก้างปลา ดังรูปที่ 4.17




รูปที่ 4.17 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสียน้ำจากการหยุดและเริ่มทำการผลิตใหม่

ตารางที่ 4.4 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาการสูญเสียน้ำจากการ Auto drain ก่อนเครื่องบรรจุเริ่มทำงานใหม่

| **ปัจจัย (Factor)** | **สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (Potential root cause)** | **สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential cause)** | **การควบคุมในปัจจุบัน (Current control)** | **ผลการพิสูจน์สมมติฐานจากการตรวจสอบหน้างาน** | **สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา** |
|---|---|---|---|---|---|
| การ Auto drain ก่อนเครื่องบรรจุเริ่มทำงานใหม่ | | | | | |
| คน (Man) | พนักงานไม่รู้วิธีการหยุดและเริ่มการผลิตใหม่ | พนักงานขาดการฝึกอบรม | พนักงานทุกคนผ่านการฝึกอบรมและมีการประเมินในระดับทำงานด้วยตนเองได้ | พนักงานเลือก Process parameter ถูก | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| เครื่องจักร (Machine) | เครื่องบรรจุน้ำทำงานผิด Step | Program PLC Error | มีแผนการตรวจเช็คทุก 2 เดือน | Program PLC ปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| ขั้นตอนการทำงาน (Method) | พนักงานแต่ละคนมีวิธีการหยุดและเริ่มการผลิตใหม่ไม่เหมือนกัน | ไม่มีมาตรฐานการปฏิบัติงาน | ไม่มีมาตรฐานการปฏิบัติงาน | พนักงานแต่ละคนปฏิบัติงานไม่เหมือนกัน | **เป็นสาเหตุของปัญหา** |
| | จำเป็นต้องหยุดการผลิตเพื่อทำความสะอาดเครื่องจักรทุกวัน | ไม่มีการทบทวนแผนและมาตรฐาน | มีแผนและมาตรฐานการทำความสะอาดเครื่องจักรทุกวัน | มีการหยุดเครื่องจักรทุกวันและมีการ Auto drain น้ำทุกวัน | **เป็นสาเหตุของปัญหา** |
| การวัดค่า (Measurement) | การวัดระดับน้ำใน Buffer tank ผิดพลาด | Level Sensor error | มีแผนการตรวจเช็คทุก 2 เดือน | Level Sensor ทำงานปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |

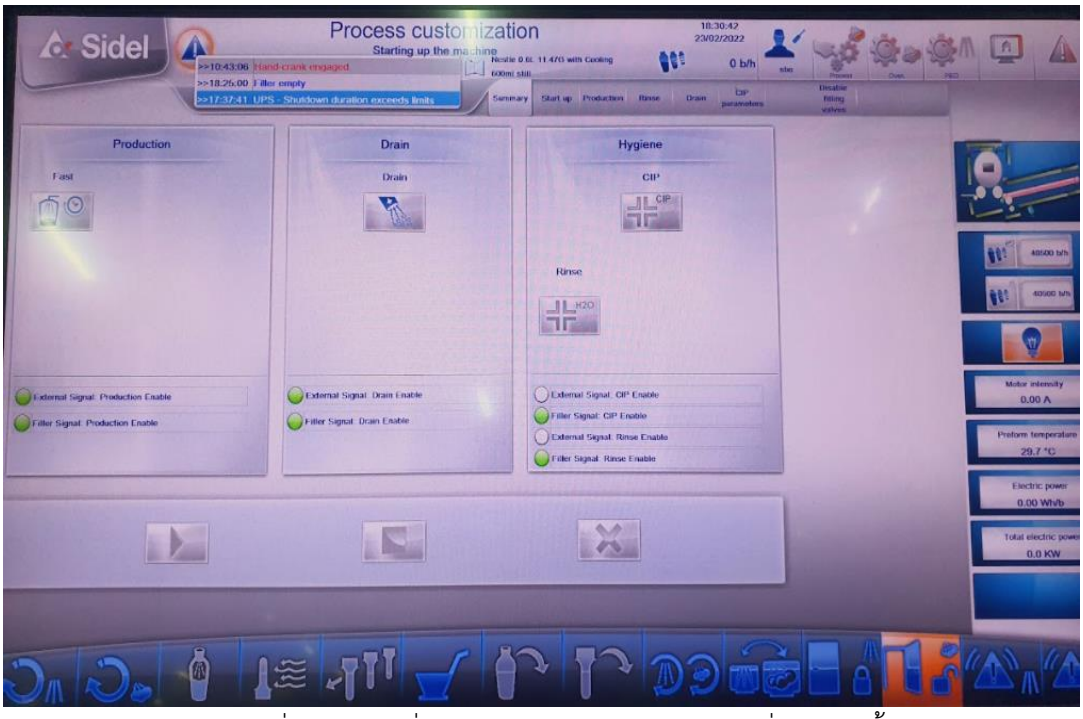
ผลจากการวิเคราะห์การสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากประเภทการสูญเสียน้ำจากการหยุดและเริ่มการผลิตใหม่ด้วยแผนภูมิก้างปลาโดยใช้หลัก 6M หลังจากนั้นทำการพิสูจน์สมมติฐานสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยการพิสูจน์จากหน้างานจริงและตรวจสอบปัจจัยการควบคุมกระบวนในปัจจุบันของสาเหตุที่เป็นไปได้ ดังตารางที่ 4.4 พบว่ามี 2 สาเหตุหลักที่เป็นรากเหง้าของปัญหา คือ

1.) จำเป็นต้องหยุดการผลิตเพื่อทำความสะอาดเครื่องจักรทุกวัน

ตามมาตรฐานกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดในแต่ละวันจะต้องมีการหยุดกระบวนการผลิตเพื่อทำความสะอาดเครื่องบรรจุน้ำและเครื่องปิดฝาและทำการเปลี่ยนล็อตการผลิต (Batch) ซึ่งการหยุด-และเริ่มการผลิตใหม่ทำให้เครื่องมีการสั่ง Drain น้ำ ทำให้สูญเสียน้ำ (Water Treated) ในขั้นตอนนี้

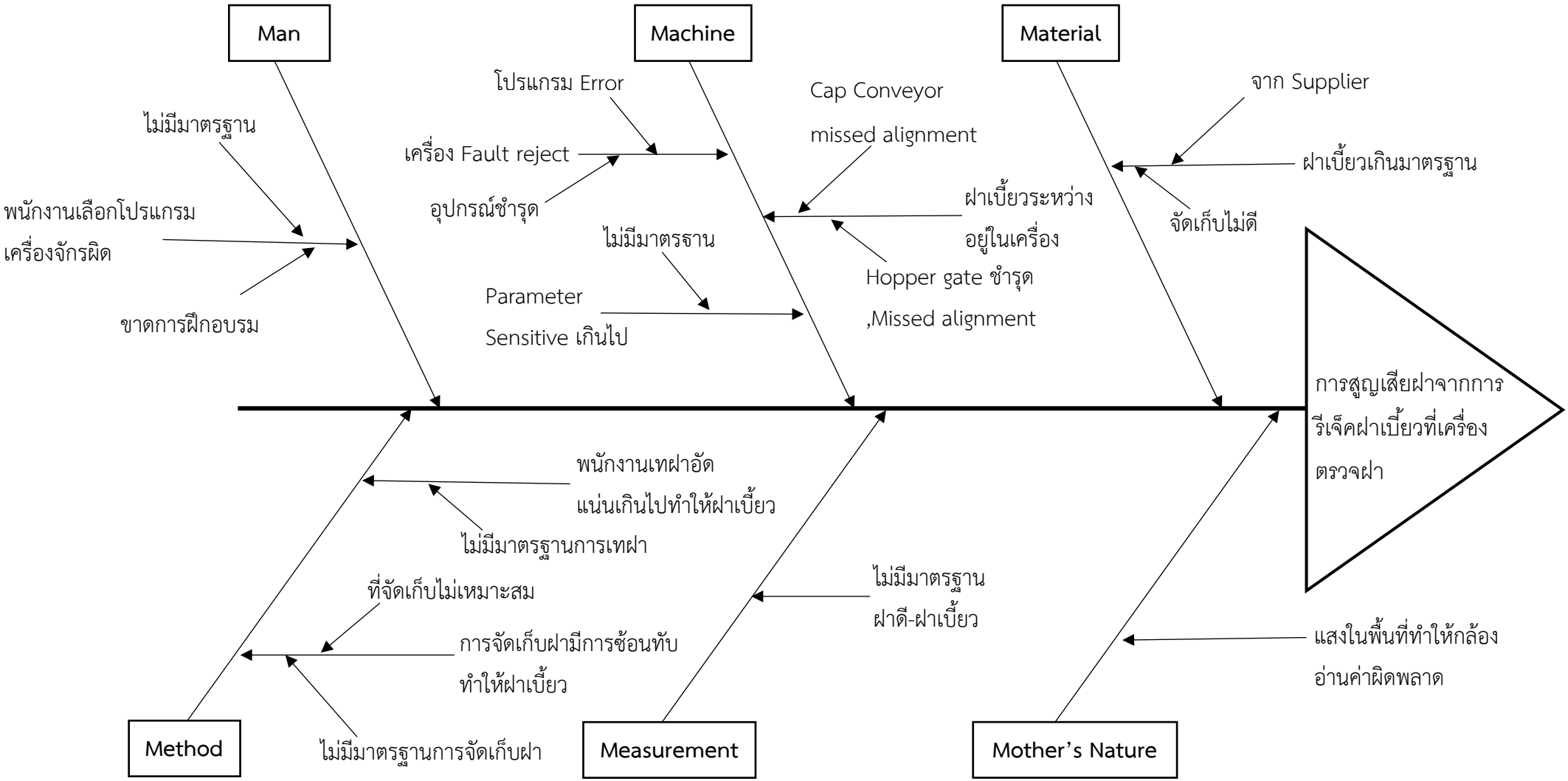
2.) พนักงานแต่ละคนมีวิธีการหยุดและเริ่มการผลิตใหม่ไม่เหมือนกัน

การหยุดการผลิตนั้นพนักงานจะใช้การสั่งการผ่าน HMI ของเครื่องบรรจุน้ำ (Filler machine) ดังภาพที่ 4.18 ซึ่งจากการตรวจสอบการทำงานของพนักงานพบว่าพนักงานแต่ละคนมีวิธีการหยุดการผลิตที่ไม่เหมือนกันซึ่งอาจทำให้เกิดการสูญเสียน้ำจากกระบวนการนี้ได้




รูปที่ 4.18 การสั่งการหยุดผลิตผ่าน HMI ของเครื่องบรรจุน้ำ

4.3.1.5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการสูญเสียฝา (Closure) จากการรีเจ็คฝาเบี้ยวที่เครื่องตรวจฝาด้วยแผนผังก้างปลา ดังรูปที่ 4.19




รูปที่ 4.19 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสียฝาจากการรีเจ็คฝาเบี้ยวที่เครื่องตรวจฝา

ตารางที่ 4.5 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาการสูญเสียฝาการรีเจ็คฝาเบี้ยวที่เครื่องตรวจฝา

| **ปัจจัย (Factor)** | **สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (Potential root cause)** | **สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential cause)** | **การควบคุมในปัจจุบัน (Current control)** | **ผลการพิสูจน์สมมติฐานจากการตรวจสอบหน้างาน** | **สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา** |
|---|---|---|---|---|---|
| การรีเจ็คฝาเบี้ยวที่เครื่องตรวจฝา | | | | | |
| คน (Man) | พนักงานเลือกโปรแกรมเครื่องจักรผิด | ไม่มีมาตรฐานการเลือกโปรแกรม | มาตรฐานการเลือกโปรแกรม | พนักงานเลือกโปรแกรมเครื่องจักรถูก | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | พนักงานไม่ได้รับการฝึกอบรม | พนักงานทุกคนผ่านการฝึกอบรมและมีการประเมินในระดับทำงานด้วยตนเองได้ | | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| เครื่องจักร (Machine) | Parameter sensitive เกินไป | ไม่มีมาตรฐานการปรับตั้ง Parameter | ไม่มีการควบคุมมาตรฐาน Parameter | Parameter sensitive เกินไป ,มีการ reject ฝาที่เบี้ยวแบบรับได้ | **เป็นสาเหตุของปัญหา** |
| | เครื่องมีการ Fault rejection | อุปกรณ์ชำรุด | มีแผนการตรวจเช็คทุก 2 เดือน | เครื่องทำงานปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | โปรแกรม Error | | | |
| | เกิดฝาเบี้ยวระหว่างอยู่ในเครื่อง | Hopper gate ชำรุด , Missed alignment | มีแผนการตรวจเช็คทุก 1 เดือน | Hopper gate อยู่ในตำแหน่งปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | Cap Conveyor missed alignment | มีแผนการตรวจเช็คทุก 1 เดือน | Cap Conveyor อยู่ในตำแหน่งปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |

ตารางที่ 4.5 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาการสูญเสียฝาการรีเจ็คฝาเบี้ยวที่เครื่องตรวจฝา (ต่อ)

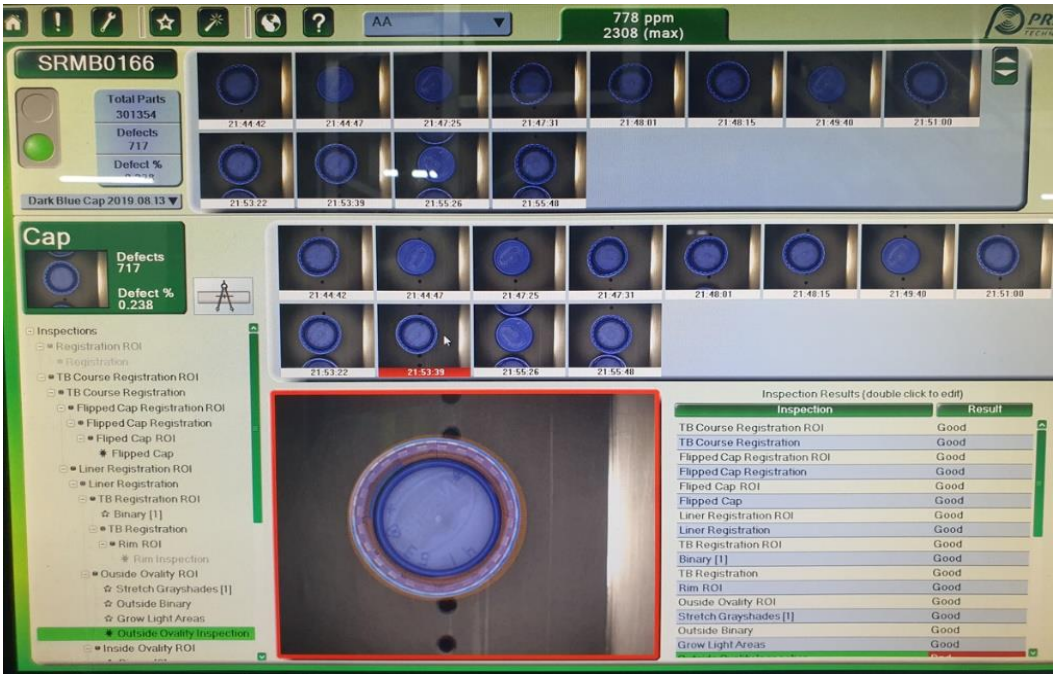
| **ปัจจัย (Factor)** | **สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (Potential root cause)** | **สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential cause)** | **การควบคุมในปัจจุบัน (Current control)** | **ผลการพิสูจน์สมมติฐานจากการตรวจสอบหน้างาน** | **สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา** |
|---|---|---|---|---|---|
| การรีเจ็คฝาเบี้ยวที่เครื่องตรวจฝา (ต่อ) | | | | | |
| วัตถุดิบ (Material) | ฝาเบี้ยวเกินมาตรฐาน | การจัดเก็บไม่เหมาะสม | มีมาตรฐานการจัดเก็บฝา | ฝาไม่ได้เบี้ยวเกินมาตรฐาน | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | ฝาเบี้ยวจาก Supplier | มีมาตรฐานการตรวจรับฝา | | |
| ขั้นตอนการทำงาน (Method) | การจัดเก็บฝามีการซ้อนทับกันทำให้ฝาเบี้ยว | ที่จัดเก็บไม่เหมาะสม | มีที่จัดเก็บเหมาะสม | ไม่ได้มีการซ้อนทับฝาจนทำให้เกิดฝาเบี้ยว | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | ไม่มีมาตรฐานการจัดเก็บฝา | มีมาตรฐานการจัดเก็บฝา | | |
| การวัดค่า (Measurement) | ไม่มีมาตรฐานฝาดี-ฝาเบี้ยว | ไม่มีการจัดทำมาตรฐาน | ไม่มีมาตรฐานควบคุม | ไม่มีมาตรฐานฝาดี-ฝาเบี้ยวทำให้พนักงานไม่สามารถตัดสินใจในการปรับเครื่องจักรได้ | **เป็นสาเหตุของปัญหา** |
| ปัจจัยธรรมชาติ (Mother's Nature) | แสงในพื้นที่ทำให้กล้องอ่านค่าผิดพลาด | แสงไฟ สว่างหรือมืดเกินไป | เครื่องจักรมีการควบคุมแสงในตัว | แสงในพื้นที่ไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่องจักร | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |

ผลจากการวิเคราะห์การสูญเสียฝา (Closure) จากประเภทการรีเจ็ค (Reject) ฝาเบี้ยวที่เครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) ด้วยแผนภูมิก้างปลาโดยใช้หลัก 6M หลังจากนั้นทำการพิสูจน์สมมติฐานสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยการพิสูจน์จากหน้างานจริงและตรวจสอบปัจจัยการควบคุมกระบวนในปัจจุบันของสาเหตุที่เป็นไปได้ ดังตารางที่ 4.5 พบว่ามี 2 สาเหตุหลักที่เป็นรากเหง้าของปัญหา คือ

1.ไม่มีมาตรฐานการปรับตั้งพารามิเตอร์สำหรับเครื่องตรวจฝา (Cap Inspector)

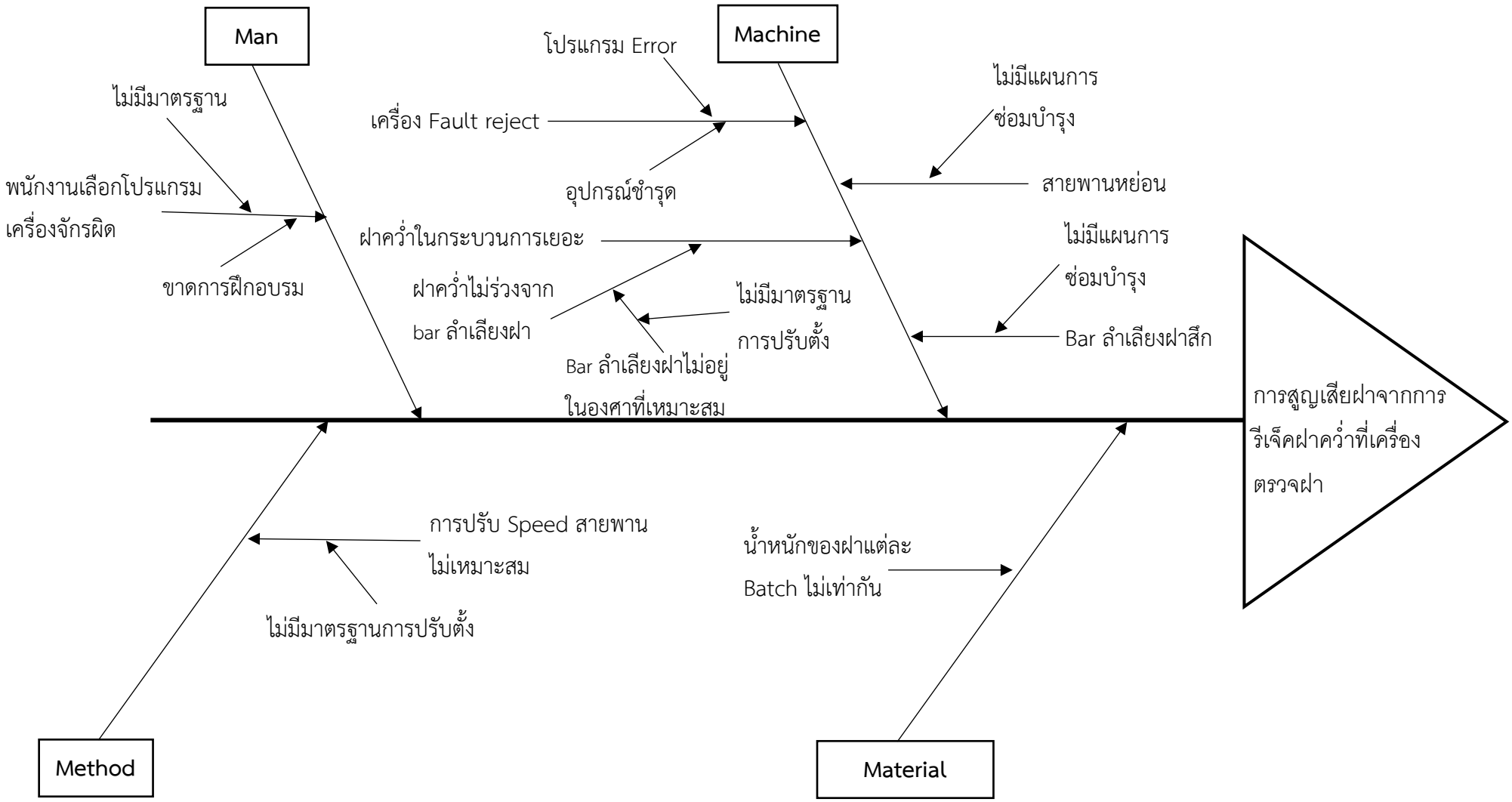
2.ไม่มีการกำหนดมาตรฐานของฝาดี-ฝาเสีย

จากกระบวนการตรวจฝาก่อนที่จะลำเลียงฝาไปทำการปิดขวดจะใช้เครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) ซึ่งใช้หลักการ Image processing โดยจะมีการตั้งค่าพารามิเตอร์ไว้เพื่อให้เครื่องสามารถทำการรีเจ็คฝาเบี้ยวทิ้งได้ ซึ่งจากการพิสูจน์ในกระบวนการพบว่าเครื่องมีการรีเจ็ค (Reject) ฝาที่มีลักษณะเบี้ยวน้อยออกมาด้วย จากการที่พารามิเตอร์ของเครื่องตั้งค่าไว้อย่าง Sensitive มากเกินไปและไม่มีการกำหนดมาตรฐานของฝาดี-ฝาเบี้ยวไว้ ทำให้พนักงานช่างไม่สามารถที่จะตัดสินใจในการปรับพารามิเตอร์ได้ โดยกระบวนการทำงานของเครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) แสดงดังรูปที่ 4.20




รูปที่ 4.20 กระบวนการทำงานของเครื่องตรวจฝา (Cap Inspector)

4.3.1.6 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการสูญเสียฝา (Closure) จากการรีเจ็คฝาคว่ำที่เครื่องตรวจฝาด้วยแผนผังก้างปลา ดังรูปที่ 4.21




รูปที่ 4.21 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสียฝาจากการรีเจ็คฝาคว่ำที่เครื่องตรวจฝา

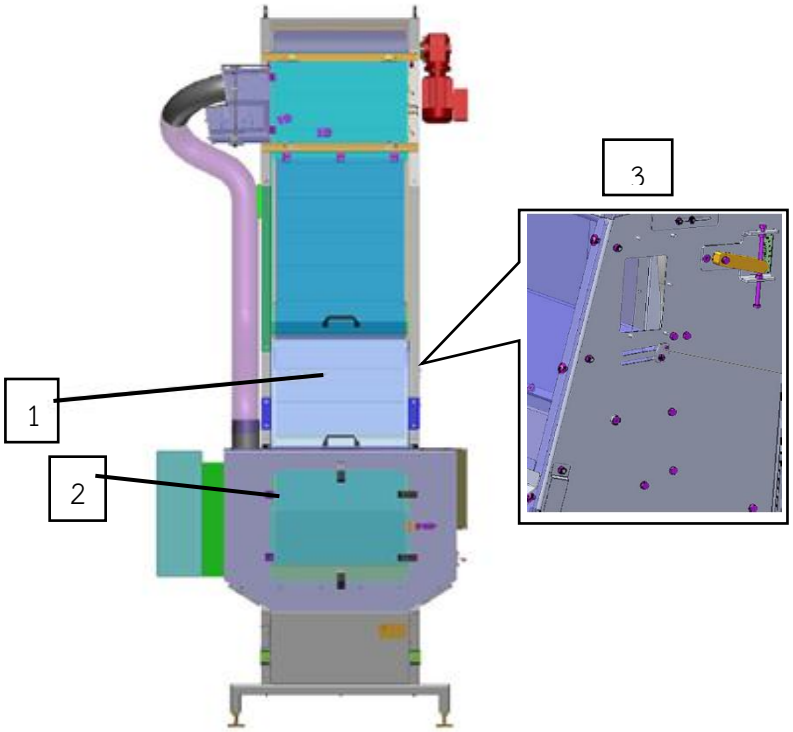
ตารางที่ 4.6 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาการสูญเสียฝาจากการรีเจ็คฝาคว่ำที่เครื่องตรวจฝา

| **ปัจจัย (Factor)** | **สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (Potential root cause)** | **สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential cause)** | **การควบคุมในปัจจุบัน (Current control)** | **ผลการพิสูจน์สมมติฐานจากการตรวจสอบหน้างาน** | **สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา** |
|---|---|---|---|---|---|
| การรีเจ็คฝาคว่ำที่เครื่องตรวจฝา | | | | | |
| คน (Man) | พนักงานเลือกโปรแกรมเครื่องจักรผิด | ไม่มีมาตรฐานการเลือกโปรแกรม | มาตรฐานการเลือกโปรแกรม | พนักงานเลือกโปรแกรมเครื่องจักรถูก | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | พนักงานไม่ได้รับการฝึกอบรม | พนักงานทุกคนผ่านการฝึกอบรมและมีการประเมินในระดับทำงานด้วยตนเองได้ | | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| เครื่องจักร (Machine) | เครื่องมีการ Fault rejection | อุปกรณ์ชำรุด | มีแผนการตรวจเช็คทุก 2 เดือน | เครื่องทำงานปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | โปรแกรม Error | | | |
| | ฝาคว่ำในกระบวนการเยอะ | ฝาคว่ำไม่ร่วงจาก bar ลำเลียงฝา เนื่องจาก bar ลำเลียงฝาอยู่ในองศาที่ไม่เหมาะสม | ไม่มีมาตรฐานควบคุม | ฝาคว่ำร่วงจาก bar ลำเลียงฝาได้น้อย | **เป็นสาเหตุของปัญหา** |
| วัตถุดิบ(Material) | น้ำหนักของฝาแต่ละ Batch ไม่เท่ากัน | จากกระบวนการของ Supplier | มีมาตรฐานการรับเข้าวัตถุดิบโดยการสุ่มชั่งน้ำหนักฝา | น้ำหนักฝาที่ใช้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| ขั้นตอนการทำงาน (Method) | การปรับตั้ง Speed สายพานไม่เหมาะสม | ไม่มีมาตรฐานการปรับตั้ง | มีมาตรฐานการปรับตั้ง Speed สายพาน | Speed สายพานอยู่ในค่ามาตรฐาน | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |

ผลจากการวิเคราะห์การสูญเสียฝา (Closure) จากประเภทการรีเจ็ค (Reject) ฝาคว่ำที่เครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) ด้วยแผนภูมิก้างปลาโดยใช้หลัก 6M หลังจากนั้นทำการพิสูจน์สมมติฐานสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยการพิสูจน์จากหน้างานจริงและตรวจสอบปัจจัยการควบคุมกระบวนในปัจจุบันของสาเหตุที่เป็นไปได้ ดังตารางที่ 4.6 พบว่ามีสาเหตุหลักที่เป็นรากเหง้าของปัญหา คือ

1.ไม่มีมาตรฐานในการปรับตั้งบาร์ (bar) ลำเลียงฝา

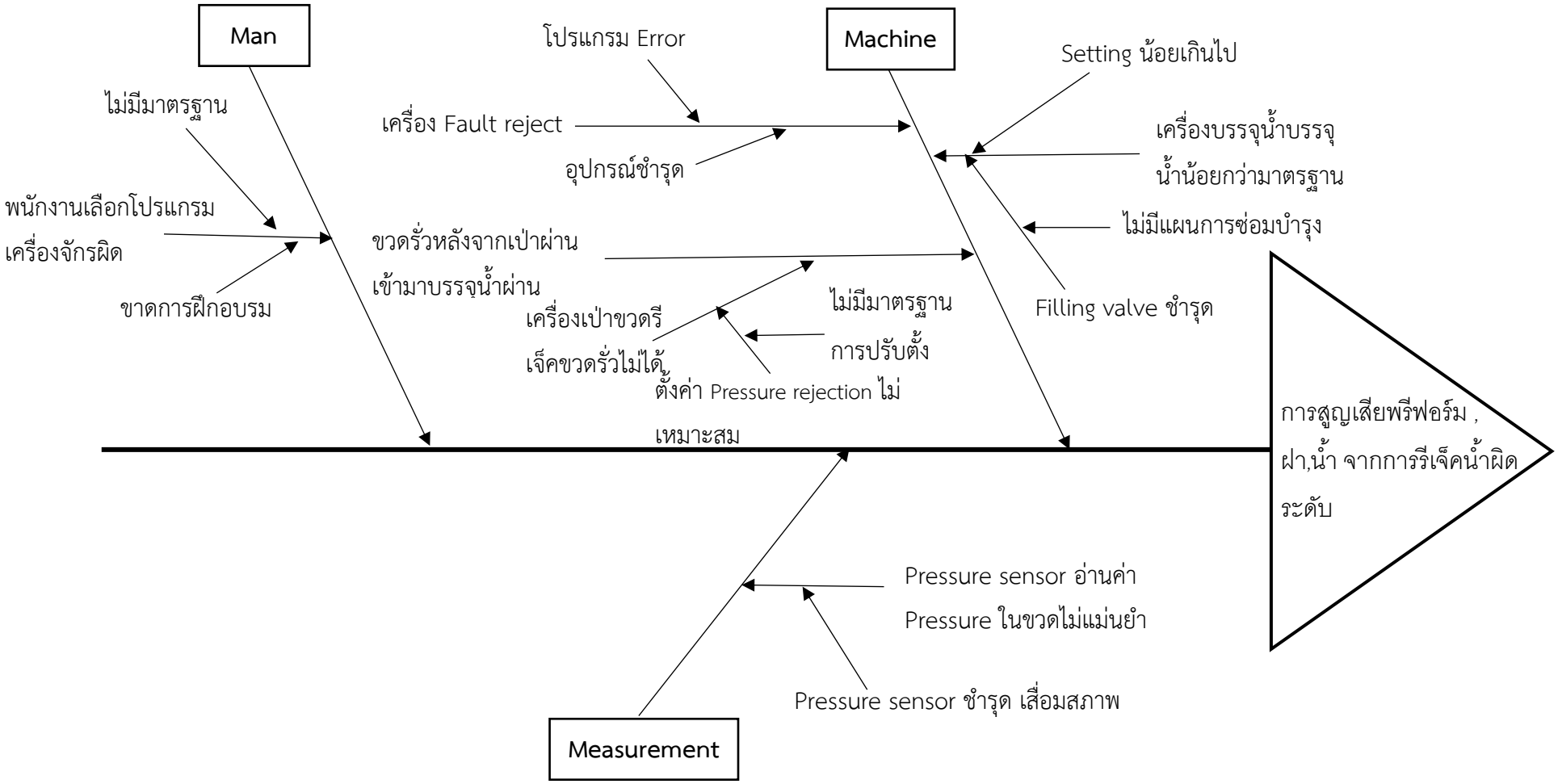
โดยที่กระบวนการลำเลียงฝาเข้าสู่เครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) นั้นจะมีบาร์ (bar) ลำเลียงฝาทำหน้าที่ลำเลียงฝาจากถังพักฝาขึ้นสู่เครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) โดยอีกหนึ่งหน้าที่ของบาร์ (bar) ลำเลียงฝาคือการคัดแยกฝาคว่ำซึ่งเมื่อเข้าสู่กระบวนการปิดฝาจะไม่สามารถทำการปิดฝาได้ เมื่อฝาคว่ำขึ้นมาบนบาร์ลำเลียงจะตกลงสู่ถังพักฝาด้วยหลักแรงโน้มถ่วงซึ่งประสิทธิภาพในการคัดแยกขึ้นอยู่กับการตั้งองศาของบาร์ (bar) ลำเลียงฝา ดังแสดงในรูปที่ 4.22




1 บาร์ลำเลียงฝา (Closure bar)
2 ถังพักฝา (Closure Hopper)
3 ชุดปรับตั้งองศาบาร์ลำเลียงฝา (Adjustment plate)

รูปที่ 4.22 หลักการทำงานของเครื่องลำเลียงฝา

4.3.1.7 การวิเคราะห์สาเหตุของการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจากการรีเจ็ค (Reject) น้ำผิดระดับที่เครื่องตรวจสอบ (Full Bottle Inspector) ด้วยแผนผังก้างปลา ดังรูปที่ 4.23




รูปที่ 4.23 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการสูญเสียพรีฟอร์ม , ฝา,น้ำ จากการรีเจ็คน้ำผิดระดับ

ตารางที่ 4.7 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาการสูญเสียสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจากการรีเจ็ค (Reject) น้ำผิดระดับที่เครื่องตรวจสอบ (Full Bottle Inspector)

| **ปัจจัย (Factor)** | **สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (Potential root cause)** | **สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential cause)** | **การควบคุมในปัจจุบัน (Current control)** | **ผลการพิสูจน์สมมติฐานจากการตรวจสอบหน้างาน** | **สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา** |
|---|---|---|---|---|---|
| การรีเจ็คน้ำผิดระดับที่เครื่องตรวจสอบ (Full bottle Inspector) | | | | | |
| คน (Man) | พนักงานเลือกโปรแกรมเครื่องจักรผิด | ไม่มีมาตรฐานการเลือกโปรแกรม | มาตรฐานการเลือกโปรแกรม | พนักงานเลือกโปรแกรมเครื่องจักรถูก | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | พนักงานไม่ได้รับการฝึกอบรม | พนักงานทุกคนผ่านการฝึกอบรมและมีการประเมินในระดับทำงานด้วยตนเองได้ | | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| เครื่องจักร (Machine) | เครื่องมีการ Fault rejection | อุปกรณ์ชำรุด | มีแผนการตรวจเช็คทุก 2 เดือน | เครื่องทำงานปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | โปรแกรม Error | | | |
| | ขวดเป่ารั่วผ่านเข้ามาบรรจุน้ำ | เครื่องเป่าขวดรีเจ็คขวดรั่วไม่ได้เนื่องจากตั้งค่า Pressure rejection ไม่เหมาะสม | ไม่มีมาตรฐานควบคุม | มีขวดรั่วผ่านเข้ามาบรรจุน้ำ | **เป็นสาเหตุของปัญหา** |

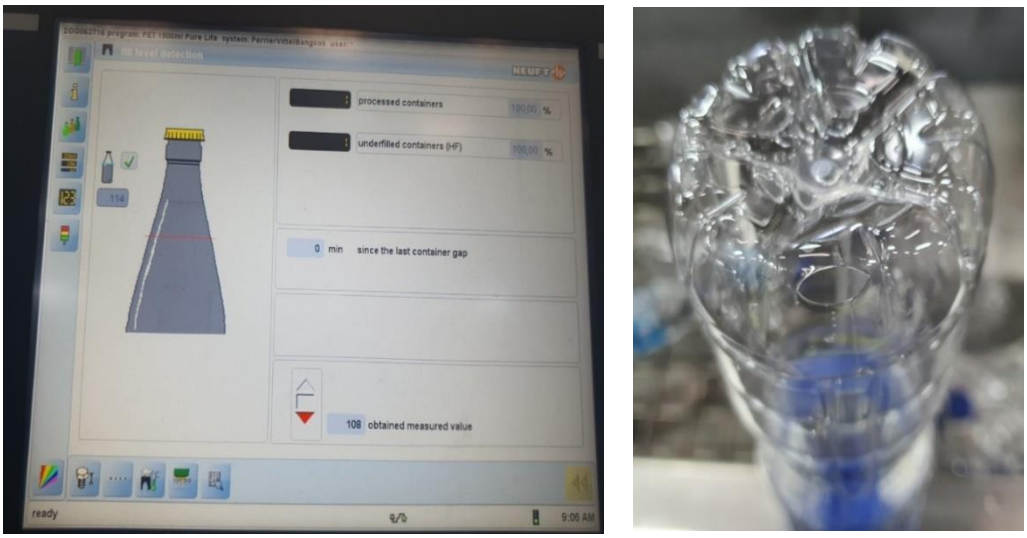
ตารางที่ 4.7 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาการสูญเสียสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจาก การรีเจ็ค (Reject) น้ำผิดระดับที่เครื่องตรวจสอบ (Full Bottle Inspector) (ต่อ)

| **ปัจจัย (Factor)** | **สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (Potential root cause)** | **สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential cause)** | **การควบคุมในปัจจุบัน (Current control)** | **ผลการพิสูจน์สมมติฐานจากการตรวจสอบหน้างาน** | **สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา** |
|---|---|---|---|---|---|
| การรีเจ็คน้ำผิดระดับที่เครื่องตรวจสอบ (Full bottle Inspector) (ต่อ) | | | | | |
| เครื่องจักร (Machine) | เครื่องบรรจุทำการบรรจุน้ำน้อยกว่ามาตรฐาน | Fill Setting น้อยเกินไป | มีมาตรฐานการควบคุมค่าขั้นต่ำในการบรรจุน้ำ | การบรรจุน้ำมากกว่ามาตรฐานเกณฑ์ขั้นต่ำ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | Filling valve ชำรุด | มีแผนการบำรุงรักษาทุก 2 ปี | Filling valve อยู่ในสภาพปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| การวัดค่า (Measurement) | Pressure sensor อ่านค่า Pressure ในขวดไม่แม่นยำ | Pressure sensor ชำรุดเสื่อมสภาพ | มีแผนการบำรุงรักษาและแผน Calibration | Pressure sensor ทำงานปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |

ผลจากการวิเคราะห์การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจากการรีเจ็ค (Reject) น้ำผิดระดับที่เครื่องตรวจสอบ (Full Bottle Inspector) ด้วยแผนภูมิก้างปลาโดยใช้หลัก 6M หลังจากนั้นทำการพิสูจน์สมมติฐานสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยการพิสูจน์จากหน้างานจริงและตรวจสอบปัจจัยการควบคุมกระบวนในปัจจุบันของสาเหตุที่เป็นไปได้ ดังตารางที่ 4.7 พบว่ามีสาเหตุหลักที่เป็นรากเหง้าของปัญหาคือ

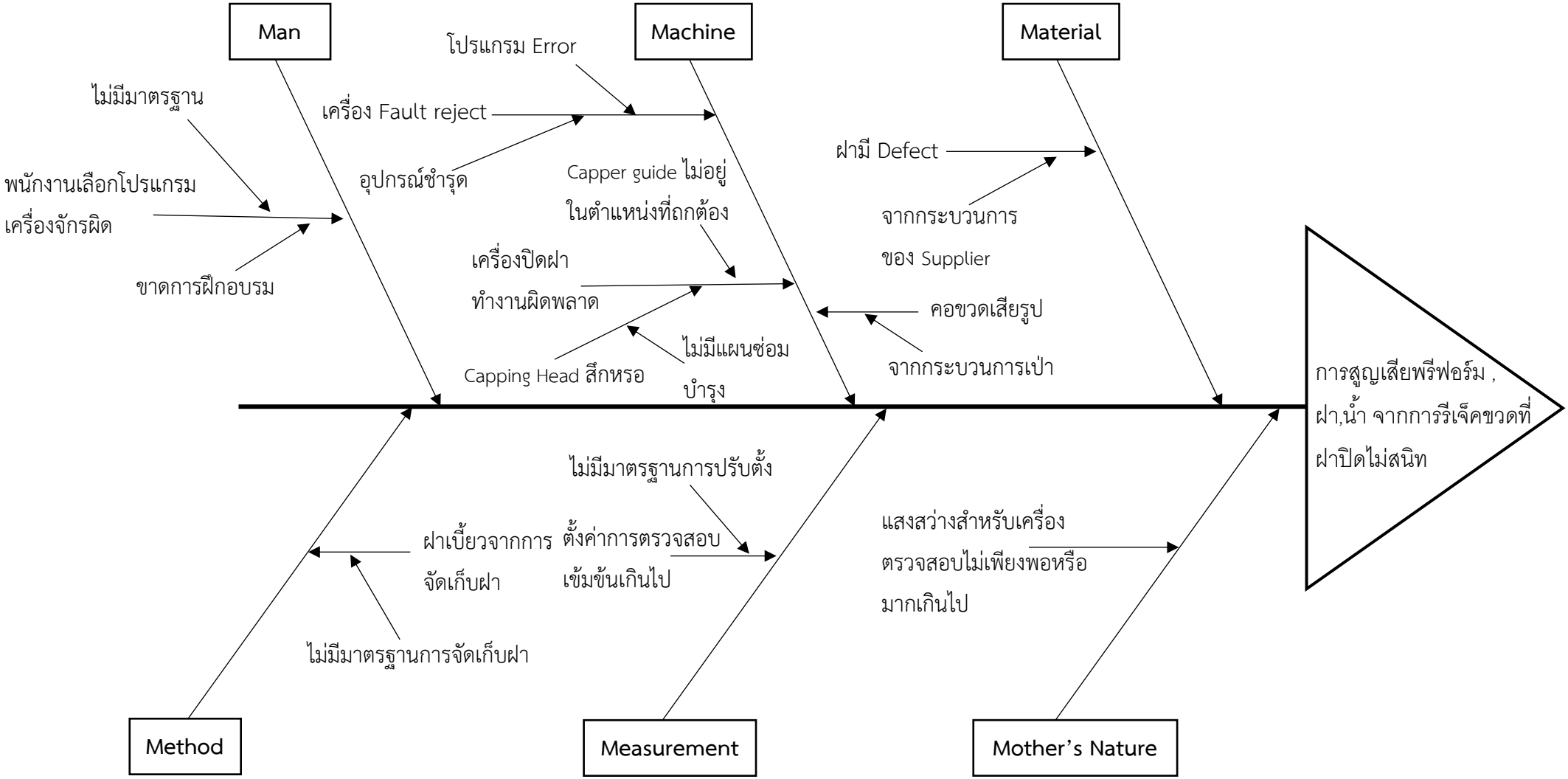
1.ไม่มีมาตรฐานการปรับตั้งค่าการรีเจ็คขวดรั่วหลังการเป่าที่เครื่องเป่าขวด

โดยจากที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อที่ 4.2.1 การศึกษากระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด ขั้นตอนที่ 3.) การตรวจสอบขวดรั่วหลังเป่า (Bursting bottle check) หากมีการตั้งค่าความดันในการตรวจสอบขวดรั่วหลังเป่าขวดที่ไม่เหมาะสมอาจจะทำให้มีขวดรั่วบางขวดไม่ถูกรีเจ็ค (Reject) และผ่านเข้าไปบรรจุน้ำในเครื่องบรรจุน้ำ และปิดฝาที่เครื่องปิดฝา หลังจากนั้นน้ำก็จะรั่วออกทางจุดรั่วของขวดเมื่อผ่านเครื่องตรวจสอบระดับน้ำ (Full Bottle Inspector) ก็จะตรวจพบว่าน้ำไม่ได้ระดับและทำการรีเจ็ค (Reject) กลายเป็นของเสียทำให้สูญเสียวัตถุดิบทั้งพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกัน ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.24




รูปที่ 4.24 การทำงานของเครื่องตรวจสอบระดับน้ำและตัวอย่างขวดรั่วที่ผ่านเข้ามาบรรจุน้ำและปิดฝา

4.3.1.8 การวิเคราะห์สาเหตุของการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากการรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิทที่เครื่องตรวจสอบ (Full Bottle Inspector) ด้วยแผนผังก้างปลา ดังรูปที่ 4.25




รูปที่ 4.25 การสูญเสียพรีฟอร์ม ,ฝา,น้ำ จากการรีเจ็คขวดที่ฝาปิดไม่สนิท

ตารางที่ 4.8 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากการรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิทที่เครื่องตรวจสอบ (Full Bottle Inspector)

| ปัจจัย (Factor) | สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (Potential root cause) | สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential cause) | การควบคุมในปัจจุบัน (Current control) | ผลการพิสูจน์สมมติฐานจากการตรวจสอบหน้างาน | สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา |
|---|---|---|---|---|---|
| การรีเจ็คขวดฝาปิดไม่สนิทที่เครื่องตรวจสอบ (Full bottle Inspector) | | | | | |
| คน (Man) | พนักงานเลือกโปรแกรมเครื่องจักรผิด | ไม่มีมาตรฐานการเลือกโปรแกรม | มาตรฐานการเลือกโปรแกรม | พนักงานเลือกโปรแกรมเครื่องจักรถูก | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | พนักงานไม่ได้รับการฝึกอบรม | พนักงานทุกคนผ่านการฝึกอบรมและมีการประเมินในระดับทำงานด้วยตนเองได้ | | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| เครื่องจักร (Machine) | เครื่องมีการ Fault rejection | อุปกรณ์ชำรุด | มีแผนการตรวจเช็คทุก 2 เดือน | เครื่องทำงานปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | | โปรแกรม Error | | | |
| | เครื่องปิดฝาทำงานผิดพลาด | Capper head สึกหรอ | มีแผนการซ่อมบำรุงทุก 1 ปี | Capper head อยู่ในสภาพปกติ ,ขวดที่มีปัญหาไม่ได้เกิดจาก Capper head ซ้ำเบอร์ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| | คอขวดเสียรูป | เสียรูปจากกระบวนการเป่า | การตรวจสอบคุณภาพขวดที่เครื่องเป่าขวดทุก 1 ชม. | ขวดอยู่ในสภาพปกติ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |

ตารางที่ 4.8 การพิสูจน์สมมติฐานเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหากการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากการรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิทที่เครื่องตรวจสอบ (Full Bottle Inspector) (ต่อ)

| **ปัจจัย (Factor)** | **สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (Potential root cause)** | **สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential cause)** | **การควบคุมในปัจจุบัน (Current control)** | **ผลการพิสูจน์สมมติฐานจากการตรวจสอบหน้างาน** | **สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา** |
|---|---|---|---|---|---|
| การรีเจ็คขวดฝาปิดไม่สนิทที่เครื่องตรวจสอบ (Full bottle Inspector) (ต่อ) | | | | | |
| วัตถุดิบ (Material) | ฝามี Defect | จากกระบวนการของ Supplier | มีมาตรฐานการรับเข้าวัตถุดิบโดยการสุ่มตรวจ | ฝามี Defect ,เปลี่ยนใช้ฝา batch ใหม่แล้วไม่เกิดปัญหา | **เป็นสาเหตุของปัญหา** |
| ขั้นตอนการทำงาน (Method) | ฝาเบี้ยวจากการจัดเก็บฝา | การจัดเก็บไม่เหมาะสม | มีมาตรฐานการจัดเก็บฝา | ฝาไม่ได้เบี้ยวจากการจัดเก็บและไม่มีผลให้ขวดปิดฝาไม่สนิท | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| การวัดค่า (Measurement) | การตั้งค่าการตรวจสอบเข้มข้นเกินไป | ไม่มีมาตรฐานการปรับตั้งค่า | มีมาตรฐานการปรับตั้งค่า | ค่าการตรวจสอบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |
| ปัจจัยธรรมชาติ (Mother's Nature) | แสงสว่างสำหรับเครื่องตรวจสอบไม่เพียงพอหรือมากเกินไป | ไม่มีการป้องกันแสงไฟหรือแสงแดดรบกวน | เครื่องมีการควบคุมปริมาณแสงในตัว | แสงสว่างรอบข้างไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่องตรวจสอบ | ไม่ใช่สาเหตุของปัญหา |

ผลจากการวิเคราะห์การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจากการการรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิทที่เครื่องตรวจสอบขวด (Full Bottle Inspector) ด้วยแผนภูมิก้างปลาโดยใช้หลัก 6M หลังจากนั้นทำการพิสูจน์สมมติฐานสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยการพิสูจน์จากหน้างานจริงและตรวจสอบปัจจัยการควบคุมกระบวนในปัจจุบันของสาเหตุที่เป็นไปได้ ดังตารางที่ 4.8 พบว่ามีสาเหตุหลักที่เป็นรากเหง้าของปัญหาคือ

1.ฝามี Defect จากกระบวนการของ Supplier

จากการเก็บข้อมูลของเสียพบว่าขวดที่ถูกรีเจ็ค (Reject) โดยเครื่องตรวจสอบขวด (Full Bottle Inspector) ในประเภทขวดปิดฝาไม่สนิท เป็นขวดที่ปิดฝาไม่สนิทจริง ซึ่งสาเหตุหลักของการปิดฝาไม่สนิทเกิดได้จากการทำงานของเครื่องปิดฝาและคุณภาพของฝาซึ่งพิสูจน์ได้โดยการตรวจสอบตัวอย่างของเสียว่ามาจากการปิดฝาของ หัวปิดฝา (Capper head) ซ้ำหัวเดียวกันหรือไม่ จากการพิสูจน์พบว่ามีการกระจายทุกหัวเท่ากันจึงทดลองทำการเปลี่ยนฝา batch อื่นมาใช้ จึงพบว่าปัญหาการรีเจ็ค (Reject) โดยเครื่องตรวจสอบขวด (Full Bottle Inspector) ในประเภทขวดปิดฝาไม่สนิทหายไปจึงสรุปได้ว่าปัญหาเกิดจากฝามี defect จากกระบวนการของ Supplier ดังแสดงในรูปที่ 4.26

รูปที่ 4.26 ตัวอย่างของเสียประเภทปิดฝาไม่สนิทและหลักการทำงานของเครื่องตรวจสอบขวด

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาจากประเภทการสูญเสียทั้ง 8 ประเภทตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปสาเหตุการสูญเสียและกำหนดแนวทางการแก้ไขเพื่อดำเนินการแก้ไขในขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improvement phase) ได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.9 สรุปวิธีการปรับปรุงกระบวนการตามสาเหตุของปัญหาของแต่ละประเภทการสูญเสีย

| ประเภทการสูญเสีย | สาเหตุของปัญหา | วิธีการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ |
|---|---|---|
| 1.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) | 1.1) หาค่าอุณหภูมิในการ Heating preform ที่เหมาะสมไม่ได้ | 1.1.1) ทำการทดลองหาค่าอุณหภูมิพรีฟอร์มที่เหมาะสม<br>1.1.2) กำหนดมาตรฐานอุณหภูมิ |
| | 1.2) ชุด Spindle ชำรุด | 1.2.1) ทำการเปลี่ยนชุด Spindle<br>1.2.2) กำหนดแผนและมาตรฐานการซ่อมบำรุง |
| 2.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากการหยุดกระทันหันของเครื่องเป่าขวด (Blower machine) | 2.1) อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นสูงเกินกว่า 20 องศาเซลเซียส | 2.1.1) ทำการปรับปรุงระบบท่อส่งน้ำหล่อเย็นและทำความสะอาดท่อส่ง |
| | 2.2) ชุด Spindle ชำรุด | 2.2.1) ทำการเปลี่ยนชุด Spindle<br>2.2.2) กำหนดแผนและมาตรฐานการซ่อมบำรุง |
| 3.) การสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากการบรรจุน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น | 3.1) ไม่มีมาตรฐานในการตั้งค่าระดับการบรรจุน้ำ | 3.1.1) ทำการทดลองเพื่อหาค่าระดับการบรรจุน้ำที่เกินระดับน้อยที่สุดและไม่ผิดกฎหมาย<br>3.1.2) กำหนดมาตรฐานการปรับตั้ง |
| | 3.2) ไม่มีการควบคุมการบรรจุน้ำเกินระดับที่จำเป็น | 3.2.1) สร้างมาตรฐานการควบคุมการบรรจุน้ำ (Control Value) |

ตารางที่ 4.9 สรุปวิธีการปรับปรุงกระบวนการตามสาเหตุของปัญหาของแต่ละประเภทการสูญเสีย (ต่อ)

| ประเภทการสูญเสีย | สาเหตุของปัญหา | วิธีการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ |
|---|---|---|
| 4.) การสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากการหยุดและเริ่มการผลิตใหม่ | 4.1) จำเป็นต้องหยุดการผลิตเพื่อทำความสะอาดเครื่องจักรทุกวัน | 4.1.1) ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตต่อเนื่องโดยไม่ต้องหยุดทำความสะอาดเครื่องจักรทุกวัน |
| | 4.2) พนักงานแต่ละคนมีวิธีการหยุดและเริ่มการผลิตใหม่ไม่เหมือนกัน | 4.2.1) จัดทำมาตรฐานการทำงานสื่อสารและอบรมวิธีการหยุดเครื่องและเริ่มการผลิตใหม่ |
| 5.) การสูญเสียฝา (Closure) จากการรีเจ็คฝาเบี้ยวที่เครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) | 5.1) ไม่มีการกำหนดมาตรฐานของฝาดี-ฝาเบี้ยว | 5.1.1) กำหนดมาตรฐานฝาดี-ฝาเสีย |
| | 5.2) ไม่มีมาตรฐานการปรับตั้งพารามิเตอร์สำหรับเครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) | 5.2.1) ทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ที่เกิดการสูญเสียน้อยที่สุดโดยที่ไม่เกิด Defect ที่ผลิตภัณฑ์<br>5.2.2) กำหนดมาตรฐานพารามิเตอร์ |
| 6.) การสูญเสียฝา (Closure) จากการรีเจ็คฝาคว่ำที่เครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) | 6.1) ไม่มีมาตรฐานในการปรับตั้งบาร์ (bar) ลำเลียงฝา | 6.1.1) ทดลองหาค่าการปรับตั้งบาร์ (bar) ลำเลียงฝาเพื่อให้เกิดฝาคว่ำน้อยที่สุด<br>6.1.2) กำหนดมาตรฐานการปรับตั้ง |
| 7.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจากการรีเจ็ค (Reject) น้ำผิดระดับ | 7.1) ไม่มีมาตรฐานการปรับตั้งค่าการรีเจ็คขวดรั่วหลังการเป่าที่เครื่องเป่าขวด | 7.1.1) ทดลองหาค่าการปรับตั้งค่าการรีเจ็คขวดรั่วหลังการเป่าที่เครื่องเป่าขวดเพื่อให้มีขวดรั่วหลุดผ่านไปได้น้อยที่สุดและ Fault reject น้อยที่สุด<br>7.1.2) กำหนดมาตรฐานการปรับตั้ง |
| 8.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจากการการรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิท | 8.1) ฝามี Defect จากกระบวนการของ Supplier | 8.1.1) คัดแยกฝา Batch ที่มีปัญหาและ Complaint Supplier<br>8.1.2) กำหนดมาตรฐานการทำงาน |

**4.4 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve phase)**

ในขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve phase) จะนำวิธีการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 4.1 มาดำเนินการดังนี้

4.4.1 การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine)

4.4.1.1 หาค่าอุณหภูมิในการ Heating preform ที่เหมาะสมไม่ได้ มีแนวทางในการแก้ไขดังนี้

1.) ทำการทดลองหาค่าอุณหภูมิพรีฟอร์ม (Preform temperature) ที่เหมาะสม

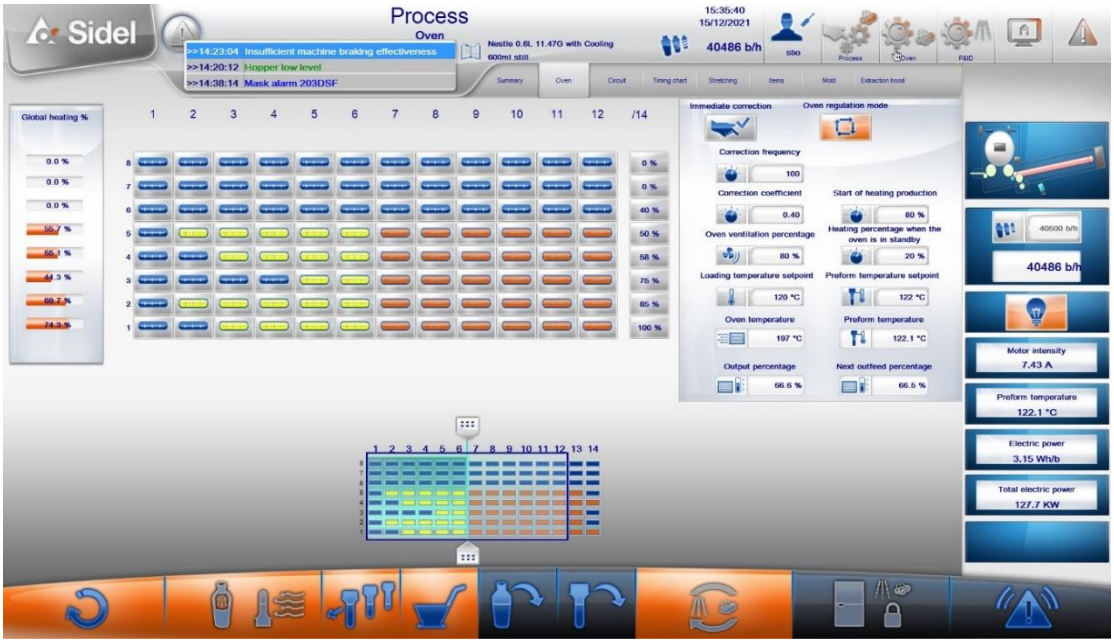
จากการศึกษากระบวนการผลิตดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.2.1 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด ขั้นตอนที่ 1.) การให้ความร้อนพรีฟอร์ม (Heating Process) ซึ่งมีผลสำคัญต่อการเกิดการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) โดยผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อหาค่าความร้อนที่เหมาะสมที่สุดเพื่อให้เกิดปัญหาเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) น้อยที่สุด และไม่เกิดปัญหาเครื่องจักรหยุดกระทันหันจากปัญหา Alarm “Mold locking pin not in position” ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองปรับค่าอุณหภูมิพรีฟอร์มเพื่อลดการสูญเสียจากการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด

| วัน/เดือน/ปี | อุณหภูมิพรีฟอร์ม (Preform temperature) (องศาเซลเซียส) | จำนวนพรีฟอร์มที่ใช้ทั้งหมด (ชิ้น) | จำนวนสูญเสียพรีฟอร์มจากการเป่าขวดแตก (ชิ้น) | จำนวนพรีฟอร์มเสียจากปัญหา Alarm “Mold locking pin not in position” (ชิ้น) | จำนวนสูญเสียพรีฟอร์มรวม (ชิ้น) | ร้อยละการสูญเสียพรีฟอร์ม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 27/09/2564 | 118-120 | 902,453 | 579 | - | 579 | 0.06 |
| 28/09/2564 | 122 | 911,284 | 321 | - | 321 | 0.03 |
| 29/09/2564 | 123 | 877,715 | 262 | 357 | 619 | 0.07 |

จากการทดลองในตารางที่ 4.2 โดยตั้งค่าอุณภูมิพรีฟอร์มที่เครื่องเป่าขวดในค่าที่ต่างกันโดยใช้ระยะเวลาประมาณ 23 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิพรีฟอร์ม (Preform temperature) ที่ 122 องศาเซลเซียสมีผลทำให้เกิดการสูญเสียพรีฟอร์มในอัตราที่ต่ำที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 0.03 จึงสามารถสรุปได้ว่าการตั้งอุณหภูมิพรีฟอร์ม (Preform temperature) ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเป่าขวดขนาด 0.6 ลิตร ของโรงงานกรณีศึกษาอยู่ที่ 122 องศาเซลเซียส

2.) กำหนดมาตรฐานอุณหภูมิพรีฟอร์ม (Preform temperature standard) ดังรูปที่ 4.27




รูปที่ 4.27 มาตรฐานการปรับตั้งอุณหภูมิพรีฟอร์ม

4.4.1.2 ชุด Spindle ชำรุดมีแนวทางการแก้ไขดังนี้

1.) ทำการเปลี่ยนชุด Spindle

จากการตรวจสอบชุด Spindle ซึ่งมีทั้งหมด 246 ชุดหลังจากที่ได้ทำการตรวจสอบพบว่าชุดสปินเดิ้ล (Spindle) ส่วนใหญ่มีการชำรุดเนื่องจากไม่ได้มีแผนการซ่อมบำรุงชิ้นส่วนชุดนี้ และมีการทำความสะอาดชุดสปินเดิ้ล (Spindle) ด้วยสารเคมีซึ่งเป็นกรด อาจจะทำให้ชุดสปินเดิ้ล (Spindle) สึกหรอก่อนกำหนด โดยผู้วิจัยใช้แนวทางการแก้ไขโดยทำการเปลี่ยนชุดสปินเดิ้ล (Spindle) ทั้งหมด และสื่อสารกับทีมเพื่อยกเลิกการทำความสะอาดชุดสปินเดิ้ล (Spindle) ดังแสดงในรูปที่ 4.28

รูปที่ 4.28 ทำการเปลี่ยนชุดสปินเดิ้ล (Spindle)

2.) กำหนดแผนและมาตรฐานการซ่อมบำรุง

หลังจากทำการเปลี่ยนชุดสปินเดิ้ล (Spindle) ทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดแผนและมาตรฐานการบำรุงรักษาชุดสปินเดิ้ล (Spindle) ทั้งหมด ลงในระบบซ่อมบำรุงของโรงงานกรณีศึกษา(SAP : Asset Maintenance Management) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.11 แผนการบำรุงรักษาชุดสปินเดิ้ล (Spindle)

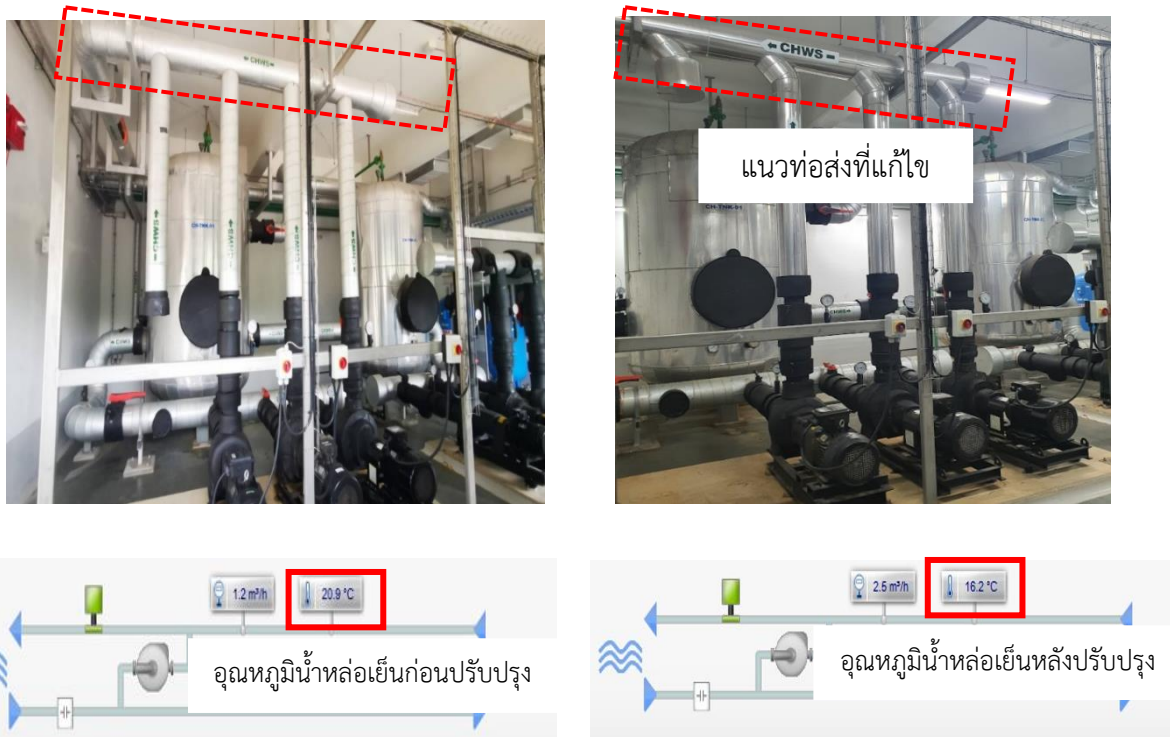
| Machine | Unit | Parts | Frequency |
|---|---|---|---|
| Blower | Oven | O-ring | 1 Year |
| | | Sheath | 4 Year |
| | | Bearing | 4 Year |
| | | Ring Anti-Rotation | 4 Year |
| | | Nut Assembly | 4 Year |
| | | Ring | 4 Year |
| | | Guide Wheel Blower | 4 Year |
| | | Ring Exterieur 9x1,00 | 4 Year |
| | | Bearing- Ball Roller | 4 Year |
| | | Ring Exterieur 8x0,80 | 4 Year |
| | | Pinion Fastening | 4 Year |
| | | Pinion Fastening | 4 Year |
| | | Spring | 4 Year |
| | | Ring Bayonet | 4 Year |
| | | Ring Exterieur | 4 Year |
| | | Ring Spring Support | 4 Year |
| | | Spindle Nose | 4 Year |
| | | Pivot | 4 Year |

4.4.2 การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากการรีเจ็คทิ้งหลังเครื่องเป่าขวดหยุดกระทันหัน

4.4.2.1 อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นสูงเกินกว่า 20 องศาเซลเซียส มีแนวทางในการแก้ไข ดังนี้

1.) ทำการปรับปรุงระบบท่อส่งน้ำหล่อเย็นและทำความสะอาดท่อส่ง

จากการตรวจสอบและเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นที่ใช้งานที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) และที่เครื่องทำความเย็นต้นกำลัง (Chiller machine) พบว่าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นที่ต้นทางสามารถทำอุณหภูมิได้ที่ 8 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่เครื่องปลายทางคือเครื่องเป่าขวด (Blower machine) อยู่ที่ 20-23 องศาเซลเซียส และพบว่าอัตราการไหล (Flow rate) ของน้ำหล่อเย็นที่เครื่องทำความเย็นต้นกำลัง (Chiller machine) อยู่ที่ 22 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ส่วนอัตราการไหล (Flow rate) ของน้ำหล่อเย็นที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) อยู่ที่ 4-6 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง จึงสันนิษฐานว่าเกิดการสูญเสียอัตราการไหล (Flow rate) ระหว่างการส่ง จึงทำการปรับปรุงระบบท่อส่งน้ำหล่อเย็นโดยแก้ไขท่อร่วม (Pipe Supply Header) เปลี่ยนแนวติดตั้งจาก 90 องศาเป็น 45 องศาและทำความสะอาดท่อส่ง ทำให้อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นลดลงต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 4.29




ก่อนการปรับปรุง

หลังการปรับปรุง

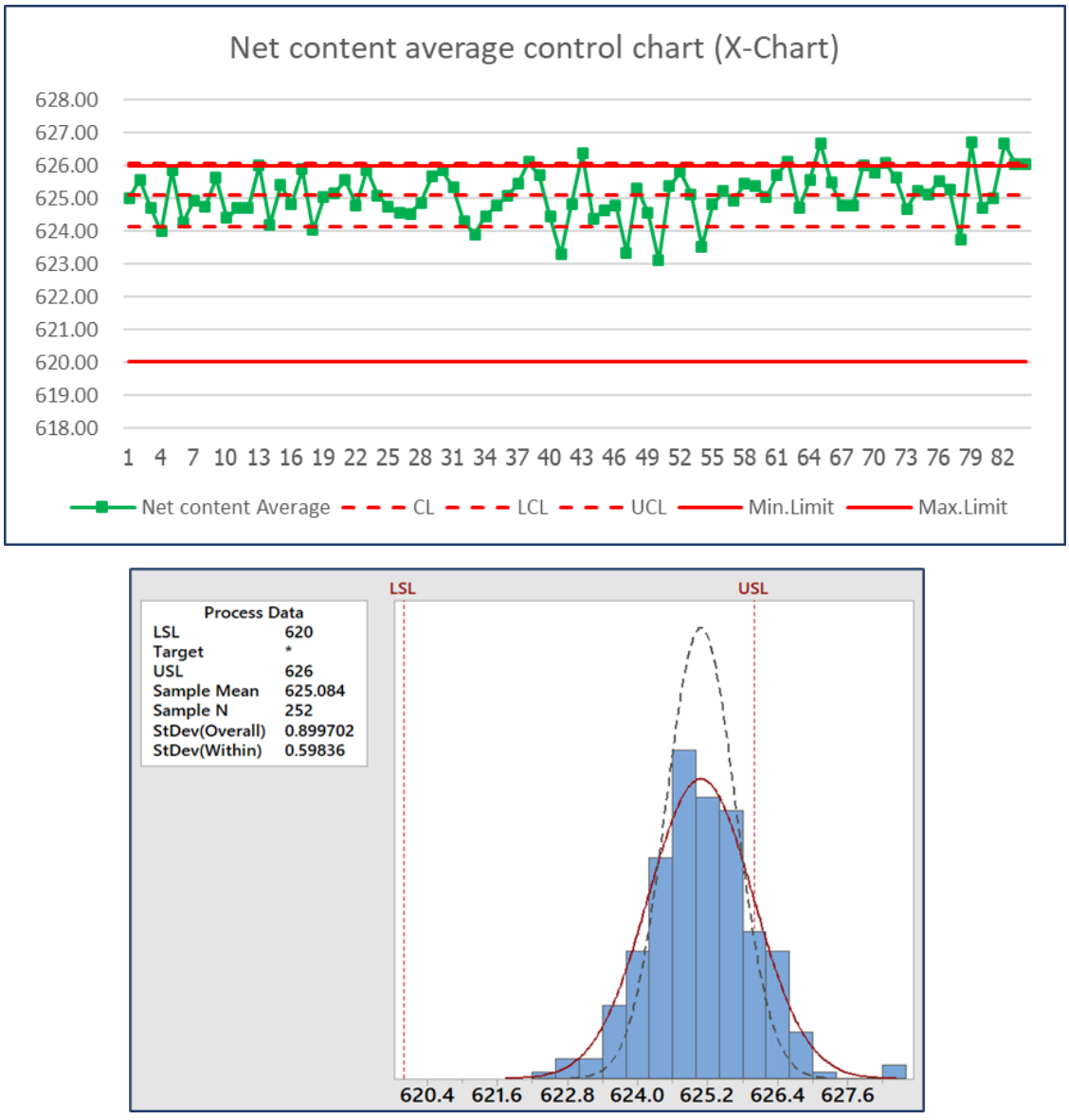
รูปที่ 4.29 ทำการปรับปรุงระบบท่อส่งน้ำหล่อเย็น

4.4.3 การสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากการบรรจุน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น

4.4.3.1 ไม่มีมาตรฐานในการตั้งค่าระดับการบรรจุน้ำ มีแนวทางในการแก้ไข ดังนี้

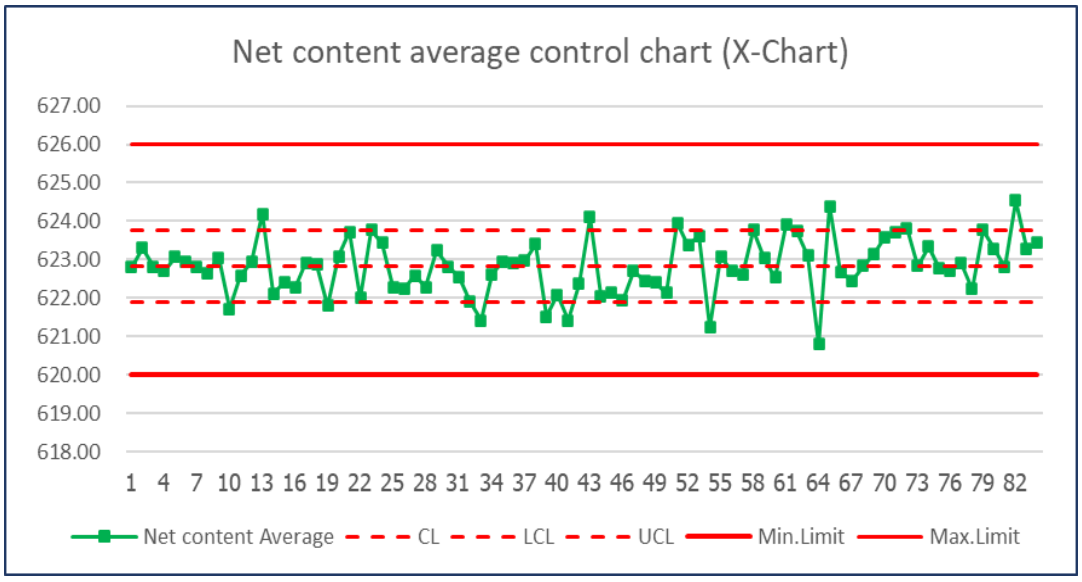
1.) ทำการทดลองเพื่อหาค่าระดับการบรรจุน้ำที่เกินระดับน้อยที่สุดและไม่ผิดกฎหมาย

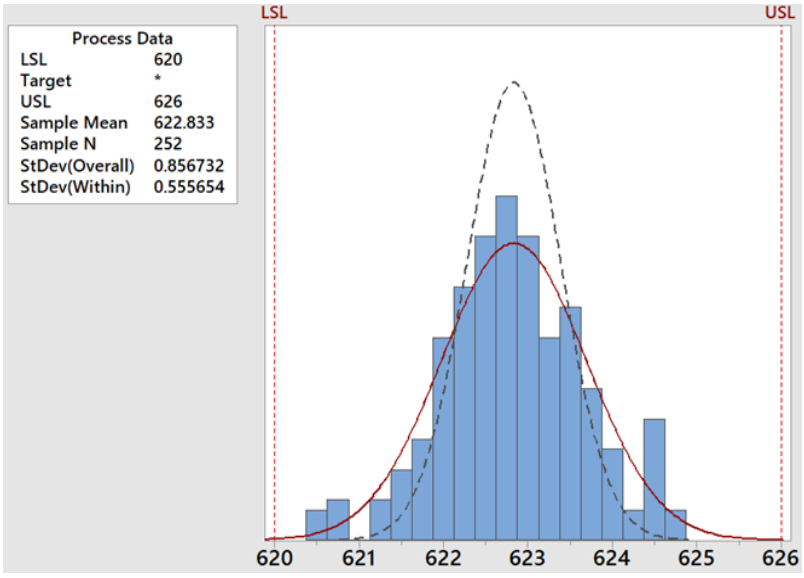
จากการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ระดับการบรรจุน้ำของเครื่องบรรจุน้ำ (Filler machine) ซึ่งมีหัวบรรจุน้ำ (Filling valve) ทั้งหมด 84 หัว พบว่ามีการบรรจุน้ำมากกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้มากเกินความจำเป็น โดยสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาด 600 มิลลิลิตร มีการกำหนดมาตรฐานการบรรจุน้ำไว้ที่ไม่ต่ำกว่า 620 มิลลิลิตร โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของการบรรจุน้ำอยู่ที่ 625 มิลลิลิตรดังรูปที่ 4.30 ซึ่งปริมาณดังกล่าวมากเกินความจำเป็นทำให้เกิดการสูญเสียในกระบวนการผลิต




รูปที่ 4.30 แสดงข้อมูลระดับการบรรจุน้ำของเครื่องบรรจุน้ำก่อนการปรับปรุง

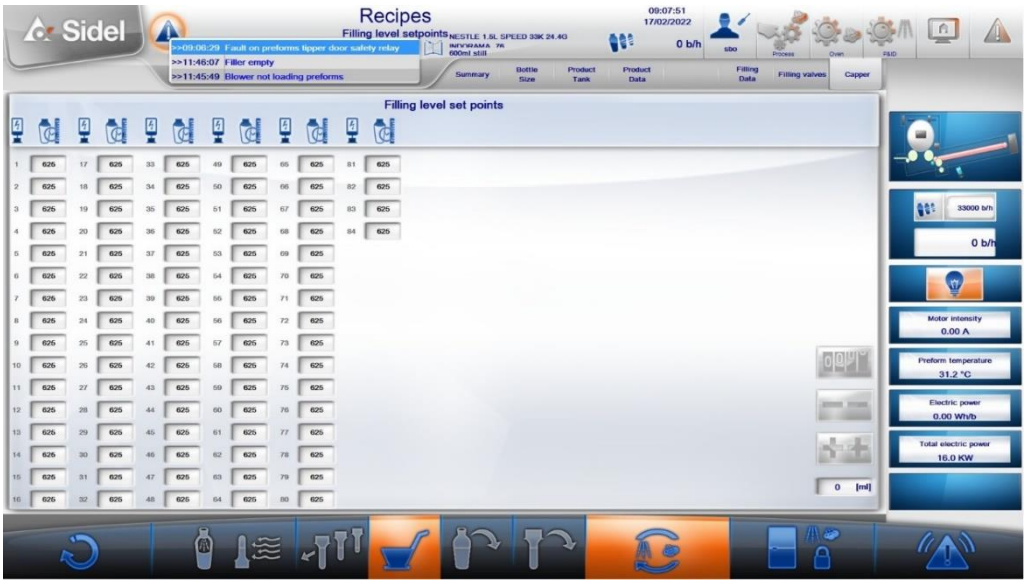
จากที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.2.1 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด ขั้นตอนการบรรจุน้ำ ทำให้ทราบว่าหลักการบรรจุน้ำของเครื่องบรรจุน้ำ (Filler machine) สามารถสั่งปรับระดับการบรรจุผ่าน HMI ของเครื่องได้ ผู้วิจัยจึงทำการทดลองปรับลดระดับการบรรจุน้ำให้ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้เพื่อให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุดและไม่น้อยกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยค่าปรับตั้ง (Setting level) ใน HMI ที่เหมาะสมที่สุดคือ 625 ซึ่งได้ผลลัพธ์ของระดับการบรรจุมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 622.83 มิลลิลิตร ดังรูปที่ 4.31 โดยผู้วิจัยไม่สามารถที่จะปรับค่าปรับตั้ง (Setting level) ใน HMI น้อยกว่านี้ได้แล้วเนื่องจากผลลัพธ์ของระดับการบรรจุจะต่ำกว่ามาตรฐานและมีความเสี่ยงต่อการผิดกฎหมาย




รูปที่ 4.31 แสดงข้อมูลระดับการบรรจุน้ำของเครื่องบรรจุน้ำหลังการปรับปรุง

3.) ทำการกำหนดมาตรฐานการปรับตั้งระดับการบรรจุน้ำ ดังรูปที่ 4.32

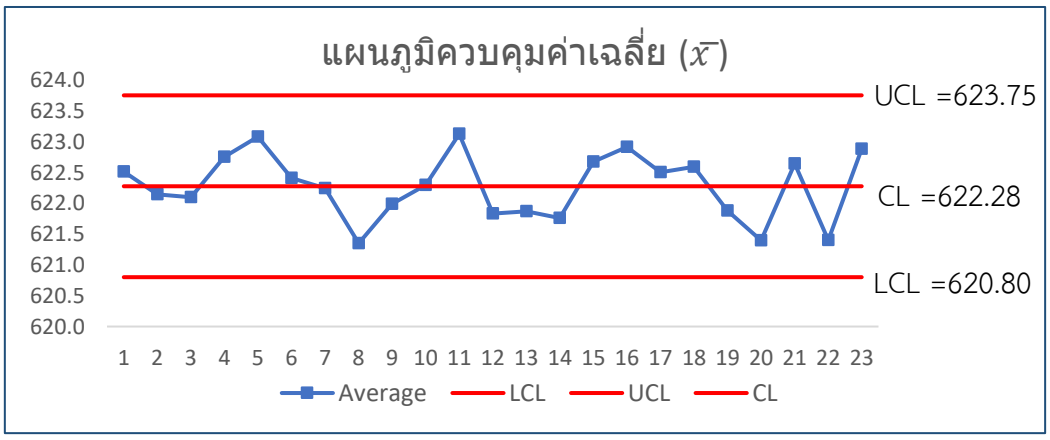



รูปที่ 4.32 มาตรฐานการปรับตั้งระดับการบรรจุน้ำ

4.4.3.1 ไม่มีการควบคุมการเติมน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น มีแนวทางในการแก้ไข ดังนี้

1.) สร้างมาตรฐานควบคุมการบรรจุน้ำโดยกำหนดค่าขีดควบคุมบนและขีดควบคุมล่าง (LCL-UCL)

มาตรฐานเดิมของโรงงานกรณีศึกษามีการกำหนดมาตรฐานการบรรจุนำเพียงค่าขั้นต่ำ (Minimum Value) โดยยังไม่มีการกำหนดค่าควบคุมเพื่อป้องกันการสูญเสียในกระบวนการ (LCL-UCL) ผู้วิจัยจึงกำหนดค่าควบคุมเพื่อป้องกันการสูญเสียในกระบวนการโดยกำหนดค่าควบคุมขีดล่าง (LCL) และค่าควบคุมขีดบน (UCL) โดยใช้หลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ (Statistical Quality Process Control) แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย โดยได้ค่าควบคุมขีดล่าง (LCL) เท่ากับ 620.80 มิลลิลิตร และค่าควบคุมขีดบน (UCL) เท่ากับ 623.75 มิลลิลิตร ดังรูปที่ 4.33




รูปที่ 4.33 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยการบรรจุน้ำ

4.4.4 การสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากการหยุดและเริ่มการผลิตใหม่

4.4.4.1 จำเป็นต้องหยุดการผลิตเพื่อทำความสะอาดเครื่องจักรทุกวัน มีแนวทางในการแก้ไขดังนี้

1.) ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตต่อเนื่องโดยไม่ต้องหยุดทำความสะอาดเครื่องจักรทุกวัน

เนื่องจากตามมาตรฐานกระบวนการผลิตน้ำดื่มของโรงงานกรณีศึกษาจำเป็นต้องหยุดการผลิตทุกวันในต้องเช้าเพื่อทำการเปลี่ยน batch ผลิตภัณฑ์และทำความสะอาด (Cleaning out Place : COP) เครื่องบรรจุ (Filler machine) และเครื่องปิดฝา (Capper machine) ซึ่งการหยุดการผลิตและเริ่มผลิตใหม่นี้จะมีการสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากกระบวนการทำงานของเครื่องบรรจุ (Filler machine) ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพื่อหาความเป็นไปได้ในการลดการหยุดการผลิตเพื่อความสะอาดเครื่องบรรจุ (Filler machine) และเครื่องปิดฝา (Capper machine) โดยการเก็บผลเชื้อที่เครื่องบรรจุ (Filler machine) และเครื่องปิดฝา (Capper machine) ก่อนทำความสะอาด (Cleaning out Place : COP) ตามมาตรฐานเดิม โดยผลที่ได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์เชื้อก่อนและหลังทำ COP ที่เครื่องบรรจุน้ำและเครื่องปิดฝา

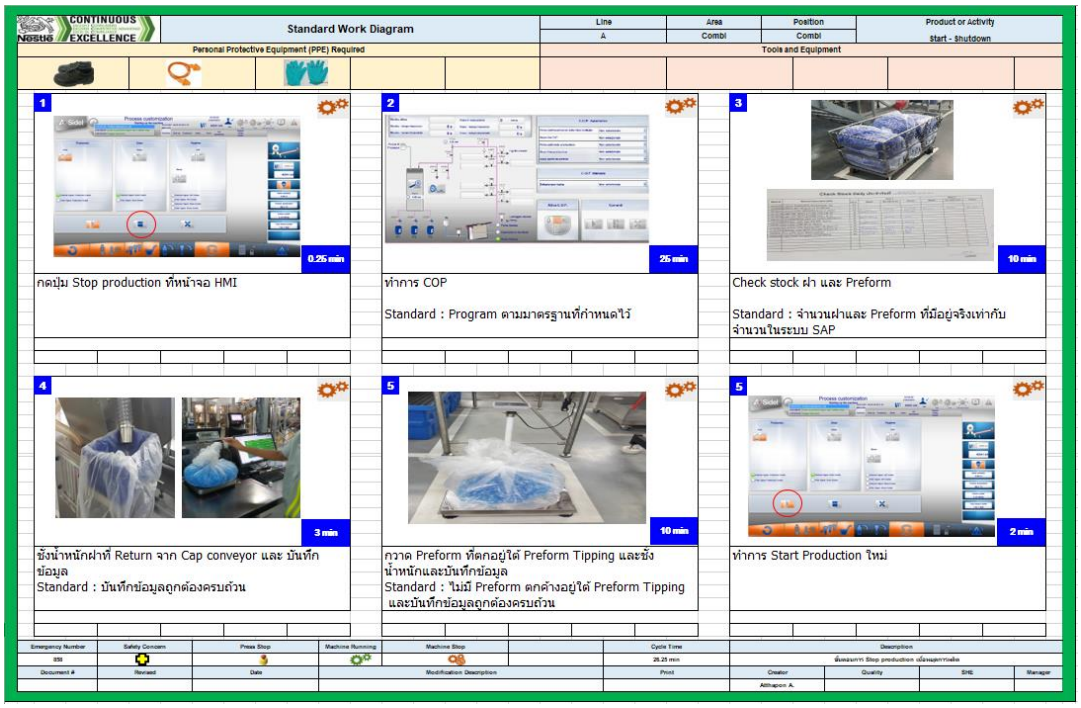
| ตำแหน่ง Swab | 31.08.2021 ก่อน COP | | 31.08.2021 หลัง COP | | 01.09.2021 ก่อน COP | | 01.09.2021 หลัง COP | | 02.09.2021 หลัง COP | | 02.09.2021 หลัง COP | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PA (CFU/ swab) | HPC (CFU/ swab) | PA (CFU/ swab) | HPC (CFU/ swab) | PA (CFU/ swab) | HPC (CFU/ swab) | PA (CFU/ swab) | HPC (CFU/ swab) | PA (CFU/ swab) | HPC (CFU/ swab) | PA (CFU/ swab) | HPC (CFU/ swab) |
| Jaw capper no. 11,12,13,14,15 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 2 | >100 | - | - |
| Star Wheel Capper A | 18 | - | - | - | - | >100 | - | - | 3 | >100 | - | 1 |
| Cap Plate A | - | - | - | - | - | 5 | - | - | - | - | - | - |
| Filler Floor A | >100 | - | - | 1 | >100 | >100 | - | - | - | 2 | - | - |

จากผลการเก็บผลเชื้อก่อนการทำความสะอาด (Cleaning out Place : COP) พบว่าไม่สามารถที่จะลดการหยุดการผลิตในแต่ละวันเพื่อทำความสะอาด (Cleaning out Place : COP) เครื่องบรรจุ (Filler machine) และเครื่องปิดฝา (Capper machine) ได้ ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่าไม่สามารถลดการสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากสาเหตุที่ 4.4.4.1 ได้

4.4.4.2 พนักงานแต่ละคนมีวิธีการหยุดและเริ่มการผลิตใหม่ไม่เหมือนกัน มีแนวทางในการแก้ไข ดังนี้

1.) จัดทำมาตรฐานการทำงาน สื่อสารและอบรมวิธีการหยุดเครื่องและเริ่มการผลิตใหม่

จากการสอบถามพนักงานแต่ละคนพบว่ามีวิธีการหยุดและเริ่มการผลิตโดยการสั่งงานผ่าน HMI ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งอาจทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ (Water Treated) ในขั้นตอนนี้ได้ ผู้วิจัยจึงจัดทำมาตรฐานการทำงานเกี่ยวกับการหยุดและเริ่มการผลิตใหม่ ดังรูปที่ 4.34 และสื่อสารกับพนักงานทุกคน




รูปที่ 4.34 มาตรฐานการปฏิบัติงานในการหยุดและเริ่มทำการผลิตใหม่

4.4.5 การสูญเสียฝา (Closure) จากการรีเจ็คฝาเบี้ยวที่เครื่องตรวจฝา (Cap Inspector)

4.4.5.1 ไม่มีมาตรฐานการปรับตั้งพารามิเตอร์สำหรับเครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) มีแนวทางในการแก้ไข ดังนี้

1.) ทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ที่เกิดการสูญเสียน้อยที่สุดโดยที่ไม่เกิด Defect ที่ผลิตภัณฑ์

จากการตรวจสอบการทำงานของเครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) พบว่ามีการรีเจ็คฝาเบี้ยวมากเกินความเป็นจริง (Fault Rejection) โดยพบว่าบางฝาที่ถูกรีเจ็คนั้นไม่ได้เบี้ยวมากเกินกว่ามาตรฐานที่จะปิดฝาได้จึงทำการทดลองปรับค่าพารามิเตอร์เพื่อให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุดโดยที่ไม่

เกิด Defect ที่ผลิตภัณฑ์และทำการสร้างมาตรฐานพารามิเตอร์ติดไว้ที่บริเวณจุดทำงาน ดังรูปที่ 4.35

รูปที่ 4.35 มาตรฐานพารามิเตอร์สำหรับเครื่องตรวจฝา (Cap Inspector)

4.4.5.2 ไม่มีการกำหนดมาตรฐานของฝาดี-ฝาเบี้ยว มีแนวทางในการแก้ไข ดังนี้

1.) กำหนดมาตรฐานฝาดี-ฝาเบี้ยว

ในกระบวนการทำงานของเครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) ปัจจัยสำคัญนอกจากจะใช้การคำนวณพารามิเตอร์ตามหลักการถ่ายภาพและประมวลผล (Image Processing) แล้ว สภาพของฝาในแต่ละ Batch จะเป็นตัวแปรสำคัญในการประมวลผลว่าฝาใดเป็นฝาดีหรือฝาเบี้ยว ซึ่งหากมีการเบี่ยงเบนของคุณภาพฝาอาจจะทำให้เกิดการรีเจ็คประเภทฝาเบี้ยวเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะมีการรีเจ็คฝาเบี้ยวมากเกินความเป็นจริง (Fault Rejection) โดยที่พนักงานไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าการรีเจ็คของเครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) นั้นถูกต้องหรือไม่เนื่องจากไม่มีการกำหนดมาตรฐานของฝาดีและฝาเบี้ยว ผู้วิจัยจึงทำการกำหนดมาตรฐานของฝาที่จะสามารถผ่านกระบวนการปิดฝาได้ เพื่อให้พนักงานตัดสินใจได้ว่าการรีเจ็คของเครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) นั้นถูกต้องหรือไม่เพื่อทำการปรับพารามิเตอร์เพื่อลดการสูญเสียสำหรับการเบี่ยงเบนของคุณภาพฝาดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.36 มาตรฐานการตรวจสอบฝาดี - ฝาเบี้ยว

4.4.6 การสูญเสียฝา (Closure) จากการรีเจ็คฝาคว่ำที่เครื่องตรวจฝา (Cap Inspector)

4.4.6.1 ไม่มีมาตรฐานในการปรับตั้งองศาบาร์ (bar) ลำเลียงฝา มีแนวทางในการแก้ไข ดังนี้

1.) ทดลองหาค่าการปรับตั้งบาร์ (bar) ลำเลียงฝาเพื่อให้เกิดฝาคว่ำน้อยที่สุด ดังตารางที่ 4.5

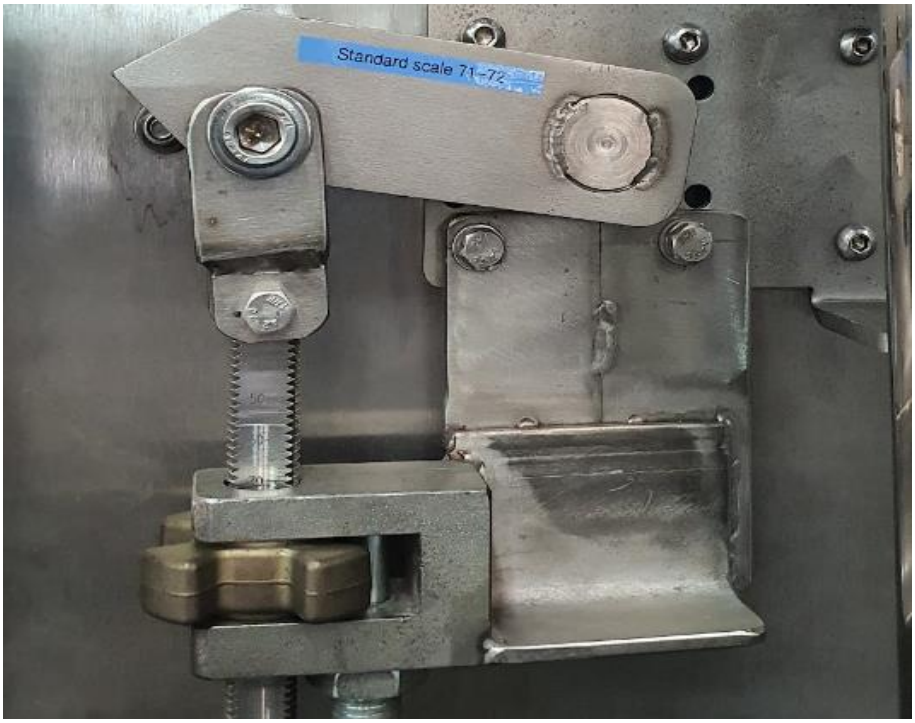
ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองปรับตั้งองศาบาร์ (bar) ลำเลียงฝา

| วัน.เดือน.ปี | องศาบาร์ลำเลียงฝา | จำนวนฝาคว่ำ (ชิ้น) | จำนวนฝาที่ใช้ (ชิ้น) | ร้อยละการสูญเสียจากฝาคว่ำ | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|
| 14.08.2564 | 67 | 1,789 | 901,405 | 0.20% | |
| 25.08.2564 | 68 | 1,008 | 756,162 | 0.13% | |
| 27.08.2564 | 69 | 925 | 919,391 | 0.10% | |
| 28.08.2564 | 70 | 661 | 922,628 | 0.07% | |
| 08.09.2564 | 71 | 415 | 767,406 | 0.05% | |
| 09.09.2564 | 71 | 445 | 866,748 | 0.05% | |
| 10.09.2564 | 72 | 435 | 847,422 | 0.05% | |
| 01.10.2564 | 73 | 217 | 733,393 | 0.03% | พบปัญหาฝาขึ้นสายพานลำเลียงไม่ทัน |
| 02.10.2564 | 72 | 315 | 937,643 | 0.03% | |
| 07.10.2564 | 72 | 190 | 651,479 | 0.03% | |
| 08.10.2564 | 72 | 447 | 934,066 | 0.05% | |

จากการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.5 พบว่าตำแหน่งของบาร์ลำเลียงฝาที่ทำให้เกิดฝาคว่ำในกระบวนการน้อยที่สุดอยู่ที่ค่า 71-72 ถ้าปรับตั้งองศามากไปกว่านี้จำนวนการสูญเสียจากฝาคว่ำจะน้อยลงแต่มีความเสี่ยงที่จะพบปัญหาฝาขึ้นสายพานลำเลียงไม่ทัน ทำให้ผู้วิจัยเลือกค่าองศาที่เหมาะสมในการปรับตั้งบาร์ (bar) ลำเลียงฝาอยู่ที่ค่า 71-72

3.) กำหนดมาตรฐานการปรับตั้งองศาบาร์ (bar) ลำเลียงฝา

หลังจากได้ค่าที่เหมาะสมแล้วผู้วิจัยทำการกำหนดมาตรฐานการปรับตั้งองศาบาร์ (bar) ลำเลียงฝาไว้ที่บริเวณจุดปรับตั้งซึ่งโรงงานกรณีศึกษาเรียกมาตรฐานชนิดนี้ว่า Centerlining ดังรูปที่ 4.37




รูปที่ 4.37 มาตรฐานการปรับตั้งบาร์ (bar) ลำเลียงฝา

4.4.7 การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจากการรีเจ็ค (Reject) น้ำผิดระดับเครื่องตรวจสอบระดับน้ำ (Full Bottle Inspector)

4.4.7.1 ไม่มีมาตรฐานการปรับตั้งค่าการรีเจ็คขวดรั่วหลังการเป่าที่เครื่องเป่าขวด มีแนวทางในการแก้ไข ดังนี้

1.) ทดลองหาค่าการปรับตั้งค่าการรีเจ็คขวดรั่วหลังการเป่าที่เครื่องเป่าขวดเพื่อให้มีขวดรั่วหลุดผ่านไปได้น้อยที่สุดและ Fault reject น้อยที่สุด

ตามที่ได้แสดงไว้ในหัวข้อ 4.2.1 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด ขั้นตอนที่ 3.) การตรวจสอบขวดรั่วหลังเป่า (Bursting bottle check) เครื่องเป่าขวดจะมีระบบในการตรวจสอบขวดรั่วหลังเป่าขวดโดยการตรวจวัดระดับความดันในขวดเทียบกับค่าความดันที่ตั้งไว้ใน HMI หากตรวจวัดระดับความดันในขวดขณะเป่าได้น้อยกว่าระดับความดันที่ตั้งไว้ใน HMI เครื่องเป่าขวดจะประมวลผลว่าขวดในโมลล์นั้นคือขวดรั่ว เครื่องจะสั่งรีเจ็ค (Reject) ทิ้งหลังขวดถูกดึงออกจากโมลล์โดยแขนจับขวดอัตโนมัติ (Gripper TB) กลายเป็นการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform Loss) ซึ่งหากการตั้งค่าความดันใน HMI นี้มากเกินไปจะมีการรีเจ็ค (Reject) ขวดทิ้งจำนวนมากทำให้สูญเสียพรีฟอร์ม (Preform Loss) แต่กลับกันหากตั้งค่าความดันใน HMI น้อยเกินไปเครื่องจะไม่สามารถรีเจ็ค (Reject) ขวดรั่วได้ทำให้ขวดรั่วถูกส่งไปบรรจุน้ำและปิดฝาและสุดท้ายถูกรีเจ็คในประเภทน้ำผิดระดับที่เครื่อง เครื่องตรวจสอบ (Full Bottle Inspector) ทำให้สูญเสียทั้งพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) ในครั้งเดียวกัน ผู้วิจัยจึงทำการทดลองเพื่อปรับค่าการรีเจ็คขวดรั่วหลังการเป่าที่เครื่องเป่าขวดเพื่อให้มีขวดรั่วหลุดผ่านไปได้น้อยที่สุดและ Fault reject น้อยที่สุดดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองปรับค่าการรีเจ็คขวดรั่วหลังการเป่าที่เครื่องเป่าขวด

| วัน.เดือน.ปี | Final Blow Setting (bar) | Minimal Pressure in bottle setting (bar) | จำนวนขวดที่ผลิต (ขวด) | จำนวนของเสียประเภทน้ำผิดระดับ (ขวด) | ร้อยละของเสียประเภทน้ำผิดระดับ | จำนวนของเสียประเภทขวดเป่าแตก (ขวด) | ร้อยละของเสียประเภทขวดเป่าแตก | ร้อยละการสูญเสียพรีฟอร์มรวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11.09.2021 | 24.0 | 22.3 | 929,790 | 1,488 | 0.16% | 300 | 0.03% | 0.19% |
| 08.10.2021 | 24.0 | 22.3 | 668,074 | 1,072 | 0.16% | 386 | 0.06% | 0.22% |
| 09.10.2021 | 24.0 | 22.3 | 933,192 | 807 | 0.09% | 200 | 0.02% | 0.11% |
| 20.10.2021 | 24.0 | 22.4 | 761,696 | 642 | 0.08% | 122 | 0.02% | 0.10% |
| 21.10.2021 | 24.0 | 22.4 | 902,596 | 378 | 0.04% | 209 | 0.02% | 0.07% |
| 22.10.2021 | 24.0 | 22.5 | 923,743 | 151 | 0.02% | 298 | 0.03% | 0.05% |
| 25.10.2021 | 24.0 | 22.5 | 827,881 | 151 | 0.02% | 225 | 0.03% | 0.05% |
| 26.10.2021 | 24.0 | 22.5 | 918,619 | 135 | 0.01% | 455 | 0.05% | 0.06% |
| 01.11.2021 | 24.0 | 22.5 | 694,821 | 15 | 0.00% | 229 | 0.03% | 0.04% |
| 02.11.2021 | 24.0 | 22.7 | 908,769 | 31 | 0.00% | 490 | 0.05% | 0.06% |
| 03.11.2021 | 24.0 | 22.7 | 900,643 | 37 | 0.00% | 387 | 0.04% | 0.05% |
| 08.11.2021 | 24.0 | 22.5 | 695,369 | 10 | 0.00% | 34 | 0.00% | 0.01% |

จากการทดลองในตารางที่ 4.6 พบว่าค่า Minimal Pressure in bottle setting ที่ทำให้เกิดการสูญเสียพรีฟอร์มน้อยที่สุดอยู่ที่ 22.5 bar โดยค่าที่น้อยกว่านั้นจะเกิดการรีเจ็คขวดน้ำที่ไม่ได้ระดับในปริมาณมาก ส่วนค่าที่มากกว่า 22.5 bar จะเกิดการรีเจ็คขวดน้ำที่ไม่ได้ระดับในปริมาณน้อยแต่จะมี Fault rejection ที่เครื่องเป่าขวดในปริมาณที่มาก ผู้วิจัยจึงเลือกตั้งค่า Minimal Pressure in bottle ที่ 22.5 bar

2.) เมื่อได้ค่าการรีเจ็คขวดรั่วหลังการเป่าที่เครื่องเป่าขวดที่เหมาะสมแล้ว (Minimal Pressure in bottle) จึงทำการสร้างมาตรฐานติดไว้ที่จุดทำงาน ดังรูปที่ 4.38

รูปที่ 4.38 มาตรฐานการปรับตั้งค่าการรีเจ็คขวดรั่วหลังการเป่าที่เครื่องเป่าขวด

4.4.8 การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจากการการรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิท

4.4.8.1 ฝามี Defect จากกระบวนการของ Supplier มีแนวทางในการแก้ไข ดังนี้

1.) คัดแยกฝา Batch ที่มีปัญหาและ Complaint Supplier

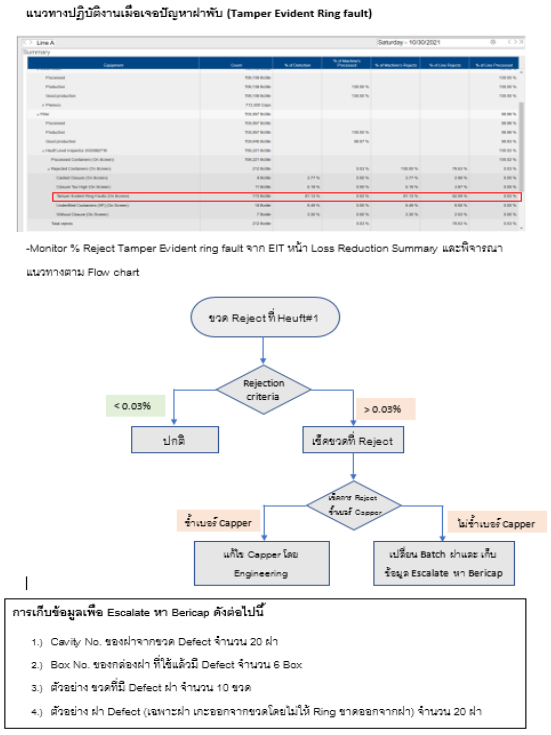
หลังจากที่สามารถพิสูจน์ได้แล้วว่ากระบวนการมีปัญหาจากฝามี Defect จากกระบวนการของ Supplier จึงทำการคัดแยกฝา batch ที่มีปัญหาออกจากฝาทั้งหมดและดำเนินการ Complaint Supplier ด้วยข้อมูลดังรูปที่ 4.39 ทั้งนี้เพื่อให้ Supplier สามารถหาสาเหตุและดำเนินการแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

| Closure Batch# | Production | Defect (bottles) | % Defect **Tamper Evident Ring Faults** | #Cavity (Closure) high rate of defect | Box No. |
|---|---|---|---|---|---|
| A21246 | 7:21-9:48 | 102 | 0.1028 | 05, 07, 12, 19, 20, 21, 23, 49, 50, 64 | 00902, 00903, 00904, 00905, 00906, 00907, 00908, 00909, 00910, 00911, 00912, 00913, 00914, 00915 |
| A21249 | 9:51-10:53 | 56 | 0.1152 | 05, 09, 12, 19, 20, 23, 34, 42, 49, 50 | 01394, 01395, 01397, 01398, 01399, 01400, 01401 |
| B21246 | 10:56-11:48 | 0 | No defect | - | - |
| A21250 | 9:20-14:03 | 41 | 0.0137 | 50, 42, 12 | - |
| A21251 | 12:00-16:30 | 120 | 0.1499 | 08, 12, 20, 27, 28, 36, 37, 42, 49, 50, 52, 55, 56 | 01539, 01540, 01543, 01544, 01545, 01546, 01547, 01548, 01549, 01550, 01551, 01552 |

รูปที่ 4.39 ข้อมูลในการ Complait Supplier

2.) กำหนดมาตรฐานการทำงาน

เพื่อป้องกันในกรณีเกิดปัญหาฝามี Defect จากกระบวนการของ Supplier ผู้วิจัยจึงจัดทำมาตรฐานการทำงานสำหรับพนักงานในการตัดสินใจเมื่อพบปัญหาการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจากการการรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิทเกินค่าที่ตั้งเป้าไว้ดังรูปที่ 4.40




รูปที่ 4.40 มาตรฐานสำหรับพนักงานในการตัดสินใจเมื่อพบปัญหาการการการรีเจ็คขวดปิดฝาไม่สนิท

**4.5 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ (Control phase)**

ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการเป็นการควบคุมข้อบกพร่องจากสาเหตุต่างๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำขึ้นอีก โดยประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมและการจัดการเข้ามาเพื่อดำเนินการควบคุมกระบวนการหลังจากที่ได้ดำเนินการปรับปรุงกระบวนการแล้ว โดยมีรายละเอียดในขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ (Control phase) ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.15 แนวทางการควบคุมกระบวนการ

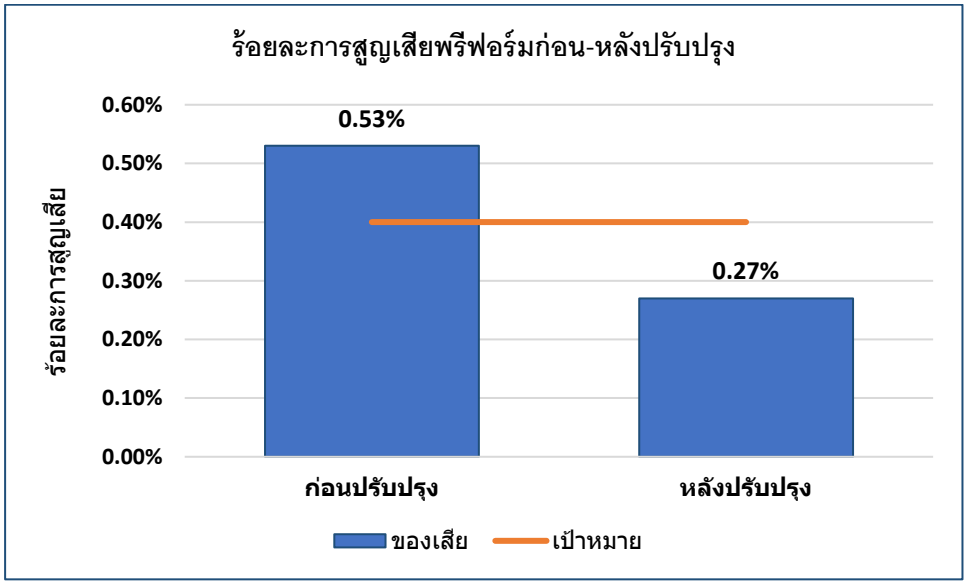
| ประเภทการสูญเสีย | การควบคุมกระบวนการ |
|---|---|
| 1.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากการเป่าขวดแตกที่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) | 1.1) จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบค่าอุณหภูมิ<br>1.2) จัดทำแผนและมาตรฐานการซ่อมบำรุง |
| 2.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) จากการรีเจ็คทิ้งหลังเครื่องเป่าขวดหยุดกะทันหัน | 2.1) ทำการปรับปรุงระบบท่อส่งน้ำหล่อเย็น (หลักการออกแบบทางวิศวกรรม : POKA YOKE)<br>2.2) จัดทำแผนและมาตรฐานการซ่อมบำรุง |
| 3.) การสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากการบรรจุน้ำเกินระดับที่ไม่จำเป็น | 3.1) จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบการปรับตั้งระดับการบรรจุน้ำ<br>3.2) จัดทำมาตรฐานการตรวจปริมาณระดับน้ำในผลิตภัณฑ์ |
| 4.) การสูญเสียน้ำ (Water Treated) จากการ Auto drain ก่อนเครื่องบรรจุเริ่มทำงานใหม่ | 4.1) จัดทำมาตรฐานการทำงาน สื่อสารและอบรมวิธีการหยุดเครื่องและเริ่มการผลิตใหม่ |
| 5.) การสูญเสียฝา (Closure) จากการรีเจ็คฝาเบี้ยวที่เครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) | 5.1) จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบพารามิเตอร์ของเครื่องตรวจฝา<br>5.2) จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบฝาดี – ฝาเบี้ยว |
| 6.) การสูญเสียฝา (Closure) จากการรีเจ็คฝาคว่ำที่เครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) | 6.1) จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบองศาบาร์ (Bar) ลำเลียงฝา |
| 7.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจากการรีเจ็ค (Reject) น้ำผิดระดับ | 7.1) จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบค่าความดันในการตรวจสอบขวดรั่วที่เครื่องเป่าขวด |

ตารางที่ 4.7 แนวทางการควบคมกระบวนการ (ต่อ)

| ประเภทการสูญเสีย | การควบคุมกระบวนการ |
|---|---|
| 8.) การสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจากจากการการรีเจ็ค (Reject) ขวดปิดฝาไม่สนิท | 8.1) จัดทำมาตรฐานการทำงานและการตัดสินใจของพนักงานในกรณีพบปัญหาขวดปิดฝาไม่สนิทมากเกินเป้าหมาย |

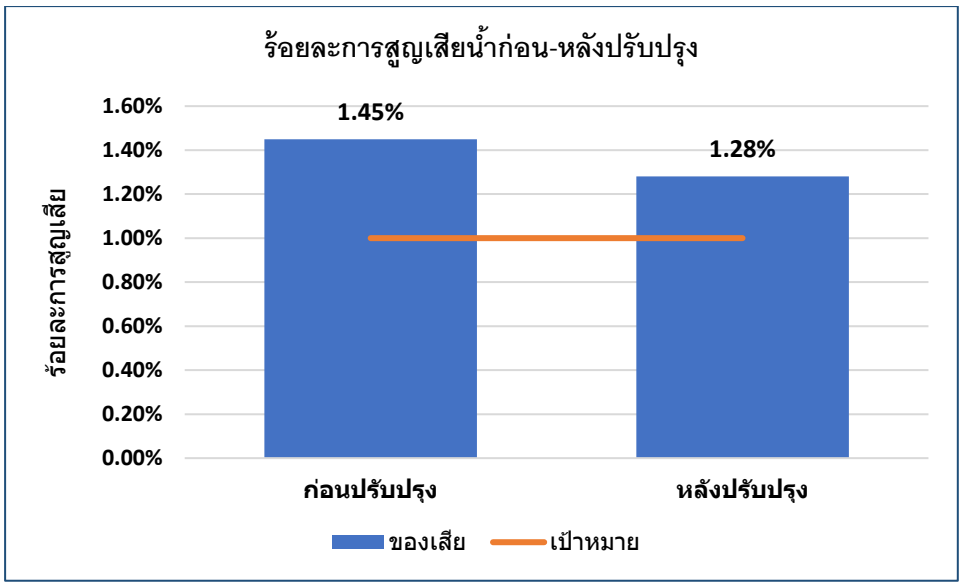
จากแนวทางการดำเนินงานตามขั้นตอน DMAIC แต่ละขั้นตอนได้นำไปสู่การนำไปปฏิบัติ โดยทำการติดตามผลหลังการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2564 - เดือนธันวาคม พ.ศ.2564 ได้ผลดังต่อไปนี้

พรีฟอร์ม (Preform) มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียอยู่ที่ร้อยละ 0.27 จากเดิมสูญเสียเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.53 ได้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ดังรูปที่ 4.41



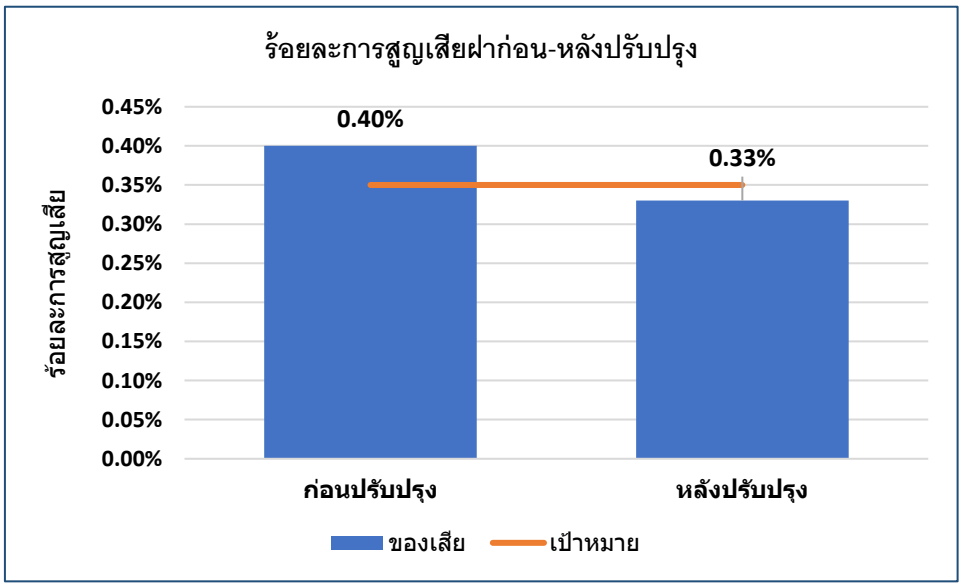

รูปที่ 4.41 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบร้อยละการสูญเสียของพรีฟอร์มก่อน - หลังการปรับปรุง

น้ำ (Water Treated) มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียอยู่ที่ร้อยละ 1.28 จากเดิมสูญเสียเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 1.45 ไม่ได้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากไม่สามารถที่จะทำการปรับปรุงมากไปกว่านี้ได้เนื่องจากมีความเสี่ยงที่จะกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และผิดกฎหมาย ดังรูปที่ 4.42




รูปที่ 4.42 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบร้อยละการสูญเสียของน้ำก่อน - หลังการปรับปรุง

ฝา (Closure) มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียอยู่ที่ร้อยละ 0.33 จากเดิมสูญเสียเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.40 ได้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ดังรูปที่ 4.43




รูปที่ 4.43 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบร้อยละการสูญเสียของฝาก่อน - หลังการปรับปรุง

จากรูปที่ 4.41 - 4.43 พบว่าหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยการสูญเสียวัตถุดิบทั้งสามชนิดลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าแนวทางการดำเนินการแก้ไขปัญหามีประสิทธิผล

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากปัญหาของโรงงานกรณีศึกษาเกี่ยวกับความสูญเสียวัตถุดิบในกระบวนการผลิตน้ำดื่มสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาด 0.6 ลิตร ซึ่งเกิดความสูญเสียขึ้นในกระบวนการผลิต มีปริมาณสูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ นำไปสู่การประยุกต์ใช้แนวทางการดำเนินงานตามหลัก DMAIC เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาซึ่งเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการกำหนดปัญหา การวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ และการควบคุมกระบวนการ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาของโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด พบว่าความสูญเสียหลักที่มีมูลค่าสูงสุดของกระบวนการคือพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนมูลค่าความสูญเสียสูงถึงร้อยละ 95.39 ของมูลค่าการสูญเสียทั้งหมด ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความตั้งใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาและหาแนวทางปรับปรุงตลอดจนควบคุมให้มีปริมาณของเสียน้อยลงเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

จากการศึกษากระบวนการผลิตน้ำดื่มของโรงงานกรณีศึกษาพบว่าการสูญเสียของวัตุดิบทั้ง 3 ชนิดเกิดขึ้นจาก 4 เครื่องจักรของกระบวนการผลิตได้แก่เครื่องเป่าขวด (Blower machine) เครื่องบรรจุน้ำ (Filler machine) เครื่องปิดฝา (Capper machine) เครื่องตรวจฝา (Cap Inspection machine) และเครื่องตรวจระดับน้ำและการปิดฝา (Full bottle Inspector,HEUFT#1 machine) หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการระดมสมองร่วมกับทีมงานเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและรากเหง้าของปัญหาโดยใช้เครื่องมือแผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect diagram) โดยพิจารณาถึงสาเหตุของการเกิดปัญหา ซึ่งแบ่งปัจจัยออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) วิธีการ (Method) การวัด (Measurement) และปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม (Mother ‘s Nature) โดยจากผลการดำเนินงานวิจัยพบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลให้เกิดการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) คืออุณหภูมิในการให้ความร้อนกับพรีฟอร์ม (Preform) ไม่เหมาะสม ชุดสปินเดิ้ล (Spindle) ชำรุด และอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส ปัจจัยหลักที่ส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำ (Water Treated) คือ ไม่มีมาตรฐานในการตั้งค่าระดับการเติมน้ำ และไม่มีไม่มีการควบคุมการเติมน้ำเกินระดับที่จำเป็น ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการสูญเสียผาคือไม่มีมาตรฐานการปรับตั้งพารามิเตอร์สำหรับเครื่องตรวจฝา (Cap Inspector) และ ไม่มีการกำหนดมาตรฐานของฝาดี-ฝาเบี้ยว และปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการสูญเสียพรีฟอร์ม (Preform) น้ำ (Water Treated) และฝา (Closure) พร้อมกันจาก

จากการรีเจ็ค (Reject) ที่ขั้นตอนการตรวจระดับน้ำและการปิดฝาขวด (Full bottle Inspection Process, HEUFT machine) คือไม่มีมาตรฐานการปรับตั้งค่าการรีเจ็คขวดรั่วหลังการเป่าที่เครื่องเป่าขวดและฝามี Defect จากกระบวนการของ Supplier จากนั้นพิจาณาร่วมกับทีมงานเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิต

หลังจากการปรับปรุงได้ติดตามผล โดยการควบคุมปัจจัยหลักในระยะเวลา 3 เดือน (เดือนตุลาคม- ธันวาคม พ.ศ. 2564) โดยสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัยได้ 2 จาก 3 ข้อ โดยสัดส่วนความสูญเสียของพรีฟอร์ม (Preform) จากเดิมร้อยละ 0.53 ลดลงเหลือร้อยละ 0.27 ได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ สัดส่วนความสูญเสียของฝา (Closure) จากเดิมร้อยละ 0.40 ลดลงเหลือร้อยละ 0.33 ได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และสัดส่วนความสูญเสียของน้ำ (Water Treated) จากเดิมร้อยละ 1.45 ลดลงเหลือ 1.28 ไม่ได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้เนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถที่จะทำการปรับปรุงมากไปกว่านี้ได้เนื่องจากมีความเสี่ยงที่จะกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และผิดกฎหมาย

การประยุกต์ใช้เทคนิค DMAIC สามารถเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาและปรับปรุงกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยในการความสูญเสียในกระบวนการผลิตได้เป็นอย่างดี ส่งผลต่อต้นทุนวัตถุดิบลดลง เพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังได้มีการปรับปรุงวิธีการทำงานที่ได้มาตรฐานและมีระเบียบแบบแผนมากขึ้นอีกด้วย

**5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต**

1. จากการศึกษาพบว่าหลังจากการปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตในเบื้องต้นแล้วกระบวนการผลิตยังคงมีความสูญเสียในกระบวนการผลิตเหลืออยู่ จากแนวทางการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจึงจำเป็นต้องดำเนินการปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดความสูญเสียให้เหลือน้อยที่สุดต่อไป โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและหลักวิศวกรรมขั้นสูงเข้ามาปรับปรุงและควบคุมกระบวนการเพื่อให้เกิดความสูญเสียน้อยที่สุด

2. นำหลักการหรือเครื่องมืออื่น ๆ มาศึกษาเปรียบเทียบเพื่อทราบถึงความแตกต่างและเปรียบเทียบของเสียของแต่ละหลักการหรือเครื่องมือเพื่อให้มีความหลากหลายของการปรับปรุง และสามารถลดปริมาณของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. โรงงานกรณีศึกษาสามารถนำหลักการ DMAIC ไปประยุกต์ใช้ร่วมกับปัญหาอื่นๆที่เหลือของโรงงานได้ ซึ่งทั้งนี้องค์กรจะต้องมีความมุ่งมั่นที่จะปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทีมงานที่มีความพร้อมและมีความเชี่ยวชาญได้เสนอความคิดเห็นและดำเนินการปรับปรุงอย่างจริงจัง

4.โรงงานกรณีศึกษายังขาดผู้เชี่ยวชาญทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญในการเครื่องมือวิเคราะห์ปัญหา โดยมีการเก็บข้อมูลในทุกๆกระบวนการเป็นอย่างดี แต่ยังมีการนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ต่อไปให้เกิดประโยชน์ค่อนข้างน้อย

**บรรณานุกรม**

[1] อภิญยา หนูพริ้ม, “การลดของเสียในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาในโรงงานถุงมือยางตัวอย่าง,” สารนิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม) คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 2563.

[2] กรรณิการ์ เบญจรัฐพงศ์, “การประยุกต์ใช้ซิกซ์ ซิกม่าในกระบวนการผลิตไพวอต,” สารนิพนธ์ วศ.ม. สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2558.

[3] ปิยนันท์ สวัสดิ์ศฤงฆาร, “6 Sigma Principles,” สารานุกรมการบริหารและการจัดการ, Oct. 10, 2020. https://drpiyanan.com/2020/10/10/6-sigma-principles/ (accessed May 10, 2021).

[4] วสวัตติ์ บุญปรีชา and สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน, “การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตของโรงงานเป่าพลาสติกโดยประยุกต์ใช้เทคนิค ซิกซ์ซิกม่า,” วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 พศ 2554, vol. 22, pp. 74–78, 2011.

[5] อามิณฑ์ หล้าวงศ์ and ชาญณรงค์ สายแก้ว, “ปัจจัยและสภาวะที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของขวด โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต,” วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น, pp. 385–398, 2014.

[6] ธีรนันท์ สุธาธรรมรัตน์, “การลดของเสียในกระบวนการผลิตแผงหน้าต่างอลูมิเนียมระบบผนังกระจกสำเร็จรูป,” วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการทางวิศวกรรม) วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพมหานคร, 2562.

[7] มนตรี มีชัย, “การลดของเสียในกระบวนการผลิตยางคอมปาวด์โดยการประยุกต์ใช้กระบวนการทาง ซิกส์-ซิกมา: กรณีศึกษา บริษัทผลิตคอมปาวด์แห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง,” วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจ สำหรับผู้บริหาร วิทยาลัยพาณิชยศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี, 2016.

[8] เยาวนาฎ ศรีวิชัย and รุ่งฉัตร ชมภูอินไหว, “การลดข้อบกพร่องบนผืนงานในกระบวนการผลิตลวดตาข่ายโดยใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า,” วิศวกรรมสาร มข, vol. 38, no. 4, pp. 375–383, 2011.

[9] ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร, “ตลาดน้ำดื่มบรรจุขวดในประเทศไทย,” 2564. http://fic.nfi.or.th/FoodMarketShareInThailandDetail.php?id=329 (accessed Jun. 21, 2564).

[10] วินิตา สุวรรณสะอาด, “การลดของเสียในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก กลุ่มถังเก็บน้ำ: กรณีศึกษาโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก,” สารนิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม) คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 2562.

[11] อิสราภรณ์ ธรรมวาโร, “การลดความสูญเสียในสายการแปรรูปอาหารสัตว์เลี้ยง: กรณีศึกษาโรงงานแปรรูปอาหารสัตว์เลี้ยง,” สารนิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม) คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 2562.

[12] เกียรติศักดิ์ น้อยราช และปารเมศ ชุติมา, “การลดของเสียจากปัญหาเย็บระเบิดในกระบวนการผลิตแบตเตอรี่รถจักรยานยนต์,” Research and Development Journal วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, vol. 25, pp. 55-61, 2014.

**ภาคผนวก ก**

ตารางบันทึกข้อมูล

ก-1 ตารางบันทึกข้อมูลการใช้และการสูญเสียของพรีฟอร์ม

| เดือน-ปี | พรีฟอร์ม (Preform) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | จำนวนพรีฟอร์มที่ใช้ตามทฤษฎี (Zero Loss) | จำนวนพรีฟอร์มที่ใช้จริง (Actual Usage) | จำนวนพรีฟอร์มที่สูญเสีย (Actual Loss) | ร้อยละการสูญเสียพรีฟอร์ม (Loss Percentage) |
| ม.ค.-63 | 20,351,424 | 20,438,842 | 87,418 | 0.43% |
| ก.พ.-63 | 11,670,576 | 11,728,760 | 58,184 | 0.50% |
| มี.ค.-63 | 17,409,444 | 17,480,572 | 71,128 | 0.41% |
| เม.ย.-63 | 20,573,832 | 20,668,964 | 95,132 | 0.46% |
| พ.ค.-63 | 7,751,892 | 7,793,096 | 41,204 | 0.53% |
| มิ.ย.-63 | 18,016,464 | 18,143,541 | 127,077 | 0.71% |
| ก.ค.-63 | 15,232,164 | 15,335,648 | 103,484 | 0.68% |
| ส.ค.-63 | 17,341,440 | 17,423,257 | 81,817 | 0.47% |
| ก.ย.-63 | 12,303,744 | 12,371,904 | 68,160 | 0.55% |
| ต.ค.-63 | 16,756,284 | 16,801,896 | 45,612 | 0.27% |
| พ.ย.-63 | 14,014,056 | 14,055,320 | 41,264 | 0.29% |
| ธ.ค.-63 | 23,762,736 | 23,861,160 | 98,424 | 0.41% |
| ม.ค.-64 | 7,497,600 | 7,534,368 | 36,768 | 0.49% |
| ก.พ.-64 | 4,388,556 | 4,401,120 | 12,564 | 0.29% |
| มี.ค.-64 | 6,751,692 | 6,782,588 | 30,896 | 0.46% |
| เม.ย.-64 | 11,182,584 | 11,229,508 | 46,924 | 0.42% |
| พ.ค.-64 | 3,280,008 | 3,289,228 | 9,220 | 0.28% |
| มิ.ย.-64 | 10,804,092 | 10,869,577 | 65,485 | 0.61% |
| ก.ค.-64 | 6,723,924 | 6,767,016 | 43,092 | 0.64% |
| ส.ค.-64 | 10,847,364 | 10,883,872 | 36,508 | 0.34% |
| ก.ย.-64 | 3,404,532 | 3,413,472 | 8,940 | 0.26% |
| ต.ค.-64 | 8,362,260 | 8,380,296 | 18,036 | 0.22% |
| พ.ย.-64 | 8,465,400 | 8,485,960 | 20,560 | 0.24% |
| ธ.ค.-64 | 9,490,188 | 9,523,384 | 33,196 | 0.35% |

ก-2 ตารางบันทึกข้อมูลการใช้และการสูญเสียของน้ำ

| เดือน-ปี | น้ำ (Water Treated) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | จำนวนน้ำที่ใช้ตามทฤษฎี (Zero Loss) | จำนวนน้ำที่ใช้จริง (Actual Usage) | จำนวนน้ำที่สูญเสีย (Actual Loss) | ร้อยละการสูญน้ำ (Loss Percentage) |
| ม.ค.-63 | 12,210,854 | 12,786,016 | 179,278 | 1.47% |
| ก.พ.-63 | 7,002,346 | 7,331,267 | 102,525 | 1.46% |
| มี.ค.-63 | 10,445,666 | 10,934,260 | 152,295 | 1.46% |
| เม.ย.-63 | 12,344,299 | 12,887,329 | 169,262 | 1.37% |
| พ.ค.-63 | 4,651,135 | 4,865,720 | 66,886 | 1.44% |
| มิ.ย.-63 | 10,809,878 | 11,301,091 | 153,111 | 1.42% |
| ก.ค.-63 | 9,139,298 | 9,553,001 | 128,951 | 1.41% |
| ส.ค.-63 | 10,404,864 | 10,854,380 | 140,114 | 1.35% |
| ก.ย.-63 | 7,382,246 | 7,710,508 | 102,319 | 1.39% |
| ต.ค.-63 | 10,053,770 | 10,495,472 | 137,678 | 1.37% |
| พ.ย.-63 | 8,914,104 | 9,443,533 | 165,023 | 1.85% |
| ธ.ค.-63 | 13,846,248 | 14,450,793 | 188,437 | 1.36% |
| ม.ค.-64 | 4,498,560 | 4,709,871 | 65,866 | 1.46% |
| ก.พ.-64 | 2,633,134 | 2,753,991 | 37,671 | 1.43% |
| มี.ค.-64 | 4,051,015 | 4,246,461 | 60,920 | 1.50% |
| เม.ย.-64 | 6,709,550 | 7,004,505 | 91,937 | 1.37% |
| พ.ค.-64 | 1,968,005 | 2,063,680 | 29,822 | 1.52% |
| มิ.ย.-64 | 6,482,455 | 6,763,925 | 87,734 | 1.35% |
| ก.ค.-64 | 4,034,354 | 4,205,869 | 53,461 | 1.33% |
| ส.ค.-64 | 6,508,418 | 6,769,266 | 81,306 | 1.25% |
| ก.ย.-64 | 2,042,719 | 2,125,974 | 25,951 | 1.27% |
| ต.ค.-64 | 5,017,356 | 5,228,750 | 65,892 | 1.31% |
| พ.ย.-64 | 5,584,910 | 5,813,994 | 71,405 | 1.28% |
| ธ.ค.-64 | 5,282,719 | 5,493,968 | 65,846 | 1.25% |

ก-3 ตารางบันทึกข้อมูลการใช้และการสูญเสียของฝา

| เดือน-ปี | ฝา (Closure) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | จำนวนฝาที่ใช้ตามทฤษฎี (Zero Loss) | จำนวนฝาที่ใช้จริง (Actual Usage) | จำนวนฝาที่สูญเสีย (Actual Loss) | ร้อยละการสูญเสียของฝา (Loss Percentage) |
| ม.ค.-63 | 12,853,824 | 12,902,261 | 48,437 | 0.38% |
| ก.พ.-63 | 7,282,020 | 7,330,699 | 48,679 | 0.67% |
| มี.ค.-63 | 10,657,752 | 10,706,044 | 48,292 | 0.45% |
| เม.ย.-63 | 9,391,248 | 9,421,200 | 29,952 | 0.32% |
| พ.ค.-63 | 4,471,884 | 4,489,000 | 17,116 | 0.38% |
| มิ.ย.-63 | 7,212,372 | 7,237,000 | 24,628 | 0.34% |
| ก.ค.-63 | 8,508,240 | 8,549,584 | 41,344 | 0.49% |
| ส.ค.-63 | 6,494,076 | 6,521,547 | 27,471 | 0.42% |
| ก.ย.-63 | 8,899,212 | 8,951,000 | 51,788 | 0.58% |
| ต.ค.-63 | 8,394,024 | 8,421,500 | 27,476 | 0.33% |
| พ.ย.-63 | 5,548,656 | 5,563,100 | 14,444 | 0.26% |
| ธ.ค.-63 | 14,272,548 | 14,315,400 | 42,852 | 0.30% |
| ม.ค.-64 | 7,497,600 | 7,518,000 | 20,400 | 0.27% |
| ก.พ.-64 | 4,388,556 | 4,404,000 | 15,444 | 0.35% |
| มี.ค.-64 | 6,751,692 | 6,781,500 | 29,808 | 0.44% |
| เม.ย.-64 | 11,182,584 | 11,238,500 | 55,916 | 0.50% |
| พ.ค.-64 | 3,280,008 | 3,286,500 | 6,492 | 0.20% |
| มิ.ย.-64 | 10,804,092 | 10,858,200 | 54,108 | 0.50% |
| ก.ค.-64 | 6,723,924 | 6,757,130 | 33,206 | 0.49% |
| ส.ค.-64 | 10,847,364 | 10,894,042 | 46,678 | 0.43% |
| ก.ย.-64 | 3,404,532 | 3,411,000 | 6,468 | 0.19% |
| ต.ค.-64 | 8,362,260 | 8,385,080 | 22,820 | 0.27% |
| พ.ย.-64 | 9,308,184 | 9,330,578 | 22,394 | 0.24% |
| ธ.ค.-64 | 8,569,956 | 8,612,000 | 42,044 | 0.49% |

**ภาคผนวก ข**

มาตรฐานการทำงานต่าง ๆ

ข-1 มาตรฐานการตรวจสอบค่าอุณหภูมิพรีฟอร์ม

| Work Instruction | | | NESTLÉ INDOCHINA Suratthani Factory |
|---|---|---|---|
| TITLE: Master Recipe Combi 0.6L Combi | | | |
| Author | Production Superintendent | Atthapon Aroonrat | Classification: *Yellow Class* |
| Approver | Production Manager | Dittawut Bousayakaew | Page 7 of 22 |

**Page : Blower Process - Oven**

**Page : Blower Process - Timing chart**

ข-2 มาตรฐานการซ่อมบำรุงชุดสปินเดิ้น (Spindle)

| มาตรฐานการซ่อมบำรุง | |
|---|---|
| **Maintenance Plan** | 8482-010-649 |
| **Description** | 1Y Blower Change the O-ring spindle nose |
| **Frequency** | 1 Year |

**1Y Blower Change the O-ring spindle nose oven.**
**Subject:**
1.Removal/refit: spindle tip ( CO-B0009 )
2.Removal / installation of a spindle section ( MP-B0053 )

**Safety Information :**
Mode 3

**Quality Information :**
1.ผ้าสำหรับเช็ดทำความสะอาดเครื่องจักร
2.แอลกอฮอล์ 70 %
3.ถุงมือ

**เครื่องมือ :**
1.Blade screwdriver
2.Hexagon wrench No. 3,4,5,6
3.ชุดประแจบล็อค
3.Oring & Seal Hook
4.Special tools
5.LOCTITE 222

**Spare part :**
1.104073746 ORING 9.00x4.00 SH45 BL 00000101358 = 246 PCE.

**ขั้นตอนการทำงาน :**
• ถอดอิเจ็คเตอร์ออกด้วยตนเองหรือใช้ไขควงหากมีรูสำหรับอิเจ็คเตอร์ 1
! อย่าใช้ไขควงหากรูนั้นอยู่ใกล้กับโอริง เนื่องจากมีความเสี่ยงที่จะทำให้แหวนเสียหายได้
• วางตำแหน่งประแจ "BTR" 2
! ต้องใส่ประแจ "BTR" เข้าไปในตัวของปลายสปินเดิลจนสุด
• จับปีกนกของแกนหมุนโดยใช้ประแจจับและคลายปลายแกนหมุน
โดยใช้ประแจ "BTR" 3
ทิปสปินเดิลประกอบด้วยล็อคเกลียวแบบเบา "LOCTITE 222" การคลายปลายแกนหมุนอาจทำได้ยาก
• ถอดปลายแกนหมุนออก
• เปลี่ยนชิ้นส่วนต่อไปนี้ 4 :
- อิเจ็คเตอร์,
- ปลายแกนหมุน
• ทำความสะอาดปลายหมุดแกนหมุนโดยใช้ผ้าแห้งสะอาด 5
• ทำการชันเกลียว "LOCTITE 222" แบบเบาที่ส่วนเกลียว 6
• ผิดปลายหัวฉีด ตรวจสอบสภาพและตำแหน่งของซีล 7
• คลิปบนอิเจ็คเตอร์ 8
• ทำความสะอาดปลายแกนหมุนและตัวถอดโดยใช้ผ้าและสารทำความสะอาด "NET A03" 9
• ทำซ้ำกับปลายแกนหมุนทั้งหมด

ข-3 มาตรฐานการซ่อมบำรุงชุดสปินเดิ้น (Spindle) (ต่อ)

| มาตรฐานการซ่อมบำรุง | |
|---|---|
| | |
| **Maintenance Plan** | 8482-010-650 |
| **Description** | 4Y Blower Replacing the spindle chain. |
| **Frequency** | 4 Years |

**4Y Blower Replacing the spindle chain.**

**Subject:**
1.Replacing the spindle chain ( MP-B0043 )
2.Removal/refit: spindle tip ( CO-B0009 )
3.Replacing the fixed chains and the fixed chain guides ( MP-B0044 )
4.Adjusting the tension of the spindle chain and the stationary chains ( MP-B0070 )

**Safety Information :**
Mode 3

**Quality Information :**
1.ผ้าสำหรับเช็ดทำความสะอาดเครื่องจักร
2.แอลกอฮอล์ 70 %
3.ถุงมือ

**เครื่องมือ :**
1.Blade screwdriver
2.Hexagon wrench No. 3,4,5,6
3.ชุดประแจบล็อค
3.Oring & Seal Hook
4.Special tools
5.LOCTITE 222

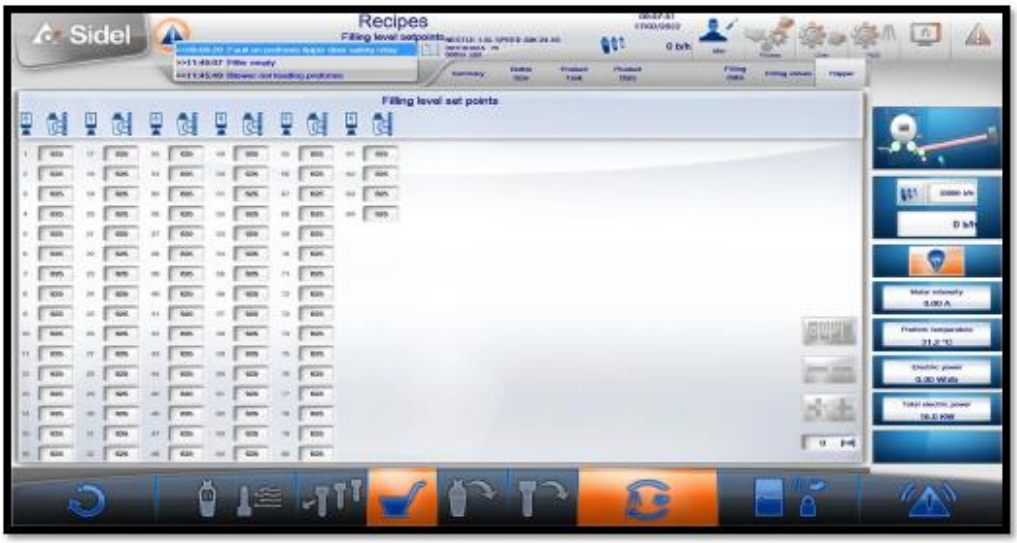
**Spare part :**
1. 103922001 Pivot BL01136673805 = 123 PCE.
2. 103922046 Sheath BL01141958901 = 246 PCE.
3. 104029303 Nut Assembly BL 01142646001 = 246 PCE.
4. 103922011 Ring BL01142665901 = 246 PCE.
5. 103921170 Bearing BL01139764601 = 246 PCE.
6. 103922008 1141960901 ANTI-ROTATION RING = 246 PCE.
7. 103921919 Guide Wheel Blower 01128351501 = 123 PCE.
8. 103922032 Ring Exterieur 9x1,00 BL00000101054 = 150 PCE.
9. 103920891 Bearing- Ball Roller BL00000109521 = 123 PCE.
10. 103922031 Ring Exterieur 8x0,80 BL00000015105 = 150 PCE.
11. 103921999 Pinion Fastening BL01146569301 = 123 PCE.
12. 103921998 Pinion Fastening BL01146569101 = 123 PCE.
13. 103922089 Spring BL01128896502 = 246 PCE.
14. 103922009 Ring Bayonet BL01128835304 = 246 PCE.
15. 103922027 Ring Exterie 12x1,00 BL00000015109 = 300 PCE.
16. 103922033 Ring Sping Support BL01137466903 = 246 PCE.
17. 104073743 Spindle Nose BL 1169617601 = 246 PCE.

ข-4 มาตรฐานการตรวจสอบการปรับตั้งระดับการบรรจุน้ำ

| Work Instruction | | | NESTLÉ INDOCHINA Suratthani Factory |
|---|---|---|---|
| TITLE: Master Recipe Combi 0.6L Combi | | | |
| Author | Production Superintendent | Atthapon Aroonrat | Classification: *Yellow Class* |
| Approver | Production Manager | Dittawut Bousayakaew | Page 13 of 22 |

**Page : Filler Recipe - Filling Data**

**Page : Filler Recipe - Filling Valve**



ข-5 มาตรฐานการตรวจปริมาณระดับน้ำในผลิตภัณฑ์

Indochina market

# OPL - One Point Lesson

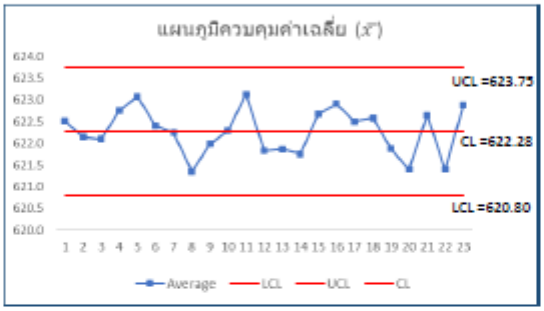
CONTINUOUS EXCELLENCE

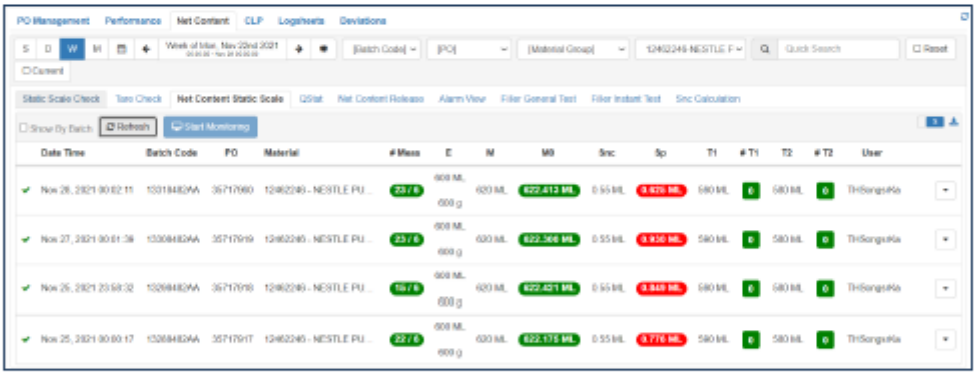
| | |
|---|---|
| **Subject:** เรื่อง : มาตรฐานการควบคุมระดับการบรรจุน้ำสำหรับผลิตภัณฑ์ 0.6L | **OPL No.:** |
| | **Date: 10-01-2022** |
| **Created by: Atthapon Aroonrat** | **Validated by:** ตรวจสอบโดย |
| **Specialist - SHE, Q, ENG (if applicable):** ผู้ชำนาญงานเฉพาะด้าน | **Head of Department:** หัวหน้าแผนก |

**Type of OPL (Classification):** ประเภทของ OPL
☐ ความรู้พื้นฐาน Basic Knowledge ☒ การปรับปรุง Improvement Case ☐ ปัญหาและการแก้ไข Problem & Solution ☐ การถ่ายโอนความรู้ Activities Transfer

**Area of Concern:** เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้อง
☐ Safety ความปลอดภัย ☐ Environment สิ่งแวดล้อม ☒ Quality คุณภาพ
☐ Maintenance การซ่อมบำรุง ☒ Machine Operating การทำงานเครื่องจักร ☐ Other อื่นๆ

| | |
|---|---|
| **Area/Line:** พื้นที่/สายการผลิต : Line A | **Equipment:** เครื่องจักร/ อุปกรณ์ : Filler |




**มาตรฐานการควบคุมระดับการบรรจุน้ำสำหรับผลิตภัณฑ์ 0.6L**

-Monitor ค่า M0 หลังจบการผลิตต่อ batch ค่าต้องอยู่ระหว่าง **620.80** ml - **623.75** ml
-หากค่า M0 ไม่อยู่ในช่วงที่ตั้งกล่าวให้แจ้งหัวหน้างาน หรือพนักงานฝ่ายวิศวกรรม

**Training Record (บันทึกการการฝึกอบรม / ถ่ายทอดความรู้ )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Trainee** (ผู้รับการฝึกอบรม) | | | | | | | |
| **Trainer** (ผู้อบรม) | | | | | | | |
| **Training Date** (วันที่อบรม) | | | | | | | |
| **Trainee** (ผู้รับการฝึกอบรม) | | | | | | | |
| **Trainer** (ผู้อบรม) | | | | | | | |
| **Training Date** (วันที่อบรม) | | | | | | | |

ข-6 มาตรฐานการทำงานการหยุดเครื่องและเริ่มการผลิตใหม่

| CONTINUOUS EXCELLENCE | Standard Work Diagram | Line | Area | Position | Product or Activity |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A | Combi | Combi | Start - Shutdown |

Personal Protective Equipment (PPE) Required

Tools and Equipment

**1** — 0.25 min

กดปุ่ม Stop production ที่หน้าจอ HMI

**2** — 25 min

ทำการ COP

Standard : Program ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

**3** — 10 min

Check stock ฝา และ Preform

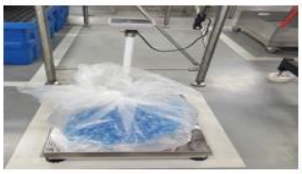
Standard : จำนวนฝาและ Preform ที่มีอยู่จริงเท่ากับจำนวนในระบบ SAP

**4** — 3 min

ชั่งน้ำหนักฝาที่ Return จาก Cap conveyor และ บันทึกข้อมูล

Standard : บันทึกข้อมูลถูกต้องครบถ้วน

**5** — 10 min



กวาด Preform ที่ตกอยู่ใต้ Preform Tipping และชั่งน้ำหนักและบันทึกข้อมูล

Standard : ไม่มี Preform ตกค้างอยู่ใต้ Preform Tipping และบันทึกข้อมูลถูกต้องครบถ้วน

**5** — 2 min

ทำการ Start Production ใหม่

| Emergency Number | Safety Concern | Press Stop | Machine Running | Machine Stop | | Cycle Time | Description |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 158 | | | | | | 26.25 min | พื้นหยุดการ Stop production เมื่อหยุดการผลิต |

| Document # | Revised | Date | Modification Description | Print | Creator | Quality | SHE | Manager |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Atthapon A. | | | |

ข-7 มาตรฐานการตรวจสอบฝาดี – ฝาเบี้ยว

Indochina market

# OPL - One Point Lesson

CONTINUOUS EXCELLENCE

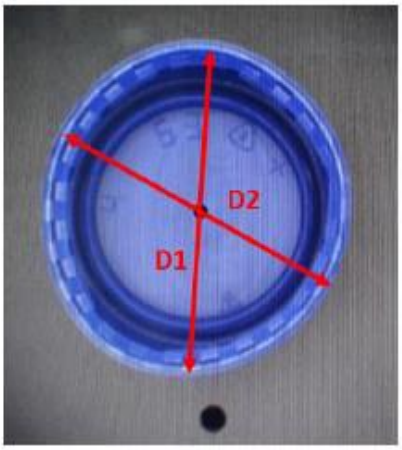
| | |
|---|---|
| **Subject:** เรื่อง : มาตรฐานการตรวจสอบฝาดี - ฝาเบี้ยว | **OPL No.:** |
| | **Date:** 10-01-2022 |
| **Created by:** Atthapon Aroonrat | **Validated by:** ตรวจสอบโดย |
| **Specialist - SHE, Q, ENG (if applicable):** ผู้ชำนาญงานเฉพาะด้าน | **Head of Department:** หัวหน้าแผนก |

**Type of OPL (Classification):** ประเภทของ OPL ☐ ความรู้พื้นฐาน Basic Knowledge ☐ การปรับปรุง Improvement Case ☒ ปัญหาและการแก้ไข Problem & Solution ☐ การถ่ายโอนความรู้ Activities Transfer

**Area of Concern:** เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้อง ☐ Safety ความปลอดภัย ☐ Environment สิ่งแวดล้อม ☒ Quality คุณภาพ ☐ Maintenance การซ่อมบำรุง ☒ Machine Operating การทำงานเครื่องจักร ☐ Other อื่นๆ

| | |
|---|---|
| **Area/Line:** พื้นที่/สายการผลิต : Line A | **Equipment:** เครื่องจักร/ อุปกรณ์ : Filler |

## มาตรฐานการตรวจสอบฝาดี - ฝาเบี้ยว




วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของฝา 2 จุด

ได้ค่า D1 และ D2

|D1 - D2| = X

X < 2 mm. เป็นฝาดี

X > 2 mm. เป็นฝาเบี้ยว

**Training Record (บันทึกการการฝึกอบรม / ถ่ายทอดความรู้ )**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trainee (ผู้รับการฝึกอบรม) | | | | | | | |
| Trainer (ผู้อบรม) | | | | | | | |
| Training Date (วันฝึกอบรม) | | | | | | | |
| Trainee (ผู้รับการฝึกอบรม) | | | | | | | |
| Trainer (ผู้อบรม) | | | | | | | |
| Training Date (วันฝึกอบรม) | | | | | | | |

ข-8 มาตรฐานการตรวจสอบค่าความดันในการตรวจสอบขวดรั่วที่เครื่องเป่าขวด

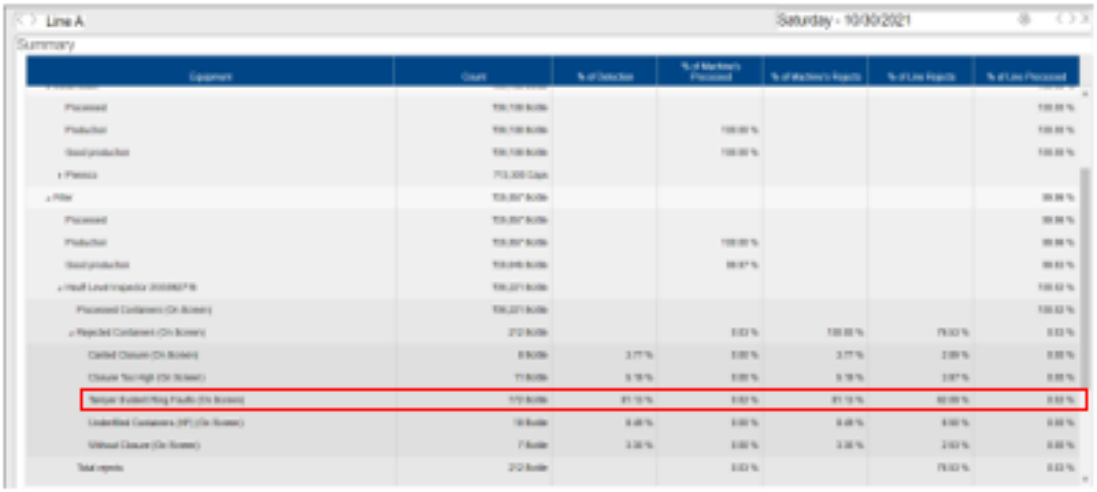
| Work Instruction | | | NESTLÉ INDOCHINA Suratthani Factory |
|---|---|---|---|
| TITLE: Master Recipe Combi 0.6L Combi | | | |
| Author | Production Superintendent | Atthapon Aroonrat | Classification: *Yellow Class* |
| Approver | Production Manager | Dittawut Bousayakaew | Page 6 of 22 |

**Page : Blower Process customization - Process**

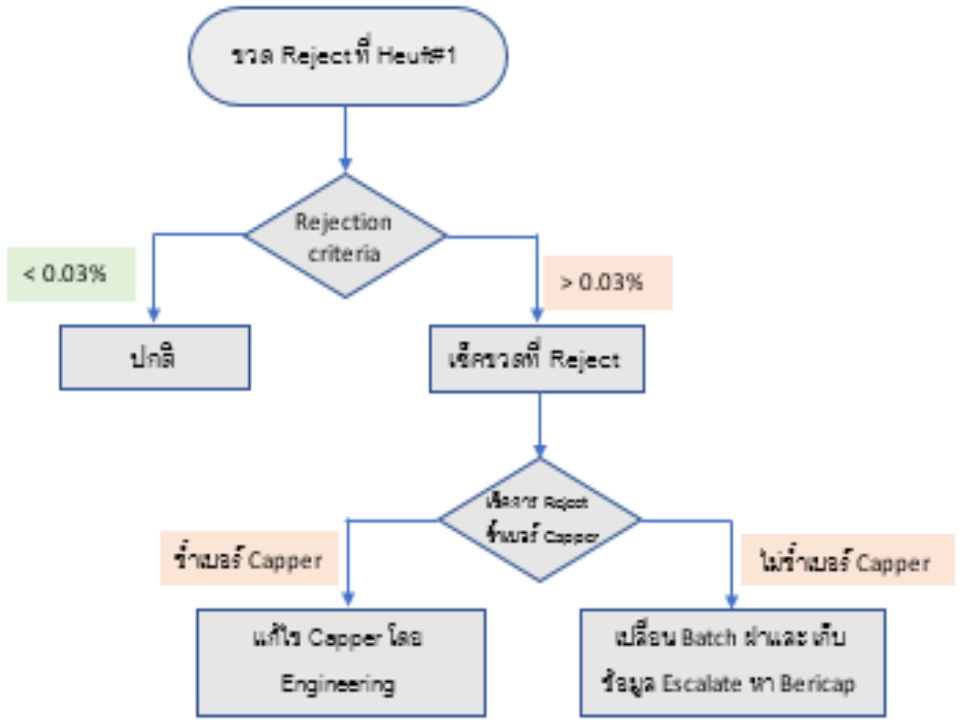
**Page : Blower Process customization - Synchronization**

ข-9 มาตรฐานการทำงานและการตัดสินใจของพนักงานในกรณีพบปัญหาขวดปิดฝาไม่สนิทมากเกินเป้าหมาย

**แนวทางปฏิบัติงานเมื่อเจอปัญหาฝาพับ (Tamper Evident Ring fault)**




-Monitor % Reject Tamper Evident ring fault จาก EIT หน้า Loss Reduction Summary และพิจารณาแนวทางตาม Flow chart




**การเก็บข้อมูลเพื่อ Escalate หา Bericap ดังต่อไปนี้**

1.) Cavity No. ของฝาจากขวด Defect จำนวน 20 ฝา

2.) Box No. ของกล่องฝา ที่ใช้แล้วมี Defect จำนวน 6 Box

3.) ตัวอย่าง ขวดที่มี Defect ฝา จำนวน 10 ขวด

4.) ตัวอย่าง ฝา Defect (เฉพาะฝา เกะออกจากขวดโดยไม่ให้ Ring ขาดออกจากฝา) จำนวน 20 ฝา

## ประวัติผู้เขียน

**ชื่อ – สกุล** นายอรรถพล อรุณรัตน์

**รหัสประจำตัวนักศึกษา** 6310121011

| **วุฒิการศึกษา** | **ชื่อสถาบัน** | **ปีที่สาเร็จการศึกษา** |
|---|---|---|
| วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2556 |

**ตำแหน่งงานและสถานที่ทำงาน**

หัวหน้างานฝ่ายวิศวกรรม

บริษัทเปอริเอ้ วิทเทล (ประเทศไทย) จำกัด โรงงานสุราษฎร์ธานี

หมู่ที่ 5 ตำบลท่าโรงช้าง อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี