การลดของเสียในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาในโรงงานถุงมือยางตัวอย่าง

Defect Reduction in a Manufacturing Process; a Case Study in Gloves Manufacturing

อภิญยา หนูพริ้ม

Apinya Nuprim

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

2563

ชื่อสารนิพนธ์ การลดของเสียในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาในโรงงานถุงมือยางตัวอย่าง
ผู้เขียน นางสาวอภิญยา หนูพริ้ม
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร สุธรรมานนท์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภิสพร มีมงคล)

.....

(รองศาสตราจารย์ สมชาย ชูโฉม)
ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

ชื่อสารนิพนธ์ การลดของเสียในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาในโรงงานถุงมือยางตัวอย่าง
ผู้เขียน นางสาวอภิญยา หนูพริ้ม
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตถุงมือไม่ให้เกินร้อยละ 1.5 โดย ประยุกต์ใช้หลักการของซิก ซิกม่า (Six Sigma) ผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาและกำหนดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสูงสุด 3 อันดับแรก ประกอบด้วย ปัญหาถุงมือฉีกขาด ปัญหาถุงมือขอบม้วนไม่สมบูรณ์ และปัญหาถุงมือบวมเสียรูป จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการวัดสภาพปัญหา โดยศึกษากระบวนการผลิตทั้งหมด 20 ขั้นตอน พบว่ามีเพียง 11 ขั้นตอนเท่านั้นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าว และระดมสมองร่วมกับทีมงานเพื่อวิเคราะห์รากเหง้าของปัญหา จากนั้นประเมินหาความรุนแรงและโอกาสในการเกิดขึ้นของแต่ละสาเหตุ พบว่าสาเหตุหลักในการเกิดปัญหาฉีกขาด คือ ตัวปรับความแรงลมของเครื่องถอดถุงมือผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน และไม่มีการควบคุมระยะเวลาการบ่มน้ำยางให้ครอบคลุมตั้งแต่เริ่มผสมจนใช้หมดถัง สาเหตุหลักในการเกิดปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์ คือ คอยล์ร้อนของตู้อบ 3 ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งานและลูกกลิ้งม้วนขอบ (Roller) ขาดการตรวจเช็คและบำรุงรักษา และปัญหาสุดท้ายบวมเสียรูป สาเหตุหลักในการเกิดปัญหา คือ คอยล์ร้อนของตู้อบวัลคาไนซ์ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งานและไม่มีการกำหนดระยะเวลาการบ่มน้ำยางในกรณีผลิตเร่งด่วน

จากการวิเคราะห์สาเหตุหลักแล้วได้มีการปรับปรุงแก้ไขดังนี้ 1) เปลี่ยนตัวปรับแรงดันลมคอยล์ร้อนของตู้อบ 3 และคอนล์ร้อนของตู้อบวัลคาไนซ์ 2) จัดทำใบตรวจสอบของเครื่องถอดถุงมือ เครื่องม้วนขอบและตู้อบ 3) จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบเครื่องถอดถุงมือ เครื่องม้วนขอบและตู้อบ 4) จัดทำมาตรฐานการบ่มน้ำยางคอมปาวด์ 5) กำหนดระยะเวลาการบ่มน้ำยางกรณีผลิตเร่งด่วนต่ำสุดที่ 16 ชั่วโมง โดยเพิ่มปริมาณสารตัวเร่งเพิ่ม 20% ของสูตรปกติ

จากการติดตามผลการปรับปรุง โดยควบคุมปัจจัยหลักในระยะเวลา 3 เดือน พบว่าสัดส่วนของเสียจากกระบวนการผลิตถุงมือมีค่าลดลงจากร้อยละ 1.698 เหลือร้อยละ 1.463 เมื่อเทียบระดับ Sigma level สามารถปรับปรุงจากระดับ 3.626 σ ไปที่ระดับ 3.682 σ

Minor thesis Title	Defect reduction in a manufacturing process; a case study in Gloves Manufacturing
Author	Ms. Apinya Nuprim
Major Program	Industrial Management
Academic Year	2020

ABSTRACT

The objective of this research was to reduce the number of defect in gloves manufacturing process, targeting as no more than 1.5%, by applying principles of six sigma. Studying current and defining the problem indicated top three of defects as tear defect, incomplete bead defect and swell defect. Next, the measure phase was conducted by studying flow process of gloves production. It was showed that from 20 steps, only 11 steps were related with such problem. Brainstorming with the team contributed to find out root cause. These causes were assessed their severity and occurrence. The main causes of tear defect were excess lifetime of air regulator and no latex compound maturation time control from beginning of mixing until used up. The main causes of incomplete bead defect were excess lifetime of coil of drying oven 3 and lack of checking and maintenance of beading. Lastly, the main causes of swell defect were excess lifetime of coil of vulcanizing oven and no defined latex compound maturation time in case of urgent production. After analyzing each main cause, the following solutions were suggested. 1) Change air regulation, coil of drying oven 3 and coil of vulcanizing oven 2) Established machine check sheet of stripping machine, Beading machine and oven 3) Established operation standard of stripping machine, Beading machine and oven 4) Established latex compound maturation standard 5) Defined latex compound maturing time in case of urgent production minimum 16 hr which increase amount of catalyze by 20% of formulation. Consequently, after improving and controlling main causes for a period of 3 months, the defect was reduced from 1.698% to 1.463%. In other words, a sigma level was improved from 3.626 σ up to 3.682 σ.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ซึ่งเสียสละอันมีค่าเพื่อให้ความรู้ คำแนะนำคำปรึกษาระหว่างดำเนินการศึกษา และความกรุณาในการตรวจสอบแก้ไข คำแนะนำเพิ่มเติมในการดำเนินการวิจัย ชี้แนะแนวทางให้ทักษะ ความรู้ในการวิจัยที่เป็นประโยชน์อย่างมาก ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร สุธรรมนนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นภิสพร มีมงคล กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการร่วมเป็นประธาน และกรรมการในการสอบสารนิพนธ์ ที่ได้ชี้แนะแนวความคิดตรวจสอบแก้ไขเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งของสารนิพนธ์เล่มนี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรการจัดการอุตสาหกรรมทุกท่านที่ประสิทธิประสาทวิชาให้ความรู้ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงานวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่หลักสูตรทุกท่านที่คอยเป็นธุระให้ในการประสานงานต่างๆ ตลอดการศึกษา

ขอขอบคุณโรงงานกรณีศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์ในการศึกษาวิจัยและสนับสนุนทรัพยากรข้อมูลต่างๆที่จำเป็นต่อการวิจัย และผู้จัดการฝ่ายผลิต ฝ่ายคอมปาวด์ และฝ่ายวิศวกรรมที่ให้คำแนะนำในการเก็บข้อมูล และคอยช่วยเหลือการดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัย และคอยช่วยเหลอผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

อภิญยา หนูพริ้ม

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญรูป	(10)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	8
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
1.4 ขอบเขตการวิจัย	8
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับถุงมือยาง	9
2.2 กระบวนการผลิตถุงมือยาง	11
2.3 แนวทางซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma)	12
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 ขั้นตอนการกำหนดปัญหา	27
3.2 ขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา	28
3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา	29
3.4 ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ	30
3.5 ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ	31
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการกำหนดปัญหา	32
4.2 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา	33
4.3 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา	49

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญ	**หน้า**
4.4 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ	62
4.5 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ	78
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	81
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	82
บรรณานุกรม	83
ภาคผนวก ก	85
ภาคผนวก ข	90
ภาคผนวก ค	95
ภาคผนวก ง	100

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ข้อมูลของเสียของผลิตภัณฑ์ถุงมือยางชนิดมีแป้งตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2560	4
1.2	ข้อมูลของเสียของผลิตภัณฑ์ถุงมือยางชนิดไม่มีมีแป้งตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2560	5
1.3	ข้อมูลของเสียรวมที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตถุงมือยาง ตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2560	6
2.1	สูตรสารเคมีสำหรับการผลิตถุงมือสำหรับการตรวจโรค	11
2.2	การเกิดของเสียที่ระดับซิกม่าต่างๆ เมื่อมีการเลื่อนแกน 1.5 σ	15
4.1	ปริมาณของเสียก่อนปรับปรุง เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ.2562	48
4.2	สาเหตุรากเหง้าของปัญหาฉีกขาด	53
4.3	สาเหตุรากเหง้าของปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์	54
4.4	สาเหตุรากเหง้าของปัญหาบวมเสียรูป	55
4.5	เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบจากสาเหตุของปัญหาฉีกขาด ขอบม้วนไม่สมบูรณ์และบวมพอง	56
4.6	เกณฑ์การประเมินผลโอกาสในการเกิดขึ้นของสาเหตุจากปัญหาฉีกขาด ขอบม้วนไม่สมบูรณ์ และบวมเสียรูป	56
4.7	ผลการประเมินปัญหาการฉีกขาด	58
4.8	ผลการประเมินปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์	59
4.9	ผลการประเมินปัญหาบวมเสียรูป	60
4.10	มาตรฐานการตรวจสอบเครื่องถอดถุงมือแบบเป็นลำดับขั้นตอน	64
4.11	การจัดระดับของการทดสอบคลอโรฟอร์มนัมเบอร์	66
4.12	ระดับของการวัลคาไนซ์ที่ระยะเวลาการบ่มที่ต่างกัน	67
4.13	มาตรฐานการบ่มน้ำยางคอมปาวด์	68
4.14	มาตรฐานการตรวจสอบตู้อบแบบเป็นลำดับขั้นตอน	69
4.15	มาตรฐานการตรวจสอบเครื่องม้วนขอบแบบเป็นลำดับขั้นตอน	72
4.16	มาตรฐานการตรวจสอบตู้อบแบบเป็นลำดับขั้นตอน	74
4.17	ระดับของการวัลคาไนซ์ที่ระยะเวลาการบ่มและสารตัวเร่งที่ต่างกัน	76

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.18 ระดับของการวัลคาไนซ์ ระยะเวลาการบ่ม 16 ชั่วโมง ที่ปริมาณสารตัวเร่งต่างกัน 77

4.19 แนวทางการควบคุมปัจจัยที่ได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแล้ว 78

4.20 ปริมาณของเสียหลังการปรับปรุง (เดือน มกราคม-มีนาคม พ.ศ.2563) 79

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แผนภูมิวงกลมปริมาณการผลิตถุงมือยาง ตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2560	2
1.2	กราฟของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ.2560	2
1.3	แผนภูมิแท่งปริมาณของเสีย เดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2560	7
2.1	แสดงลักษณะของถุงมือยางที่ใช้ในงานผ่าตัด	10
2.2	ลักษณะของถุงมือยางที่ใช้ในงานตรวจโรคทั่วไป	10
2.3	ลักษณะของถุงมือยางที่ใช้ในงานตรวจโรคทั่วไป	10
2.4	ลักษณะของถุงมือยางที่ใช้ในครัวเรือน	11
2.5	แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตถุงมือสำหรับการตรวจโรค	12
2.6	การกระจายของข้อมูลที่ระดับซิกม่าต่างๆ	14
2.7	วงจรการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกม่า	16
2.8	แสดงความสัมพันธ์ของวงจร DMAIC กับวงจร PDCA	16
2.9	แผนภาพรายละเอียดขั้นตอนการกำหนดปัญหา	17
2.10	แผนภาพรายละเอียดขั้นตอนวัดการกำหนดสาเหตุของปัญหา	19
2.11	แผนภาพรายละเอียดขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา	20
2.12	แผนภาพรายละเอียดขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ	21
2.13	แผนภาพรายละเอียดขั้นตอนการควบคุม	22
3.1	ขั้นตอน DMAIC	26
3.2	ขั้นตอนการกำหนดปัญหา	27
3.3	ขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา	28
3.4	ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	29
3.5	ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ	30
3.6	ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ	31
4.1	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติของโรงงานกรณีศึกษา	32
4.2	แผนผังกระบวนการผลิตถุงมือยางชนิดไม่มีแป้ง	34
4.3	แผนผังกระบวนการผลิตถุงมือยางชนิดแป้ง	35

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.4	การติดตั้งเบ้ามือ	36
4.5	การล้างทำความสะอาดเบ้ามือด้วยกรด	37
4.6	การล้างทำความสะอาดเบ้ามือด้วยด่าง	37
4.7	การทำความสะอาดเบ้ามือด้วยชุดลูกกลิ้งแปรงขัด	38
4.8	การล้างทำความสะอาดเบ้ามือด้วยน้ำร้อน	38
4.9	การอบเบ้ามือให้แห้งก่อนจุ่มสารช่วยจับตัว	39
4.10	การจุ่มสารช่วยจับตัว	39
4.11	การอบเบ้ามือให้แห้งหลังจุ่มสารช่วยจับตัว	40
4.12	การเป่าพัดลมระบายอากาศ	40
4.13	การจุ่มน้ำยางคอมปาวด์	41
4.14	การอบหมายฟิล์มถุงมือ	41
4.15	การชะล้างฟิล์มยาง	42
4.16	การเคลือบสารโพลิเมอร์	42
4.17	การม้วนขอบ	43
4.18	การอบวัลคาไนซ์	43
4.19	การชะล้างถุงมือยางหลังการอบ	44
4.20	การจุ่มแป้ง	44
4.21	การอบแห้งถุงมือยาง	45
4.22	การถอดถุงมือ	45
4.23	แผนภูมิวงกลมของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2562	46
4.24	แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดปัญหาการฉีกขาด	50
4.25	แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์	51
4.26	แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดปัญหาบวมเสียรูป	52
4.27	แผนภูมิแท่งแสดงสาเหตุของปัญหาฉีกขาด	61
4.28	แผนภูมิแท่งแสดงสาเหตุของปัญหาฉีกขาดสาเหตุขอบม้วนไม่สมบูรณ์	61
4.29	แผนภูมิแท่งแสดงสาเหตุของปัญหาสาเหตุบวมเสียรูป	62

สารบัญรูป (ต่อ)

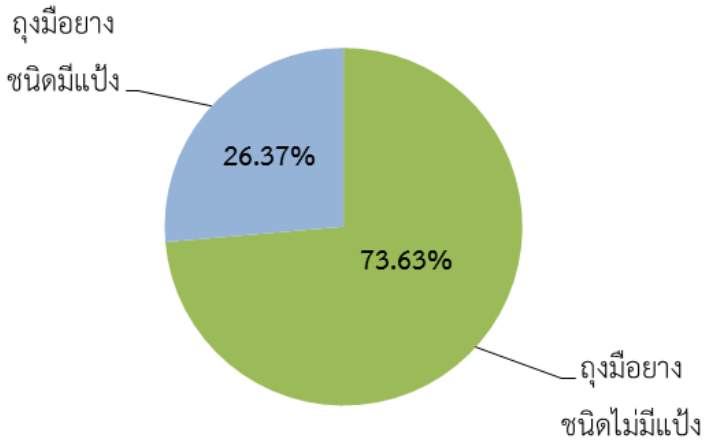
รูปที่		หน้า
4.30	Regulator ก่อนการปรับปรุง (ก) หลังการปรับปรุง (ข)	63
4.31	Machine check sheet ของเครื่องถอดถุงมือ	64
4.32	คอยล์ร้อนก่อนการปรับปรุง (ก) หลังการปรับปรุง (ข)	68
4.33	Machine check sheet ของตู้อบ	69
4.34	ตัวรองเบ้ามือของเครื่องม้วนขอบ	70
4.35	Machine check sheet ของเครื่องม้วนขอบ	71
4.36	คอยล์ร้อนก่อนการปรับปรุง (ก) หลังการปรับปรุง (ข)	73
4.37	Machine check sheet ของตู้อบ	73
4.38	แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบร้อยละของของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง	80

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

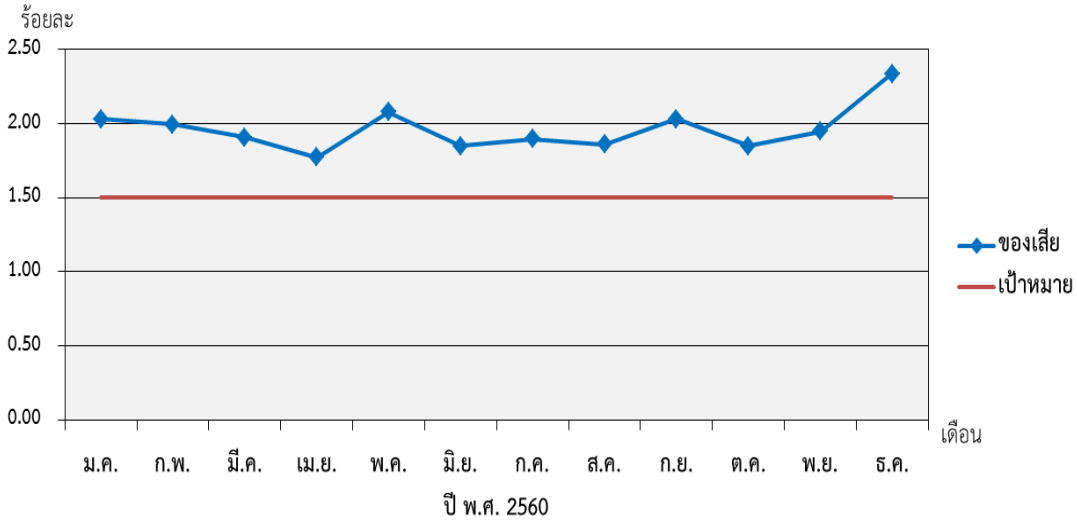
ในปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกถุงมือยางเป็นอันดับ 2 ของโลกรองจากประทศมาเลเซีย โดยความต้องการใช้ถุงมือยางธรรมชาติของโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากความเจริญเติบโตในด้านการแพทย์และวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้มีการผลิตถุงมือยางเพิ่มขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการที่สูงขึ้น และมีคู่แข่งในตลาดที่สูงขึ้นเช่นกัน สำหรับคู่แข่งขันที่สำคัญ คือ บริษัทผลิตถุงมือยางในประเทศมาเลเซีย จีน และอินโดนีเซีย [1] ที่มีความสามารถในการผลิตสินค้าได้มาตรฐานมากขึ้นและมีการพัฒนาเครื่องจักรให้มีความทันสมัยเพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตให้มากยิ่งขึ้น จึงทำให้คู่แข่งสามารถลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยและมีคุณภาพที่ดีตามความต้องการของลูกค้ามากกว่า ปัจจัยสำคัญเหล่านี้ ส่งผลให้คู่แข่งมีความได้เปรียบในเรื่องของราคาสินค้าและด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จึงทำให้เป็นผู้นำในการกำหนดราคาในตลาด ส่งผลให้ผู้ผลิตถุงมือยางของไทยไม่สามารถขึ้นราคาได้ ดังนั้นผู้ผลิตจึงต้องมีการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้สูงสุด เพื่อลดต้นทุนในการผลิตและส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าได้ตรงเวลา เพื่อให้ลูกค้ามีความพึงพอใจสูงสุดและเชื่อมั่นในคุณภาพของผลิตภัณฑ์

โรงงานตัวอย่างที่ทำการศึกษาเป็นผู้ผลิตถุงมือยาง ชนิดแบบมีแป้งและไม่มีแป้ง โดยผลิตจากน้ำยางธรรมชาติ ซึ่งผู้ผลิตมุ่งเน้นที่จะผลิตผลิตภัณฑ์เกรด A เพื่อส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพให้กับลูกค้าให้ลูกค้ามีความพึงพอใจสูงสุด โดยมีอัตราการส่งออกและขายในประเทศเป็นร้อยละ 75 และร้อยละ 25 ตามลำดับ ซึ่งในการผลิตพบปัญหาในด้านคุณภาพที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดต้นทุนการผลิตสูงขึ้นจากประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต่ำ ทำให้สูญเสียวัตถุดิบ แรงงาน และเวลา ผู้ผลิตไม่สามารถส่งของให้กับลูกค้าได้ทันเวลา เนื่องจากต้องนำผลิตภัณฑ์กลับมาซ่อม (Rework) จึงเกิดความล่าช้าในการส่งมอบ อีกทั้งยังเกิดข้อร้องเรียนจากลูกค้า เนื่องจากคุณภาพไม่ได้ตามมาตรฐานที่ลูกค้าต้องการ โดยลูกค้าบางรายมีการส่งสินค้าคืนเพื่อให้บริษัททำการซ่อม (Rework) ซึ่งเป็นการทำลายความเชื่อมั่นของลูกค้าที่มีต่อบริษัทผู้ผลิต ดังนั้นทางบริษัทจึงได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์คุณภาพให้มีประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์เกรด A (Product Efficiency - A Grade) มากกว่าร้อยละ 98.50 ต่อเดือน หรือมีของเสียได้ไม่เกินร้อยละ 1.5 ต่อเดือน โดยจากข้อมูลเดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2560 บริษัทผลิตถุงมือยางชนิดมีแป้งร้อยละ 26.37 และผลิตถุงมือยางชนิดไม่มีแป้งร้อยละ 73.63 ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แผนภูมิวงกลมของปริมาณการผลิตถุงมือยาง ตั้งแต่เดือน มกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2560

ถุงมือยางชนิดมีแป้งและไม่มีแป้งมีกระบวนการผลิตหลัก (Main process) ที่เหมือนกัน ทำให้ปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นกับถุงมือทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะเหมือนกัน บริษัทจึงพิจารณาจากภาพรวมของของเสีย โดยไม่จำแนกตามชนิดของถุงมือยาง ซึ่งจากข้อมูลเดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2560 มีของเสียรวมเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 1.95 ซึ่งไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่บริษัทกำหนด ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 กราฟของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ.2560

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2560 พบว่ามีของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตถุงมือยาง ชนิดมีแป้งและไม่มีแป้ง แบ่งเป็น 8 ประเภท ได้แก่ ฉีกขาด ขอบม้วนไม่สมบูรณ์ บวมเสียรูป ไม่มีขอบ รูรั่ว เบ้าชน เหนียว และอื่นๆ โดยมีปริมาณของเสียแต่ละประเภทแสดงดังตารางที่ 1.1-1.3

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลของเสียของผลิตภัณฑ์ถุงมือยางชนิดมีแป้ง ตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2560

เดือน	จำนวนของเสีย (ชิ้น)								
	ฉีกขาด	ขอบม้วนไม่สมบูรณ์	บวมเสียรูป	ไม่มีขอบ	รูรั่ว	เบ้าชน	เหนียว	อื่นๆ	รวม
ม.ค.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ก.พ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
มี.ค.	25,154	27,200	25,200	14,920	706	14,000	2,701	4,169	114,050
เมษ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
พ.ค.	18,396	14,836	32,370	19,800	19,710	1,000	5,132	2,000	113,244
มิ.ย.	37,761	35,638	44,301	24,701	9,161	3,500	17,911	125	173,098
ก.ค.	9,356	6,300	33,200	2,542	3,610	4,900	900	280	61,088
ส.ค.	8,263	8,896	4,654	3,110	8,110	7,400	300	3,482	44,215
ก.ย.	19,108	22,605	37,200	18,100	4,600	2,800	5,710	282	110,405
ต.ค.	10,098	23,187	27,300	7,699	3,000	3,010	9,200	30	83,524
พ.ย.	46,057	7,218	32,239	6,790	2,200	18,820	810	1,882	116,016
ธ.ค.	38,861	9,977	25,200	4,910	3,899	310	160	773	84,090
รวม	213,054	155,857	261,664	102,572	54,996	55,740	42,824	13,023	899,730
ร้อยละ	23.68	17.32	29.08	11.4	6.11	6.20	12.09	4.87	100

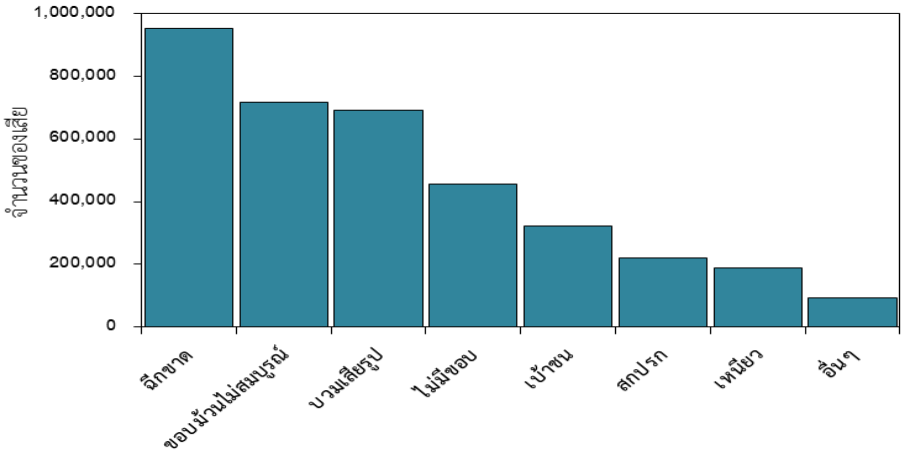
ตารางที่ 1.2 ข้อมูลของเสียของผลิตภัณฑ์ถุงมือยางชนิดไม่มีแป้ง ตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2560

เดือน	จำนวนของเสีย (ชิ้น)								
	ฉีกขาด	ขอบม้วนไม่สมบูรณ์	บวมเสียรูป	ไม่มีขอบ	รูรั่ว	เบ้าชน	เหนียว	อื่นๆ	รวม
ม.ค.	93,000	61,000	25,300	46,000	22,800	12,800	16,500	14,611	292,011
ก.พ.	49,728	54,100	60,200	32,900	38,500	29,000	11,000	1,144	276,572
มี.ค.	44,106	59,800	35,000	13,080	9,860	22,000	5,899	6,900	196,645
เมษ.	72,000	50,940	65,000	48,900	31,000	16,800	5,000	4,360	294,000
พ.ค.	48,104	41,964	27,830	39,800	45,690	3,500	9,800	4,900	221,588
มิ.ย.	27,162	21,362	15,899	10,099	8,839	6,800	9,089	14,900	114,150
ก.ค.	89,044	46,700	27,000	32,458	30,290	11,800	16,100	4,608	258,000
ส.ค.	47,181	27,903	55,546	39,890	26,890	18,600	2,900	16,090	235,000
ก.ย.	30,222	31,395	23,000	46,900	21,000	15,000	20,090	2,006	189,613
ต.ค.	78,902	55,890	32,900	8,200	7,500	16,790	9,800	5,190	215,172
พ.ย.	55,943	36,782	27,961	18,900	17,800	10,900	11,890	2,890	193,066
ธ.ค.	104,409	73,023	35,000	17,090	7,169	1,690	26,930	998	266,309
รวม	739,801	560,859	430,636	354,217	267,338	165,680	144,998	78,597	2,752,126
ร้อยละ	26.88	20.38	15.65	12.87	9.71	6.02	5.27	2.86	100

ตารางที่ 1.3 ข้อมูลของเสียรวมที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตถุงมือยางตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ.2560

เดือน	จำนวนของเสีย (ชิ้น)								
	ฉีกขาด	ขอบม้วนไม่สมบูรณ์	บวมเสียรูป	ไม่มีขอบ	รูรั่ว	เบ้าชน	เหนียว	อื่นๆ	รวม
ม.ค.	93,000	61,000	25,300	46,000	22,800	12,800	16,500	14,611	292,011
ก.พ.	49,728	54,100	60,200	32,900	38,500	29,000	11,000	1,144	276,572
มี.ค.	69,260	87,000	60,200	28,000	10,566	36,000	8,600	11,069	310,695
เมษ.	72,000	50,940	65,000	48,900	31,000	16,800	5,000	4,360	294,000
พ.ค.	66,500	56,800	60,200	59,600	65,400	4,500	14,932	6,900	334,832
มิ.ย.	64,923	57,000	60,200	34,800	18,000	10,300	27,000	15,025	287,248
ก.ค.	98,400	53,000	60,200	35,000	33,900	16,700	17,000	4,888	319,088
ส.ค.	55,444	36,799	60,200	43,000	35,000	26,000	3,200	19,572	279,215
ก.ย.	49,330	54,000	60,200	65,000	25,600	17,800	25,800	2,288	300,018
ต.ค.	89,000	79,077	60,200	15,899	10,500	19,800	19,000	5,220	298,696
พ.ย.	102,000	44,000	60,200	25,690	20,000	29,720	12,700	4,772	299,082
ธ.ค.	143,270	83,000	60,200	22,000	11,068	2,000	27,090	1,771	350,399
รวม	952,855	716,716	692,300	456,789	322,334	221,420	187,822	91,620	3,641,856
ร้อยละ	26.16	19.68	19.01	12.54	8.85	6.08	5.16	2.52	100

เมื่อนำข้อมูลของเสีย จากตารางที่ 1.3 มาจัดลำดับความสำคัญของปัญหาโดยใช้แผนภูมิแท่ง แสดงให้เห็นว่าปัญหาถุงมือฉีกขาดเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด รองลงมาคือปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์ และปัญหาบวมเสียรูป ไม่มีขอบ เบ้าชน สกปรก เหนียว และอื่นๆ ตามลำดับ แสดงดังรูป 1.3 ซึ่งของเสียทุกประเภทล้วนแล้วแต่ทำให้เกิดต้นทุนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพทั้งสิ้น



รูปที่ 1.3 แผนภูมิแท่งปริมาณของเสีย เดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2560

ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของปัญหาการเกิดข้อบกพร่องของกระบวนการผลิต และมีความสนใจที่จะศึกษาเพื่อที่จะหาสาเหตุของปัญหาข้อบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวจึงต้องมีการหาเทคนิคที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานเพื่อที่จะสามารถลดปริมาณของเสีย ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีบรรลุเป้าหมายของบริษัทที่กำหนดไว้ โดยเทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจและประสบความสำเร็จจากการประยุกต์ใช้ในการลดปริมาณของเสียและปรับปรุงคุณภาพในหลายๆอุตสาหกรรมการผลิต คือการประยุกต์ใช้แนวทางการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกม่า (Six sigma) ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งในหลักการบริหารคุณภาพที่ได้รับความนิยมและเป็นที่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาเป็นอย่างดี โดยมุ้งเน้นผลกำไรที่มาจากการลดต้นทุนความไม่มีคุณภาพ ในเรื่องของข้อบกพร่อง ลดความสูญเปล่าและลดต้นทุนการใช้ทรัพยากร [2] ซึ่งมีหลักการและขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ชัดเจน โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาที่เรียกว่า DMAIC ได้แก่ การกำหนดหัวข้อปัญหา (Define) การวัดสาเหตุของปัญหา (Measure) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis) การปรับปรุงกระบวนการ (Improve) และการควบคุม (Control) ซึ่งเป็นการ

วิเคราะห์ที่ใช้เทคนิคการคัดกรองตัวแปรในกระบวนการ ทั้งที่เป็นปัจจัยควบคุมได้และไม่ได้ จนกระทั่งสามารถที่จะสรุปได้ว่าปัจจัยใดที่ส่งผลต่อคุณภาพ และนำไปสู่การแก้ไขและควบคุมคุม

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตให้ไม่เกินร้อยละ 1.5

1.3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต
2. สามารถลดต้นทุนได้จากการลดปริมาณของเสีย

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษากระบวนการผลิตถุงมือยางที่ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติชนิดมีแป้งและชนิดไม่มีแป้ง ทั้งหมด 4 ไลน์การผลิต

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรม ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการลดของเสียจากกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิผลในการผลิตในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่างๆจากเอกสารตำรา วารสาร รวมถึงวิทยานิพนธ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางดำเนินงานวิจัย และช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ และการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญดังนี้

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับถุงมือยาง

ถุงมือยางได้ถูกคิดค้นขึ้นครั้งแรกเมื่อศตวรรษที่ 19 โดยนายแพทย์ วิลเลียม ฮัลสเตด (Dr. William Halstead) หัวหน้าทีมศัลยแพทย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาการแพ้น้ำยาฆ่าเชื้อของพยาบาลคนหนึ่งในแผนกศัลยกรรม ที่โรงพยาบาลจอห์น ฮอพกินส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการสั่งหล่อรูปมือด้วยปูนปลาสเตอร์ เพื่อใช้ในการผลิตถุงมือให้กับพยาบาล ซึ่งพบว่าสามารถลดอาการแพ้ที่เกิดขึ้นได้ จากนั้นจึงได้มีการสั่งทำถุงมือยางเพิ่มเติม เพื่อใช้ในทางศัลยกรรม และป้องกันเชื้อโรคต่างๆในระหว่างการผ่าตัด ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้งานถุงมือยางในหลายรูปแบบ ทั้งในวงการแพทย์ และในอุตสาหกรรม ได้แก่ ถุงมือยางทางการแพทย์ (Medical Glove) ถุงมือยางสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม (Industrial Glove) และถุงมือยางที่ใช้ในครัวเรือน (Household Glove) โดยถุงมือยางทุกชนิดเกิดจากกระบวนการจุ่ม (Dipping process) แต่มีลักษณะต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต และกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน โดยถุงมือยางสามารถแบ่งได้ตามชนิดและการใช้งานดังนี้ [3]

1. ถุงมือที่ใช้ทางการแพทย์ (Medical Gloves)
    1.1 ถุงมือยางที่ใช้ในงานผ่าตัด (Surgical Glove) หรือทางศัลยกรรม วัตถุดิบหลักที่ใช้คือน้ำยาง ธรรมชาติ และมีเทคโนโลยีการผลิตค่อนข้างสูงเพราะต้องการถุงมือยางที่มีความสะอาดและคุณภาพสูง อีกทั้งมีความแข็งแรงและต้องผ่านการฆ่าเชื้อ 100% ด้วยรังสีแกมมา โดยมีลักษณะเนื้อบางเหนียว ซึ่งใช้เพียงครั้งเดียวแล้วทิ้งเพื่อป้องกันเชื้อโรค

รูปที่ 2.1 ลักษณะของถุงมือยางที่ใช้ในงานผ่าตัด [3]

1.2 ถุงมือยางที่ใช้ในงานตรวจโรคทั่วไป (Examination Glove) เป็นถุงมือที่ใช้ในวงการแพทย์สำหรับใช้ตรวจโรคทั่วไป มีทั้งชนิดมีแป้ง (Powdered) และชนิดไม่มีแป้ง (Powder Free) การผลิตถุงมือชนิดนี้ต้องออกแบบให้เหมาะกับการใช้งาน คือต้องสวมใส่ได้ง่าย แกะห่อได้อย่างรวดเร็ว ถุงมือประเภทนี้จะไม่มีข้างซ้ายขวา โดยออกแบบให้เป็น Ambi คือสามารถสวมใส่ได้ทั้ง 2 ข้าง มีความบาง กระชับมือ มีขนาดสั้นแค่ข้อมือ และมีราคาไม่สูง โดยใช้เพียงครั้งเดียวแล้วทิ้งเพื่อป้องกันเชื้อโรคแพร่กระจาย

รูปที่ 2.2 ลักษณะของถุงมือยางที่ใช้ในงานตรวจโรคทั่วไป [3]

2. ถุงมือยางสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม (Industrial Glove) มีลักษณะกระชับ แข็งแรง และความทนทานต่อการใช้งานในอุตสาหกรรม เพื่ออายุการใช้งานที่คุ้มค่า

รูปที่ 2.3 ลักษณะของถุงมือยางที่ใช้ในงานตรวจโรคทั่วไป [3]

3. ถุงมือยางที่ใช้ในครัวเรือน หรือถุงมือแม่บ้าน (Household Glove) มีลักษณะแข็งแรง ทนทาน และมีอายุการใช้งานนาน เนื้อหนากว่าถุงมือยางที่ใช้ในการแพทย์ เนื่องจากต้องสัมผัสกับน้ำ ผงซักฟอก หรือน้ำยาทำความสะอาดต่าง ๆ ซึ่งเป็นถุงมือที่ใช้สำหรับงานบ้าน หรือในครัวเรือน เช่น งานทำความสะอาด งานซักล้าง

รูปที่ 2.4 ลักษณะของถุงมือยางที่ใช้ในครัวเรือน [3]

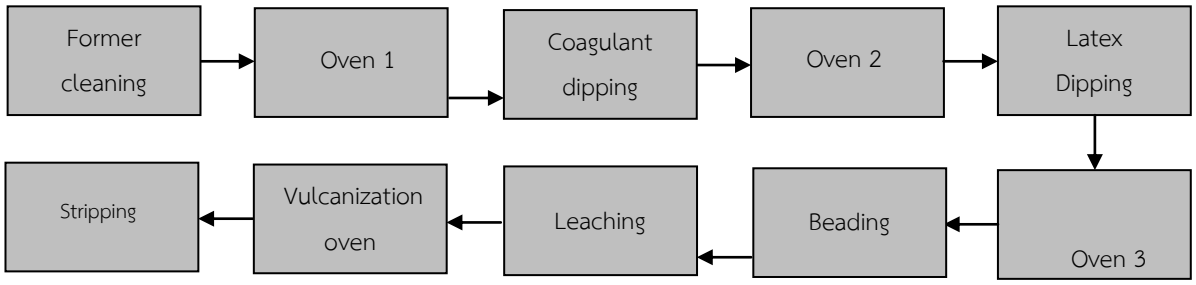
2.2 กระบวนการผลิตถุงมือยาง

การผลิตถุงมือยางในประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้วัตถุดิบเป็นน้ำยางข้น 60% โดยในการผลิตมีขั้นตอนที่สำคัญคือกระบวนการจุ่ม (Dipping process) หรือกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ โดยการจุ่มเบ้ามือ (Former) ลงในน้ำยางคอมปาวด์ (Compound Latex) ซึ่งประกอบด้วยน้ำยางข้นและสารเคมี ซึ่งสูตรของสารเคมีนั้นจะมีความแตกต่างกันออกไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ โดยตัวอย่างสูตรเคมีสำหรับการผลิตถุงมือยางสำหรับการตรวจโรค ประกอบด้วยสารเคมีต่างๆ ดังนี้ [3]

ตารางที่ 2.1 แสดงสูตรสารเคมี สำหรับการผลิตถุงมือสำหรับการตรวจโรค

ชื่อสารเคมี	ส่วนในร้อยส่วนของน้ำหนักยางแห้ง (phr)
60% Concentrated Latex	100
10% KOH	0.3
20% Potassium laurate	0.2
50% Sulphur	0.5
50% ZDC	0.75
40% SDBE	0.5
40% Wingstay L	0.75
50% ZnO	0.4

กระบวนการผลิตถุงมือยางสำหรับการตรวจโรคมีขั้นตอนการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 2.5 แผนภาพแสดงกระบวนการผลิตถุงมือสำหรับการตรวจโรค

1. กระบวนการล้างเบ้ามือหรือแบบพิมพ์ (former cleaning) ด้วยการทำความสะอาดโดยใช้กรด H_2SO_4 หรือ HCl และด่างใช้ NaOH หรือ KOH หลังจากนั้นล้างออกด้วยน้ำสะอาด ซึ่งในกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่สำคัญมากขั้นตอนหนึ่งสำหรับการผลิตถุงมือ หากในกรณีที่แบบพิมพ์สกปรกจะทำให้ถุงมือยางเกิดปัญหารูรั่วได้
2. อบแบบพิมพ์ให้แห้ง (Oven1) ขั้นตอนนี้เป็นการระเหยน้ำที่ติดเป็นฟิล์มบนแบบพิมพ์ให้แห้งจนหมด ก่อนที่จะจุ่มลงในสารช่วยจับตัว (Coagulant Tank) โดยช่วงระยะการอบขึ้นอยู่กับความเร็วของสายพาน หรือกำลังผลิตของสายพานการผลิต
3. การจุ่มสาร Coagulant ซึ่งเป็นสารที่มีส่วนผสมที่เกิดจาก $CaNO_3$ กับ $CaCO_3$ โดย $CaNO_3$ เป็นสารช่วยในการจับตัวของอนุภาคยาง ส่วน $CaCO_3$ เป็นตัวป้องกันการติดแม่พิมพ์ โดยอุณหภูมิของแบบพิมพ์ที่ลงจุ่มในถัง Coagulant ต้องมีอุณหภูมิประมาณ 50-60 °C เพื่อป้องกันน้ำยางจับตัวเสียสภาพ โดยปกติในถัง Coagulant จะต้องมีการกวนเพื่อป้องกันการตกตะกอนของ Coagulant และไหลไปในทิศทางเดียวกับทิศทางของเบ้ามือ (Former)
4. การอบแห้งสาร Coagulant (Oven 2) เป็นการทำให้สาร Coagulant แห้งก่อนลงจุ่มในถังน้ำยางคอมปาวด์ (Latex Compound)
5. การจุ่มน้ำยางคอมปาวด์ (Latex Dipping) เป็นกระบวนเคลือบแผ่นฟิล์มน้ำยางบนแบบพิมพ์ โดยมี $CaCO_3$ เป็นสารป้องกันการจับตัวระหว่างฟิล์มน้ำยางกับเบ้ามือ ซึ่งกระบวนการนี้ถือได้ว่ามีความสำคัญมากในกระบวนการผลิต เนื่องจากมีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อคุณภาพของถุงมือยาง โดยปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพถุงมือยาง คือ อุณหภูมิของน้ำยาง อุณหภูมิของเบ้ามือ ความเร็วลงจุ่มระหว่างเบ้ามือและความเร็วของน้ำยางในถังจากการอัตราการหมุนของใบกวนน้ำยาง และคุณภาพของน้ำยางคอมปาวด์

ซึ่งถังน้ำยางจะต้องออกแบบให้มีการกวนแบบช้าเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำยางตกตะกอนและจะต้องมีการไหลตามทิศทางของการเคลื่อนที่ของเบ้ามือ

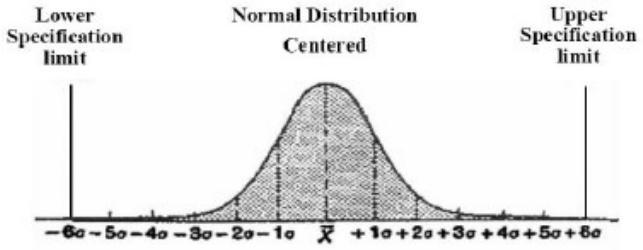
6. การอบหมาดฟิล์มถุงมือ (Oven 3) เป็นการให้ความร้อนทำให้ฟิล์มถุงมือยางให้แห้งพอหมาด เพื่อให้สามารถม้วนขอบถุงมือยางได้ อุณหภูมิในตู้อบประมาณ 100-120 ºC โดยในการให้ความร้อนอาจใช้แก๊ส LPG หรือจะใช้ไอน้ำจากหม้อไอน้ำ
7. การม้วนขอบถุงมือ (Beading) ถุงมือยางหลังจากการจุ่มในถังน้ำยางจะมีลักษณะขอบไม่เท่ากันและไม่สวยงาม รวมถึงขอบถุงมือไม่แข็งแรง การม้วนขอบถุงมือจึงเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว
8. การล้างฟิล์มถุงมือ (Leaching) การล้างฟิล์มถุงมือยางหลังจากการขึ้นรูปในถังน้ำยางเป็นการชะล้างสารเคมีที่ปนเปื้อนอยู่บนเนื้อยาง และยังเป็นการลดปริมาณโปรตีนในถุงมือ เพื่อป้องกัน อาการแพ้หรือระคายเคืองของผู้ใช้ถุงมือยาง โดยอุณหภูมิในล้างจะอยู่ระหว่าง 60-70 ºC
9. การอบแห้ง (Vulcanizing oven) เป็นการอบให้ยางแห้งและทำให้ยางคงรูปเป็นกระบวนการที่สำคัญอีกกระบวนการหนึ่ง ซึ่งจะส่งผลต่อความแข็งแรงของถุงมือยาง อีกทั้งกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ใช้พลังงานมากที่สุดของการผลิต และยังมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำด้วยการใช้อุณหภูมิไม่เกิน 100-120 ºC ประมาณ 30 นาที
10. การถอดถุงมือ (Striping) เป็นขั้นตอนสุดท้ายในสายพานการผลิตถุงมือยาง ซึ่งในปัจจุบันการถอดถุงมือมีทั้งที่ใช้พนักงานถอด และการใช้เครื่องถอดอัตโนมัติ

2.3 แนวทางซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma)

Six Sigma เป็นหลักการบริหารคุณภาพที่ถูกพัฒนาขึ้นมาในช่วงทศวรรษที่ 1980 โดยบริษัท Motorola ภายใต้การนำของ Dr. Mikel Harry เป็นผู้ริเริ่ม ได้นำมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของบริษัทจนประสบความสำเร็จ และต่อมาบริษัทอื่นในสหรัฐอเมริกาได้นำ Six Sigma มาใช้เป็นแผนกลยุทธ์ขององค์กรเพื่อเป็นแนวทางสู่ความสำเร็จ โดยได้เข้าไปมีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมองค์กร และพัฒนาแนวคิดของการบริหารคุณภาพขึ้นจากระดับล่างสู่ระดับบนทั่วทั้งองค์กร ซึ่งประสบความสำเร็จ โดยสามารถลดค่าใช้จ่ายของบริษัทได้อย่างมาก

ซิกม่า (σ) เป็นสัญลักษณ์ทางสถิติใช้อธิบายค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เป็นตัวที่แสดงถึงความมีเสถียรภาพของกระบวนการ โดยเป็นตัวแปรที่บอกให้ทราบถึงการกระจายของข้อมูลและบอกให้ทราบว่ามีค่าความเบี่ยงเบนออกจากค่าเฉลี่ยเท่าไร ซึ่งหากค่ายิ่งสูง

แสดงว่ากระบวนการนั้นมีความแปรปรวนสูง ทำให้มีพื้นที่ที่อยู่นอกเหนือพื้นที่การยอมรับน้อยลง โดยกระบวนการผลิตหรือการบริการโดยทั่วไป มักจะมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ระดับ ±3σ คิดเป็นปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่สามารถยอมรับได้เท่ากับร้อยละ 99.73 ของตัวอย่างทั้งหมดหรือมีโอกาสเกิดของเสียได้เท่ากับ 2,700 ส่วนในล้านส่วน (Part per million: PPM) ซึ่งสัดส่วนดังกล่าวยังถือว่าไม่ใช่ระดับที่ลูกค้าพอใจ เพราะในมุมมองของลูกค้ามีความต้องการที่จะให้กระบวนการมีโอกาสในการเกิดของเสียเข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด โดยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนต้องอยู่ที่ระดับ ±6σ โดยมีโอกาสเกิดของเสียได้เท่ากับ 0.002 PPM เท่านั้น [4] แต่ในทางปฏิบัติจริงไม่สามารถทำให้ค่าเฉลี่ยในทางปฏิบัติกับค่าเฉลี่ยทางทฤษฎีเป็นค่าเดียวกันได้ เนื่องจากปัจจัยภายนอกเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้นจึงส่งผลต่อกระบวนการ ทำให้ค่าเฉลี่ยในทางปฏิบัติมีโอกาสที่จะขยับออกจากค่าเฉลี่ยทางทฤษฎีไปทั้งทางซ้ายและขวาแสดงดังรูปที่ 2.6



Spec Limit	Percent	Defective ppm
±1σ	68.27	317300
±2σ	95.45	45500
±3σ	99.73	2700
±4σ	99.9937	63
±5σ	99.999943	0.57
±6σ	99.9999998	0.002

รูปที่ 2.6 การกระจายของข้อมูลที่ระดับซิกม่าต่างๆ [4]

จากการศึกษาของบริษัทโมโตโรล่า ผู้คิดค้นเทคนิคซิกซ์ซิกม่า [4] พบว่าค่าความเบี่ยงเบนของข้อมูลที่มาจากการรบกวนของปัจจัยภายนอก มีค่าอยู่ที่ ±1.4σ ถึง ±1.6σ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ±1.5σ จึงนำค่าเฉลี่ยมาเป็นค่าความเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยในทางปฏิบัติที่จะทำให้ค่าความผิดพลาดอยู่ในระดับที่เข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด เมื่อนำค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนที่ได้จากการศึกษามารวมกับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการโดยทั่วไปที่ระดับ ±3σ จึงทำให้ได้ค่าเบี่ยงเบนเท่ากับ ±4.5σ มีผลให้จำนวนโอกาสที่จะเกิดข้อบกพร่องเท่ากับ 3.4 PPM เท่านั้น แสดงดังตารางที่ 2.2 [4]

ตารางที่ 2.2 การเกิดของเสียที่ระดับซิกม่าต่างๆ เมื่อมีการเลื่อนแกน 1.5σ

ระดับคุณภาพ	ค่าเฉลี่ย=เป้าหมาย		ค่าเฉลี่ย=เป้าหมาย ±1.5 σ	
	%ของผลผลิตที่ดี	ของเสียต่อล้านชิ้น	%ของผลผลิตที่ดี (1.5σ shift)	ของเสียต่อล้านชิ้น (1.5σ shift)
1 sigma	68.27	317,300	30.23	697,700
2 sigma	95.45	45,500	69.13	308,700
3 sigma	99.73	2,700	93.32	66,810
4 sigma	99.9937	63	93.370	6,210
5 sigma	99.999943	0.57	99.97670	233
6 sigma	99.999998	0.002	99.999660	3.4

เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า เป็นการพัฒนาที่มุ่งเน้นความเป็นเลิศ ซึ่งได้มีการกำหนดแนวทางในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านการสื่อสาร การสร้างกลยุทธ์ และนโยบาย การกระจายนโยบาย และการจัดสรรทรัพยากรในองค์การให้เหมาะสม เพื่อองค์กรมีการปรับปรุงที่เป็นไปอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ ซึ่งได้รับการยอมรับและประสบความสำเร็จในการนำมาปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการในวงการอุตสาหกรรม โดยมุ่งเน้นในการลดปัจจัยที่ทำให้เกิดความผันแปรของกระบวนการลดความผิดพลาด การสูญเสียใดๆ ลดค่าใช้จ่าย และสอนให้พนักงานรู้แนวทางในการทำธุรกิจอย่างมีหลักการเพื่อที่จะสามารถแข่งขันกับคู่แข่งทางการตลาดและดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น รวมทั้งทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจสูงสุด ซึ่งมีการประยุกต์ใช้แนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการ ขั้นตอนพื้นฐาน 5 ขั้นด้วยกัน คือ การนิยาม (Define: D) การวัด (Measure: M) การวิเคราะห์ (Analyze: A) การปรับปรุง (Improve: I) และการควบคุม (Control: C) [DMAIC] ดังแสดงในรูปที่ 17 โดยอาศัยฐานของวงจรการควบคุมคุณภาพของเดมมิ่ง (Deming) คือวางแผน (Plan: P) ดำเนินการ (Do: D) ตรวจสอบ (Check : C) และปรับปรุง (Action: A) [PDCA] [9] โดยแสดงความสัมพันธ์ของวงจร DMAIC กับวงจร PDCA ดังรูปที่ 2.7 [5]

รูปที่ 2.7 วงจรการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกม่า [5]

QCC → PDCA

P	▪ กำหนดหัวข้อปัญหา ▪ สำรวจสภาพปัญหา และตั้งเป้าหมาย วางแผน ▪ วิเคราะห์สาเหตุ และกำหนดแนวทางแก้ไข
D	ปฏิบัติการแก้ไข
C	ติดตามแนวทางแก้ไข
A	ทำให้เป็นมาตรฐาน

Six Sigma → DMAIC

D	นิยามปัญหา
M	วัดสภาพปัญหา
A	วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาตัวแปรของสาเหตุปัญหา
I	ปรับปรุงหรือออกแบบกระบวนการใหม่
C	ออกแบบควบคุมกระบวนการ

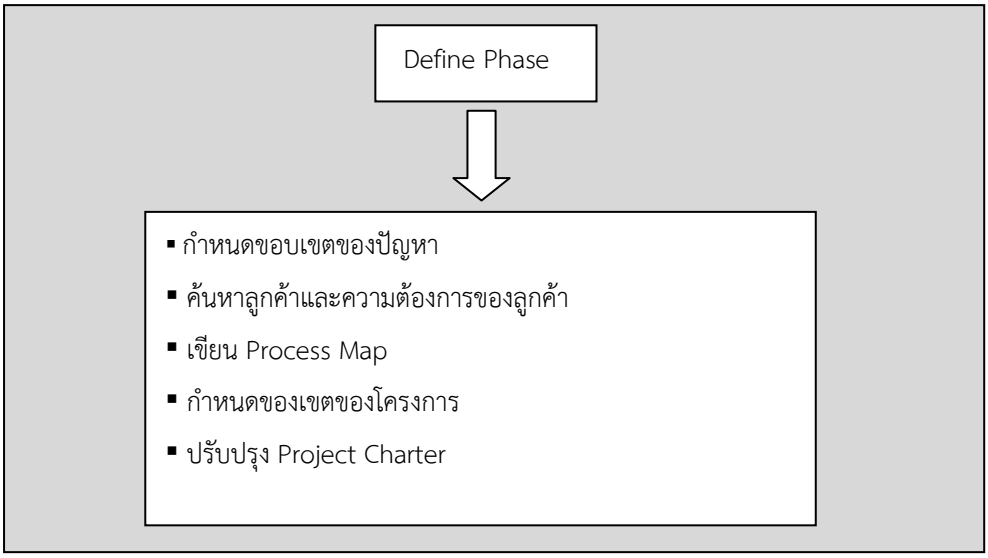
รูปที่ 2.8 ความสัมพันธ์ของวงจร DMAIC กับวงจร PDCA [6]

สำหรับในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงาน DMAIC มีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นตอนการกำหนดสภาพปัญหา (Define Phase)

เป็นการวิเคราะห์และศึกษาความต้องการของลูกค้าที่องค์กรไม่สามารถตอบสนองได้ และศึกษาถึงความพึงพอใจของลูกค้า รวมถึงปัจจัยคุณภาพที่เป็นปัญหาวิกฤต (Critical to Quality: CTQ) ซึ่งส่งผลกระทบต่อลูกค้าและเป้าหมายทางธุรกิจขององค์กร จากนั้นเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาทำการคัดเลือกปัญหาที่จะส่งผลกระทบรุนแรงหรือเป็นปัญหาที่เห็นถึงสิ่งที่ต้องปรับปรุงอย่างชัดเจนมาทำการปรับปรุงโดยให้ความสำคัญกับลูกค้า หรือกระบวนการถัดไปที่จะได้รับผลกระทบเป็นหลัก และทำการนิยามกำหนดปัญหา โดยจะต้องมีการกำหนดผู้เข้าร่วมโครงการที่จะมาร่วมมือเพื่อให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ โดยคัดเลือกจากผู้มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาทั้งโดยตรงและโดยอ้อมเป็นหลัก และควรประกอบด้วยบุคคลหลายระดับตั้งแต่วิศวกร หัวหน้างาน ช่าง จนถึงพนักงานระดับปฏิบัติการ ซึ่งในขั้นนี้มีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.9 [7] โดยเครื่องมือหรือวิธีการที่สำคัญดังนี้

- การกำหนดปัญหาหรือการเลือกโครงการ (Problem statement)
- การกำหนดลูกค้า (Define customer)
- การกำหนดตัวชี้วัด (Define metric)
- การกำหนดขอบเขตของโครงการ (Define project scope)
- การกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมาย (Define objective and target)
- การกำหนดผู้ร่วมทำโครงการ (Define team member)

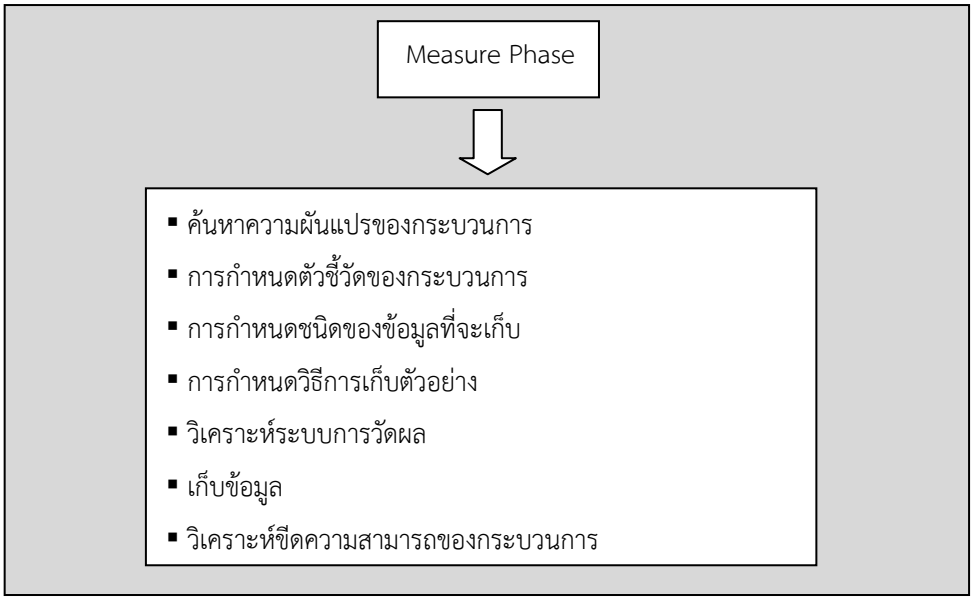


รูปที่ 2.9 แผนภาพรายละเอียดขั้นตอนการกำหนดปัญหา [7]

2. ขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure Phase)

เป็นการกำหนดแนวทางในการวัดประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยการศึกษากระบวนการอย่างละเอียด และกำหนดปัจจัยที่สำคัญที่เกิดจากกระบวนการ (Key Process Output Variables : KPOVs) และปัจจัยสำคัญที่นำเข้าสู่กระบวนการ (Key Process Input Variables :KPIVs) โดยมีสิ่งสำคัญตลอดการทำงานในขั้นตอนการวัดที่จะต้องระลึกถึงเสมอ คือ เรื่องของลักษณะ “จุดวิกฤตต่อคุณภาพ” หรือ Critical to Quality หรือสิ่งที่มีผลกระทบมากที่สุดต่อลักษณะคุณภาพหรือผลงาน โดยจะต้องมีการกำหนด CTQ โดยส่วนมากจะมีการจัดทำในรูปแบบของแผนผังต้นไม้จากการระดมสมองของสมาชิก ซึ่งจะช่วยทำให้ทราบว่าประเด็นใดสำคัญต่อการตัดสินคุณภาพที่ควรเก็บข้อมูลจากการวิเคราะห์ต่อไป [8] นอกจากนี้ในขั้นตอนการวัดนี้มีการวิเคราะห์ระบบการวัดและทำการปรับปรุงให้มีความถูกต้องเที่ยงตรง แม่นยำ และมีความผิดพลาดจากการวัดน้อยที่สุด เพื่อให้เป็นมาตรฐานสำหรับการวัดค่าต่าง ๆ ที่จำเป็นในระหว่างที่ทำโครงการ เมื่อระบบการวัดมีความถูกต้องแล้ว จากนั้นจึงดำเนินการวัดความสามารถของกระบวนการเพื่อให้ทราบความสามารถของกระบวนการก่อนทำการปรับปรุงว่า และใช้ในการเปรียบเทียบกับผลที่ได้หลังการปรับปรุง เพื่อให้แน่ใจว่าการปรับปรุงที่ทำไปนั้นได้ผลจริง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.10 [7] โดยในขั้นตอนนี้มีเครื่องมือหรือวิธีการที่ใช้ในกาวัดกระบวนการที่สำคัญดังนี้

- การสร้างแผนที่กระบวนการ (Process Mapping)
- การสร้างตารางเหตุและผล (C&E Matrix)
- การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis)
- การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement system analysis: MSA)
- การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Capability Analysis)
- แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)
- การวิเคราะห์รากเหง้าของปัญหา (Root cause analysis)



รูปที่ 2.10 แผนภาพรายละเอียดขั้นตอนวัดการกำหนดสาเหตุของปัญหา [7]

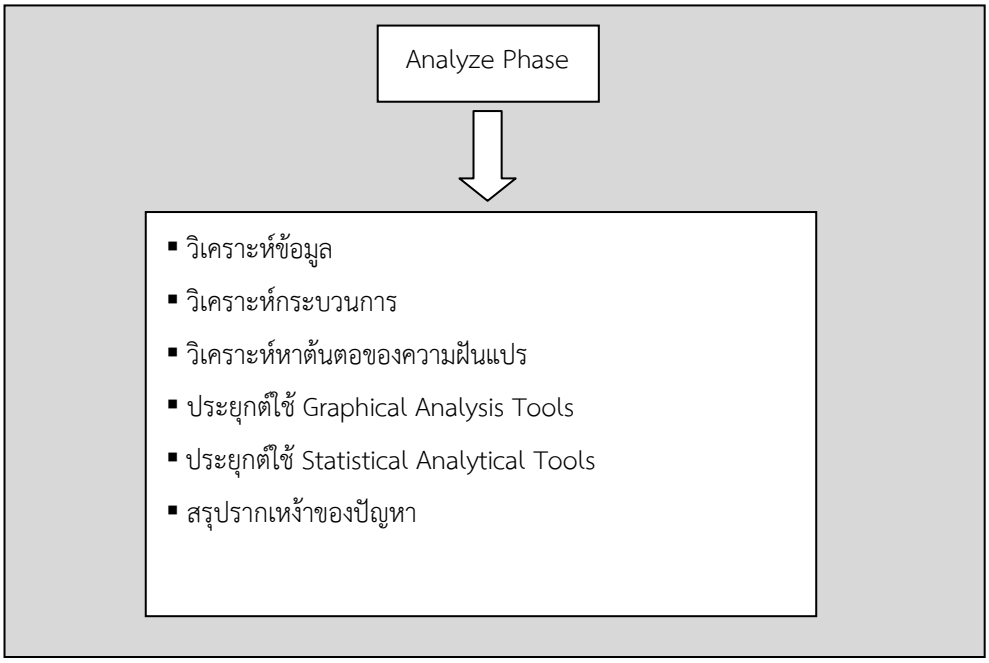
สำหรับในขั้นตอนการวัดจะต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยต้องคำนึงถึงประเด็นต่อไปนี้ [8]

- ประโยชน์ของข้อมูล
- ความถูกต้องของข้อมูล
- การมีหรือปรากฏของข้อมูล
- ค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูล
- ความซับซ้อนของข้อมูล
- ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล
- ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการเก็บข้อมูล
- การนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อ

3. ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)

เป็นขั้นตอนการนำปัจจัยขาเข้าที่สำคัญของกระบวนการ (KPIVs) ที่ผ่านการคัดกรองมาแล้วมาทำการ วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อดูว่าปัจจัยใดมีผลกระทบต่อกระบวนการ ซึ่งและหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา โดยหากพบว่าปัจจัยใดที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการจะนำไปดำเนินการปรับปรุงในขั้นตอนต่อไป โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.11 [7] ซึ่งในขั้นตอนนี้มีเครื่องมือที่สำคัญดังนี้

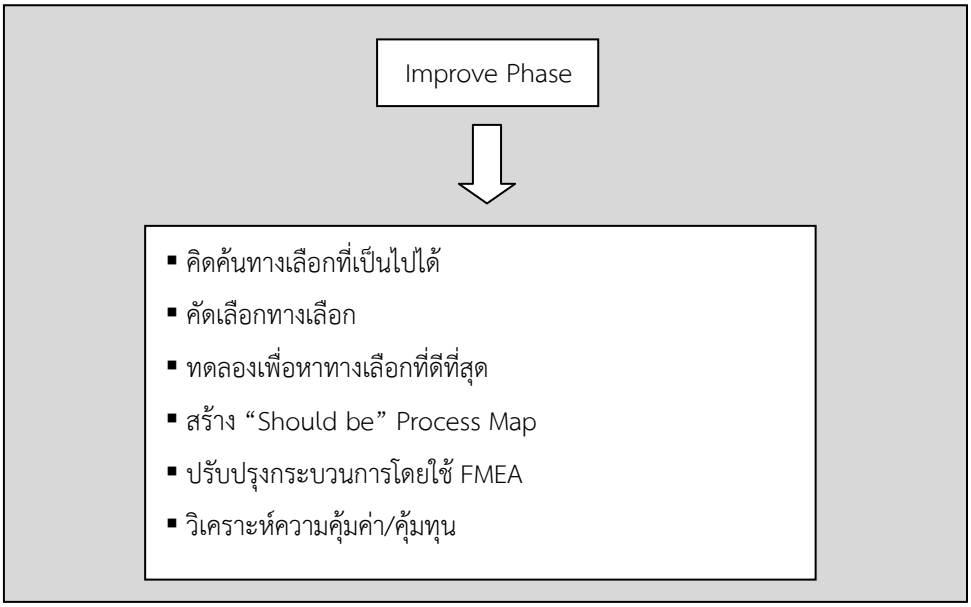
- การใช้แผนภูมิรูปภาพ (Graphs)
- การใช้แผนภูมิแปรผันเชิงซ้อน (Multi vari chart)
- การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Tests)
- การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)



รูปที่ 2.11 แผนภาพรายละเอียดขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา [7]

4. ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ (Improve Phase)

เป็นขั้นตอนการออกแบบและทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ที่แท้จริงระหว่าง KPIVs กับปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อ KPOVs นั้นๆ และหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละปัจจัยที่ทำให้ได้ระดับ KPOVs ที่ดีที่สุด โดยขั้นตอนการทำงานและมาตรฐานการทำงานต่างๆ จะถูกทบทวนและปรับปรุงใหม่ เพื่อทำให้การดำเนินการควบคุมในขั้นตอนต่อไปเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงอาจใช้การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และอาจจะมีการนำการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE) มาใช้เพื่อการปรับตั้งที่ดีที่สุดในการปรับปรุงกระบวนการ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.12 [7]

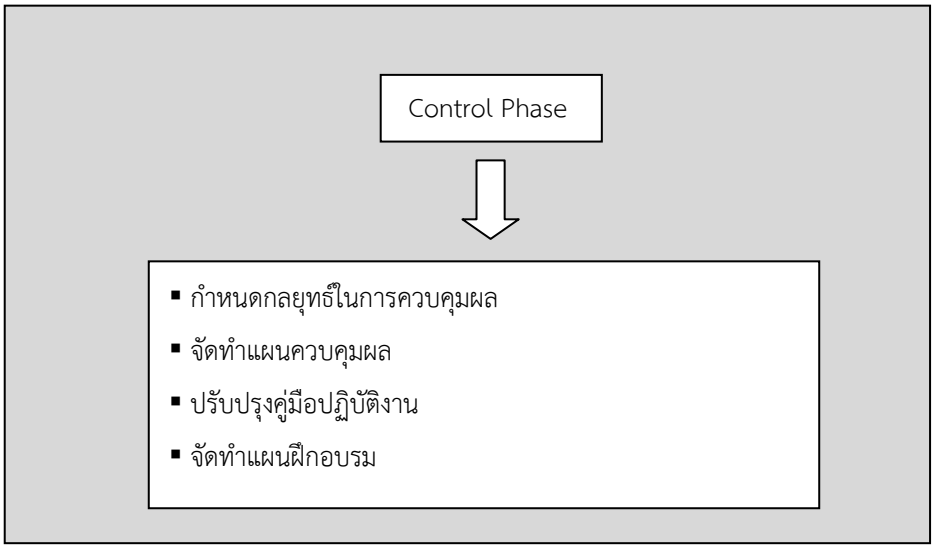


รูปที่ 2.12 แผนภาพรายละเอียดขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ [7]

5. ขั้นตอนการควบคุม (Control Phase)

ขั้นตอนนี้เป็นการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลงานที่ปฏิบัติ โดยการเปรียบเทียบผลการทำงานก่อนและหลังปฏิบัติงานว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ถ้าผลลัพธ์ออกมาตามเป้าหมายจะนำไปจัดทำมาตรฐานสำหรับการปฏิบัติงานในครั้งต่อไป เช่น การปรับแก้ไขค่ามาตรฐานการผลิต การจัดทำ มาตรฐานการตรวจสอบ เป็นต้น แต่ถ้าผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด โดยอาจสูงหรือต่ำกว่าที่ต้องการ ทีมงานคุณภาพจะต้องทำการศึกษาและวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงใหม่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสิ่งสำคัญที่ได้จากขั้นตอนนี้ คือแผนการควบคุมกระบวนการโดยทั่วไปมักจัดทำเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงานหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น แล้วนำการควบคุมกระบวนการโดยวิธีการทางสถิติมาประยุกต์ใช้ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.13 [7] โดยสำหรับเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในขั้นตอนนี้มีดังนี้

- แผนการควบคุม (Control Plan)
- การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control: SPC)
- วิธีการป้องกันความผิดพลาด (Error Proofing)
- การควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ (Automated Control)
- การจัดทำเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standard Operating Procedure)
- การสุ่มตรวจสอบการปฏิบัติงาน (Audit)



รูปที่ 2.13 แผนภาพรายละเอียดขั้นตอนการควบคุม [7]

จากแนวทางการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกม่านั้น แสดงให้เห็นถึงการมุ่งเน้นให้ทำการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ จากการนำเทคนิคต่าง ๆ เข้ามาช่วยในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้การแก้ไขปัญหาเป็นไปอย่างถูกต้องตรงจุดที่ต้นตอของปัญหามากที่สุด และมีประสิทธิภาพสูงสามารถที่จะทำให้มั่นใจได้ว่าในระยะยาวจะไม่เกิดปัญหาขึ้นอีก

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการแข่งขันของอุตสาหกรรมในปัจจุบันมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้หลายองค์กรให้ความสนใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากขึ้น ซึ่งพบว่ามีหลายงานวิจัยที่นำหลัก DMAIC มาใช้ในการแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วสันต์ พุกผาสุก [9] ศึกษาเรื่องการลดของเสียจากกระบวนการชุบโครเมียมโดยประยุกต์ใช้ DMAIC ซึ่งเป้าหมายจะต้องลดอัตราของเสียที่เกิดขึ้นลงร้อยละ 70 เริ่มจากขั้นตอนการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น โดยระบุถึงขอบเขตปัญหาที่จะทำการแก้ไขและกำหนดตัวชี้วัดการปรับปรุงกระบวนการ ขั้นตอนที่สองเป็นการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา โดยการสร้างแผนที่กระบวนการ ทำให้ทราบความสัมพันธ์ของปัจจัยแต่ละงานในกระบวนการ จากนั้นระดมความคิด โดยสร้างแผนภาพสาเหตุและผล ซึ่งจะนำมาเชื่อมโยงกับระดับความเสี่ยงที่ได้จากการวิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในกระบวนการ เพื่อค้นหาสาเหตุที่น่าจะมีผลกระทบต่อปัญหามากที่สุด จากนั้นจะศึกษาระบบการวัดของพนักงานตรวจสอบชิ้นงานก่อนชุบโครเมียม เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความถูกต้องในระบบการตรวจสอบ ขั้นตอนที่สามวิเคราะห์สาเหตุที่มีผลกระทบกับความหยาบผิวชิ้นงานโดยการ

วิเคราะห์ความแปรปรวน และนำมาหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมในขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการโดยเทคนิคการออกแบบการทดลองและการหาพื้นที่ตอบสนองขั้นตอนสุดท้ายดำเนินการควบคุมตัวแปรต่างๆ โดยอาศัยคู่มือการปฏิบัติงาน และเทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติผลจากการปรับปรุง จากผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยของเสียต่อเดือนลดลงจาก 146,295 PPM เหลือเพียง 25,780 PPM ซึ่งสามารถลดระดับการเกิดของเสียลงร้อยละ 82 บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

ปวีณ์สุดา ปานอำไพ [10] ได้มีการประยุกต์ใช้แนวทางในการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกม่า 5 ขั้นตอน (DMAIC) ในการลดของเสียในกระบวนการผลิตคอยล์เย็น เริ่มจากนิยามปัญหาโดยการศึกษาสภาพปัญหาของเสียที่เกิดจากคามผิดพลาดของกระบวนการการวัดสภาพปัญหาจากการเก็บข้อมูลของเสียโดยอาศัยเครื่องมือคุณภาพ ได้แก่ ใบรายงานตรวจสอบ กราฟ และแผนภูมิพาเรโต เข้ามาช่วยใช้การเก็บข้อมูลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยแผนผังก้างปลาและ FMEA โดยคำนวณค่า RPN การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ และเลือกปัญหาที่มีค่า RPN มากกว่า 100 มาทำการแก้ไขและปรับปรุง สุดท้ายการติดตามควบคุม ซึ่งผลจากการปรับปรุงพบว่าสัดส่วนของเสียลดลงจากร้อยละ 0.019 เหลือร้อยละ 0.007

จีรศักดิ์ ฐานมั่น [11] ได้ประยุกต์ใช้แนวทางการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกม่า ตาม DMAIC ในการลดของเสียในกระบวนการถอดชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยผู้วิจัยเริ่มจากการศึกษาสภาพปัญหาของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อกำหนดปัญหา ซึ่งพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นกับตัวงาน HSA เป็นปัญหาหลักที่เกิดขึ้นร้อยละ 10.85 ต่อเดือน จากนั้นวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหาโดยการสร้างแผนผังแสดงกระบวนการผลิตอย่างละเอียด และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยการแต่งตั้งทีมงาน และใช้เครื่องมือแผนแสดงเหตุและผลในการิเคราะห์ตัวแปร มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของสมาชิกเพื่อให้สมาชิกทุกคนในทีมงานเกิดความเข้าใจสาเหตุและปัญหาได้อย่างชัดเจน เมื่อได้สาเหตุจากการวิเคราะห์แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขนำเอาหลักการการออกแบบการทดลองอย่างง่ายเข้ามาใช้เป็นเครื่องมือในการทดลอง เพื่อนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้าที่สำคัญและตัวแปรตอบสนองที่ต้องการ โดยพบว่าพบว่าสภาพเครื่องมือที่ใช้สำหรับการถอดตัวงาน HSA ที่เรียกว่า HSA Remove Tool ที่ใช้ในกระบวนการถอดชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเป็นจุดเสี่ยงหลักที่ต้องปรับปรุง จากนั้นทำการปรับปรุงกระบวนการถอดชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ และควบคุมโดยการจัดทำมาตรฐานการทำงานและวิธีการตรวจสอบเครื่องมือก่อนใช้งาน และมีฝึกอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องให้เข้าใจวิธีการทำงาน รวมทั้งการบำรุงรักษาเครื่อง HSA Remove Tool ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า สามารถลดสัดส่วนของเสียในกระบวนการถอดชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของบริษัทกรณีศึกษาที่เกิดกับตัวงาน HSA จากเดิมร้อยละ 10.85 ต่อเดือน เหลือร้อยละ 6.95 ต่อเดือน ซึ่งคิดเป็นอัตราการลดลงของของเสียจากตัวงาน HSA เท่ากับร้อยละ 35.94

กานดา พรมเทพ และ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย [12] ได้ประยุกต์แนวทางการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกม่า ตาม DMAIC (Define-Measure-Analysis-Improve-Control) เพื่อการลดของเสียในกระบวนการผลิตฟิล์มพลาสติกบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัวซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตฟิล์มโพลีพอพิลีน เริ่มจากขั้นตอนการนิยามปัญหาเพื่อศึกษาสภาพความเป็นจริงของปัญหาจากการใช้แผนภูมิพาเรโต ต่อจากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหาได้จัดตั้งทีมงานปรับปรุงคุณภาพการผลิต และทำการระดมสมอง โดยนำเครื่องมือทางด้านคุณภาพคือแผนภาพเหตุและผลมาใช้ในการสาเหตุของปัญหา และใช้เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต (PFMEA) เพื่อประเมินหาปัจจัยนำเข้า(KIPV) ที่อาจมีผลต่อ กระบวนการผลิต ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ทำการออกแบบการทดลองทดลองแบบแฟคทอเรียล 2 ระดับ จากนั้นในขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ (Improve Phase) ได้นำปัจจัยที่มีผลที่ทำการประเมินในขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหามาดำเนินการวิเคราะห์โดยการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken Design สำหรับในขั้นตอนสุดท้ายคือขั้นตอนการติดตามควบคุม(Control Phase) ได้นำเทคนิควิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบมาทำการประเมินอีกครั้งเพื่อเป็นการประเมินผลและผลการปรับปรุงสามารถปริมาณของเสียได้ลดลงประมาณร้อยละ 50

อภิชาต สถิตธรรม [13] ปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ตามแนวความคิดของซิกซ์ ซิกม่า มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอนตามหลักการ DMAIC โดยเริ่มจากการระบุปัญหา ขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา โดยเริ่มจากการสร้างแผนภูมิการไหล (Process Mapping) และนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหามาทำการระดมสมอง โดยใช้แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) และแผนผัง ต้นไม้ (Why Why tree diagram) เพื่อทำการวิเคราะห์หาโอกาสในการเกิดปัญหา หลังจากได้สรุปปัจจัยที่อาจจะมีผลต่อปัญหาแล้ว จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ซึ่งเป็นการพิสูจน์สมมุติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่ จึงเข้าสู่ขั้นตอนการปรับปรุงและควบคุมกระบวนการ จากผลการวิจัยพบว่าสามารถลดปัญหาแม่เหล็กไม่ตรงตามตำแหน่งที่กำหนดจากร้อยละ 0.043 เหลือร้อยละ 0.000 ของจำนวนการผลิตทั้งหมด

ศันสนีย์ พิสุทธิ์กุลกิจ [14] ได้มีการประยุกต์ใช้ DMAIC ในการลดความโก่งงอของคอนแทคดูเอิลอินเตอร์เฟสชิพในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ โดยเริ่มจากการนิยามปัญหาจากการศึกษากระบวนการสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และกำหนดขอบเขตของปัญหาจากนั้นวัดกระบวนการเพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหา โดยอาศัยการระดมสมองจากทีมงาน และทำการวิเคราะห์ปัญหาโดยนำปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลกระทบมาทำการออกแบบการออกแบบการทดลองแฟคทอเรียล 2 ระดับ จากนั้นทำการปรับปรุงโดยได้ออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken Design และในขั้นสุดท้ายเป็นระยะการควบคุมเพื่อที่จะให้กระบวนการที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วอยู่ในเขตของการ

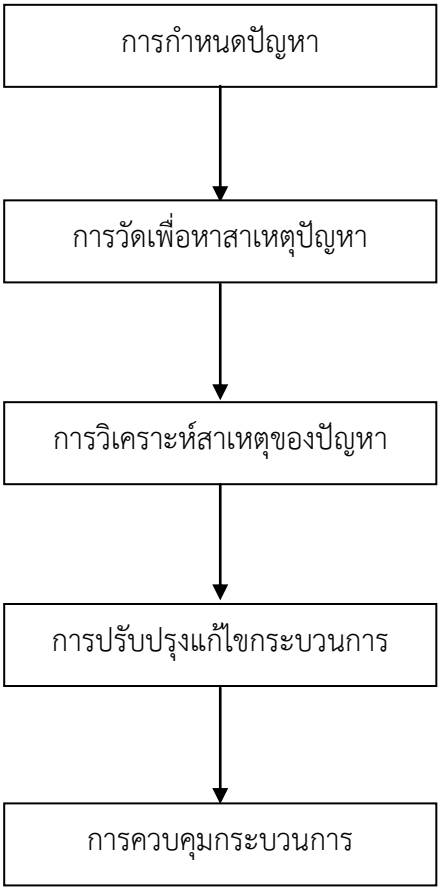
ควบคุม โดยจัดทำแผนควบคุมและติดตามผลการปรับปรุงการะบวนการโดยการใช้แผนภูมิควบคุม ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าจำนวนของเสียประเภทความหนาชิ้นงานเกินขนาดมีจำนวนลดลงจาก 600 เหลือ 184 PPM

กัญญรัตน์ วังคะฮาด และณฐา คุปตัษเฐียร [15] ศึกษาเรื่องการลดปัญหาของเสียในการผลิตเกียร์ด้วยหลัก DMAIC โดยเริ่มจากขั้นตอนการกำหนดปัญหาจากการสร้างแผนภูมิพาเรโต พบว่าปัญหาหลักคือเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเกินกว่าค่าที่กำหนดของ (ID Over spec) จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการวัดสภาพปัญหา โดยสร้างแผนที่กระบวนการผลิต (Process Mapping) เพื่อทำการศึกษาปัจจัยและความสัมพันธ์ในแต่ละกระบวนการ พบว่าปัญหาชิ้นงานเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเกินกว่าค่าที่กำหนดเกิดขึ้นที่กระบวนการกลึง จากนั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนภาพแสดงเหตุและผลโดยการระดมสมอง ซึ่งรากเหง้าของปัญหาที่เกิดขึ้นมี 3 สาเหตุ ได้แก่ อายุการใช้งานของดอกเจาะไม่เหมาะสม ค่าในการปรับตั้งศูนย์เครื่องจักรไม่เหมาะสม และมาตรฐานขั้นตอนการวัดยังไม่ชัดเจน ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขโดยการออกแบบการทดลองแบบ 2^2 Factorial Design เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของสาเหตุหลักและความแปรปรวนร่วมของแต่ละ factor และใช้การประเมินความสามารถของระบบการวัดแบบข้อมูลวัด (GR&R) และทำการควบคุมกระบวนการต่างๆ โดยการกำหนดมาตรฐานการทำงาน (Work Instruction) เพื่อช่วยในการควบคุมกระบวนการผลิต จากผลิการวิจัยพบว่าหลังการปรับปรุงสามารถลดของเสียจากเดิมร้อยละ 3.4 เหลือร้อยละ 0.91 ของปริมาณของเสียทั้งหมด ดังนั้นในการปรับปรุงสามารถลดของเสียได้ถึงร้อยละ 76.47

มนตรี มีชัย [16] ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตยางคอมปาวด์โดยการประยุกต์ใช้กระบวนการทางซิกส์ ซิกม่า เริ่มจากขั้นตอนเลือกปัญหาโดยการเก็บข้อมูลพบว่าปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในไลน์การผลิตที่เกิดของเสียมากที่สุดคือ ไลน์ F1 จากนั้นศึกษาขั้นตอนการไหลขบวนการที่เกิดของเสียมากที่สุดโดยพบว่ามีของเสียเกิดที่กระบวนการผสมสารเคมีโดยวัตถุดิบ จากทำการวิเคราะห์สาเหตุ พบว่าเกิดจากสาเหตุ 2 ประการ ได้แก่ ขนาดวัตถุดิบไม่สม่ำเสมอ และการตกค้างของเศษวัตถุดิบ ขั้นตอนการวิเคราะห์ถึงต้นตอของสาเหตุที่เกิดขึ้น โดยการใช้แผนผังแสดงเหตุและผลจากการระดมสมองของทีมงาน และทำการปรับปรุง โดยมีการกำหนดและนำเสนอวิธีการปรับปรุงมาตรฐานโดยจัดทำลำดับขั้นตอน (Step check) ตามที่มาตรฐานได้กำหนดไว้เพื่อให้เข้าใจถึงความสำคัญและผลที่จะตามมา จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการควบคุม โดยทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาและควบคุมปัญหาที่เกิดขึ้นทั้ง 2 สาเหตุและนำมาวัดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่ การปรับปรุงมาตรฐานการตรวจรับวัตถุดิบโดยการเพิ่มมาตรฐานข้อกำหนดของขนาดอนุภาค (Particle size) ไว้ในมาตรฐานการรับเข้าวัตถุดิบและขึ้นทะเบียนการควบคุมข้อบกพร่อง จากผลการวิจัยพบว่าสัดส่วนปริมาณของเสียลดลงจากร้อยละ 0.09 เป็นร้อยละ 0.07 ซึ่งทำให้ต้นทุนลดลง 35,068.4 บาท

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

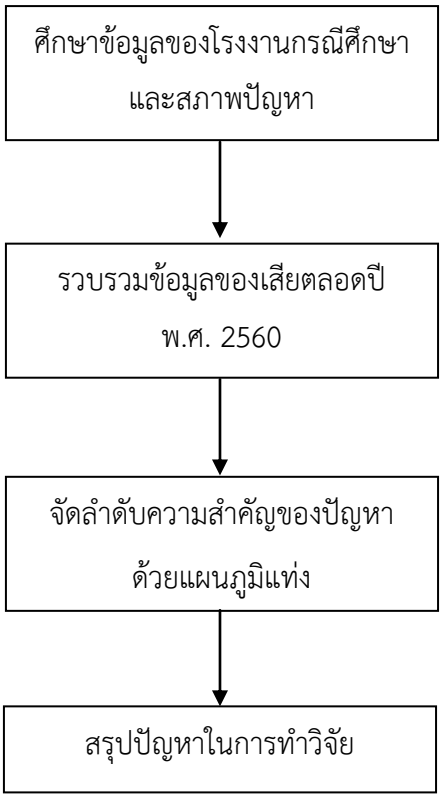
ในการวิจัยการลดของเสียในกระบวนการผลิตถุงมือ ผู้วิจัยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลทั่วไปและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตถุงมือยางในโรงงานตัวอย่าง โดยเก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องย้อนหลัง 1 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2560 และแยกประเภทของข้อบกพร่องต่างๆ โดยประยุกต์ใช้หลักการ DMAIC ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ในการแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นร่วมกับการใช้เครื่องมือคุณภาพ เช่น แผนภูมิพาเรโต แผนผังแสดงเหตุและผล และการระดมสมองกับหัวหน้างานเพื่อให้ได้แนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 3.1 ขั้นตอน DMAIC

3.1 ขั้นตอนการกำหนดปัญหา (Define phase)

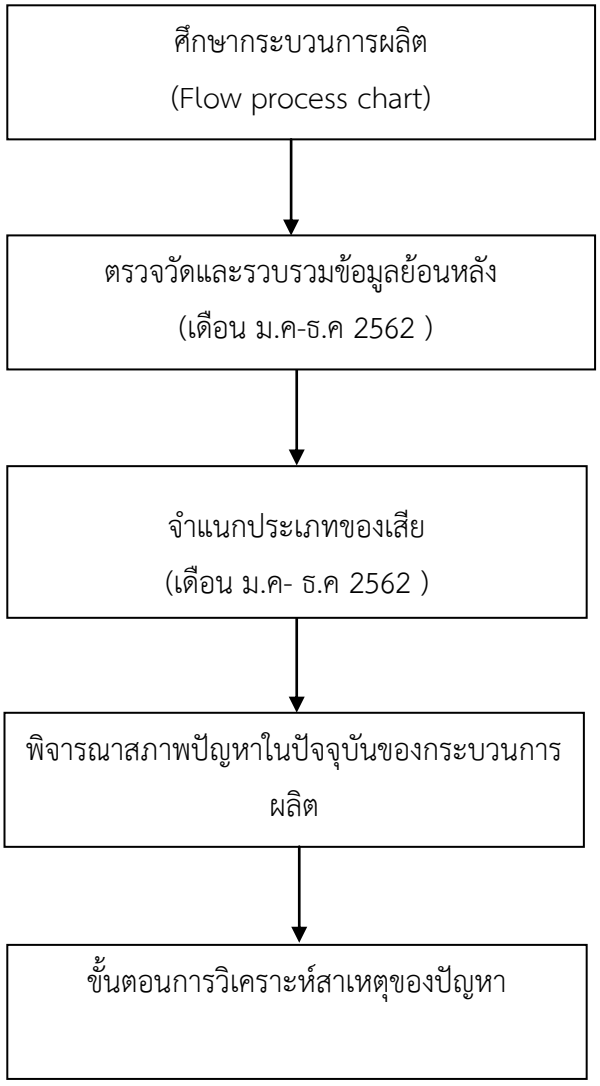
ขั้นตอนการกำหนดปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.2 เป็นการพิจารณาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดขึ้นในโรงงาน โดยผู้วิจัยต้องมีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตถุงมือยางจากการสำรวจข้อมูลของเสียย้อนหลังตลอดปี 2560 ซึ่งผู้วิจัยได้มีการดำเนินการกำหนดปัญหาแล้วในช่วงต้นของการวิจัยและสรุปไว้ในบทที่ 1 บทนำ หัวข้อ 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา โดยปัญหาที่เกิดขึ้นล้วนแล้วแต่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ต้นทุนการผลิตและความเชื่อมั่นของลูกค้าทั้งสิ้น



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการกำหนดปัญหา

3.2 ขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา (Measure phase)

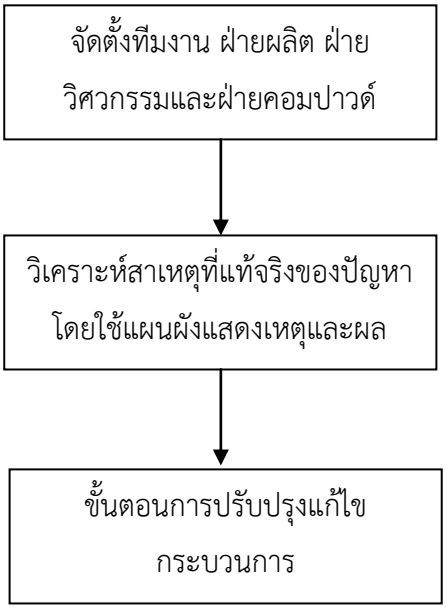
ขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 เป็นขั้นตอนการทำความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของกระบวนการผลิตถุงมือในโรงงานกรณีศึกษาเพื่อกำหนดตัวแปรหรือกระบวนการใดบ้างที่จะส่งผลกระทบต่อปริมาณของเสีย



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze phase)

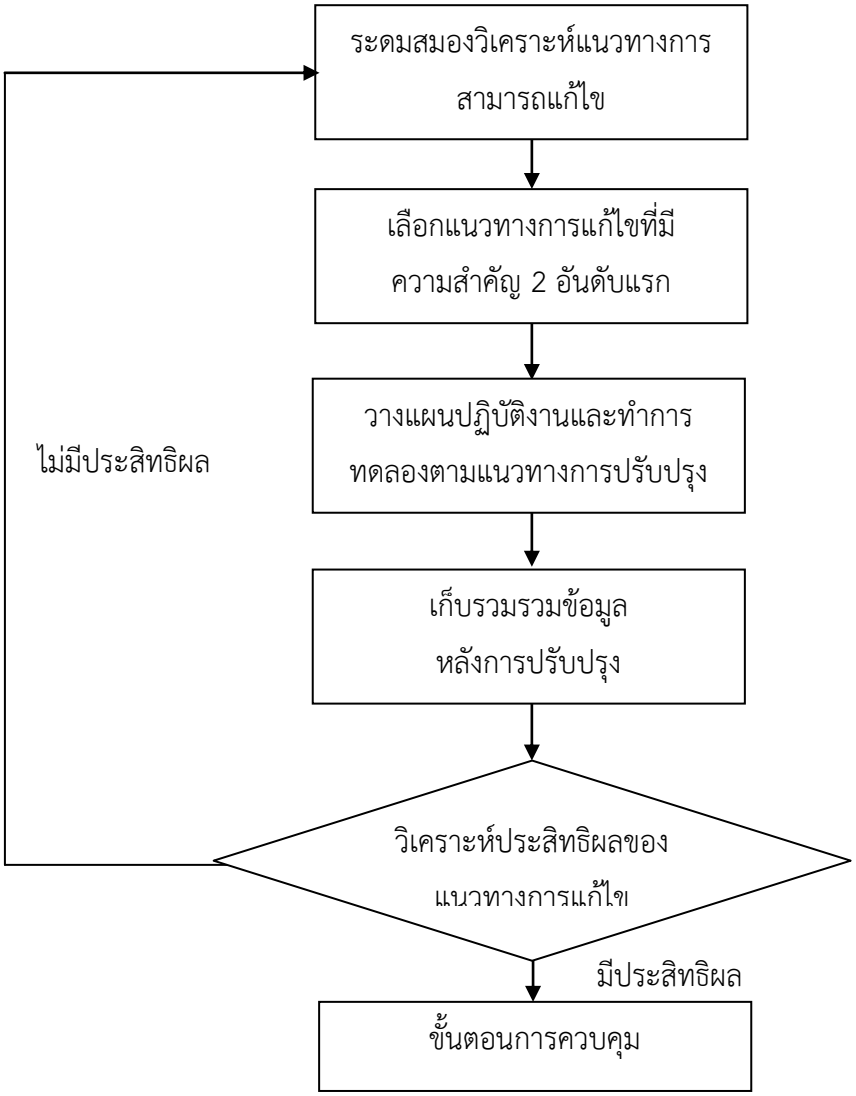
ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.4 จากขั้นตอนการวัดจะช่วยทำให้สามารถกำหนดตัวแปรที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในโรงงานกรณีศึกษา หลังจากนั้นจะต้องมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่มีความเป็นไปได้สูงของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย โดยในการดำเนินการจะทำโดยจัดตั้งทีมงานขึ้น จากการรวมกันระดมสมอง (BrainStorming) จากฝ่ายผลิต ฝ่ายวิศวกรรม และฝ่ายคอมปาวด์ในการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยอาศัยเครื่องมือแผนผังแสดงเหตุและผล ซึ่งทั้งนี้ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของสมาชิกเพื่อให้สมาชิกทุกคนในทีมงานเกิดความเข้าใจสาเหตุและปัญหาได้อย่างชัดเจน เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกแนวทางวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการดำเนินงานด้วย



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

3.4 ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve phase)

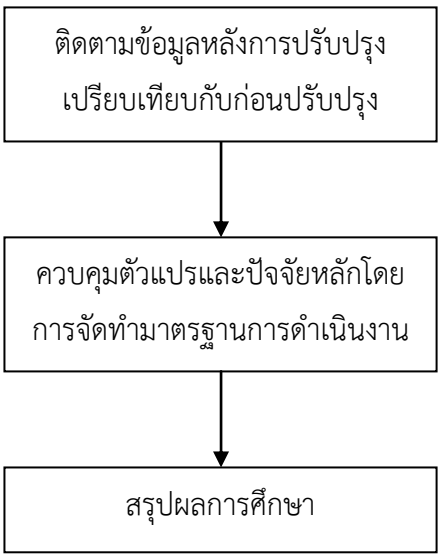
จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ทำให้ผู้วิจัยและทีมงานทราบถึงสาเหตุรากเหง้าของปัญหาและสามารถดำเนินการหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.5 โดยจากการระดมสมองร่วมกับทีมงานจะมีการออกแบบและปรับปรุงปัจจัยที่สำคัญที่สามารถแก้ไขได้ทันทีก่อน โดยจะนำไปวางแผนปฏิบัติงาน (Action plan) และลงมือปฏิบัติ ซึ่งจะมีการควบคุมการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางเอาไว้ แล้วจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียหลังการปรับปรุงเพื่อใช้ในการประเมินผลของวิธีการแก้ไขต่างๆ ว่ามีประสิทธิผลเพียงพอหรือไม่ในการลดปัญหาของเสียในกระบวนการ หากแนวทางการดำเนินการแก้ไขไม่มีประสิทธิผลจะทำการวิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไขปัญหาอีกครั้ง จึงจะเข้าสู่ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ

3.5 ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ (Control phase)

ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.6 เป็นขั้นตอนการควบคุมตัวแปรและปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการเกิดของเสีย หลังจากการิเคราะห์ทำให้ผู้วิจัยและทีมงานทราบว่าปัจจัยใดบ้างที่เป็นปัจจัยหลักในการทำให้เกิดปัญหาขึ้น และจากนั้นจึงทำการควบคุมปัจจัยต่างๆเหล่านั้นและจัดทำเป็นแผนการควบคุมคุณภาพกำหนดมาตรฐานการดำเนินงานใหม่ เพื่อควบคุมให้แนวทางที่ทำการปรับปรุงปัญหานั้นๆ สามารถดำเนินการต่อไปได้อย่างมีระบบ เพื่อให้ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตลดลง



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการ

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการกำหนดวิธีการการดำเนินงานเพื่อกำหนดแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตถุงมือ กรณีศึกษาในโรงงานถุงมือยางอย่างแล้ว ในบทนี้จะได้นำเอาวิธีการดำเนินงานที่ได้กำหนดไว้จากบทที่ผ่านมา นำมาดำเนินงานโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานและแสดงผลการดำเนินงานแก้ไขปัญหาด้วยหลัก DMAIC ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการกำหนดปัญหา (Define phase)

4.1.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นผู้ผลิตถุงมือยางสำหรับตรวจโรค มีกำลังการผลิตมากกว่า 20 ล้านชิ้นต่อเดือน ซึ่งดำเนินการผลิตถุงมือยาง 24 ชั่วโมง แบ่งชั่วโมงการทำงานเป็น 3 กะ ประกอบด้วยสายการผลิตทั้งหมด 4 สายการผลิต โดยกลุ่มผลิตภัณฑ์หลักที่มีการดำเนินการผลิตและส่งออก คือ ถุงมือยางสำหรับการตรวจโรค (Latex Examination Gloves) และถุงมือยางสำหรับใช้งานทั่วไป (Latex Disposable Gloves) ที่ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติ ทั้งชนิดมีแป้งและไม่มีแป้ง และปัจจุบันกำลังก่อสร้างสายการผลิตเพิ่มอีก 3 สายการผลิต สำหรับผลิตถุงมือยางไนไทรล์ ทั้งนี้โรงงานได้มุ่งเน้นในความมีคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นอันดับแรก และได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อที่จะเป็นบริษัทชั้นนำในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง โดยมีการจำหน่ายภายในประเทศร้อยละ 25 และส่งออกไปยังต่างประเทศร้อยละ 75 ได้แก่ ทวีปยุโรป อเมริกา และเอเชีย โดยมีกลุ่มลูกค้าหลัก คือ กลุ่มผู้ให้บริการทางการแพทย์ กลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปอาหาร และกลุ่มลูกค้าทั่วไป นอกจากนี้ทางโรงงานยังมีการรับจ้างผลิตและบรรจุภายใต้ชื่อตราสินค้าของลูกค้า (OEM หรือ Original Equipment Manufacturer) มากกว่า 80 ตราสินค้า

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง ผลิตจากน้ำยางธรรมชาติของโรงงานกรณีศึกษา

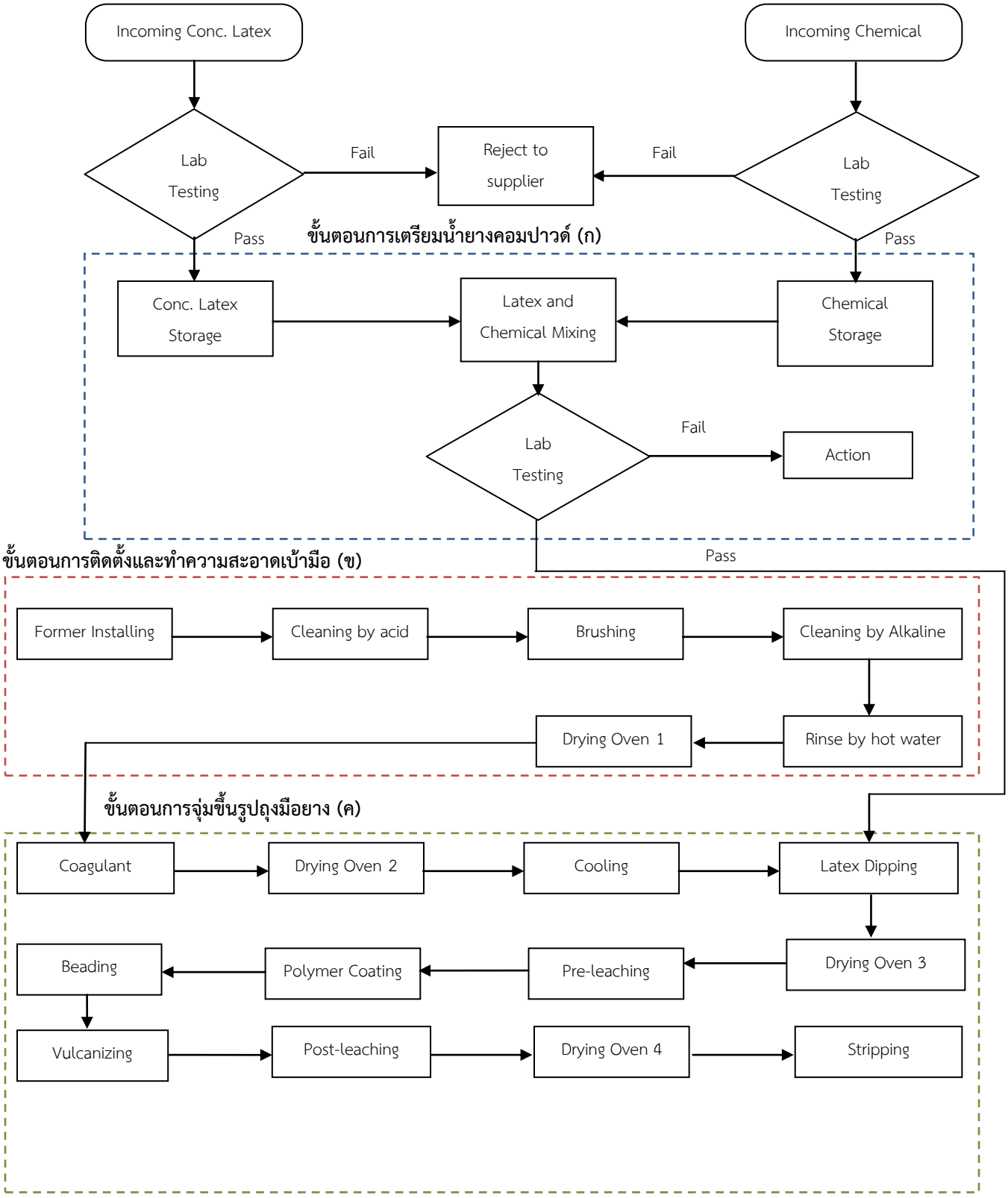
4.1.2 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตถุงมือ

จากการศึกษาข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ถุงมือยาง จากน้ำยางธรรมชาติ ชนิดมีแป้ง และไม่มีแป้ง โดยการรวบรวมข้อมูลของเสียทั้งหมดย้อนหลัง 1 ปี ตั้งแต่เดือนมกราคม 2560 จนถึงธันวาคม 2560 และจำแนกของเสียแต่ละประเภทนำมาจัดลำดับความสำคัญของปัญหาโดยใช้แผนภูมิแท่ง ผู้วิจัยได้มีการดำเนินการกำหนดปัญหาแล้วในช่วงต้นของการวิจัยและสรุปผลการดำเนินงานดังแสดงไว้ในบทที่ 1 บทนำ หัวข้อ 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา ซึ่งปัญหาถุงมือฉีกขาดเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด รองลงมาคือปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์และปัญหาบวมเสียรูป ไม่มีขอบ เบ้าชน สกปรก เหนียว และอื่นๆ ตามลำดับ โดยของเสียทุกประเภทล้วนแล้วแต่ทำให้เกิดต้นทุนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพทั้งสิ้น

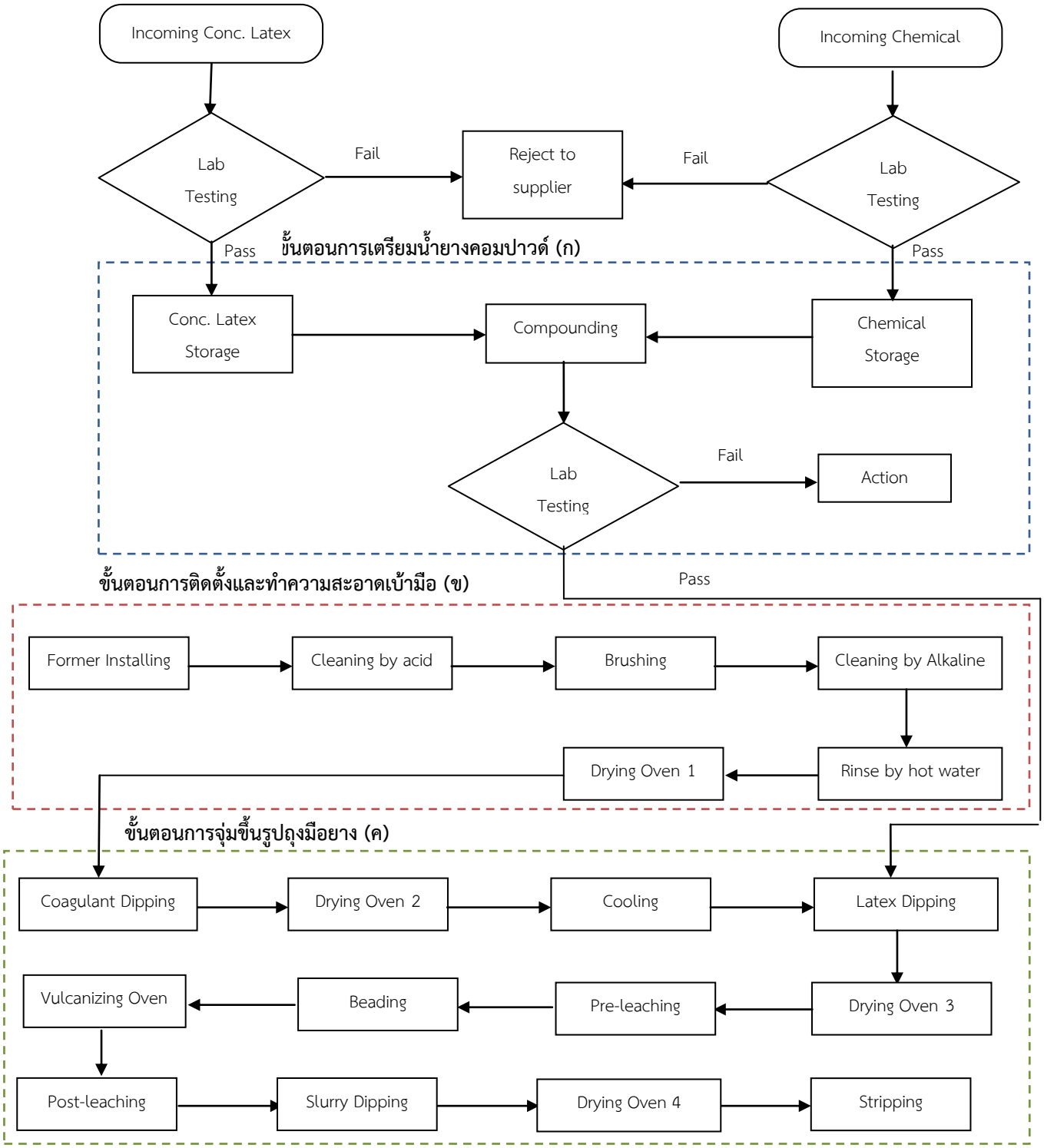
4.2 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการวัด (Measure phase)

4.2.1 ศึกษากระบวนการผลิตถุงมือยาง ชนิดมีแป้งและไม่มีแป้ง

กระบวนการผลิตถุงมือยางมีรูปแบบการผลิตที่ต่อเนื่อง (Continuous process) โดยใช้เทคนิคในการจุ่มขึ้นรูป (Dipping) โดยมีขั้นตอนหลักที่สำคัญ คือ ขั้นตอนการเตรียมน้ำยางคอมปาวด์ (ก) ขั้นตอนการติดตั้งและทำความสะอาดเบ้ามือ (ข) และขั้นตอนการจุ่มขึ้นรูปถุงมือยาง (ค) โดยในแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์กัน หากเกิดความผิดพลาดในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งจะทำให้ส่งผลกระทบต่อขั้นต่อไป ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของถุงมือยาง แผนผังการผลิตผลิตถุงมือยางชนิดไม่มีแป้งแสดงดังรูปที่ 4.2 และแผนผังการผลิตผลิตถุงมือยางชนิดมีแป้งแสดงงดังรูปที่ 4.3 โดยแผนผังกระบวนการผลิตถุงมือยาง จะทำให้เข้าใจถึงขั้นตอนต่างๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการอย่างละเอียดเพื่อช่วยเป็นแนวทางในในการวิเคราะห์หาสาเหตุของเกิดของเสียได้



รูปที่ 4.2 แผนผังกระบวนการผลิตถุงมือยางชนิดไม่มีแป้ง



รูปที่ 4.3 แผนผังกระบวนการผลิตถุงมือยางชนิดมีแป้ง

กระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนล้วนแล้วแต่มีความสำคัญทั้งสิ้น ซึ่งจะต้องมีการควบคุมปัจจัยของแต่ละขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การเตรียมน้ำยางคอมปาวด์ (Compounding)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนผสมน้ำยางกับสารเคมี เพื่อใช้สำหรับในขั้นตอนการจุ่มเบ้ามือลงในน้ำยางคอมปาวด์ โดยในขั้นตอนนี้จะมีการควบคุมเวลาในการบ่มน้ำยางที่ 20 ชั่วโมง ซึ่งความเหมาะสมของเวลาในการบ่มน้ำยางจะมีผลต่อคุณภาพของถุงมือยาง หากเวลาในการบ่มน้ำยางไม่เหมาะสมจะส่งผลต่อการฉีกขาดของถุงมือในระหว่างกระบวนการ และยากต่อการม้วนขอบ

2) การติดตั้งเบ้ามือ (Former Installing)

เป็นขั้นตอนการนำเบ้ามือ (Former) มาติดตั้งกับข้อเหล็กยึดเบ้ามือบนสายโซ่ลำเลียงของสายการผลิต เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการทำความสะอาดเบ้ามือให้สะอาดก่อนกระบวนการจุ่ม ซึ่งก่อนการเดินสายการผลิตจะต้องมีการตรวจเช็คเบ้ามือก่อน หากข้อเหล็กยึดกับเบ้ามือหลวมจะทำให้เบ้ามือตกลงในถังน้ำยางเกิดปัญหาเบ้าชนในกระบวนการได้

รูปที่ 4.4 การติดตั้งเบ้ามือ

3) การล้างทำความสะอาดเบ้ามือด้วยกรด (Former cleaning by acid)

ขั้นตอนนี้เป็นการล้างคราบสกปรกและสารเคมีบนเบ้ามือให้สะอาด โดยใช้สารละลายกรดไนตริก (H_2NO_3) ในการล้างทำความสะอาดซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการล้างสารเคมีได้ดี โดยมีการควบคุมอุณหภูมิอยู่ ที่ 50-70 องศาเซลเซียส และควบคุมความเข้มข้นที่ 2% โดยหากความเข้มข้นของกรดน้อยเกินไปจะทำให้ประสิทธิภาพในการล้างการคราบสกปรกไม่เพียงพอ และหากสูงเกินจะเกิดการกัดกร่อนของเบ้ามือได้ ซึ่งทั้งนี้ จะต้องควบคุมระดับสารละลายกรดให้สูงกว่าระดับที่จุ่มลงในสารช่วยจับตัว

รูปที่ 4.5 การล้างทำความสะอาดเบ้ามือด้วยกรด

4) การล้างทำความสะอาดเบ้ามือด้วยด่าง (Former cleaning by alkaline)

เป็นขั้นตอนการล้างทำความสะอาดสารเคมีด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไฮดรอกไซด์ (NaOH) และคราบสกปรกอื่นๆที่ตกค้างจากการล้างด้วยสารละลายกรด และเพื่อปรับสภาพความเป็นกรดด่างของผิวเบ้ามือ โดยจะต้องควบคุมระดับสารละลายด่างให้สูงกว่าระดับที่จุ่มลงในสารช่วยจับตัว

รูปที่ 4.6 การล้างทำความสะอาดเบ้ามือด้วยด่าง

5) การทำความสะอาดเบ้ามือด้วยชุดลูกกลิ้งแปรงขัด (Brushing)

เป็นขั้นตอนการขัดทำความสะอาดผิวของเบ้ามือ โดยใช้ชุดลูกกลิ้งแปรงในการขัดเบ้ามือให้สะอาด

รูปที่ 4.7 การทำความสะอาดเบ้ามือด้วยชุดลูกกลิ้งแปรงขัด

6) การล้างทำความสะอาดเบ้ามือด้วยน้ำร้อน (Rinse by hot water)

เป็นการล้างทำความสะอาดสารเคมีและคราบสกปรกต่างๆที่ตกค้างบนผิวของเบ้ามือ โดยจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำร้อนไม่ให้สูงหรือต่ำเกินไปให้อยู่ในช่วง 70-85 องศาเซลเซียส เพื่อที่จะช่วยในการควบคุมอุณหภูมิของเบ้ามือให้เหมาะสมก่อนการจุ่มลงในสารช่วยจับตัว

รูปที่ 4.8 การล้างเบ้ามือด้วยน้ำร้อน

7) การอบเบ้ามือให้แห้งก่อนจุ่มสารช่วยจับตัว (Drying Oven 1)

เป็นขั้นตอนการระเหยน้ำที่ติดเป็นฟิล์มบนเบ้ามือแห้งจนหมดก่อนการจุ่มลงในสารช่วยจับตัว

รูปที่ 4.9 การอบเบ้ามือให้แห้งก่อนจุ่มสารช่วยจับตัว

8) การจุ่มสารช่วยจับตัว (Coagulant dipping)

เป็นขั้นตอนการจุ่มเบ้ามือลงในสารช่วยจับตัว ซึ่งในขั้นตอนนี้ถุงมือยาง ชนิดไม่มีแป้งและชนิดมีแป้งจะใช้สารเคมีต่างชนิดกัน โดยถุงมือชนิดมีแป้งจะใช้สารแคลเซียมไนเตรต ($Ca(NO_3)_2$) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารช่วยในการจับตัวของอนุภาคยาง และผสมกับสารแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ซึ่งมีคุณสมบัติในการช่วยป้องกันไม่ให้ฟิล์มยางติดเบ้ามือ สำหรับถุงมือไม่มีแป้งจะใช้สารเคมี Detect coating agent (DCA) แทนสารแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และโดยมีอุณหภูมิของเบ้ามือที่จุ่มลงในถังสารช่วยจับตัว จะต้องอยู่ในช่วง 50-60 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารช่วยจับตัวเกิดการไหลเวียนที่ดี ไม่เกิดเป็นฟองขึ้น หากในกรณีที่เกิดฟองจะส่งผลให้เกิดการเคลือบที่ไม่ดีส่งผลต่อรูรั่วของถุงมือ

รูปที่ 4.10 การจุ่มสารช่วยจับตัว

9) การอบแห้งเบ้ามือหลังจุ่มสารช่วยจับตัว (Drying Oven 2)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการอบให้สารช่วยจับตัวแห้งก่อนจุ่มลงถังน้ำยางคอมปาวด์ โดยมีการควบคุมอุณหภูมิที่ 60-120 องศาเซลเซียส

รูปที่ 4.11 การอบเบ้ามือให้แห้งหลังจุ่มสารช่วยจับตัว

10) การเป่าลมระบายความร้อน (Cooling)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการเป่าลมเพื่อช่วยควบคุมและปรับลดอุณหภูมิของเบ้ามือให้มีความเหมาะสมก่อนลงจุ่มในถังน้ำยางคอมปาวด์

รูปที่ 4.12 การเป่าพัดลมระบายอากาศ

11) การจุ่มน้ำยางคอมปาวด์ (Latex Dipping)

เป็นขั้นตอนจุ่มเบ้ามือลงในน้ำยางคอมปาวด์ โดยแผ่นฟิล์มน้ำยางจะเคลือบลงบนเบ้ามือ ซึ่งในขั้นตอนนี้มีความสำคัญมาก ซึ่งมีปัจจัยในการควบคุมหลายอย่าง ได้แก่ การควบคุมระดับของน้ำยางคอมปาวด์ไม่ให้ต่ำหรือสูงเกินไป ควบคุมอุณหภูมิของน้ำยางคอมปาวด์ให้อยู่ระหว่าง 30-40 องศา เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของน้ำยาง อีกทั้งควบคุมการไหลเวียนของน้ำยางคอมปาวด์เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำยางตกตะกอนและควบคุมอุณหภูมิของเบ้ามือที่ 60-70 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเกิดฟองของน้ำยาง ซึ่งหากปัจจัยเหล่านี้ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้ถุงมือเกิดรูรั่วได้

รูปที่ 4.13 การจุ่มน้ำยางคอมปาวด์

12) การอบหมาดฟิล์มถุงมือ (Drying Oven 3)

เป็นขั้นตอนการอบหมาดฟิล์มถุงมือยาง ซึ่งทำให้ถุงมือยางแห้งพอหมาดให้สามารถม้วนขอบได้ โดยมีการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 100-130 องศาเซลเซียส

รูปที่ 4.14 การอบหมาดฟิล์มถุงมือ

13) การชะล้างฟิล์มยาง (Pre-leaching)

เป็นขั้นตอนการล้างฟิล์มยางที่เคลือบอยู่บนเบ้ามือ เพื่อเป็นการชะล้างสารเคมีที่ปนเปื้อนและลดปริมาณโปรตีนในถุงมือยาง โดยต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำร้อนให้อยู่ในช่วง 70-90 องศาเซลเซียส

รูปที่ 4.15 การชะล้างฟิล์มยาง

14) การเคลือบสารโพลิเมอร์ (Polymer coating)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนหนึ่งของการผลิตถุงมือยางชนิดไม่มีแป้งเท่านั้น โดยเป็นการเคลือบฟิล์มยางด้วยสารโพลิเมอร์ เพื่อป้องกันไม่ให้ถุงมือยางเหนียวติด หลังการถอดออกจากเบ้ามือและง่ายต่อการสวมใส่

รูปที่ 4.16 การเคลือบสารโพลิเมอร์

15) การม้วนขอบ (Beading)

เป็นขั้นตอนการม้วนขอบถุงมือด้วยลูกกลิ้งพลาสติกกลม ซึ่งถุงมือยางหลังจากการจุ่มในถังน้ำยางคอมปาวด์จะมีลักษณะขอบไม่เท่ากัน และไม่สวยงามรวมถึงขอบถุงมือไม่แข็งแรง

รูปที่ 4.17 การม้วนขอบ

16) การอบวัลคาไนซ์ (Vulcanizing Oven)

เป็นขั้นตอนการอบให้ยางแห้ง โดยการเกิดการวัลคาไนซ์ที่สมบูรณ์ ส่งผลต่อความแข็งแรงของถุงมือยาง ทำให้ยางคงรูป ซึ่งขั้นตอนนี้จะมีระยะเวลาในการอบยาวนานที่สุดประมาณ 10-15 นาที และจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 90-130 องศาเซลเซียส โดยขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากอีกขั้นตอนหนึ่ง หากอุณหภูมิต่ำเกินไปจะทำให้ถุงมือไม่สุก (Undercure) ก่อให้เกิดการบวมเสียรูปของถุงมือ

รูปที่ 4.18 การอบวัลคาไนซ์

17) การชะล้างถุงมือยางหลังการอบ (Post-leaching)

เป็นขั้นตอนการล้างถุงมือยางอีกครั้งหลังการอบด้วยน้ำร้อน (Post-leaching) เพื่อชะล้างสารเคมีที่ยัง หลงเหลืออยู่ในถุงมือยางและลดปริมาณโปรตีนออกจากถุงมือยาง

รูปที่ 4.19 การชะล้างถุงมือยางหลังการอบ

18) การจุ่มแป้ง (Slurry dipping)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนหนึ่งของการผลิตถุงมือยางชนิดมีแป้งเท่านั้น โดยเป็นจุ่มเบ้ามือลงในแป้งเพื่อป้องกันไม่ให้ถุงมือยางเหนียวติด ทำให้กระบวนการถอดถุงมือทำได้ง่าย ง่ายต่อการสวมใส่

รูปที่ 4.20 การจุ่มแป้ง

19) การอบแห้งถุงมือยาง (Drying Oven 4)

เป็นการอบแห้งถุงมือยางที่ผ่านการชะล้างถุงมือสำหรับถุงมือยางชนิดไม่มีแป้ง และหลังการจุ่มแป้งสำหรับถุงมือยางชนิดมีแป้ง

รูปที่ 4.21 การอบแห้งถุงมือยาง

20) การถอดถุงมือ (Stripping)

เป็นขั้นตอนการถอดถุงมือยางออกจากเบ้ามือ ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการผลิตถุงมือยาง ซึ่งในขั้นตอนนี้จะต้องมีการทดสอบความเหมาะสมของหัวเป่าลืมและแรงดันลม ซึ่งหากไม่เหมาะสมจะส่งผลให้ถุงมือที่ออกมาจากกระบวนการผลิตเกิดการฉีกขาดได้

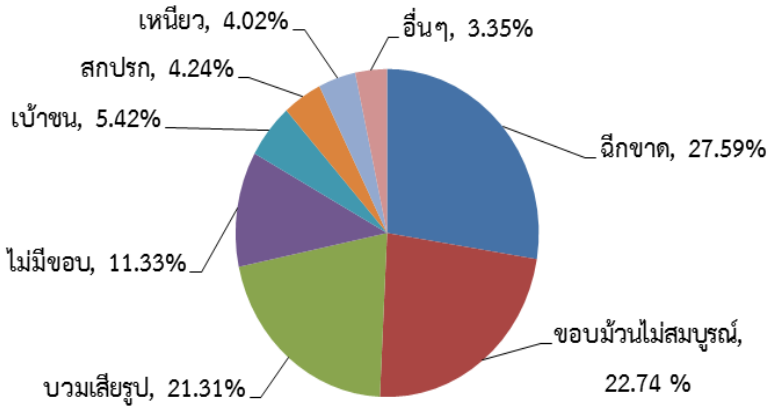
รูปที่ที่ 4.22 การถอดถุงมือ (Stripping)

จากนั้นจะนำถุงมือที่ออกจากไลน์ผลิตแบบต่อเนื่องไปผ่านกระบวนการอบซ้ำอีกรอบ (Tumbling) ด้วยความร้อน เพื่อลดความชื้นของถุงมือยางและช่วยเพิ่มคุณสมบัติการยืดหยุ่นหรือคุณสมบัติเชิงกลของถุงมือยางได้ดีขึ้น และหลังจากนั้นพนักงานควบคุมคุณภาพจะสุ่มตัวอย่างตามระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (AQL) เพื่อตรวจสอบคุณภาพตามข้อกำหนดด้วยวิธีการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual testing) และทดสอบการรั่วซึมน้ำ (Water leak testing)

จากการศึกษากระบวนการผลิตอย่างละเอียดในแต่ละขั้นตอน พบว่ามีขั้นตอนการผลิตทั้งหมด 20 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนจะต้องมีการควบคุมปัจจัยต่างๆอย่างเหมาะสม ซึ่งจากการวิเคราะห์การไหลของกระบวนการพบว่ามีเพียงบางขั้นตอนเท่านั้นที่มีโอกาสในการก่อให้เกิดปัญหาข้อบกพร่องได้

4.2.2 การดำเนินการศึกษาข้อมูลของเสียจากใบบันทึกข้อมูล (Check sheet)

โรงงานกรณีศึกษามีสายการผลิตถุงมือยางจากน้ำยางธรรมชาติ ชนิดไม่มีแป้งและมีแป้งทั้งหมด 4 สายการผลิต โดยดำเนินการผลิตถุงมือยาง 24 ชั่วโมง แบ่งชั่วโมงการทำงานเป็น 3 กะ ได้แก่ กะเช้า กะบ่าย และกะดึก จากการเก็บรวบรวมจำนวนของเสียตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2562 เพื่อยืนยันถึงสภาพปัญหาที่ผู้วิจัยได้มีการกำหนดไว้ข้างต้น โดยจากการรวบรวมข้อมูลได้สรุปข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบปริมาณของเสียแสดงดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 แผนภูมิวงกลมของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2562

จากรูปที่ 4.23 แผนภูมิวงกลมของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จากการรวบรวมข้อมูลในใบบันทึกปริมาณของเสียตั้งแต่ เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ.2562 พบว่ามีปริมาณการฉีกขาดร้อยละ 27.59 ขอบม้วนไม่สมบูรณ์ร้อยละ 22.74 และบวมเสียรูปร้อยละ 21.31 ซึ่งหากรวมปริมาณ

ของเสียทั้ง 3 ชนิด พบว่ามีสัดส่วนที่สูงถึงร้อยละ 71.64 ของของเสีย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุดในกระบวนการผลิตถุงมือยาง ได้แก่ ปัญหาฉีกขาด ขอบม้วนไม่สมบูรณ์ และบวมเสียรูป เมื่อนำข้อมูลการผลิตตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2562 มาคำนวณหา Final Yield และเปรียบเทียบเป็นระดับ σ แสดงค่าดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณของเสียก่อนการปรับปรุง (เดือน มกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ 2562)

รายละเอียด	เดือน												ค่าเฉลี่ย
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
ยอดผลิต (ชิ้น)													
ถุงมือจากน้ำยางธรรมชาติ (มีแป้ง, ไม่มีแป้ง)	14,771,745	14,330,857	16,222,983	15,648,625	12,686,316	15,051,608	15,258,162	15,634,100	15,511,087	13,825,991	15,234,339	13,964,950	14,845,064
ข้อบกพร่อง (ชิ้น)													
ฉีกขาด	70,100	68,922	82,910	78,440	50,912	79,045	65,906	81,331	78,902	59,680	63,192	54,010	69,446
ขอบม้วนไม่สมบูรณ์	64,503	59,012	55,923	59,920	47,192	62,211	57,091	59,022	67,832	56,233	57,011	55,930	58,490
บวมเสียรูป	45,601	45,690	50,934	56,792	61,022	49,802	52,391	59,011	49,012	51,433	59,032	52,082	52,734
ไม่มีขอบ	34,892	29,022	39,023	26,701	20,911	19,803	39,088	31,022	30,222	28,911	24,034	20,045	28,640
เบ้าชน	13,023	12,903	11,701	18,900	19,033	12,087	14,661	10,233	9,805	11,030	15,050	14,093	13,543
สกปรก	14,094	9,600	8,092	12,904	7,805	10,102	10,922	12,003	13,922	7,834	10,934	9,034	10,604
เหนียว	10,094	8,092	13,899	9,400	8,922	10,344	8,200	7,092	8,739	9,803	12,922	12,904	10,034
อื่นๆ	9,800	13,000	12,090	6,000	4,341	8,982	9,388	6,934	6,711	5,903	9,903	9,300	8,529
รวม	262,107	246,241	274,572	269,057	220,138	252,376	257,647	266,648	265,145	230,827	252,078	227,398	252,020
ร้อยละ	1.774	1.718	1.692	1.719	1.735	1.677	1.689	1.706	1.709	1.67	1.655	1.628	1.698
Final Yield	98.226	98.282	98.308	98.281	98.265	98.323	98.311	98.294	98.291	98.33	98.345	98.372	98.302

จากการศึกษาขั้นตอนการผลิตอย่างละเอียดพบว่ามีเพียง 11 ขั้นตอนเท่านั้นที่สัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าว ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมน้ำยางคอมปาวด์จนถึงขั้นตอนการถอดถุงมือ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยดังต่อไปนี้

1) ขั้นตอนการเตรียมน้ำยางคอมปาวด์ (Compounding)
2) ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเบ้ามือด้วยกรด (Former Cleaning by acid)
3) ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเบ้ามือด้วยด่าง (Former Cleaning by Alkaline)
4) ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเบ้ามือด้วยชุดลูกกลิ้งแปรงขัด (Brushing)
5) ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเบ้ามือด้วยน้ำร้อน (Rinse by hot water)
6) ขั้นตอนการจุ่มเบ้ามือลงในสารช่วยจับตัว (Coagulant Dipping)
7) ขั้นตอนการจุ่มเบ้ามือลงในถังน้ำยาง (Latex Dipping)
8) ขั้นตอนการอบหมาดฟิล์มถุงมือ (Drying Oven 3)
9) ขั้นตอนการม้วนขอบ (Beading)
10) ขั้นตอนการอบวัลคาไนซ์ (Vulcanizing Oven)
11) ขั้นตอนการถอดถุงมือ (Stripping)

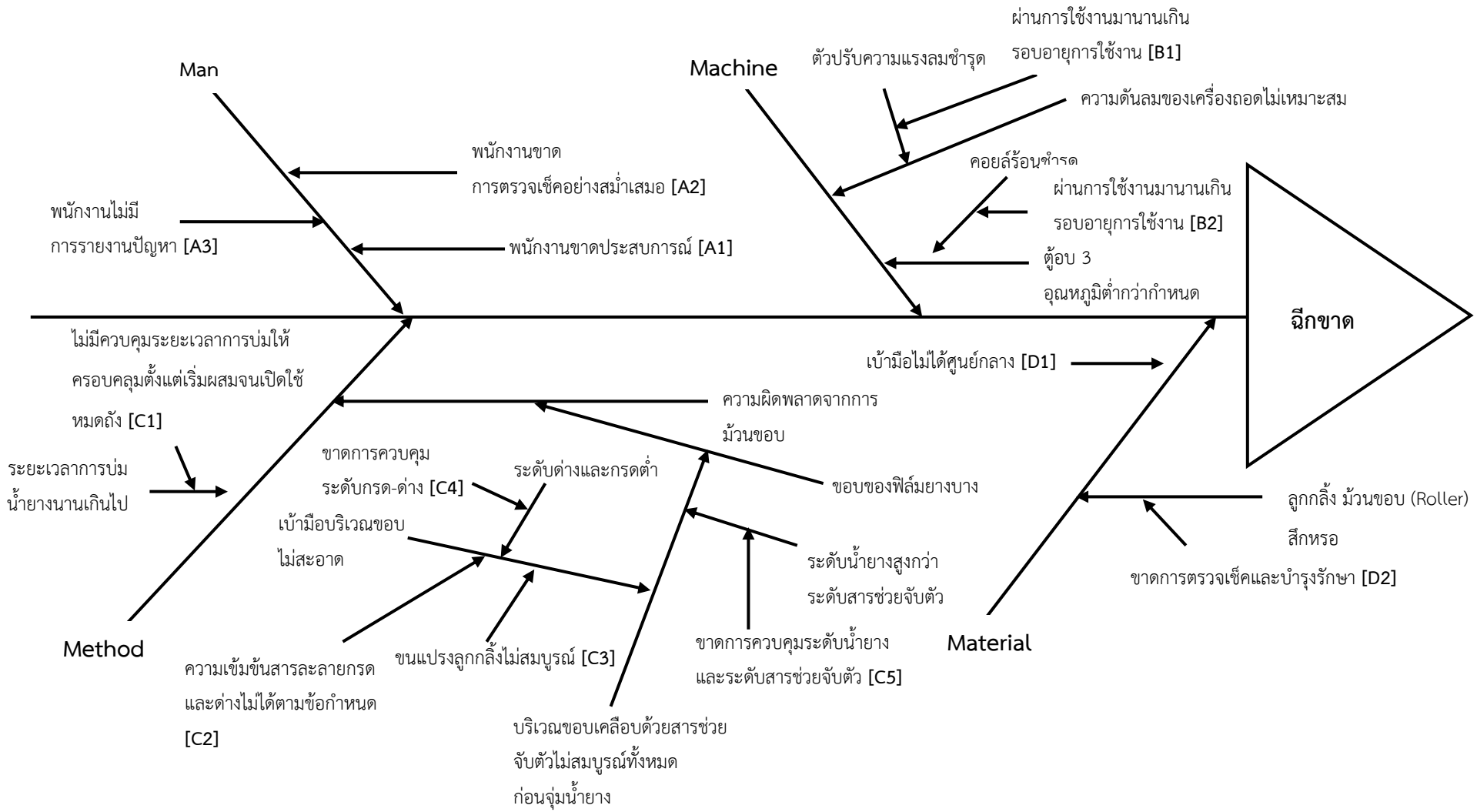
สำหรับการวิเคราะห์ถึงโอกาสความเป็นไปได้ของกระบวนการที่ก่อให้เกิดปัญหาข้อบกพร่องจะนำไปสู่การระดมสมองร่วมกับทีมงานวิเคราะห์ถึงรากเหง้าของปัญหา และกำหนดแนวทางการแก้ไขต่อไป เพื่อที่จะให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

4.3 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze phase)

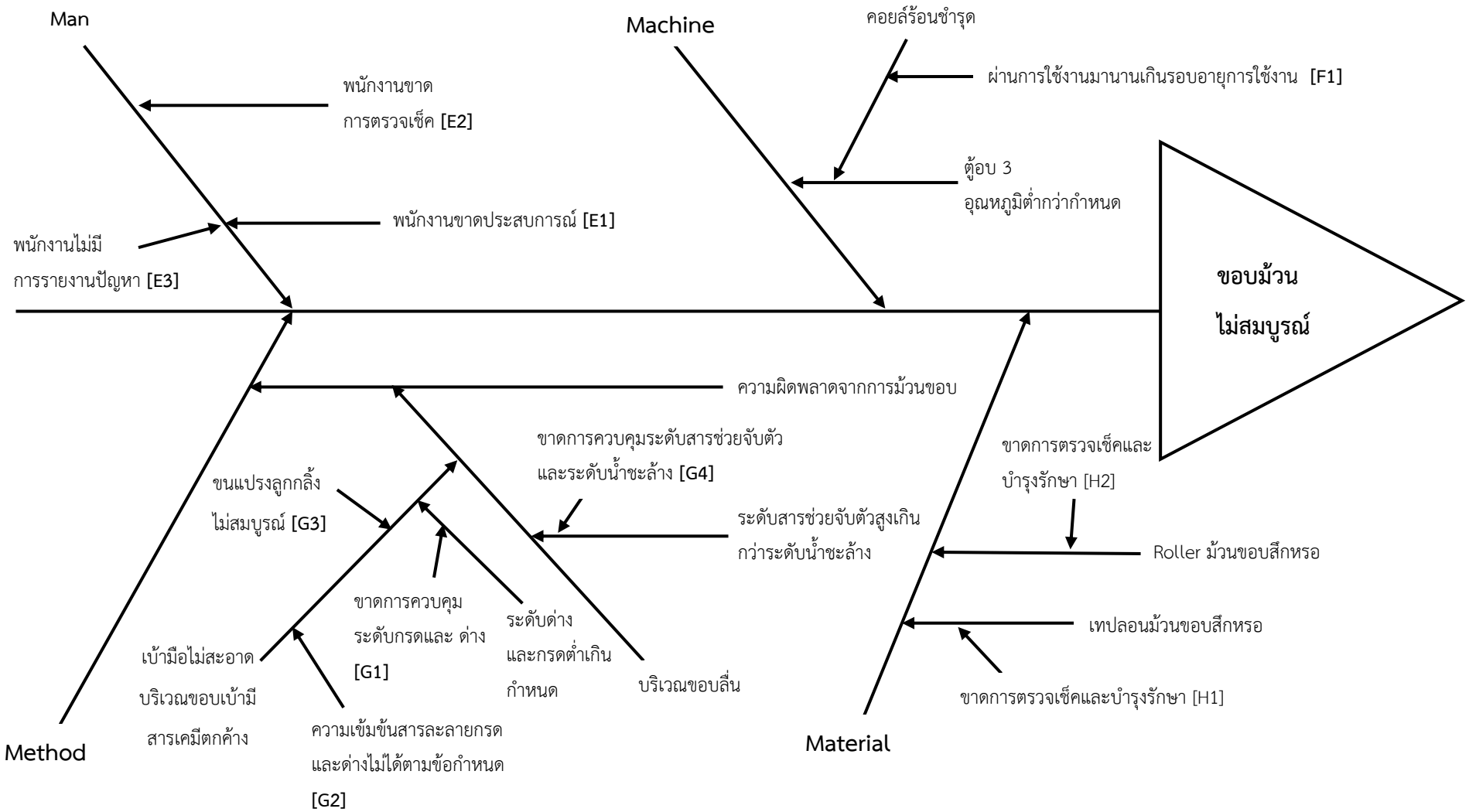
หลังจากมีการดำเนินการกำหนดและวัดสภาพของปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นมากในกระบวนการผลิต ได้แก่ ปัญหาฉีกขาด ขอบม้วนไม่สมบูรณ์ และบวมเสียรูป โดยเริ่มจากการระดมสมองกับทีมงาน เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยในการเกิดของเสีย โดยขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุ ดังนี้

4.3.1 แผนผังเหตุและผล (Cause & Effect Diagram : C&E)

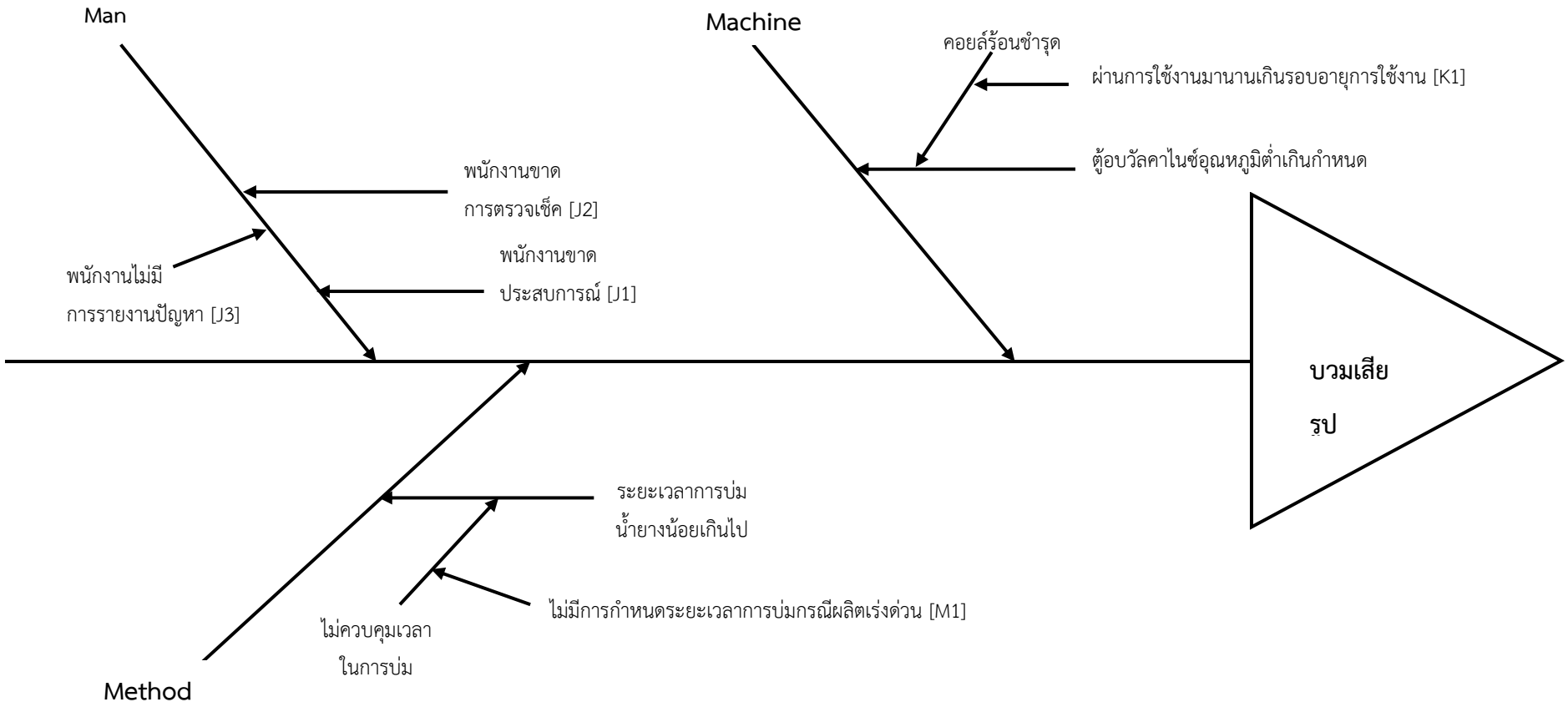
จัดตั้งทีมงานเพื่อทำการระดมสมองวิเคราะห์ถึงรากเหง้าของสาเหตุ ระบุปัจจัยหลักที่เป็นต้นเหตุของปัญหาหรือการเกิดของเสียในปัจจุบัน โดยทีมงานที่จัดตั้งขึ้นเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานโดยตรงและเกี่ยวข้องกับปัญหานั้น อีกทั้งเป็นผู้มีความรู้และมีประสบการณ์ในกระบวนการผลิตถุงมือยางที่เพียงพอ ซึ่งจากการคัดเลือกทำให้ได้ตัวแทนของฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้จัดการฝ่ายผลิต ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมและผู้จัดการคอมปาวด์โดยการวิเคราะห์แผนผังเหตุและผล แสดงดังรูปที่ 4.24 4.25 และ 4.26



รูปที่ 4.24 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดปัญหาการฉีกขาด



รูปที่ 4.25 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์



รูปที่ 4.26 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดปัญหาบวมเสียรูป

จากรูปที่ 4.24 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของการฉีกขาด โดยมีการพิจารณาถึงสาเหตุของการเกิดปัญหา โดยแบ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาการฉีกขาดเป็น 4 กลุ่ม คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วิธีการ (Method) และวัตถุดิบ (Material) โดยจากการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของแต่ละปัจจัยเกิดจากสาเหตุ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สาเหตุรากเหง้าของปัญหาฉีกขาด

ปัจจัย	**สาเหตุ**
คน (Man)	[A1] พนักงานขาดประสบการณ์
	[A2] พนักงานขาดการตรวจเช็คอย่างสม่ำเสมอ
	[A3] พนักงานไม่มีการรายงานปัญหา
เครื่องจักร (Machine)	[B1] ตัวปรับความแรงลมของเครื่องถอดถุงมือผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน
	[B2] คอยล์ร้อนของตู้อบ 3 ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน
วิธีการ (Method	[C1] ไม่มีการควบคุมระยะเวลาการบ่มให้ครอบคลุมตั้งแต่เริ่มผสมจนเปิดใช้หมดถัง
	[C2] ความเข้มข้นสารละลายกรด-ด่างไม่ได้ตามข้อกำหนด
	[C3] ขนแปรงของลูกกลิ้งไม่สมบูรณ์
	[C4] ขาดการควบคุมระดับกรด-ด่าง
	[C5] ขาดการควบคุมระ ดับน้ำยางและระดับสารช่วยจับตัว
วัตถุดิบ (Material)	[D1] เบ้ามือไม่ศูนย์กลาง
	[D2] Rollม้วนขอบขาดการตรวจเช็คและบำรุงรักษา

จากรูปที่ 4.25 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของขอบม้วนไม่สมบูรณ์ โดยมีการพิจารณาถึงสาเหตุของการเกิดปัญหา โดยแบ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาการฉีกขาดเป็น 4 กลุ่ม คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วิธีการ (Method) และวัตถุดิบ (Material) โดยจากการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของแต่ละปัจจัยเกิดจากสาเหตุดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สาเหตุรากเหง้าของปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์

ปัจจัย	สาเหตุ
คน (Man)	[E1] พนักงานขาดประสบการณ์
	[E2] พนักงานขาดการตรวจเช็ค
	[E3] พนักงานไม่มีการรายงานปัญหา
เครื่องจักร (Machine)	[F1] คอยล์ร้อนของตู้อบ 3 ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน
วิธีการ (Method)	[G1] ขาดการควบคุมระดับกรด-ด่าง
	[G2] ความเข้มข้นสารละลายกรด-ด่างไม่ได้ตามข้อกำหนด
	[G3] ขนแปรงของลูกกลิ้งไม่สมบูรณ์
	[G4] ขาดการควบคุมระดับน้ำยางและระดับน้ำชะล้าง
วัตถุดิบ (Material)	[H1] เทปลอนม้วนขอบขาดการตรวจเช็คและบำรุงรักษา
	[H2] ลูกกลิ้งม้วนขอบ (Roller) ขาดการตรวจเช็คและบำรุงรักษา

จากรูปที่ 4.26 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของบวมเสียรูป โดยมีการพิจาณาถึงสาเหตุของการเกิดปัญหา โดยแบ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาการฉีกขาดเป็น 3 กลุ่ม คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วิธีการ (Method) โดยจากการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของแต่ละปัจจัยเกิดจากสาเหตุดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สาเหตุรากเหง้าของปัญหาบวมเสียรูป

ปัจจัย	สาเหตุ
คน (Man)	[J1] พนักงานขาดประสบการณ์
	[J2] พนักงานขาดการตรวจเช็ค
	[J3] พนักงานไม่มีการรายงานปัญหา
เครื่องจักร (Machine)	[K1] คอยล์ร้อนของตู้อบวัลคาไนว์ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน
วิธีการ (Method)	[M1] ไม่มีการกำหนดระยะเวลาการบ่มน้ำยางกรณีผลิตเร่งด่วน

4.3.2 การประเมินความรุนแรงและโอกาสของสาเหตุที่เกิดขึ้น

การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) ของทุกปัจจัยที่ได้ระบุไว้เป็นกระบวนการในการระบุถึงระดับความรุนแรงของสาเหตุ (Severity: S) และโอกาสที่จะเกิดขึ้น (Occurrence : O) เพื่อช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของการเกิดปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตโดยอ้างอิงจากเกณฑ์การประเมินที่ได้กำหนดไว้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำมาประยุกต์ให้มีความเหมาะสมกับโรงงานกรณีศึกษา จากนั้นให้ทีมงานผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นทีมงานเดิมที่ได้มีการจัดตั้งขึ้นในขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาเป็นผู้ทำการประเมิน โดยเกณฑ์การประเมินความรุนแรงของสาเหตุ (Severity: S) และโอกาสที่จะเกิดขึ้น (Occurrence : O) แสดงดังตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบจากสาเหตุของปัญหาฉีกขาด ขอบม้วนไม่สมบูรณ์ และบวมเสียรูป

คะแนน	ความรุนแรง
5	ส่งผลกระทบกับปัญหานั้นมากที่สุด
4	ส่งผลกระทบกับปัญหานั้นมาก
3	ส่งผลกระทบกับปัญหานั้นปานกลาง
2	ส่งผลกระทบกับปัญหานั้นน้อย
1	ไม่ส่งผลกระทบกับปัญหานั้น

ตารางที่ 4.6 เกณฑ์การประเมินผลโอกาสในการเกิดขึ้นของสาเหตุจากปัญหาฉีกขาด ขอบม้วนไม่สมบูรณ์ และบวมเสียรูป

ความน่าจะเป็นในการเกิดความล้มเหลว	**อัตราความล้มเหลวที่เป็นไปได้**	**ระดับคะแนน**
เกิดความเสี่ยงบ่อยมาก	> 100 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้นงาน	5
เกิดความเสี่ยงถี่	> 20-100 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้นงาน	4
เกิดความเสี่ยงเป็นครั้งคราว	> 5-20 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้นงาน	3
เกิดความเสี่ยงบางครั้ง	> 0.1-5 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้นงาน	2
แทบไม่เกิดขึ้นเลย	< 0.1 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้นงาน	1

ผู้วิจัยสรุปสาเหตุทั้งหมดของการเกิดปัญหาฉีกขาด ปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์ และปัญหาบวมเสียรูปที่ได้จากการระดมสมอง จากนั้นประเมินความรุนแรงและโอกาสการเกิดปัญหาร่วมกับทีมงานผู้ที่เกี่ยวทีละฝ่าย ได้แก่ ผู้จัดการฝ่ายผลิต ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม และผู้จัดการฝ่ายคอมปาวด์ตามลำดับ และรวบรวมผลคะแนนของแต่ละฝ่ายเพื่อที่จะสรุปคะแนนความสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา โดยผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 4.7 สำหรับปัญหาการฉีกขาด ตารางที่ 4.8 สำหรับปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์และตารางที่ 4.9 สำหรับปัญหาบวมเสียรูป

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินปัญหาการฉีกขาด

สาเหตุ	ระดับคะแนนจากทีมงาน									คะแนนรวม
	ผู้จัดการฝ่ายผลิต			ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม			ผู้จัดการฝ่ายคอมปาวด์			
	S	O	S*O	S	O	S*O	S	O	S*O	
[A1] พนักงานขาดประสบการณ์	3	3	9	4	1	4	3	3	9	22
[A2] พนักงานขาดการตรวจเช็คอย่างสม่ำเสมอ	2	3	6	1	2	2	3	3	9	17
[A3] พนักงานไม่มีการรายงานปัญหา	2	2	4	1	1	1	3	3	9	14
[B1] ตัวปรับความแรงลมของเครื่องถอดถุงมือผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน	4	3	12	4	4	16	4	3	12	40
[B2] คอยล์ร้อนของตู้อบ 3 ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน	4	2	8	4	3	12	3	3	9	29
[C1] ไม่มีการควบคุมระยะเวลาการบ่มให้ครอบคลุมตั้งแต่เริ่มผสมจนเปิดใช้หมดถัง	4	3	12	4	2	8	4	3	12	32
[C2] ความเข้มข้นสารละลายกรด-ด่างไม่ได้ตามข้อกำหนด	5	1	5	5	1	5	5	1	5	15
[C3] ขนแปรงของลูกกลิ้งไม่สมบูรณ์	4	2	8	3	2	6	4	2	8	22
[C4] ขาดการควบคุมระดับกรด-ด่าง	5	1	5	5	1	5	5	2	10	20
[C5] ขาดการควบคุมระ ดับน้ำยางและระดับสารช่วยจับตัว	5	1	5	5	1	5	5	2	10	20
[D1] เบ้ามือไม่ศูนย์กลาง	3	3	9	4	3	12	3	2	6	27
[D2] ลูกกลิ้งม้วนขอบขาดการตรวจเช็คและบำรุงรักษา	3	2	6	3	3	9	3	2	6	21

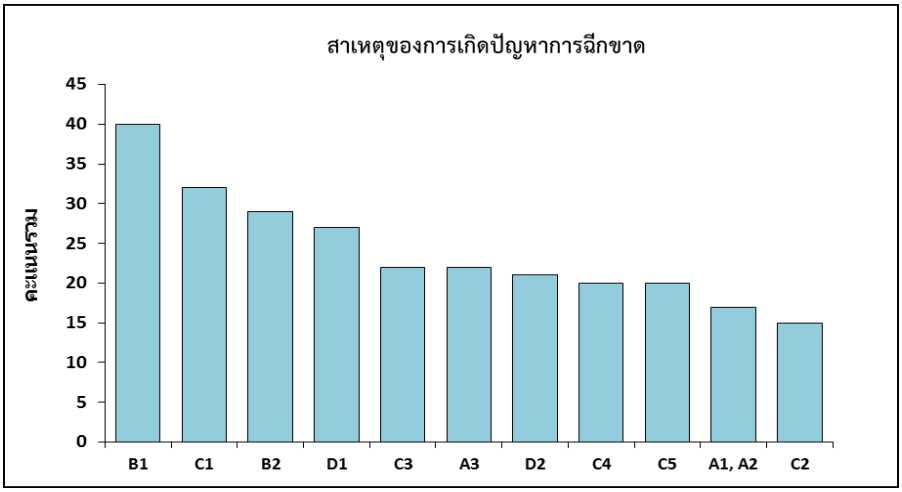
ตารางที่ 4.8 ผลการประเมินปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์

สาเหตุ	ระดับคะแนนจากทีมงาน									คะแนนรวม
	ผู้จัดการฝ่ายผลิต			ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม			ผู้จัดการฝ่ายคอมปาวด์			
	S	O	S*O	S	O	S*O	S	O	S*O	
[E1] พนักงานขาดประสบการณ์	2	3	6	2	3	6	2	2	4	16
[E2] พนักงานขาดการตรวจเช็ค	2	3	6	2	3	6	2	2	4	16
[E3] พนักงานไม่มีการรายงานปัญหา	2	2	4	2	1	2	2	2	4	10
[F1] คอยล์ร้อนของตู้อบ 3 ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน	5	4	20	5	4	20	4	4	16	56
[G1] ขาดการควบคุมระดับกรด-ด่าง	5	1	5	5	1	5	5	2	10	20
[G2] ความเข้มข้นสารละลายกรด-ด่างไม่ได้ตามข้อกำหนด	5	1	5	5	1	5	5	1	5	15
[G3] ขนแปรงของลูกกลิ้งไม่สมบูรณ์	4	2	8	3	2	6	4	2	8	22
[G4] ขาดการควบคุมระดับน้ำยางและระดับน้ำชะล้าง	5	1	5	5	1	5	5	2	10	20
[H1] เทปลอนม้วนขอบขาดการตรวจเช็คและบำรุงรักษา	4	2	8	4	3	12	4	3	12	32
[H2] ลูกกลิ้งม้วนขอบขาดการตรวจเช็คและบำรุงรักษา	5	3	15	5	3	15	5	3	15	45

ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินปัญหาบวมเสียรูป

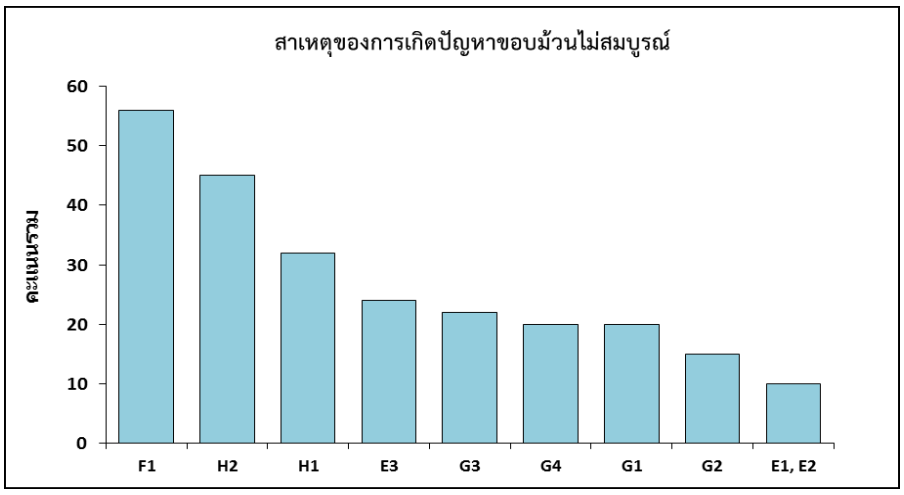
สาเหตุ	ระดับคะแนนจากทีมงาน									คะแนนรวม
	ผู้จัดการฝ่ายผลิต			ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรม			ผู้จัดการฝ่ายคอมปาวด์			
	S	O	S*O	S	O	S*O	S	O	S*O	
[J1] พนักงานขาดประสบการณ์	2	3	6	2	2	4	3	2	6	16
[J2] พนักงานขาดการตรวจเช็ค	2	2	4	2	2	4	3	2	6	14
[J3] พนักงานไม่มีการรายงานปัญหา	1	2	2	1	2	2	1	2	2	6
[K1] คอยล์ร้อนของตู้อบวัลคาไนว์ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน	5	3	15	5	4	20	5	3	15	50
[M1] ไม่มีการกำหนดระยะเวลาการบ่มน้ำยางกรณีผลิตเร่งด่วน	5	3	18	4	4	16	5	2	10	44

หลักจากทีมงานทำการประเมินแล้ว จากนั้นนำมาจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ โดยใช้แผนภูมิแท่งเพื่อที่จะเลือกสาเหตุที่มีความสำคัญ 2 อันดับแรกมาทำการแก้ไขปรับปรุงก่อน เพื่อดูความสารถในการแก้ไขหรือปริมาณของเสียที่ลดลงจากการแก้ไขปรับปรุง



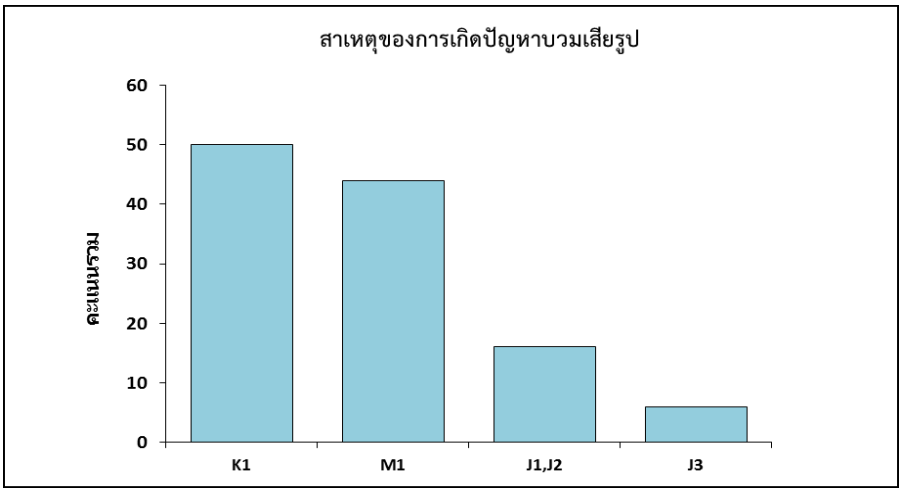
รูปที่ 4.27 แผนภูมิแท่งแสดงสาเหตุของปัญหาฉีกขาด

เมื่อนำสาเหตุของการเกิดปัญหามาจัดลำดับความสำคัญ โดยใช้แผนภูมิแท่งพบว่าสาเหตุของปัญหาฉีกขาดที่มีคะแนนรวมสูงสุด 2 ลำดับแรก ได้แก่ ตัวปรับความแรงลมของเครื่องถอดถุงมือผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน [B1] และไม่มีการควบคุมระยะเวลาการบ่มน้ำยางให้ครอบคลุมตั้งแต่เริ่มผสมจนใช้หมดถัง [C1] แสดงดังรูป 4.27 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสาเหตุ 2 ลำดับแรกมาหาแนวทางการแก้ไขปรับปรุงก่อน โดยหากสาเหตุดังกล่าวไม่สามารถแก้ไขได้ หรือเมื่อแก้ไขแล้วของเสียฉีกขาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตไม่ลดลง จะเลือกสาเหตุที่มีความสำคัญลำดับถัดไปมาทำการแก้ไขปรับปรุงต่อไป



รูปที่ 4.28 แผนภูมิแท่งแสดงสาเหตุของปัญหาฉีกขาดสาเหตุขอบม้วนไม่สมบูรณ์

เมื่อนำสาเหตุของการเกิดปัญหามาจัดลำดับความสำคัญ โดยใช้แผนภูมิแท่งพบว่าสาเหตุของปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์ที่มีคะแนนรวมสูงสุด 2 ลำดับแรก ได้แก่ คอยล์ร้อนของตู้อบ 3 ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน [F1] และลูกกลิ้งม้วนขอบ (Roller) ขาดการตรวจเช็คและบำรุงรักษา [H2] แสดงดังรูป 4.28 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสาเหตุ 2 ลำดับแรกมาหาแนวทางการแก้ไขปรับปรุงก่อน โดยหากสาเหตุดังกล่าวไม่สามารถแก้ไขได้ หรือของเสียขอบม้วนไม่สมบูรณ์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตไม่ลดลง จะเลือกสาเหตุที่มีความสำคัญลำดับถัดไปมาทำการแก้ไขปรับปรุงต่อไป



รูปที่ 4.29 แผนภูมิแท่งแสดงสาเหตุของปัญหาสาเหตุบวมเสียรูป

เมื่อนำสาเหตุของการเกิดปัญหามาจัดลำดับความสำคัญ โดยใช้แผนภูมิแท่ง พบว่าสาเหตุของปัญหาบวมเสียรูปที่มีคะแนนรวมสูงสุด 2 ลำดับแรก ได้แก่ คอยล์ร้อนของตู้อบวัลคาไนซ์ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน [K1] และไม่มีการกำหนดระยะเวลากรณีผลิตเร่งด่วน [M1] แสดงดังรูป 4.29 ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสาเหตุ 2 ลำดับแรกมาหาแนวทางการแก้ไขปรับปรุงก่อน โดยหากสาเหตุดังกล่าวไม่สามารถแก้ไขได้ หรือของเสียบวมเสียรูปที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตไม่ลดลง จะเลือกสาเหตุที่มีความสำคัญลำดับถัดไปมาทำการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

4.4 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve phase)

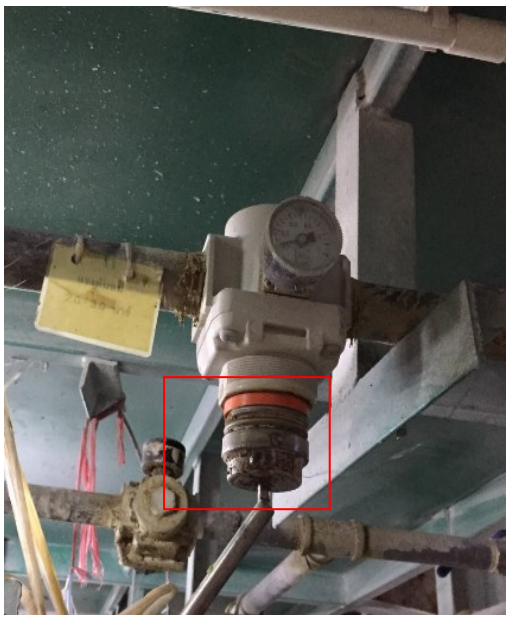
ในขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการจะนำสาเหตุรากเง้าของปัญหามาทำการปรับปรุงแก้ไข ตามลำดับความสำคัญ ดังนี้

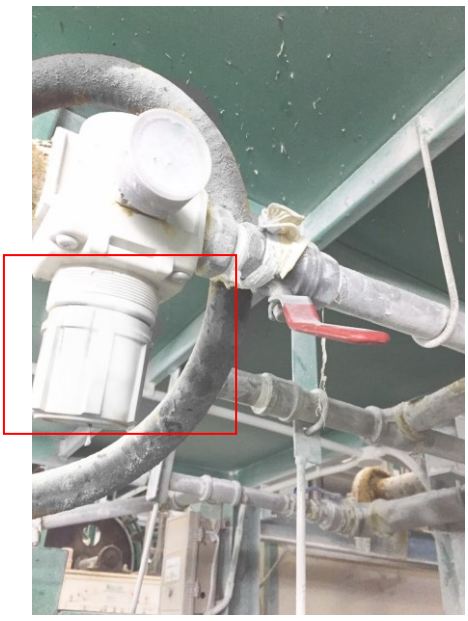
4.4.1 ปัญหาการฉีกขาด

4.4.1.1 ตัวปรับแรงดันลมของเครื่องถอดถุงมือผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน โดยมีแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขดังนี้

1) เปลี่ยนตัวปรับแรงดันลม (Air Regulator)

ปัญหาที่พบก่อนการปรับปรุงพบว่าตัวปรับแรงดันลม (Air Regulator) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของเครื่องถอดถุงมือ ไม่สามารถควบคุมแรงดันลมได้ โดยปกติแล้วพนักงานจะมีการควบคุมแรงดันลมด้วยการปรับตัวควบคุมแรงดันให้มีแรงดันอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.0 บาร์ แต่พบว่าตัวปรับแรงดันลมของทั้ง 4 ไลน์ เกิดการชำรุดเสียหาย ซึ่งเกิดจากตัวปรับแรงดันลมของเครื่องถอดถุงมือผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งานแสดงดังรูปที่ 4.30 ปัจจุบันพนักงานจึงต้องปรับแรงดันลมด้วยวาล์วปิด-เปิดลม ที่ไม่มีตัวเลขหน้าปัดแสดงแรงดันลม ซึ่งเป็นการปรับแรงดันลมด้วยการคาดคะเนเท่านั้น ไม่สามารถวัดแรงดันได้ จึงทำให้แรงดันลมที่ใช้สำหรับในการถอดถุงมือแรงเกินไปในบางครั้งหรือไม่เหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นจึงได้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงโดยการเปลี่ยนตัวควบคุมปรับแรงดันลม (Air Regulator) ใหม่ให้สามารถปรับหรือควบคุมแรงดันลมได้ตามปกติ


(ก)


(ข)

รูปที่ 4.30 ตัวควบคุมปรับแรงดันลมก่อนการปรับปรุง (ก) หลังการปรับปรุง (ข)

2) จัดทำใบตรวจสอบ (Check sheet) ของเครื่องถอดถุงมือก่อนการเดินเครื่อง โดยมีการกำหนดความถี่ในการตรวจสอบและกำหนดความรับผิดชอบโดยให้พนักงานคุมไลน์ผลิตประจำกะเป็นผู้ตรวจสอบ ดังรูปที่ 4.31

เครื่องจักร	เครื่องถอดถุงมือ	MACHINE CHECK SHEET	เลขที่เอกสาร	HCI-QF-OPE-01-10
รหัสเครื่องจักร	PDN-STR-01		วันที่มีผลบังคับใช้	10/11/2019
แผนก	PDN		แก้ไขครั้งที่	00

NO.	รายการตรวจเช็ค	รายละเอียดการตรวจเช็ค	ความถี่	ผลการตรวจเช็ค 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	เซ็นเซอร์	เซ็นเซอร์อยู่ในสภาพสมบูรณ์ จุดจับยึดแข็งแร	ทุกวัน																															
		ความแม่นยำในการสั่งเป่าลม	ทุกวัน																															
2	ตัวปรับแรงดันลม	ตัวปรับแรงดันลมอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่ผิด	ทุกวัน																															
		แรงดันลมเท่ากับ 2 บาร์	ทุกวัน																															
3	หัวเป่าลม	ระยะห่างระหว่างหัวเป่าลมกับเบ้ามือเท่ากับ 5	ทุกวัน																															
		จุดจับยึดหัวเป่าลม	ทุกวัน																															
6	เกจ์วัดแรงดันลม	เข็ม และหน้าปัดอยู่ในสภาพสมบูรณ์	ทุกวัน																															
ผู้ตรวจเช็ค (Line Leader)																																		
ผู้ตรวจสอบ (Production Supervisor)																																		

หมายเหตุ :

- สัญลักษณ์ในการตรวจเช็ค : ✓ ปกติ, X ผิดปกติต้องแจ้งซ่อม
- เมื่อพบว่าเครื่องจักรมีปัญหาให้แจ้งหัวหน้าทันที และบันทึกปัญหาที่พบใน Production control part II

รูปที่ 4.31 Machine check sheet ของเครื่องถอดถุงมือ

3) การจัดทำมาตรฐานการตรวจสอบเครื่องจักร (Operation standard)

การปรับปรุงโดยการจัดทำวิธีการตรวจสอบและปรับตั้งค่าเครื่องจักรก่อนเริ่มใช้งาน เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องจักรอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน เพื่อให้พนักงานเข้าใจถึงการตรวจสอบและการปรับตั้งค่าหรือแนวการแก้ไขปัญหาหากพบความผิดปกติ แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 มาตรฐานการตรวจสอบเครื่องถอดถุงมือแบบเป็นลำดับขั้นตอน

รายการตรวจสอบ		เงื่อนไขการยอมรับ	ความผิดปกติ	แนวทางการแก้ไข
1	เซ็นเซอร์	เซ็นเซอร์อยู่ในสภาพสมบูรณ์ จุดจับยึดแข็งแรง ความแม่นยำในการสั่งเป่าลมถอดถุงมือ 100% โดยตรวจเช็คถุงมือผ่าน 10 ชิ้น มีลมเป่าถอดถุงมือทั้ง 10 ครั้ง	ไม่มีลมเป่าออกจากท่อลมในขณะที่เบ้ามือเคลื่อนที่ผ่าน	เปลี่ยนเซ็นเซอร์

ตารางที่ 4.10 มาตรฐานการตรวจสอบเครื่องถอดถุงมือแบบเป็นลำดับขั้นตอน (ต่อ)

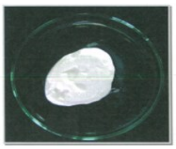
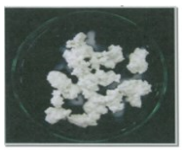
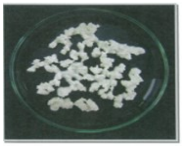
รายการตรวจสอบ		เงื่อนไขการยอมรับ	ความผิดปกติ	แนวทางการแก้ไข
2	ตัวปรับแรงดันลม	ตัวปรับแรงดันลมอยู่ในสภาพสมบูรณ์ สามารถปรับแรงดันลมได้ตามปกติ ไม่ฝืด	ตัวปรับแรงดันเสียหาย ชำรุด ไม่สามารถหมุนปรับได้ตามปกติ หมุนปรับแล้วแรงดันลมไม่เปลี่ยนแปลง	เปลี่ยนตัวปรับแรงดันลม
3	หัวเป่าลม	ระยะห่างระหว่างหัวเป่าลมกับ เบ้ามือเท่ากับ 5 cm และจุดยึดจับหัวเป่าลมยึดแข็งแรง	ระยะห่างระหว่างเบ้ามือกับหัวเป่าลมน้อยหรือมากกว่า 5 cm	ปรับระยะห่างระหว่างหัวเป่าลมกับเบ้ามือให้ได้ตามกำหนด และขันจุดจับยึดใหม่ให้แข็งแรง
4	เกจ์วัดแรงดันลม	เข็มปรับแรงดันลมเพิ่มขึ้นหรือลดลง เมื่อมีการเพิ่มลดแรงดันลมด้วยตัวปรับแรงดันลม	เมื่อปรับแรงดันลม เข็มชี้วัดแรงดันอยู่ที่เดิม ไม่เพิ่มขึ้น	เปลี่ยนเกจ์วัดแรงดันใหม่

4.4.1.2 ไม่มีการควบคุมระยะเวลาการบ่มให้ครอบคลุมตั้งแต่เริ่มผสมจนเปิดใช้หมดถัง

ปัญหาที่พบก่อนการปรับปรุงพบว่าระยะเวลาในการบ่มน้ำยางนานเกินไป ในกรณีที่เครื่องจักรเกิดการขัดข้อง (Down time) หรือเกิดเหตุสุดวิสัยใดๆ ทำให้น้ำยางที่ค้างอยู่ในถังมีระยะเวลาในการบ่มที่เพิ่มขึ้นน้ำยางสุกเกินไป ส่งผลต่อคุณภาพของถุงมือ โดยปกติแล้วในการผลิตถุงมือยางจะมีการกำหนดระยะเวลาการบ่มน้ำยางคอมปาวด์ที่อุณหภูมิห้อง ก่อนการเปิดใช้งานอยู่ที่ 20 ชม. ตามมาตรฐานการผลิตถุงมือของบริษัท และทำการทดสอบระดับการวัลคาไนซ์ (Chloroform Test Rate หรือ CTR) โดยค่า CTR จะต้องอยู่ที่ระดับ 4 ซึ่งเป็นการสังเกตจากสายตาผู้ตรวจสอบ ดังตารางที่ 4.11 และมีอัตราการบวมพองอยู่ที่ร้อยละ 70-90 จึงจะสามารถปั๊มน้ำยางไปใช้งานในขั้นตอนการจุ่มเบ้ามือลงในถังน้ำยาง (Latex Dipping) ซึ่งทั้งนี้ยังไม่มีการควบคุมหรือ

กำหนดระยะเวลาการบ่มน้ำยางตั้งแต่ผสมจนถึงใช้หมดถัง ทีมงานจึงมีความเห็นร่วมกันโดยการทดลองทำการเก็บข้อมูลในส่วนของระยะเวลาการบ่มกับทดสอบระดับการวัลคาไนซ์ (Chloroform Test Rate) และอัตราการบวมพอง (Swelling Index) เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานระยะการบ่ม ทำให้ยางเกิดการวัลคาไนซ์ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.11 การจัดระดับของการทดสอบคลอโรฟอร์มนัมเบอร์ (Chloroform Number)

Chloroform Test rate.	**ระดับการวัลคาไนซ์**	**ลักษณะของก้อนยาง**
CTR 1	ยังไม่เกิดการวัลคาไนซ์	 ยางจับตัวเป็นก้อนใหญ่เมื่อดึงออกค่อนข้าง เหนียว สามารถดึงออกเป็นสายยาวได้
CTR 2	เกิดการวัลคาไนซ์เล็กน้อย	ยางรวมตัวกันเป็นก้อนเล็กนุ่มแยกออกจากกัน เมื่อดึงจะเป็นสายสั้นๆ
CTR 3	เกิดการวัลคาไนซ์ปานกลาง	 ก้อนยางไม่มีความเหนียวอยู่เลย เมื่อดึงจะขาดทันที
CTR 4	เกิดการวัลคาไนซ์เต็มที่	 เป็นเม็ดเล็กๆ ไม่รวมตัวกันเป็นก้อน

ตารางที่ 4.12 ระดับของการวัลคาไนซ์ที่ระยะเวลาการบ่มที่ต่างกัน

ระยะเวลาการบ่มน้ำยาง (ชม.)	ตัวอย่างที่ 1		ตัวอย่างที่ 2		ตัวอย่างที่ 3	
	CTR	อัตราการบวมพอง	CTR	อัตราการบวมพอง	CTR	อัตราการบวมพอง
12	2	118%	2	120%	2	118%
16	2	98%	2	101%	2	97%
20	4	89%	4	92%	4	88%
24	4	84%	4	81%	4	82%
28	4	75%	4	77%	4	76%
32	4	74%	4	73%	4	73%
36	4	70%	4	71%	4	70%
40	4	68%	4	68%	4	69%
44	4	67%	4	66%	4	67%
48	4	65%	4	65%	4	64%

ผู้วิจัยและทีมงานฝ่ายห้องปฏิบัติการทดลองเก็บตัวอย่างน้ำยางคอมปาวด์ จำนวน 3 ตัวอย่าง เพื่อทดสอบหาระดับของการวัลคาไนซ์ (CTR) โดยเป็นวิธีการทดสอบที่ง่ายและรวดเร็ว แต่มีข้อจำกัดบางประการ คือ ผลการทดสอบที่ได้อาจจะมีค่าไม่เที่ยงตรง เนื่องจากขึ้นอยู่กับประสบการณ์การสังเกตลักษณะก้อนยางของพนักงานแต่ละคน และค่า CTR สูงสุดอยู่ที่ระดับ 4 เท่านั้น ซึ่งค่า CTR ระดับ 4 ไม่สามารถบอกได้ในกรณีที่ระดับการวัลคาไนซ์สูงเกินไป (Overcure) จึงต้องมีการทดสอบหาอัตราการบวมพองประกอบด้วย เพื่อให้ได้ผลการทดสอบมีความน่าเชื่อถือ และผลการทดสอบสามารถบอกได้ทั้งกรณีที่ระดับการวัลคาไนซ์สูงเกินไป (Overcure) และระดับการวัลคาไนซ์ต่ำเกินไป (Undercure) โดยค่าการทดสอบที่เหมาะสมคือ มีค่า CTR อยู่ที่ระดับ 4 และมีอัตราการบวมพองอยู่ที่ร้อยละ 70-90 หากน้ำยางคอมปาวด์มีค่า CTR ระดับน้อยกว่า 4 และมีค่าอัตราการบวมพองมากกว่า 90 จะส่งผลให้น้ำยางมีระดับการวัลคาไนซ์ต่ำเกินไป (Undercure) เกิดการเหนียวติดของถุงมือ และหากมีค่า CTR อยู่ที่ระดับ 4 แต่มีอัตราการบวมพองน้อยกว่า 70 จะส่งผลให้น้ำยางมีระดับการวัลคาไนซ์สูงเกินไป (Overcure)) ถุงมือจะเกิดการเปราะบาง และฉีกขาดง่าย โดยจากผลการทดลองบ่มน้ำยางที่ระยะเวลาการบ่มที่ต่างกัน พบว่าที่ระยะเวลาการบ่ม 20-36 ชั่วโมง มีค่า CTR อยู่ที่ระดับ 4 และมีอัตราการบวมพองอยู่ที่ร้อยละ 70-90 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมในการใช้งาน

ในกรณีน้ำยางที่มีการใช้งานอยู่ในถังจุ่ม (Latex Dipping) ระยะเวลาการบ่มน้ำยางเกินกว่า 36 ชั่วโมง พนักงานจะต้องปั๊มน้ำยางเก่ากลับสู่ถังผสมทันที จากนั้นใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาจัดทำมาตรฐานการบ่มน้ำยางคอมปาวด์ ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 มาตรฐานการบ่มน้ำยางคอมปาวด์

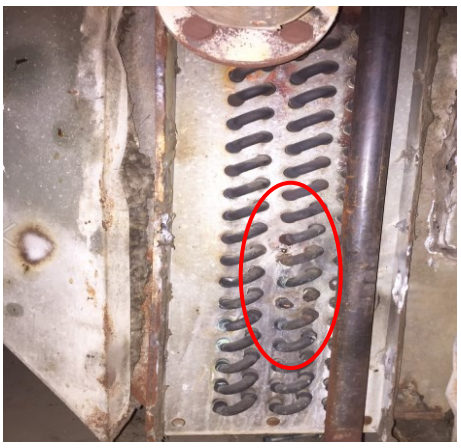
ชนิดของน้ำยาง	ระยะเวลาการบ่มน้ำยาง		เกณฑ์การตรวจสอบ	
	(เริ่มผสม – เปิดใช้)	(เปิดใช้ – ใช้หมดถัง)	CTR	อัตราการบวมพอง
น้ำยางธรรมชาติ	1 - 20 ชม.	20 - 36 ชม.	4	70-90%

4.4.2 ปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์

4.4.2.1 คอยล์ร้อนของตู้อบ 3 ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน

1) เปลี่ยนคอยล์ร้อนใหม่

ปัญหาที่พบก่อนการปรับปรุงพบว่าตู้อบ 3 อุณหภูมิต่ำเกินกำหนด ซึ่งเกิดจากคอยล์ร้อน (Coil Steam) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของตู้อบเกิดการชำรุด เนื่องจากผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน ทำให้ประสิทธิภาพการส่งผ่านความร้อนที่มาจากแรงดันสตีมบอยเลอร์เข้าสู่ตู้อบต่ำลง จึงไม่สามารถควบคุมให้อุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดได้ ซึ่งโดยปกติแล้วจะต้องควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 100-130 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงทำการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนแผงคอยล์ร้อนของตู้อบ 3 ใหม่



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.32 คอยล์ร้อนก่อนการปรับปรุง (ก) หลังการปรับปรุง (ข)

2) จัดทำใบตรวจสอบ (Check sheet) ของตู้อบ โดยมีการกำหนดความถี่ ในการตรวจสอบและกำหนดความรับผิดชอบโดยให้พนักงานคุมไลน์ผลิตประจำกะเป็นผู้ตรวจสอบ

เครื่องจักร	ตู้อบ	MACHINE CHECK SHEET	เลขที่เอกสาร	HCI-QF-OPE-01-10
รหัสเครื่องจักร	PDN-OVN-01		วันที่มีผลบังคับใช้	10/11/2019
แผนก	PDN		แก้ไขครั้งที่	00

NO.	รายการตรวจเช็ค	รายละเอียดการตรวจเช็ค	ความถี่	ผลการตรวจเช็ค 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	คอยล์ร้อน	สภาพคอยล์ร้อนสมบูรณ์ ท่อทองแดงไม่รั่ว	ทุกวัน																															
		อุณหภูมิตู้อบ 100-130 °C	ทุกวัน																															
2	อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ (auto drain)	แผนกรองสะอาด ไม่มีฝุ่น หรือสิ่งอุดตัน	1ครั้ง/สัปดาห์																															
3	Blower พัดลมส่งผ่านความร้อน	สายพานขับ blower ไม่ตึงหรือหย่อนเกินไป	1ครั้ง/สัปดาห์																															
		สภาพลูกปืน, ใบพัด	1ครั้ง/สัปดาห์																															
ผู้ตรวจเช็ค (Line Leader)																																		
ผู้ตรวจสอบ (Production Supervisor)																																		

หมายเหตุ :

- สัญลักษณ์ในการตรวจเช็ค : ✓ ปกติ, X ผิดปกติต้องแจ้งซ่อม
- เมื่อพบว่าเครื่องจักรมีปัญหาให้แจ้งหัวหน้าทันที และบันทึกปัญหาที่พบใน Production control part II

รูปที่ 4.33 Machine check sheet ของตู้อบ

3) การจัดทำมาตรฐานการตรวจสอบเครื่องจักร (Operation standard)

การปรับปรุงโดยการจัดทำวิธีการตรวจสอบและปรับตั้งค่าเครื่องจักรก่อนเริ่มใช้งาน เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องจักรอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน เพื่อให้พนักงานเข้าใจถึงการตรวจสอบและการปรับตั้งค่าหรือแนวการแก้ไขปัญหาหากพบความผิดปกติ แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 มาตรฐานการตรวจสอบตู้อบแบบเป็นลำดับขั้นตอน

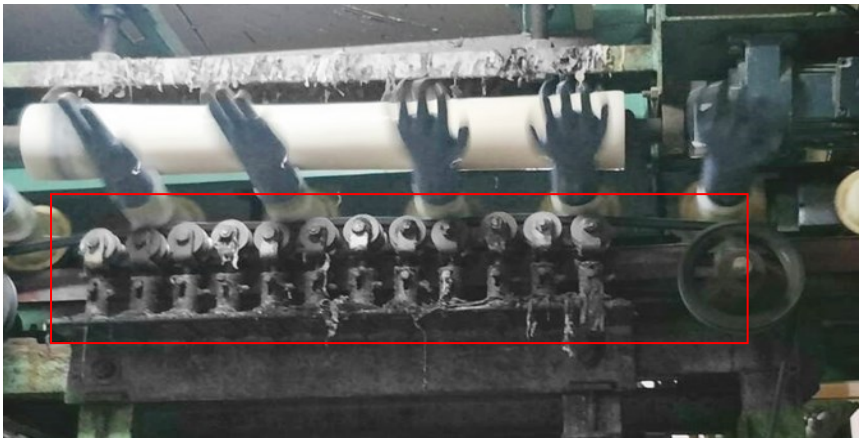
รายการตรวจสอบ		เงื่อนไขการยอมรับ	ความผิดปกติ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
1	คอยล์ร้อน	คอยล์ร้อนอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่รั่ว	- ท่อทองแดงรั่วรั่ว เล็กน้อย ไม่ส่งผลต่ออุณหภูมิของตู้อบ - ท่อทองแดงรั่ว ส่งผลต่ออุณหภูมิของตู้อบลดต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส	- ตัดท่อหรือเชื่อมท่อทองแดง - เปลี่ยนแผงคอยล์ร้อนใหม่

ตารางที่ 4.14 มาตรฐานการตรวจสอบตู้อบแบบเป็นลำดับขั้นตอน (ต่อ)

รายการตรวจสอบ		เงื่อนไขการยอมรับ	ความผิดปกติ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
2	อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ (auto drain)	อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติอยู่สภาพสมบูรณ์ สามารถระบายน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ	ระบบระบายน้ำอุดตัน	ถอดแผงกรองมาทำความสะอาด
3	Blower พัดลมส่งผ่านความร้อน	Blower อยู่ในสภาพสมบูรณ์ สภาวะทำงานปกติ ไม่มีเสียงดังผิดปกติ หรือไม่สั่นสะเทือน	- สายพานขับ blower ตึงหรือหย่อนเกินไป - ลูกปืนแตก - ใบพัดหัก	- ปรับสายพานขับ blower ให้พอดี - เปลี่ยนลูกปืนใหม่ - เปลี่ยนใบพัดใหม่

4.4.2.2 ลูกกลิ้งม้วนขอบ (Roller) ขาดการตรวจเช็คและบำรุงรักษา

ปัญหาที่พบก่อนการปรับปรุงพบว่าลูกกลิ้งม้วนขอบ (Roller) ของเครื่องม้วนเกิดการสึกหรอ แสดงดังรูปที่ 4.34 ซึ่งเกิดมาจากพนักงานฝ่ายผลิตขาดการตรวจเช็คและบำรุงรักษา โดยพนักงานมีการแก้ไขเมื่อเกิดการชำรุดแล้วเท่านั้น แต่ไม่ได้มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จึงทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องม้วนขอบต่ำลง



รูปที่ 4.34 ลูกกลิ้งม้วนขอบ (Roller) ของเครื่องม้วนขอบ

จากนั้นผู้วิจัยจึงเสนอให้มีการตรวจเช็คสภาพเครื่องม้วนขอบก่อนการปฏิบัติงานที่บันทึกโดยฝ่ายผลิต พร้อมทั้งจัดทำมาตรฐานการตรวจสอบเครื่องจักร โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) จัดทำใบตรวจสอบ (Check sheet) ของเครื่องม้วนขอบ โดยมีการกำหนดความถี่ในการตรวจสอบและกำหนดความรับผิดชอบโดยให้พนักงานคุมไลน์ผลิตประจำกะเป็นผู้ตรวจสอบ

เครื่องจักร	เครื่องม้วนขอบ	MACHINE CHECK SHEET	เลขที่เอกสาร	ICI-QF-OPE-01-1
รหัสเครื่องจักร	PDN-BED-01		วันที่มีผลบังคับใช้	10/11/2019
แผนก	PDN		แก้ไขครั้งที่	00

NO.	รายการตรวจเช็ค	รายละเอียดการตรวจเช็ค	ความถี่	ผลการตรวจเช็ค																												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	เทปลอน	พื้นผิวของเทปลอน	ทุกวัน																													
2	สายพาน	ความยึด, การฉีกขาด,ความสมบูรณ์	ทุกวัน																													
3	Roller	ความฝืด, ความสะอาด	ทุกวัน																													
ผู้ตรวจเช็ค (Line Leader)																																
ผู้ตรวจสอบ (Production Supervisor)																																

หมายเหตุ :

- สัญลักษณ์ในการตรวจเช็ค : P ปกติ, X ผิดปกติต้องแจ้งซ่อม
- เมื่อพบว่าเครื่องจักรมีปัญหาให้แจ้งหัวหน้าทันที และบันทึกปัญหาที่พบใน Production control part II

รูปที่ 4.35 Machine check sheet ของเครื่องม้วนขอบ

3) การจัดทำมาตรฐานการตรวจสอบเครื่องจักร (Operation standard)

การปรับปรุงโดยการจัดทำวิธีการตรวจสอบและปรับตั้งค่าเครื่องจักรก่อนเริ่มใช้งาน เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องจักรอยู่ ในสภาพที่พร้อมใช้งาน เพื่อให้พนักงานเข้าใจถึงการตรวจสอบและการปรับตั้งค่าหรือแนวการแก้ไขปัญหาหากพบความผิดปกติ แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 มาตรฐานการตรวจสอบเครื่องม้วนขอบแบบเป็นลำดับขั้นตอน

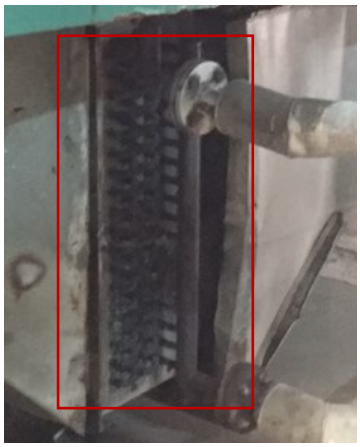
รายการตรวจสอบ		เงื่อนไขการยอมรับ	ความผิดปกติ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
1	ลูกกลิ้งม้วนขอบ (Roller)	ลูกกลิ้งม้วนขอบ (Roller) ทุกตัวอยู่ในสภาพสมบูรณ์ สะอาด ไม่มีเศษขี้ยางหรือฝุ่น สปริงดันขึ้นลงได้ตามปกติ	ลูกกลิ้งม้วนขอบ (Roller) ไม่หมุนหรือมีความฝืด	ถอดลูกกลิ้งม้วนขอบ (Roller) มาทำความสะอาด หยอดน้ำมันและเปลี่ยนสปริง
2	สายพาน	สายพานอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่หย่อน หรือตึงเกินไป	- สายพานหย่อนหรือตึงเกินไป - สายพานขาด	- ปรับสายพานให้มีความเหมาะสม - เปลี่ยนสายพานใหม่
3	เทปลอนม้วนขอบ	ผิวของเทปลอนเรียบ ไม่ขรุขระ	ผิวของเทปลอนไม่เรียบขรุขระ	เปลี่ยนเทปลอนใหม่

4.4.3 ปัญหาบวมเสียรูป

4.4.3.1 คอยล์ร้อนของตู้อบวัลคาไนว์ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน

1) เปลี่ยนคอยล์ร้อน

ปัญหาที่พบก่อนการปรับปรุงพบว่าตู้อบวัลคาไนซ์อุณหภูมิต่ำเกินกำหนด ซึ่งเกิดจากคอยล์ร้อน ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของตู้อบเกิดการชำรุด เนื่องจากผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน ทำให้ประสิทธิภาพการส่งผ่านความร้อนที่มาจากแรงดันสตีมบอยเลอร์เข้าสู่ตู้อบต่ำลง จึงไม่สามารถควบคุมให้อุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดได้ ซึ่งโดยปกติแล้วจะต้องควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 90-130 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงทำการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนแผงคอยล์ร้อนของตู้อบวัลคาไนซ์



(ก)

(ข)

รูปที่ 4.36 คอยล์ร้อนก่อนการปรับปรุง (ก) หลังการปรับปรุง (ข)

2) จัดทำใบตรวจสอบ (Check sheet) ของตู้อบ โดยมีการกำหนดความถี่ในการตรวจสอบ และกำหนดความรับผิดชอบโดยให้พนักงานคุมไลน์ผลิตประจำกะเป็นผู้ตรวจสอบ

เครื่องจักร		ตู้อบ		MACHINE CHECK SHEET		เลขที่เอกสาร	HCI-QF-OPE-01-10
รหัสเครื่องจักร		PDN-OVN-01				วันที่มีผลบังคับใช้	10/11/2019
แผนก		PDN				แก้ไขครั้งที่	00

NO.	รายการตรวจเช็ค	รายละเอียดการตรวจเช็ค	ความถี่	ผลการตรวจเช็ค																												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	คอยล์ร้อน	สภาพคอยล์ร้อนสมบูรณ์ ท่อทองแดงไม่รั่ว	ทุกวัน																													
		อุณหภูมิตู้อบ 100-130 °C	ทุกวัน																													
2	อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ (auto drain)	แผนกรองสะอาด ไม่มีฝุ่น หรือสิ่งอุดตัน	1ครั้ง/สัปดาห์																													
3	Blower พัดลมส่งผ่านความร้อน	สายพานขับ blower ไม่ดึงหรือหย่อนเกินไป	1ครั้ง/สัปดาห์																													
		สภาพลูกปืน, ใบพัด	1ครั้ง/สัปดาห์																													
ผู้ตรวจเช็ค (Line Leader)																																
ผู้ตรวจสอบ (Production Supervisor)																																

หมายเหตุ :

- สัญลักษณ์ในการตรวจเช็ค : ✓ ปกติ, X ผิดปกติต้องแจ้งซ่อม
- เมื่อพบว่าเครื่องจักรมีปัญหาให้แจ้งหัวหน้าทันที และบันทึกปัญหาที่พบใน Production control part II

รูปที่ 4.37 Machine check sheet ของตู้อบ

3) การจัดทำมาตรฐานการตรวจสอบเครื่องจักร (Operation standard)

การปรับปรุงโดยการจัดทำวิธีการตรวจสอบและปรับตั้งค่าเครื่องจักรก่อนเริ่มใช้งาน เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องจักรอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน เพื่อให้พนักงานเข้าใจถึงการตรวจสอบและการปรับตั้งค่าหรือแนวการแก้ไขปัญหาหากพบความผิดปกติ แสดงดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 มาตรฐานการตรวจสอบตู้อบแบบเป็นลำดับขั้นตอน

รายการตรวจสอบ		**เงื่อนไขการยอมรับ**	**ความผิดปกติ**	**แนวทางการแก้ไขปัญหา**
1	คอยล์ร้อน	คอยล์ร้อนอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่รั่ว	- ท่อทองแดงรั่วรั่ว เล็กน้อย ไม่ส่งผลต่ออุณหภูมิของตู้อบ - ท่อทองแดงรั่ว ส่งผลต่ออุณหภูมิของตู้อบลดต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส	- ตัดท่อหรือเชื่อมท่อทองแดง - เปลี่ยนแผงคอยล์ร้อนใหม่
2	อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ (auto drain)	อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติอยู่สภาพสมบูรณ์ สามารถระบายน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ	ระบบระบายน้ำอุดตัน	ถอดแผงกรองมาทำความสะอาด
3	Blower พัดลมส่งผ่านความร้อน	Blower อยู่ในสภาพสมบูรณ์ สภาวะทำงานปกติ ไม่มีเสียงดังผิดปกติ หรือไม่สั่นสะเทือน	- สายพานขับ blower ตึงหรือหย่อนเกินไป - ลูกปืนแตก - ใบพัดหัก	- ปรับสายพานขับ blower ให้พอดี - เปลี่ยนลูกปืนใหม่ - เปลี่ยนใบพัดใหม่

4.4.3.2 ไม่มีการกำหนดระยะเวลาการบ่มน้ำยางกรณีผลิตเร่งด่วน

ปัญหาที่พบก่อนการปรับปรุงพบว่าระยะเวลาการบ่มน้ำยางต่ำกว่ากำหนด ซึ่งเกิดขึ้นบ่อยในกรณีที่แผนการผลิตไม่แน่นอนจากข้อจำกัดบางประการของบริษัท โดยปกติแล้วในการผลิตถุงมือยางจะมีการกำหนดระยะเวลาการบ่มน้ำยางคอมปาวด์ที่อุณหภูมิห้องก่อนการเปิดใช้งานอยู่ที่ 20 ชม.

ตามมาตรฐานการผลิตถุงมือของบริษัท และทำการทดสอบระดับการวัลคาไนซ์ (Chloroform Test Rate หรือ CTR) โดยค่า CTR จะต้องอยู่ที่ระดับ 4 ซึ่งเป็นการสังเกตจากสายตาผู้ตรวจสอบ ดังตารางที่ 4.11 และมีอัตราการบวมพองอยู่ที่ร้อยละ 70-90 จึงจะสามารถปั๊มน้ำยางไปใช้งานในขั้นตอนการจุ่มเบ้ามือลงในถังน้ำยาง (Latex Dipping) ซึ่งในการปฏิบัติงานในปัจจุบัน หากน้ำยางมีระยะเวลาการบ่มต่ำกว่ากำหนดคือน้อยกว่า 20 ชั่วโมง พนักงานจะมีการเติมสารตัวเร่ง (Curing agent) ลงไปในน้ำยางโดยคาดคะเนปริมาณจากประสบการณ์การทำงาน ซึ่งจะมีการเติมสารตัวเร่งลงในน้ำยางผสมอีก 10-15% ไม่มีการกำหนดระยะเวลาการบ่มน้ำยางกรณีผลิตเร่งด่วน ผู้วิจัยและทีมงานจึงเสนอแนวทางโดยทำการทดลองหาระยะเวลาการบ่มต่ำสุดที่สามารถใช้งานได้ และการเติมปริมาณสารตัวเร่งที่เหมาะสมในน้ำยางที่ระยะเวลาการบ่มดังกล่าว โดยทดลองที่การเติมปริมาณสารตัวเร่ง 0%-30% ที่ระยะเวลาการบ่มต่างๆ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีการเติมปริมาณสารตัวเร่งไม่เกิน 30% เนื่องจากต้องคำนึงถึงต้นทุนของสารเคมีในกระบวนการผลิตด้วย

ตารางที่ 4.17 ระดับของการวัลคาไนซ์ที่ระยะเวลาการบ่มและสารตัวเร่งที่ต่างกัน

ปริมาณสารตัวเร่ง	8 ชั่วโมง		12 ชั่วโมง		13 ชั่วโมง		14 ชั่วโมง		15 ชั่วโมง		16 ชั่วโมง	
	CTR	อัตราการบวมพอง (%)	CTR	อัตราการบวมพอง (%)	CTR	อัตราการบวมพอง (%)	CTR	อัตราการบวมพอง (%)	CTR	อัตราการบวมพอง (%)	CTR	อัตราการบวมพอง (%)
0%	1	140	2	129	2	128	2	126	2	124	2	118
5%	1	136	3	121	3	120	3	117	3	113	3	109
10%	1	130	3	118	3	117	3	115	3	108	3	102
15%	1	126	3	113	3	115	3	113	3	100	3	97
20%	1	120	3	108	3	106	3	104	3	94	4	90
30%	1	126	3	105	3	104	3	98	3	88	4	85

จากผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.17 จะเห็นได้ว่า ที่ระยะเวลาการบ่ม 16 ชั่วโมง และเติมสารตัวเร่งเพิ่มปริมาณ 20-30% มีค่า CTR และอัตราการบวมพองอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการทดลองซ้ำ จำนวน 3 ตัวอย่าง เพื่อทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลการทดลองดังกล่าวถูกต้องจริง ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ระดับของการวัลคาไนซ์ ระยะเวลาการบ่ม 16 ชั่วโมง ที่ปริมาณสารตัวเร่งต่างกัน

ปริมาณสารตัวเร่ง	ตัวอย่างที่ 1		ตัวอย่างที่ 2		ตัวอย่างที่ 3	
	CTR	อัตราการบวมพอง (%)	CTR	อัตราการบวมพอง (%)	CTR	อัตราการบวมพอง (%)
0%	2	114	2	116	2	115
5%	2	110	2	108	2	106
10%	3	104	3	100	3	101
15%	3	96	3	98	3	98
20%	4	89	4	90	4	89
30%	4	78	4	85	4	82

จากผลการทดลองทำการเก็บข้อมูลจากการทดลองซ้ำ 3 ตัวอย่าง พบว่าระยะเวลาการบ่มต่ำสุดที่จะสามารถเปิดใช้งานได้คือ 16 ชั่วโมง โดยเติมปริมาณสารตัวเร่งเพิ่ม 20% ของสูตรการผสมปกติ จึงสามารถที่จะเปิดใช้งานน้ำยางคอมปาวด์ใช้งานได้ และจากนั้นกำหนดในมาตรฐานแนวทางการแก้ไขปัญหาการผสมน้ำยางคอมปาวด์

4.5 ผลการดำเนินงานตามขั้นตอนการควบคุม (Control phase)

ขั้นตอนการควบคุมเป็นการควบคุมข้อบกพร่องจากสาเหตุต่างๆ ซึ่งจะต้องพยายามควบคุมขั้นตอนหรือวิธีการทำงานมากขึ้นเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำขึ้นอีก โดยมีการปรับปรุงมาตรฐานการทำงาน และอบรมให้กับพนักงานอยู่เสมอและต่อเนื่อง เพื่อให้พนักงานมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 4.19 แนวทางการควบคุมปัจจัยที่ได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแล้ว

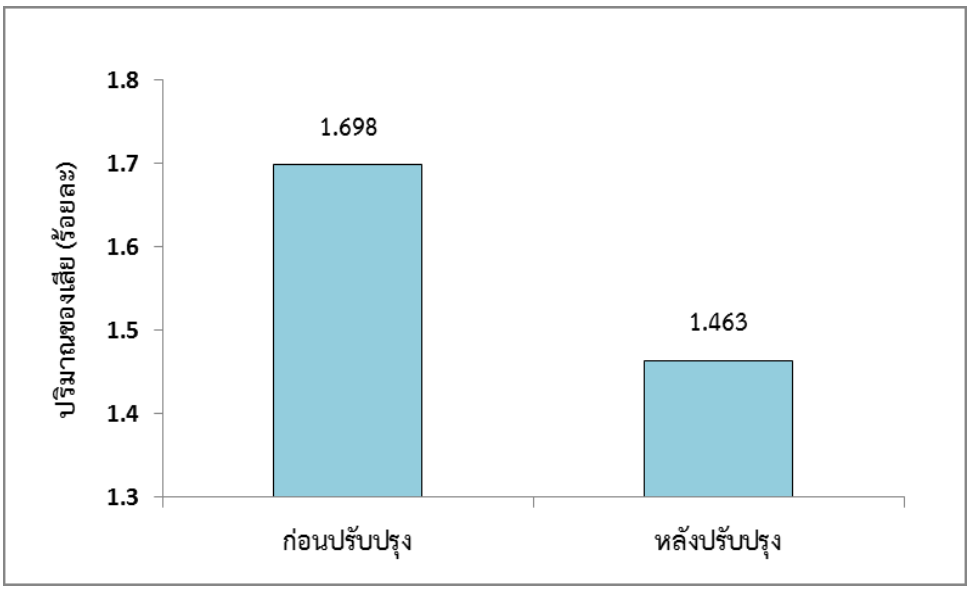
ปัจจัยที่ได้ดำเนินการปรับปรุง	**แนวทางการควบคุม**
1. เครื่องจักร - เครื่องถอดถุงมือ - ตู้อบ - เครื่องม้วนขอบ	- จัดทำแบบฟอร์มการตรวจเช็คเครื่องจักร (Machine check sheet) - จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบตรวจสอบแบบเป็นลำดับขั้นตอน - อบรมให้กับพนักงานคุมเครื่องฝ่ายผลิต
2. ระยะเวลาการบ่มน้ำยาง	- จัดทำมาตรฐานการบ่มน้ำยางคอมปาวด์ - ปรับปรุงมาตรฐานแนวทางการแก้ปัญหาการผสมน้ำยางคอมปาวด์ - อบรมให้กับพนักงานฝ่ายคอมปาวด์

จากแนวทางการดำเนินงานตามขั้นตอน DMAIC แต่ละขั้นตอนได้นำไปสู่การนำไปปฏิบัติ โดยทำการติดตามผลหลังการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะเวลา 3 เดือน ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ปริมาณของเสียหลังการปรับปรุง (เดือน มกราคม - มีนาคม พ.ศ 2563)

รายละเอียด	เดือน			ค่าเฉลี่ย
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
ยอดผลิต (ชิ้น)				
ถุงมือจากน้ำยางธรรมชาติ (มีแป้ง, ไม่มีแป้ง)	16,304,541	14,901,720	16,092,211	15,766,157
ข้อบกพร่อง (ชิ้น)				
ฉีกขาด	63,208	52,019	51,291	55,506
ขอบม้วนไม่สมบูรณ์	53,056	44,301	42,892	46,750
บวมเสียรูป	32,100	39,088	30,901	34,030
ไม่มีขอบ	35,700	31,989	32,911	33,533
เบ้าชน	16,460	25,100	27,830	23,130
สกปรก	14,048	10,011	17,544	13,868
เหนียว	17,900	12,267	15,902	15,356
อื่นๆ	8,700	6,570	9,903	8,391
รวม	241,172	221,345	229,174	230,564
ร้อยละ	1.479	1.485	1.424	1.463
Final Yield	98.521	98.515	98.576	98.537
ระดับ **σ**	3.679	3.677	3.690	3.682

จากตารางที่ 4.20 หลังจากการปรับปรุงในระยะเวลา 3 เดือน มีค่าเฉลี่ยของของเสียอยู่ที่ร้อยละ 1.463 แลtมีระดับ **σ** เท่ากับ 3.682 เมื่อนำข้อมูลหลังการปรับปรุงมาสรุปเปรียบเทียบจำนวนของเสียก่อนและหลังปรับปรุงแสดงดังรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.38 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบร้อยละของของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง

จากรูปที่ 4.38 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณของเสียก่อนการปรับปรุง (เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2562) และหลังการปรับปรุง (เดือน มกราคม-มีนาคม พ.ศ. 2563) พบว่าหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของ ของเสียลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุง โดยก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยปริมาณของเสียร้อยละ 1.698 และ หลังการปรับปรุงมีของเสียเฉลี่ย 1.463 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแนวทางดำเนินการแก้ไขปัญหามีประสิทธิผลสามารถลด ปริมาณของเสียลดลงร้อยละ 13.840 โดยทำให้ต้นทุนของเสียลดลงเฉลี่ย 19,038 บาทต่อเดือน

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากปัญหาของโรงงานกรณีศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพของถุงมือยางสำหรับการตรวจโรค ชนิดมีแป้งและไม่ มีแป้ง ซึ่งเกิดของเสียขึ้นในกระบวนการผลิตมีปริมาณสูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ นำไปสู่การประยุกต์ใช้แนวทางการดำเนินงานของซิก ซิกม่า (Six sigma) เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาซึ่งเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการกำหนดปัญหาการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ และการควบคุมกระบวนการ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาของโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นบริษัทผลิตถุงมือยางสำหรับการตรวจโรค ชนิดมีแป้งและไม่มีแป้ง พบว่าปัญหาหลักในปัจจุบันที่พบมากที่สุดในกระบวนการผลิต ได้แก่ ปัญหาถุงมือฉีกขาด ขอบม้วนไม่สมบูรณ์ และบวมเสียรูป โดยมีสัดส่วนของเสียสูงถึงร้อยละ 71.64 ของของเสียทั้งหมด ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา และหาแนวทางปรับปรุงให้มีปริมาณของเสียลดน้อยลงให้บรรจุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

จากการศึกษากระบวนการผลิตถุงมือยาง โดยใช้เครื่องมือแผนผังกระบวนการผลิต (Flow process chart) พบว่ามีเพียง 11 ขั้นตอนเท่านั้นที่เกี่ยวข้องกับการเกิดของเสีย หลังจากนั้นได้ระดมสมองร่วมกับทีมงาน เพื่อวิเคราะห์ถึงรากเหง้าของปัญหาโดยการวิเคราะห์แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) โดยพิจาณาถึงสาเหตุของการเกิดปัญหา ซึ่งแบ่งปัจจัยเป็น 4 กลุ่ม คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วิธีการ (Method) และวัตถุดิบ (Material) จากนั้นร่วมกันประเมินความรุนแรงและโอกาสของสาเหตุที่เกิดขึ้น โดยจากผลการดำเนินงานวิจัยพบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปัญหาฉีกขาด คือ ตัวปรับความแรงลมของเครื่องถอดถุงมือผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน และไม่มีการควบคุมระยะเวลาการบ่มน้ำยางให้ครอบคลุมตั้งแต่เริ่มผสมจนใช้หมดถัง ปัจจัยหลักที่ส่งผลปัญหาขอบม้วนไม่สมบูรณ์ คือ คอยล์ร้อนของตู้อบ 3 ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งาน และลูกกลิ้งม้วนขอบ (Roller) ขาดการตรวจเช็คและบำรุงรักษา ปัจจัยหลักที่ส่งผลปัญหาบวมเสียรูป คือ คอยล์ร้อนของอุณหภูมิของตู้อบวัลคาไนซ์ผ่านการใช้งานมานานเกินรอบอายุการใช้งานและไม่มีการกำหนดระยะเวลากรณีผลิตเร่งด่วน จากนั้นพิจาณาร่วมกับทีมงานหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิต

หลังจากการปรับปรุงได้ติดตามผล โดยการควบคุมปัจจัยหลักในระยะเวลา 3 เดือน (เดือนมกราคม- มีนาคม พ.ศ. 2563) สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัย โดยสัดส่วนของเสียจากกระบวนการผลิตถุงมือยางชนิดมีแป้ง และชนิดไม่มีแป้งมีค่าลดลงจากเดิมร้อยละ 1.698 (เดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2562) เหลือร้อยละ 1.463 (เดือนมกราคม-มีนาคม 2563) ซึ่งสามารถลด

ปริมาณของเสียได้ร้อยละ 13.840 หรือลดลงจาก 16,977 ppm เป็น 14,624 ppm และเมื่อเทียบระดับ sigma level สามารถปรับปรุงจากระดับ 3.626 σ ไปที่ระดับ 3.682 σ (รายละเอียดการคำนวณค่า ppm และตารางเทียบ ระดับ σ แสดงไว้ในภาคผนวก) ซึ่งมีต้นทุนของเสียลดลงเฉลี่ย 19,038 บาทต่อเดือน

การประยุกต์ใช้เทคนิค DMAIC ของซิกซ์ ซิกม่า (Six sigma) สามารถเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาและปรับปรุงกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตถุงมือยาง ชนิดมีแป้งและไม่มีแป้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยในการลดของเสียในกระบวนการผลิตได้เป็นอย่างดี บริษัทสามารถผลิตผลิตภัณฑ์เกรด A ได้มากขึ้น ส่งผลต่อต้นทุนวัตถุดิบ แรงงาน และเวลาลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน อีกทั้งยังได้มีการปรับปรุงวิธีการทำงานที่ได้มาตรฐานและมีระเบียบแบบแผนมากขึ้นอีกด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. จากการศึกษาพบว่ามีอีกหลายปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาของเสีย ซึ่งยังไม่ได้มีการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง โดยปัจจัยเหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีผลกระทบการเกิดของเสียทั้งสิ้น ดังนั้นโรงงานกรณีศึกษาควรหาแนวทางที่เหมาะสม เพื่อปรับปรุงแก้ไขปัจจัยดังกล่าว เมื่อมีความพร้อมต่อไปในอนาคต

2. นำหลักการอื่น ๆ มาศึกษาเปรียบเทียบเพื่อทราบถึงความแตกต่างและเปรียบเทียบของเสียของแต่ละหลักการเพื่อให้มีความหลากหลายเครื่องมือและสามารถลดปริมาณของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. จากโรงงานกรณีศึกษา เครื่องจักรที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันค่อนข้างเก่า ส่วนมากมีอายุการใช้งานมานานมาก ซึ่งทางโรงงานกรณีศึกษาควรจะมีการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรแต่ละกระบวนการให้ครอบคลุมทุกกระบวนการ เพื่อเพิ่มคุณภาพและศักยภาพในการผลิตถุงมือยาง

4. โรงงานกรณีศึกษาสามารถนำหลักการ DMAIC ไปประยุกต์ใช้ร่วมกับปัญหาอื่นๆที่เหลือของโรงงานได้ ซึ่งทั้งนี้องค์กรจะต้องมีความมุ่งมั่นที่จะปรับปรุงต่อเนื่อง เพื่อให้ทีมงานที่มีความพร้อมและมีความเชี่ยวชาญได้เสนอความคิดเห็นและดำเนินการปรับปรุงแบบจริงจัง

5. โรงงานกรณีศึกษายังขาดผู้มีความรู้และเชี่ยวชาญทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ โดยมีการเก็บข้อมูลในทุกๆกระบวนการเป็นอย่างดี แต่ไม่มีการนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ต่อไปให้เกิดประโยชน์

บรรณานุกรม

[1] สถาบันพลาสติก, “ อนาคตถุงมือยางในตลาดโลก,” [Online]. Available: http://rubber.oie.go.th/box/Article/42174/ . [Accessed: 8 พฤษภาคม 2561].

[2] สุริยะ เลิศวัฒนะพงษชัย, “Six Sigma พลังของ D-M-A-IC”, วารสาร Quality Management, ปีที่ 9, ฉบับที่ 59, 2002, หน้า 100-102, 2545.

[3] ทนงศักดิ์วัฒนา และศุภัชภรณ์ หลิมเฮงฮะ, “เทคโนโลยีการผลิตถุงมือยางทางการแพทย์,”วารสาร Technology production , ฉบับที่ 38, หน้า 67-72, 2556.

[4] Breyfogle, “Implementing Six Sigma Smart Solutions Using Statistical Methods,” Wikey- Interscience. p. 256-274, 1999.

[9] สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, “ PDCA หัวใจของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง,” [Online]. Available: https://www.ftpi.or.th/2015/2125 . [Accessed: 12 พฤศจิกายน 2561].

[6] สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, “ PDCA หัวใจของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง,” [Online]. Available: https://www.ftpi.or.th/2015/2125 . [Accessed: 12 พฤศจิกายน 2561].

[7] สิทธิศักดิ์ พฤกษ์ปิติกุล. การพัฒนาคุณภาพแบบก้าวกระโดดด้วยวิธี Six Sigma.กรุงเทพมหานคร สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2546.

[8] รัญชนา สินธวาลัย. Quality Improvement. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2561.

[9] วสันต์ พุกผาสุข, “การลดของเสียจากกระบวนการชุบโครเมี่ยม โดยการประยุกต์ใช้ซิกซ์ ซิกม่า,” วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2549.

[10] ปวีณ์สุดา ปานอำไพ ศวัช, “การลดของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยการประยุกต์ใช้แนวทางของซิกซ์ ซิกม่า (DMAIC),”วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2553.

[11] จิรศักดิ์ ฐานมั่น, “การลดของเสียในกระบวนการถอดชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ด้วยขั้นตอน DAMAIC,”วิทยานิพนธ์ อส.บ. (การจัดการอุตสาหกรรม) , มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2553.

[12] กานดา พรมเทพ และ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย,“การลดของเสียในกระบวนการผลิตฟิล์มพลาสติกบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัว,” วารสารวิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, ปีที่ 22, ฉบับที่ 4, หน้า 77-85, 2554.

[13] อภิชาต สถิตธรรม, “การปรับปรุงคุณภาพในการผลิตตามแนวทางของซิกซ์ ซิกม่า กรณีศึกษาบริษัทชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ โดยหลักการ DMAIC,”วิทยานิพนธ์ บธ.บ (บริการธุรกิจ), มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพฯ, 2555.

[14] ศันสนีย์ พิสุทธิ์กุลกิจ “การลดความโก่งงอของคอนแทคดูเอิลอินเตอร์เฟสชิพในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์,” วิทยานิพนธ์ วศ.ม.(วิศวกรรมอุตสาหการ),จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2555.

[15] กัญญรัตน์ วังคะฮาด และ ณฐา คุปตัษเฐียร “การลดปัญหาของเสียในการผลิตเกียร์ด้วยหลักการของซิกซ์ ซิกม่า,”วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี: Vol 2 (2557) : วารสารวิศวกรรมศาสตร์ราชมงคลธัญบุรี, ปีที่ 12, ฉบับที่ 2 , 2557.

[16] มนตรี มีชัย “การลดของเสียในกระบวนการผลิตยางคอมปาวด์ โดยประยุกต์ใช้กระบวนการทางซิกซ์ ซิกม่า,” วิทยานิพนธ์ บธ.บ (บริการธุรกิจ), มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี, 2559.

ภาคผนวก ก

การคำนวณค่าต่างๆ

ก-1 ตัวเลขการคำนวณค่าร้อยละของของเสีย

จากตารางที่ 1.1-1.3

1) ค่าร้อยละของของเสีย/ของเสียทั้งหมด $= \frac{\text{จำนวนของเสียแต่ละปัญหา} \times 100}{\text{จำนวนของเสียทั้งหมด}}$

เช่น ค่าร้อยละของเสียรวมปัญหาฉีกขาด เดือน ม.ค.-ธ.ค. 2560 $= \frac{952{,}855 \times 100}{3{,}641{,}856} = 26.16$

จากตารางที่ 4.1 และ 4.20

1) ค่าร้อยละของของเสียทั้งหมด $= \frac{\text{จำนวนของเสียทั้งหมด} \times 100}{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตทั้งหมด}}$

เช่น ค่าร้อยละของเสียทั้งหมด เดือน ม.ค. 2562 $= \frac{262{,}107 \times 100}{14{,}771{,}745} = 1.774$

ก-2 ตัวเลขการคำนวณค่า ppm ของของเสีย

1) ค่า ppm ของของเสีย $= \frac{1{,}000{,}000 \times \text{จำนวนของเสีย}}{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตทั้งหมด}}$

เช่น ค่า ppm ของเสียเฉลี่ย เดือน ม.ค.-ธ.ค. 2562 $= \frac{1{,}000{,}000 \times 252{,}020}{14{,}845{,}064} = 16{,}977$

ก-3 ตัวเลขการคำนวณ Final Yield

จากตารางที่ 4.1 และ 4.20

1) ค่า Final Yield = [1 – (จำนวนของเสีย/จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ผลิตทั้งหมด) x 100

เช่น ค่า Final Yield เดือน ม.ค. 2562

$$= [1 - (262{,}107/14{,}771{,}745) \times 100 = 98.226$$

ก-4 การเปรียบเทียบค่า Final Yield และระดับ σ

ตาราง ก-4 การเปรียบเทียบค่า Final Yield และระดับ **σ**

Final Yield	**ระดับ σ**
6.68	0
8.455	0.125
10.56	0.25
13.03	0.375
15.87	0.5
19.08	0.625
22.66	0.75
26.595	0.875
30.85	1
35.435	1.125
40.13	1.25
45.025	1.375
50	1.5
54.975	1.625
59.87	1.75
64.565	1.875
69.15	2
73.405	2.125
77.34	2.25

Final Yield	ระดับ σ
80.92	2.375
84.13	2.5
86.97	2.625
89.44	2.75
91.545	2.875
93.32	3
94.79	3.125
95.99	3.25
96.96	3.375
97.73	3.5
98.32	3.625
98.78	3.75
99.12	3.875
99.38	4
99.565	4.125
99.7	4.25
99.795	4.375
99.87	4.5
99.91	4.625
99.94	4.75
99.96	4.875
99.977	5
99.982	5.125
99.987	5.25
99.992	5.375

Final Yield	ระดับ σ
99.997	5.5
99.99767	5.625
99.99833	5.75
99.999	5.875
99.99966	6

ตัวอย่างการคำนวณค่าระดับ σ

1) ของเสียรวมก่อนการปรับปรุงในเดือน ม.ค – ธ.ค. 2562 มี Final Yield เท่ากับ 98.302 เมื่อนำข้อมูลไปเทียบกับระดับ σ พบว่าของเสียก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ระดับ 3.626 σ

2) ของเสียรวมหลังการปรับปรุงในเดือน ม.ค. – มี.ค. 2563 มี Final Yield เท่ากับ 98.537 เมื่อนำข้อมูลไปเทียบกับระดับ σ พบว่าของเสียก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ระดับ 3.7 σ

ภาคผนวก ข

แบบฟอร์มบันทึกต่างๆ

ข-1 แบบฟอร์มใบตรวจสอบเครื่องจักร (ตู้อบ)

เครื่องจักร	ตู้อบ	MACHINE CHECK SHEET	เลขที่เอกสาร	HCI-QF-OPE-01-10
รหัสเครื่องจักร	PDN-OVN-01		วันที่มีผลบังคับใช้	10/11/2019
แผนก	PDN		แก้ไขครั้งที่	00

NO.	รายการตรวจเช็ค	รายละเอียดการตรวจเช็ค	ความถี่	ผลการตรวจเช็ค																														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	คอยล์ร้อน	สภาพคอยล์ร้อนสมบูรณ์ ท่อทองแดงไม่รั่ว	ทุกวัน																															
		อุณหภูมิตู้อบ 100-130 °C	ทุกวัน																															
2	อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ (auto drain)	แผนกรองสะอาด ไม่มีฝุ่น หรือสิ่งอุดตัน	1ครั้ง/เสัปดาห์																															
3	Blower พัดลมส่งผ่านความร้อน	สายพานขับ blower ไม่ตึงหรือหย่อนเกินไป	1ครั้ง/เสัปดาห์																															
		สภาพลูกปืน, ใบพัด	1ครั้ง/เสัปดาห์																															
ผู้ตรวจเช็ค (Line Leader)																																		
ผู้ตรวจสอบ (Production Supervisor)																																		

หมายเหตุ :

- สัญลักษ์ในการตรวจเช็ค : ✓ ปกติ, X ผิดปกติต้องแจ้งซ่อม

- เมื่อพบว่าเครื่องจักรมีปัญหาให้แจ้งหัวหน้าทันที และบันทึกปัญหาที่พบใน Production control part II

ข-2 แบบฟอร์มใบตรวจสอบเครื่องจักร (เครื่องม้วนขอบ)

เครื่องจักร	เครื่องม้วนขอบ	MACHINE CHECK SHEET		เลขที่เอกสาร	HCI-QF-OPE-01-10
รหัสเครื่องจักร	PDN-BED-01			วันที่มีผลบังคับใช้	10/11/2019
แผนก	PDN			แก้ไขครั้งที่	00

NO.	รายการตรวจเช็ค	รายละเอียดการตรวจเช็ค	ความถี่	ผลการตรวจเช็ค																														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	เทปลอน	พื้นผิวของเทปลอน	ทุกวัน																															
2	สายพาน	ความยืด, การฉีกขาด,ความสมบูรณ์	ทุกวัน																															
3	Roller	ความฝืด, ความสะอาด	ทุกวัน																															
ผู้ตรวจเช็ค (Line Leader)																																		
ผู้ตรวจสอบ (Production Supervisor)																																		

หมายเหตุ :

- สัญลักษ์ในการตรวจเช็ค : P ปกติ, X ผิดปกติต้องแจ้งซ่อม

- เมื่อพบว่าเครื่องจักรมีปัญหาให้แจ้งหัวหน้าทันที และบันทึกปัญหาที่พบใน Production control part II

ข-3 แบบฟอร์มใบตรวจสอบเครื่องจักร (เครื่องถอดถุงมือ)

เครื่องจักร	เครื่องถอดถุงมือ	MACHINE CHECK SHEET		เลขที่เอกสาร	HCI-QF-OPE-01-10	
รหัสเครื่องจักร	PDN-STR-01			วันที่มีผลบังคับใช้	10/11/2019	
แผนก	PDN			แก้ไขครั้งที่	00	

NO.	รายการตรวจเช็ค	รายละเอียดการตรวจเช็ค	ความถี่	ผลการตรวจเช็ค																														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	เซ็นเซอร์	เซ็นเซอร์อยู่ในสภาพสมบูรณ์ จุดจับยึดแข็งแรง	ทุกวัน																															
		ความแม่นยำในการสั่งเป่าลม	ทุกวัน																															
2	ตัวปรับแรงดันลม	ตัวปรับแรงดันลมอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่ฝืด	ทุกวัน																															
		แรงดันลมเท่ากับ 2 บาร์	ทุกวัน																															
3	หัวเป่าลม	ระยะห่างระหว่างหัวเป่าลมกับเบ้ามือเท่ากับ 5 cm	ทุกวัน																															
		จุดจับยึดหัวเป่าลม	ทุกวัน																															
6	เกจ์วัดแรงดันลม	เข็ม และหน้าปัดอยู่ในสภาพสมบูรณ์	ทุกวัน																															
ผู้ตรวจเช็ค (Line Leader)																																		
ผู้ตรวจสอบ (Production Supervisor)																																		

หมายเหตุ :

- สัญลักษ์ในการตรวจเช็ค : ✓ ปกติ, X ผิดปกติต้องแจ้งซ่อม
- เมื่อพบว่าเครื่องจักรมีปัญหาให้แจ้งหัวหน้าทันที และบันทึกปัญหาที่พบใน Production control part II

ข-3 แบบฟอร์มรายงานการตรวจเช็คข้อบกพร่อง

รายงานการตรวจเช็คข้อบกพร่อง (LINE 17, 18, 19, 20)	เลขที่เอกสาร	HCI-QF-OPE-01-03
	วันที่บังคับใช้	2/5/2018
	แก้ไขครั้งที่	01

DATE: ..... LINE: ☐ 17 ☐ 18 ☐ 19 ☐ 20 PRODUCT: ..... SIZE: .....

Time (Line 17/19)		06.50	08.10	09.30	10.50	12.10	13.30	14.50	16.10	17.30	18.50	20.10	21.30	22.50	00.10	01.30	02.50	04.10	05.30
Time (Line 18/20)		07.20	08.40	10.00	11.20	12.40	14.00	15.20	16.40	18.00	19.20	20.40	22.00	23.20	00.40	02.00	03.20	04.40	06.00
จำนวนรวม (ลัง)																			
Crtitical defect (pcs)																			
รั่วปลายนิ้ว	PT																		
รั่วนิ้ว	PF																		
รั่วง่ามนิ้ว	PBF																		
รั่วฝ่ามือ	PP																		
รั่วข้อมือ ≥ 40.0 mm	PW																		
เบ้าชน	K																		
ฉีกขาด	T																		
รวม (Total)																			
Major defect																			
ก้อนน้ำยาง ≥ 3.0 mm	LL >																		
ฝ้าน้ำยาง	LS																		
ข้อเหล็กไม่หมุน	HNR																		
สกปรกที่เอาออกไม่ได้	NRD																		
ด่าเขม่า	OS																		
จุดสนิม	ST																		
เบ้าลอก	D																		
ปลายนิ้วร้าว	CT																		
ง่ามนิ้วดิด	SBC																		
ปลายนิ้วดิด	SF																		
เหนียวดิด ≥ 10.0 mm	SG																		
ฟองอากาศบางใส	TA																		
คราบแป้งแข็ง	PM																		
คราบแป้งคาย	PS																		
แป้งเปียก	WP																		
ถุงมือไม่กลับด้าน	UF																		
ถุงมือสั้น	SL																		
ง่ามนิ้วร้าว	CBF																		
เบ้าร้าว	FC																		
ปนชนิด	MT																		
รอยด่าง	P																		
รวม (Total)																			
Minor defect																			
จุดน้ำยาง < 3.0 mm	LL <																		
สกปรกที่เอาออกไม่ได้	RD																		
แป้งมากด้านใน	EPI																		
แป้งมากด้านนอก	EPO																		
ไม่มีขอบ	CB																		
เบ้าลอกที่ขอบ	DB																		
จุดบางใส	TS																		
ถุงมือสีต่างกัน	DC																		
คราบสารเคมี	CS																		
ผิวหยาบ	C																		
นิ้วไม่กลับด้าน	IF																		
ขอบม้วนไม่สมบูรณ์	IB																		
ปลายนิ้วเหลือง	YT																		
เส้นเหลือง	YL																		
บวมเสียรูป	SW																		
ง่ามนิ้วบาง	TC																		
รวม (Total)																			

Checked by : Morning Shift ..... Afternoon Shift: ..... Night Shift : .....

ภาคผนวก ค

มาตรฐานการทำงานต่างๆ

ค-1 มาตรฐานการตรวจสอบเครื่องถอดถุงมือแบบเป็นลำดับขั้นตอน

Company Name **ชื่อบริษัท**	เอกสารหมายเลข : HCI-SD-OPE-02-06	แก้ไขครั้งที่ : 00
SUPPORTING DOCUMENT (เอกสารสนับสนุน)	วันที่มีผลบังคับใช้ : 30 พฤศจิกายน 2019	หน้าที่ : 1/ 1
เรื่อง : มาตรฐานการตรวจสอบเครื่องถอดถุงมือแบบเป็นลำดับขั้นตอน		

รายการตรวจสอบ		**เงื่อนไขการยอมรับ**	**ความผิดปกติ**	**แนวทางการแก้ไข**
1	เซ็นเซอร์	เซ็นเซอร์อยู่ในสภาพสมบูรณ์ จุดจับยึดแข็งแรง ความแม่นยำในการสั่งเป่าลมถอดถุงมือ 100% โดยตรวจเช็คถุงมือผ่าน 10 ชิ้น มีลมเป่าถอดถุงมือทั้ง 10 ครั้ง	ไม่มีลมเป่าออกจากท่อลมในขณะที่เบ้ามือเคลื่อนที่ผ่าน	เปลี่ยนเซ็นเซอร์
2	ตัวปรับแรงดันลม	ตัวปรับแรงดันลมอยู่ในสภาพสมบูรณ์ สามารถปรับแรงดันลมได้ตามปกติ ไม่ฝืด	ตัวปรับแรงดันเสียหายชำรุด ไม่สามารถหมุนปรับได้ตามปกติ หมุนปรับแล้วแรงดันลมไม่เปลี่ยนแปลง	เปลี่ยนตัวปรับแรงดันลม
3	หัวเป่าลม	ระยะห่างระหว่างหัวเป่าลมกับ เบ้ามือเท่ากับ 5 cm และจุดยึดจับหัวเป่าลมยึดแข็งแรง	ระยะห่างระหว่งเบ้ามือกับหัวเป่าลมน้อยหรือมากกว่า 5 cm	ปรับระยะห่างระหว่างหัวเป่าลมกับเบ้ามือให้ได้ตามกำหนด และขันจุดจับยึดใหม่ให้แข็งแรง
4	เกจ์วัดแรงดันลม	เข็มปรับแรงดันลมเพิ่มขึ้นหรือลดลง เมื่อมีการเพิ่มลดแรงดันลมด้วยตัวปรับแรงดันลม	เมื่อปรับแรงดันลม เข็มชี้วัดแรงดันอยู่ที่เดิม ไม่เพิ่มขึ้น	เปลี่ยนเกจ์วัดแรงดันใหม่

ทบทวนโดย:_____ อนุมัติโดย:_____

ค-2 มาตรฐานการตรวจสอบตู้อบแบบเป็นลำดับขั้นตอน

Company Name **ชื่อบริษัท**	เอกสารหมายเลข : HCI-SD-OPE-02-07	แก้ไขครั้งที่ : 00
SUPPORTING DOCUMENT (เอกสารสนับสนุน)	วันที่มีผลบังคับใช้ : 30 พฤศจิกายน 2019	หน้าที่ : 1/ 1
เรื่อง : มาตรฐานการตรวจสอบตู้อบแบบเป็นลำดับขั้นตอน		

รายการตรวจสอบ		**เงื่อนไขการยอมรับ**	**ความผิดปกติ**	**แนวทางการแก้ไขปัญหา**
1	คอยล์ร้อน	คอยล์ร้อนอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่รั่ว	- ท่อทองแดงรั่วรั่ว เล็กน้อย ไม่ส่งผลต่ออุณหภูมิของตู้อบ - ท่อทองแดงรั่ว ส่งผลต่ออุณหภูมิของตู้อบลดต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส	- ตัดท่อหรือเชื่อมท่อทองแดง - เปลี่ยนแผงคอยล์ร้อนใหม่
2	อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ (auto drain)	อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติอยู่สภาพสมบูรณ์ สามารถระบายน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ	ระบบระบายน้ำอุดตัน	ถอดแผงกรองมาทำความสะอาด
3	Blower พัดลมส่งผ่านความร้อน	Blower อยู่ในสภาพสมบูรณ์ สภาวะทำงานปกติ ไม่มีเสียงดังผิดปกติหรือไม่สั่นสะเทือน	- สายพานขับ blower ตึงหรือหย่อนเกินไป - ลูกปืนแตก - ใบพัดหัก	- ปรับสายพานขับ blower ให้พอดี - เปลี่ยนลูกปืนใหม่ - เปลี่ยนใบพัดใหม่

ทบทวนโดย:_____ อนุมัติโดย:_____

ค-3 มาตรฐานการตรวจสอบเครื่องม้วนขอบแบบเป็นลำดับขั้นตอน

Company Name **ชื่อบริษัท**	เอกสารหมายเลข : HCI-SD-OPE-02-08	แก้ไขครั้งที่ : 00
SUPPORTING DOCUMENT (เอกสารสนับสนุน)	วันที่มีผลบังคับใช้ : 30 พฤศจิกายน 2019	หน้าที่ : 1/ 1
เรื่อง : มาตรฐานการตรวจสอบเครื่องม้วนขอบแบบเป็นลำดับขั้นตอน		

รายการตรวจสอบ		**เงื่อนไขการยอมรับ**	**ความผิดปกติ**	**แนวทางการแก้ไขปัญหา**
1	ลูกกลิ้งม้วนขอบ (Roller)	Roller ทุกตัวอยู่ในสภาพสมบูรณ์ สะอาด ไม่มีเศษขี้ยางหรอฝุ่น สปริงดันขึ้นลงได้ตามปกติ	Roller ไม่หมุน หรือมีความฝืด	ถอด Roller มาทำความสะอาด หยอดน้ำมัน และเปลี่ยนสปริง
2	สายพาน	สายพานอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่หย่อน หรือตึงเกินไป	- สายพานหย่อนหรือตึงเกินไป - สายพานขาด	- ปรับสายพานให้มีความเหมาะสม - เปลี่ยนสายพานใหม่
3	เทปลอนม้วนขอบ	ผิวของเทปลอนเรียบ ไม่ขรุขระ	ผิวของเทปลอนไม่เรียบขรุขระ	เปลี่ยนเทปลอนใหม่

ทบทวนโดย:_____ อนุมัติโดย:_____

ค-4 มาตรฐานการบ่มน้ำยางคอมปาวด์

ชนิดของน้ำยาง	ระยะเวลาการบ่มน้ำยาง		เกณฑ์การตรวจสอบ	
	(เริ่มผสม – เปิดใช้)	(เปิดใช้ – ใช้หมดถัง)	CTR	อัตราการบวมพอง
น้ำยางธรรมชาติ	1 - 20 ชม.	20 - 36 ชม.	4	70-90%

ทบทวนโดย:_____ อนุมัติโดย:_____

ค-5 มาตรฐานแนวทางการแก้ไขปัญหาการผสมน้ำยางคอมปาวด์

Company Name **ชื่อบริษัท**	เอกสารหมายเลข : HCI-SD-OPE-02-06	แก้ไขครั้งที่ : 00
SUPPORTING DOCUMENT (เอกสารสนับสนุน)	วันที่มีผลบังคับใช้ : 30 พฤศจิกายน 2019	หน้าที่ : 1/ 1
เรื่อง : มาตรฐานแนวทางการแก้ไขปัญหาการผสมน้ำยางคอมปาวด์		

1. กรณีมอเตอร์ใบกวนในถังผสมน้ำยางคอมปาวด์หยุดทำงาน เนื่องจากเสียหรือมีปัญหาเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าหากพบว่ามีฝ้าหรือครีมที่ผิวหน้าของน้ำยางให้ตักออกทันที

2. กรณีการนำน้ำยางคอมปาวด์ที่ปั๊มกลับจากไลน์ผลิตมาใช้ร่วมกับน้ำยางคอมปาวด์ที่ผสมใหม่ น้ำยางจาก Line ผลิตที่ต้องการส่งคืนกลับคอมปาวด์ ให้ปั๊มใส่ถังเก็บสำหรับพักน้ำยางคอมเปาด์ก่อน ห้ามปั๊มใส่ถังน้ำยางคอมปาวด์ที่กำลังใช้อยู่ หรือถังผสมโดยตรงพักน้ำยางให้ตกตะกอนอย่างน้อย 1 ชั่วโมง จึงปั๊มไปปนถังน้ำยางคอมปาวด์ที่ยังไม่ได้ใช้ในอัตราส่วนไม่เกิน 20 % ของน้ำยางคอมปาวด์ที่มีอยู่ในถังเดิม

3. กรณีที่มีการผลิตเร่งด่วน ระยะเวลาการบ่มต่ำสุดที่จะสามารถเปิดใช้งานได้คือ 16 ชั่วโมง โดยจะต้องเติมปริมาณสารตัวเร่งเพิ่ม 20% ของสูตรการผสมปกติ จึงสามารถที่จะเปิดใช้งานน้ำยางคอมปาวด์ใช้งานได้

ทบทวนโดย:_____อนุมัติโดย:_____

ภาคผนวก ง

ประวัตินักวิจัย

ประวัตินักวิจัย

ชื่อ – สกุล นางสาวอภิญยา หนูพริ้ม

รหัสนักศึกษา 6010121051

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 350 ม.8 ตำบล โคกสัก อำเภอ บางแก้ว จังหวัด พัทลุง

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2555 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์
โรงเรียนพัทลุง

พ.ศ. 2559 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี)
มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

พ.ศ 2559 – ปัจจุบัน หัวหน้าฝ่ายระบบบริหารคุณภาพ
โรงงานผลิตถุงมือยาง จังหวัดสงขลา