



การลดของเสียจากกระบวนการผลิตปะคำทองแดง: กรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องประดับ
Defectives Reduction in Copper Ball Production: A Case Study of a Jewelry Factory



นายวรพงษ์ สีจำปา

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

พุทธศักราช 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสยาม



ใบรับรองสารนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสยาม

หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ปริญญา

การจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย

(สาขาวิชา)

(คณะ)

เรื่อง การลดของเสียจากกระบวนการผลิตปะคำทองแดง: กรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องประดับ
Defectives Reduction in Copper Ball Production: A Case Study of a Jewelry Factory

ผู้แต่ง นายวรพงษ์ สีจำปา

Mr. Woraphong Sijumpa

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ธิวัชรวิทย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ยุทธชัย บรรเทืองจิตร)

ผู้อำนวยการหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

วันที่ ๒๒ เดือน ๕ พ.ศ. ๖๑

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง : การลดของเสียจากกระบวนการผลิตปะคำทองแดง: กรณีศึกษา
โรงงานผลิตเครื่องประดับ
โดย : นายวรพงษ์ สีจำปา
ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา : การจัดการงานวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา :
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)
.....2.2...../.....1.2...../.....6.1.....

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อลดสัดส่วนของเสียในการผลิตปะคำทองแดงของโรงงานผลิตเครื่องประดับแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นสรุปได้ว่าการผลิตปะคำทองแดงดังกล่าวในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 มีสัดส่วนของเสียถึงร้อยละ 20 โดยในแต่ละวันมีเป้าหมายการผลิตที่ 1,000 เม็ด แต่ใน 3 เดือนดังกล่าวมีของเสียเฉลี่ยวันละ 200 เม็ด ผลผลิตปะคำทองแดงนี้จึงไม่เพียงพอกับความต้องการของลูกค้า

จากการวิเคราะห์ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียโดยวิธีระดมสมองของผู้ที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่าเกิดจากอุณหภูมิในการอบที่ต่ำเกินไปจึงทำให้ทองแดงแข็งเป็นสาเหตุให้เกิดการแตกร้าวถึงร้อยละ 52.7 ของของเสียทั้งหมด จึงได้กำหนดให้ปรับเพิ่มอุณหภูมิของเตาอบจาก 735 °C เป็น 765 °C และให้การอบรมพนักงานในด้านการผลิต และการบำรุงรักษาเครื่องจักรตามข้อกำหนด การปรับปรุงดังกล่าวได้กระทำในเดือนมีนาคม

ผลจากการวิจัยสรุปได้ว่าในระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560 การผลิตปะคำทองแดงมีของเสียลดลงเหลือร้อยละ 10.3 ซึ่งลดลงร้อยละ 48.5 และของเสียที่เกิดจากการแตกร้าวเหลือเพียงร้อยละ 18 หรือลดลงร้อยละ 65.9

คำสำคัญ: เครื่องประดับ, ปะคำทองแดง, การแตกร้าว


Abstract

Title : Defectives Reduction in Copper Ball Production: A Case Study of a Jewelry
Factory

By : Mr. Woraphong Sijumpa

Degree : Master of Engineering

Major Field : Engineering Management

IS Advisor : 
 (Assoc. Prof. Dr. Vanchai Rijiravanich)
 22 / 12 / 18

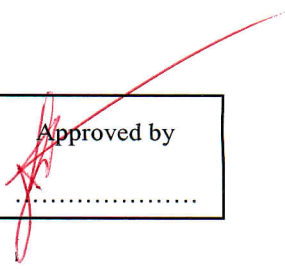
The objective of this research was to reduce fraction defectives of copper pinch balls of a jewelry factory in Bangkok. According to basic information obtained, it could be concluded that the fraction defectives of the copper pinch balls was at 20 percent during January to March 2017. For each working day, the target of 1,000 balls was set according to customer demand. Therefore, the output of 800 balls per day was not enough for the customers.

The brain storming method among related parties was used to seek for the cause of the defectives. From the previous information, it was approximately 52.71 percent of the defectives were from cracking. So, it was pointed out that the root cause of the cracking was a result of the low baking temperature of 735 °C. So, a higher temperature of 765 °C was set to avoid cracking. Also, training courses were arranged for the related staff members, and appropriate machine maintenance was also carried out to keep them in good condition. All improvements mentioned above were completed in March 2017.

The results after the research indicated that during April and May 2017, the fraction defectives was 10.3 percent or a 48.5 percent decrease, and the defectives cause by cracking was 18 percent or a 65.9 percent reduction.

Keywords: Jewelry, Copper ball, Cracking

Approved by



กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีจากรองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ธิวัชรวิเศษ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ พงศ์พัฒน์ เพ็ชรรุ่งเรือง อาจารย์ประจำบัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิศวกรรมศาสตร์ รวมถึงคณาจารย์ของบัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยามทุกท่าน ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำให้ประโยชน์ให้ความรู้รวมไปถึงการติดตามคอยดูแลมาโดยตลอด

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติ พี่น้อง มิตรสหาย ผู้แต่งหนังสือหรือเอกสารทางวิชาการ ที่ข้าพเจ้าได้ใช้เป็นเอกสารอ้างอิง และเพื่อนทุกคนที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือ และให้กำลังใจ มาโดยตลอด ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาการศึกษาต่าง ๆ จนช่วยให้สามารถทำการศึกษาจนสำเร็จลุล่วง ด้วยดี



วรพงษ์ สีจำปา
ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(ก)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญรูป	(ฉ)
สารบัญตาราง	(ช)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์	4
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย	4
1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความหมายของปะคำทองแดง	6
2.2 กระบวนการผลิตปะคำทองแดง	6
2.2.1 แผนกสโตร์	7
2.2.2 แผนกหลอม	7
2.2.3 แผนกรีดแผ่น	7
2.2.4 แผนกป้อนขึ้นรูป	8
2.2.5 แผนกปะคำจิก	8
2.3 7 QC Tools	9
2.3.1 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)	9
2.3.2 แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)	11
2.3.3 กราฟ (Graph)	13
2.3.4 แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram: CE)	14
2.3.5 แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.6 ฮิสโตแกรม (Histogram)	16
2.3.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)	20
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	26
3.2 ศึกษากระบวนการผลิตในปัจจุบัน	27
3.3 วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น	28
3.4 ประเมินผลของการเกิดของเสีย	28
3.5 ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหา	30
3.6 ทดลองแก้ไขปัญหา	31
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 ผลของการทดลองการเพิ่มอุณหภูมิ	33
4.2 ผลที่ได้จากการปรับปรุงตามตารางที่ 3.2	34
4.3 ผลการดำเนินงาน	35
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	39
5.2 ข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก	43
ประวัติผู้จัดทำ	54

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 ลักษณะของเม็ดปะคำที่ผ่านการจิกแล้ว (แบบผิวขรุขระ)	5
รูปที่ 1.2 ลักษณะของเม็ดปะคำที่ไม่ผ่านการจิก (แบบผิวเกลี้ยง)	5
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแผนผังพาเรโต	13
รูปที่ 2.2 แสดงรายละเอียดของแผนผังก้างปลา	14
รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่ใช้ในการบรรทุกและอัตราการสิ้นเปลือง	16
รูปที่ 2.4 รูปทรงฮิสโตแกรมชนิดรูปทรงทั่วไปหรือทรงระฆังคว่ำ	17
รูปที่ 2.5 รูปทรงฮิสโตแกรมชนิดรูปทรงฟันหัก (Uneven Type) หรือชนิดไม่เรียบ	17
รูปที่ 2.6 รูปทรงฮิสโตแกรมชนิดเบ้ขวา	18
รูปที่ 2.7 รูปทรงฮิสโตแกรมชนิดหน้าผาช้าย	19
รูปที่ 2.8 รูปทรงฮิสโตแกรมชนิดทรงที่ราบสูง	19
รูปที่ 2.9 รูปทรงฮิสโตแกรมชนิดภูเขาสองยอดหรือชนิดระฆังคู่	20
รูปที่ 2.10 แสดงตัวอย่างของแผนภูมิควบคุม	20
รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินการวิจัย	26
รูปที่ 3.2 แผนผังกระบวนการผลิตปะคำทองแดง	27
รูปที่ 3.3 แผนผังพาเรโตแสดงลักษณะการเกิดของเสียที่พบเจอภายในแผนกปะคำจิก	29
รูปที่ 3.4 แสดงสัดส่วนลักษณะของการเกิดของเสียที่พบภายในแผนกปะคำจิก	29
รูปที่ 3.5 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุที่ก่อให้เกิดงานเสียแตกร้าว	30
รูปที่ 3.6 ค่าความแข็งที่ได้จากการทดลองอบเม็ดปะคำทองแดงที่อุณหภูมิต่างๆ	32
รูปที่ 4.1 แสดงสัดส่วนของการเกิดของเสียทั้งหมดในเดือนมกราคม	36
รูปที่ 4.2 แสดงสัดส่วนของการเกิดของเสียทั้งหมดในเดือนกุมภาพันธ์	37
รูปที่ 4.3 แสดงสัดส่วนของการเกิดของเสียทั้งหมดในเดือนมีนาคม	37
รูปที่ 4.4 แสดงสัดส่วนของการเกิดของเสียทั้งหมดในเดือนเมษายน	38
รูปที่ 4.5 แสดงสัดส่วนของการเกิดของเสียทั้งหมดในเดือนพฤษภาคม	38

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นของปะคำทองแดง	2
ตารางที่ 2.1 ตารางตัวอย่างแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียและเปอร์เซ็นต์ของเสียสะสม	12
ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะการเกิดของงานเสีย	28
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่เลือกมาทำการปรับปรุง	31
ตารางที่ 4.1 ผลที่ได้ทั้งหมดจากการทดลอง	33
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลที่ได้รับจากการแก้ไข	34
ตารางที่ 4.3 แสดงผลลัพธ์ที่ได้ก่อนและหลังทำการปรับปรุง	36
ตารางที่ 5.1 ข้อมูลของการเกิดของเสียในเดือนมกราคม 2560 - เดือนพฤษภาคม 2560	39
ตารางที่ 5.2 แสดงผลเปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยจำนวนของเสียที่ลดไป	40



บทที่ 1

บทนำ

โรงงานผลิตเครื่องประดับแห่งหนึ่งใน กรุงเทพมหานคร ประกอบธุรกิจผลิตและจัดจำหน่ายเครื่องประดับทั้งภายในประเทศและต่างประเทศมานานมากกว่า 30 ปี โดยเริ่มแรกจากพนักงานเพียง 20 คน ซึ่งแต่ละคนล้วนแล้วแต่เป็นเครือญาติและเพื่อนพ้องกันทั้งสิ้นจนปัจจุบันมีจำนวนพนักงานที่เพิ่มขึ้นจาก 20 คนเป็น 154 คน (นับจากจำนวนพนักงานภายในเดือนมกราคม พ.ศ. 2560) เป็นโรงงานที่มีขนาดไม่ใหญ่มากและกำลังเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยทางโรงงานใช้เครื่องจักรที่ทันสมัยในการผลิตเครื่องประดับโดยมีพนักงานที่มีประสบการณ์คอยดูแลควบคุมเครื่องจักรภายในกระบวนการผลิตทุกขั้นตอนอย่างใกล้ชิด จากการเก็บข้อมูลของช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 จนถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่าทางโรงงานมีการผลิตเครื่องประดับที่กำลังได้รับความนิยมในฐานะผลิตภัณฑ์ใหม่ของทางโรงงานแห่งนี้ นั่นคือปะคำทองแดง เป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมและได้รับการตอบรับจากลูกค้าของทางบริษัทเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีราคาที่ไม่สูงมากและมีความสวยงามคล้ายทองคำหลังผ่านกระบวนการผลิตของทางโรงงานแล้ว จนมีการสั่งสินค้าเข้ามาเป็นจำนวนมากซึ่งส่งผลดีต่อรายได้ของทางโรงงานเอง

แต่ต่อมาพบว่าเกิดปัญหาการผลิตจำนวนสินค้าไม่ทันตามตามที่โรงงานกำหนดซึ่งทางโรงงานได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวเนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อระยะเวลาจัดส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า ซึ่งจะกลายเป็นช่องว่างให้เกิดการแข่งขัน และเกรงว่าทางบริษัทของลูกค้าจะไปสั่งซื้อปะคำทองแดงกับทางโรงงานผลิตเครื่องประดับแห่งอื่นจึงเป็นที่มาและความสำคัญของปัญหาที่ต้องมีการจัดการอย่างเร่งด่วนและถูกจุดเพื่อเพิ่มอัตราการผลิตให้ขึ้นมาอยู่ในปริมาณที่โรงงานแห่งนี้ต้องการหรือใกล้เคียงมากที่สุด

จากปัญหาอัตราการผลิตปะคำทองแดงที่ผลิตได้ลดน้อยลงจากความคาดหวังที่ยอมรับได้ จึงได้มีศึกษาข้อมูลที่มีอยู่ของกระบวนการผลิตปะคำทองแดงของทางโรงงานผลิตเครื่องประดับแห่งนี้ เมื่อมีการนำมาวิเคราะห์พบว่าปัญหาในการผลิตส่วนใหญ่พบเจอจากแผนกปะคำจิกของทางโรงงานตัวอย่างแห่งนี้เป็นจำนวนมาก เนื่องจากแผนกนี้เป็นแผนกที่มีกระบวนการที่ตกแต่งลายให้กับเม็ดปะคำทองแดงและคัดงานดีเพื่อรอทำการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่อไป และคัดแยกงานเสียออกจากงานดีเพื่อนำกลับไปลอมเพื่อนำมาทำเป็นปะคำทองแดงในกระบวนการผลิตครั้งต่อไป

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการตรงต่อเวลาในการส่งมอบสินค้าและผลิตภัณฑ์ถือว่าเป็นเรื่องสำคัญระดับต้นๆในการทำธุรกิจร่วมกันระหว่างผู้ค้าและผู้ซื้อ แต่สิ่งที่เกิดขึ้นในปัจจุบันกับพบว่าหลายบริษัทหรือหลายโรงงานอุตสาหกรรมพบเจอผลกระทบในการส่งมอบสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นในการทำธุรกิจร่วมกัน และอาจเป็นช่องว่างที่ทำให้เกิดคู่แข่งได้

จากข้อมูลจำนวนชิ้นงานของกระบวนการผลิตปะคำทองแดงที่ได้ทำการเก็บและนำมาวิเคราะห์ของแผนกปะคำจิกจากโรงงานผลิตเครื่องประดับแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ได้พบว่าปัญหาส่วนใหญ่ในการส่งมอบของไม่ทันเวลา มาจากการอัตราของเสียที่เพิ่มขึ้นจากอัตราการผลิตที่ทำได้ในแต่ละวัน เป็นปัญหาหลักที่ทำให้กำลังการผลิตต่ำลงจากอดีตที่ผ่านมาที่เคยทำได้สูงสุดต่อวันเฉลี่ยอยู่ที่ 1,000 เม็ดต่อวัน(เทียบกับจำนวนของการผลิตได้ต่อวันของปะคำเงินและปะคำทองที่ผลิตได้ในปี พ.ศ. 2559) ลดลงเหลือเฉลี่ยแค่ 800 เม็ดต่อวัน ซึ่งต่ำลงถึง 20เปอร์เซ็นต์ ต่อวัน ซึ่งปัญหาต่างๆสามารถนำมาแสดงเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นของปะคำทองแดง

ลักษณะของชิ้นงานที่บกพร่อง	สาเหตุที่ทำให้เกิด	เกิดปัญหามาจาก
แตกร้าว	อบชิ้นงานไม่ถูกต้องตามเวลาและมาตรฐานที่กำหนด	1. จำนวนที่อบต่อครั้งยังไม่ทราบจำนวนที่แน่นอน 2. อุณหภูมิที่ใช้ยังไม่แน่นอน
ขนาดเล็ก	แรงที่ใช้ในการทุบเม็ดปะคำ	1. แรงคั่นลมที่ใช้ในการทุบเม็ดปะคำ 2. ขนาดของ Stopper ที่ใช้ไม่เหมาะสม

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นของปะคำทองแดง (ต่อ)

ลักษณะของชิ้นงานที่บกพร่อง	สาเหตุที่ทำให้เกิด	เกิดปัญหามาจาก
ขนาดใหญ่	เชื่อมชิ้นงานไม่ได้ตามที่กำหนด	<ol style="list-style-type: none"> 1. รีดแผ่นทองแดงมา เบี้ยวไม่ตรงเสมอ กัน 2. ตัดแผ่นทองแดงมา เบี้ยว 3. แผ่นทองแดงที่ตัด มามีครีบขึ้นสูงตรง ขอบแผ่นที่ตัด
เจาะรูเบี้ยว	วางปะคำบนแท่นเจาะไม่ตรงตามจุดที่กำหนด	<ol style="list-style-type: none"> 1. พนักงานวางปะคำ ก่อนทำการเจาะรูไม่ตรงตามตำแหน่งที่ กำหนด 2. แผ่น ก า ห น ด ตำแหน่งในการวาง ปะคำมีการเกิดการ ลี ก ห ร อ ทำ ให้ มี ข น า ด ที่ ไม่ ได้ มาตรฐาน
ผิวเสีย	มีเศษทองแดงติดที่ตัวเม็ดปะคำทองแดง	แผ่นรองจิกปะคำสกปรก

จากปัญหาที่ได้อธิบายจะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อจำนวนของเสีย ภายกระบวนการผลิตของแผ่นปะคำจิกและทำการแก้ไขเพื่อให้ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือจำนวนการผลิตต่อวันเท่ากับ 1,000 เม็ดหรือใกล้เคียง

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและปัญหาที่คาดว่าจะทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตปะคำทองแดงของแผนกปะคำจิกและทำการปรับปรุงแก้ไข
2. เพื่อลดผลกระทบการส่งมอบปะคำทองแดงให้ทันเวลาที่ลูกค้ากำหนด
3. ลดจำนวนของเสียในกระบวนการผลิตปะคำทองแดงของแผนกปะคำจิกเพื่อเพิ่มอัตราการผลิตต่อวันให้ได้ 1,000 เม็ดหรือใกล้เคียง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาสาเหตุและปัญหากระบวนการผลิตปะคำทองแดงของแผนกปะคำจิกภายในบริษัทเครื่องประดับแห่งนี้เท่านั้น
2. เสนอแนวทางแก้ไขปัญหารวมทั้งทดลองแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการผลิตปะคำทองแดงของแผนกปะคำจิก โดยใช้เครื่องมือ 7 QC Tools แบบเชิงสถิติ
3. เก็บรวบรวมข้อมูลเฉพาะปะคำทองแดงของทางบริษัทเครื่องประดับแห่งนี้ ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม 2560 ถึงเดือนพฤษภาคม 2560 และทำการเปรียบเทียบอัตราการผลิตที่ได้ ก่อนและหลังทำการแก้ไขเฉพาะปะคำทองแดงในช่วงเวลาดังกล่าวเท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อลดจำนวนของเสียในกระบวนการผลิตปะคำทองแดงของแผนกปะคำจิก
2. ลดผลกระทบการส่งมอบงานที่ล่าช้าให้กับลูกค้าได้ทันตามเวลาที่กำหนด
3. เพิ่มอัตราการผลิตต่อวันได้ใกล้เคียงหรือมากกว่าจำนวนเดิม คือ 1,000 เม็ด/วัน

1.5 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

1. ศึกษางานทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาขั้นตอนการผลิตในปัจจุบัน
3. ค้นหาและวิเคราะห์ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย
4. ประเมินผลของการเกิดของเสีย
5. ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหา
6. ทดลองแก้ไขปัญหา
7. ประเมินผลของการเกิดของเสียหลังจากทดลองแก้ไขปัญหา
8. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

นิยามคำศัพท์เฉพาะมีดังนี้

1. ปะคำทองแดง หมายถึง เครื่องประดับที่มีลักษณะภายนอกกลมและเจาะรูตรงกลางเพื่อใช้ร้อยเข้ากับสร้อยคอหรือกำไลข้อมือ มีทั้งแบบผิวเกลี้ยงและแบบผิวขรุขระ มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3 มิลลิเมตร ไปจนถึง 12 มิลลิเมตร โดยวัดจากผิวด้านนอก



รูปที่ 1.1 ลักษณะของเม็ดปะคำที่ผ่านการจิกแล้ว (แบบผิวขรุขระ)



รูปที่ 1.2 ลักษณะของเม็ดปะคำที่ไม่ผ่านการจิก (แบบผิวเกลี้ยง)

2. แผนกปะคำจิก หมายถึง แผนกที่ทำหน้าที่ตบแต่งและตรวจสอบควบคุมมาตรฐานในกระบวนการผลิตปะคำของบริษัทตัวอย่าง โดยเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยพนักงาน

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการผลิตปะคำทองแดงพร้อมทฤษฎีที่นำมาใช้ในการลดของเสียในการผลิตปะคำทองแดงของแผนกปะคำจิกคือ 7 QC Tools และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของปะคำทองแดง

ปะคำเป็นเครื่องประดับชนิดหนึ่งที่ทำมาจากวัสดุต่างๆ เช่น ไม้,ทอง,เงิน,ทองเหลือง,ทองแดง, ฯลฯ เจาะรูตรงกลาง ใช้เป็นส่วนประกอบในการตกแต่งสร้อยคอ, กำไลข้อมือหรือกำไลข้อมือเท้าให้มีความสวยงามมากยิ่งขึ้น มีลักษณะภายนอกหลายแบบเช่นแบบกลม,แบบรูปหัวใจ,แบบหกเหลี่ยม ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3 มิลลิเมตร ไปจนถึง 12 มิลลิเมตร โดยที่ลักษณะภายนอกของแต่ละแบบก็มีผิวภายนอกที่แตกต่างกันออกไปอีก 2 แบบ คือ แบบผิวเรียบและแบบผิวขรุขระ(ผิวขึ้นฟู)นอกเหนือจากลักษณะภายนอกของผิวที่ได้กล่าวมานั้นยังสามารถทำลวดลายตามที่ลูกค้าต้องการได้อีกด้วย เช่น สัญลักษณ์,ตัวเลข,ตัวหนังสือต่างๆ หรือแม้กระทั่งลวดลายต่างๆตามที่ต้องการด้วยเครื่องจักร ซึ่งให้ความสวยงามที่แตกต่างกันออกไปตามแต่ละลักษณะอีกด้วย

ดังนั้นความหมายของปะคำทองแดงสามารถสรุปได้ดังนี้คือ ปะคำทองแดงหมายถึงเครื่องประดับที่ผลิตมาจากทองแดง เจาะรูตรงกลาง ใช้ในการตกแต่งสร้อยคอ กำไลข้อมือหรือกำไลข้อมือเท้า ที่มีลักษณะภายนอกหลากหลาย เช่น แบบกลม,แบบรูปหัวใจ และแบบหกเหลี่ยม ซึ่งผิวภายนอกอาจเรียบหรือไม่เรียบหรือมีลวดลายต่างๆ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3 มิลลิเมตร ไปจนถึง 12 มิลลิเมตร

2.2 กระบวนการผลิตปะคำทองแดง

กระบวนการผลิตปะคำทองแดงของทางบริษัทตัวอย่างได้มีการผลิตโดยเครื่องจักรนำเข้าและเครื่องจักรภายในประเทศที่ทันสมัยหรือเครื่องจักรที่ได้ทำการสร้างขึ้นเอง เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและเป็นไปตามมาตรฐานที่ลูกค้ากำหนด

กระบวนการผลิตปะคำทองแดงมีแผนกที่เกี่ยวข้องในการผลิตทั้งหมด 5 แผนก ซึ่งแต่ละแผนกมีหน้าที่ในการผลิตแตกต่างกันออกไปเพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพและมาตรฐานของปะคำทองแดง สามารถจำแนกหน้าที่การผลิตปะคำทองแดงของแต่ละแผนกได้ดังนี้

2.2.1 แผนกสไตร์

แผนกสไตร์เป็นแผนกที่คอยควบคุมดูแลการเบิกจ่ายวัตถุดิบของแผนกต่างๆและตรวจสอบมาตรฐานของวัตถุดิบที่ได้รับเข้ามาภายในบริษัทตัวอย่าง ถ้าวัตถุดิบที่ได้มีมาตรฐานไม่ตรงตามที่บริษัทตัวอย่างต้องการจะทำการส่งคืนทันที และแผนกสไตร์ยังมีหน้าที่หลักในการผสมส่วนผสมหลักในการผลิตเพื่อส่งต่อไปยังแผนกหลอมอีกด้วย

หน้าที่หลักของแผนกสไตร์ในกระบวนการผลิตปะคำทองแดงคือ ควบคุมมาตรฐานของทองแดงที่ได้รับเข้ามา ผสมส่วนผสมในการผลิตปะคำทองแดงเพื่อรอส่งต่อไปยังแผนกหลอม คอยจ่ายทองแดงที่ขึ้นรูปหรือผ่านกระบวนการผลิตแล้วไปยังแผนกต่อไป

2.2.2 แผนกหลอม

แผนกหลอมเป็นแผนกที่ทำหน้าที่ในการหลอมวัตถุดิบที่ทำการเบิกมาจากแผนกสไตร์ และพิมพ์ขึ้นรูปให้ได้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนด โดยลักษณะที่ได้จะมีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมและแท่งวงกลม ตัดตามความยาวที่กำหนดไว้ โดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ

หน้าที่หลักของแผนกหลอมในกระบวนการผลิตปะคำทองแดงคือ หลอมและขึ้นรูปเม็ดทองแดงหรืองานที่เสียและเศษทองแดงจากกระบวนการผลิตครั้งก่อนหน้าที่เบิกมาจากแผนกสไตร์ ให้มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมและตัดความยาวตามให้อยู่ในค่าตามมาตรฐานที่กำหนดและส่งกลับเข้าไปยังแผนกสไตร์

2.2.3 แผนกรีดแผ่น

แผนกรีดแผ่นเป็นแผนกที่ทำหน้าที่ลดขนาดของแท่งวัตถุดิบหลักที่ได้จากการหลอม โดยทำการเบิกที่แผนกสไตร์ให้มีขนาดบางลงจนถึงความบางในระดับไมครอนตามที่กำหนดและอบวัตถุดิบในอุณหภูมิที่กำหนดเพื่อให้ง่ายต่อการรีดแผ่นลดขนาดซึ่งต้องทำการรีดถึง 3 ครั้ง และทำการตัดแบ่งวัตถุดิบออกจากหนึ่งเส้นเป็น 3 หรือ 5 เส้น แล้วแต่ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเครื่องประดับที่ทำ หลังจากนั้นมีการสุ่มตัวอย่างของแผ่นที่รีดและตัดเป็นเส้นเสร็จแล้วไปตรวจสอบค่าความแข็ง โดยทุกขั้นตอนที่กล่าวมาทำโดยเครื่องจักรที่คอยควบคุมโดยพนักงาน

หน้าที่หลักของแผนกรีดแผ่นในกระบวนการผลิตปะคำทองแดงคือ ทำการรีดแท่งทองแดงที่เบิกมาจากสไตร์ตามแผนงานประจำวัน เพื่อลดค่าความหนาของแท่งทองแดงลงให้เหลือค่าที่กำหนดและตัดแบ่งออกเป็น 3 – 7 เส้น ขึ้นอยู่กับขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดปะคำทองแดงที่ทำ หลังจากนั้นทำการตัดสุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปตรวจสอบค่าความแข็ง แล้วส่งกลับเข้าไปยังแผนกสไตร์

2.2.4 แผนกปั๊มขึ้นรูป

แผนกปั๊มขึ้นรูปเป็นแผนกที่มีหน้าที่ในการปั๊มขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆของบริษัท ด้วยเครื่องจักรที่ควบคุมโดยพนักงาน ตรวจสอบขนาดของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนดแล้วส่งต่อไปยังแผนกต่อไปทันทีโดยที่ไม่ส่งเข้าไปยังแผนกสไตร์เหมือนแผนกที่ผ่านมา

หน้าที่หลักของแผนกปั๊มขึ้นรูปในกระบวนการผลิตปะคำทองแดงคือ ทำการบิกแผ่นทองแดงที่ถูกตัดเป็นเส้นจากแผนกสไตร์ตามแผนงานประจำวันแล้วทำการเชื่อมแผ่นที่ถูกตัดเป็นเส้นให้ด้านตามยาวเชื่อมติดกันให้มีลักษณะคล้ายหลอดดูดน้ำ แล้วทำการตัดตามความยาวที่ได้กำหนดไว้เพื่อให้ง่ายต่อขั้นตอนต่อไป เมื่อได้ทองแดงที่เป็นหลอดแล้ว หลังจากนั้นทำการดึงให้ยืดเพื่อลดขนาดและลดความหนาของหลอดทองแดงที่ได้ เมื่อทำการดึงหลอดทองแดงแล้วต่อไปจะทำการปั๊มหลอดทองแดงให้เป็นลูกกลมๆ เมื่อได้เม็ดปะคำที่มีลักษณะกลมๆแล้วจะทำการอบก่อนหนึ่งครั้งแล้วจึงนำมาทำการกลิ้งเม็ดปะคำเพื่อให้มีขนาดที่ต้องการและมีลักษณะภายนอกที่กลมยิ่งขึ้น หลังจากนั้นจะทำการอบอีกครั้งที่สองก่อนที่จะส่งต่อไปยังแผนกปะคำจิกทันทีเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป

2.2.5 แผนกปะคำจิก

แผนกปะคำจิกเป็นแผนกที่ทำหน้าที่ในการผลิตปะคำทุกชนิดของบริษัทตัวอย่าง ได้แก่ ปะคำทอง, ปะคำเงิน, ปะคำทองเหลือง, ปะคำทองแดง ไม่ว่าจะเป็นแบบกลม แบบหัวใจ หรือแบบหกเหลี่ยม โดยจะทำการจิกผิวปะคำให้ขึ้นฟู(ผิวขรุขระ)ด้วยเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยพนักงาน แล้วทำการตรวจสอบผิวที่ได้ไปด้วย หลังจากนั้นจะทำเจาะรูตรงกลางทันที(ถ้าเป็นผิวเกลี้ยงจะข้ามขั้นตอนการจิกผิวมาเจาะรูตรงกลางทันที)ด้วยเครื่องเจาะรูที่ควบคุมด้วยพนักงาน ทำการตรวจสอบลักษณะของรูที่เจาะว่าได้มาตรฐานตามที่กำหนดหรือไม่ แล้วหลังจากนั้นจะทำการทาบเม็ดปะคำโดยเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยพนักงานเพื่อทำการลดความสูงและเพิ่มความโตด้านข้างของเม็ดปะคำ แล้วทำการตรวจสอบค่าความโตและค่าความสูงว่าได้ตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ของปะคำแต่ละขนาดหรือไม่ หลังจากนั้นทำการฝนครีบที่เกิดขึ้นจากการเจาะรู แล้วส่งต่อไปยังแผนกสไตร์เพื่อรอส่งมอบให้กับลูกค้าต่อไป

หน้าที่หลักของแผนกปะคำจิกในกระบวนการผลิตปะคำทองแดงคือ ทำการจิกผิวปะคำทองแดงให้ขึ้นฟู(สำหรับผิวขรุขระ) เจาะรูตรงกลางเม็ดปะคำสำหรับนำไปตกแต่ง สร้อยคอ กำไลข้อมือหรือกำไลข้อเท้า ทาบเม็ดปะคำทองแดงเพื่อลดค่าความสูงและเพิ่มความโตด้านข้าง ทำการฝนตบแต่งครีบที่เกิดจากการเจาะรู ตรวจสอบแยกงานดีและงานเสียแล้วส่งต่อไปยังแผนกสไตร์เพื่อรอส่งมอบให้กับลูกค้าต่อไป

2.3 7 QC Tools

ในปี ค.ศ. 1946 JUSE หรือ Union of Japanese Scientists and Engineers ได้ถูกก่อตั้งขึ้น พร้อม ๆ กับการจัดตั้งกลุ่ม Quality Control Research Group ขึ้นเพื่อค้นคว้าให้การศึกษาและเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบการควบคุมคุณภาพทั่วทั้งประเทศ โดยมีจุดหมายเพื่อลบ ภาพพจน์สินค้าคุณภาพต่ำ ราคาถูก ออกจากสินค้าที่ "Made in Japan" และเพิ่มพลังการส่งออกไป พร้อม ๆ กัน หลังจากนั้นมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่นซึ่งก็คือ Japanese Industrial Standards (JIS) Marking System ได้ถูกกำหนดเป็นกฎหมายในปี ค.ศ. 1950 พร้อม ๆ กับการเชิญ Dr. W. E. Deming มาเปิดสัมมนาทาง QC ให้แก่ผู้บริหารระดับต่าง ๆ และวิศวกรในประเทศ นับเป็นการจุดประกายของการตระหนักถึงการพัฒนาคุณภาพอันตามมาด้วยการก่อตั้งรางวัล Deming Prize อันมีชื่อเสียงเพื่อมอบให้แก่โรงงานซึ่งมีความก้าวหน้าในการพัฒนาคุณภาพดีเด่นของประเทศ ต่อมาในปี ค.ศ. 1954 Dr. J. M. Juran ได้ถูกเชิญมายังประเทศญี่ปุ่น เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ผู้บริหารระดับสูงภายในองค์กรในการนำเทคนิคเหล่านี้มาใช้งาน โดยได้รับความร่วมมือจากพนักงานทุก ๆ คน นับเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาและรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพรวม 7 ชนิด ที่เรียกว่า 7 QC Tools มาใช้ เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ชนิดนี้ ตั้งชื่อตามนกรับในตำนานของชาวญี่ปุ่นที่ชื่อ "บงเค" (Ben-ke) ผู้ซึ่งมีอาวุธอันร้ายกาจแตกต่างกัน 7 ชนิดพกอยู่ที่หลัง และสามารถเลือกดึงมาใช้สยบคู่ต่อสู้ที่มีฝีมือร้ายกาจคนแล้วคนเล่า สำหรับเครื่องมือทั้ง 7 ชนิด สามารถแจกแจงได้ดังนี้

2.3.1 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

ใบตรวจสอบ คือ แผ่นที่มีแบบฟอร์มซึ่งได้รับการออกแบบช่องว่างต่างๆ และพิมพ์มาเรียบร้อยแล้ว เพื่อให้ผู้บันทึกสามารถบันทึกข้อมูลต่างๆลงในช่องว่างได้อย่างสะดวก ถูกต้อง ไม่ยุ่งยากและต้องเขียนให้น้อยที่สุด ขณะเดียวกันผู้ที่อ่านข้อมูลหลังจากที่ทำการบันทึกแล้วสามารถนำไปใช้ได้เลย ดังนั้นในการออกแบบฟอร์มแผ่นตรวจสอบจึงต้องกำหนดเป้าหมายไว้อย่างน้อย 2 ประการคือ 1. เพื่อช่วยให้การกรอกข้อมูลสะดวกสบายที่สุด 2. เพื่อให้ข้อมูลที่จดบันทึกสามารถนำไปใช้ได้อย่างง่ายดายที่สุด

วัตถุประสงค์ในการออกแบบฟอร์มในการเก็บข้อมูล

1. เพื่อควบคุมและติดตามคุณภาพการผลิต
2. เพื่อการตรวจเช็ค
3. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความไม่สอดคล้อง

เราควรถือหลักที่ว่ายังมี “ การเขียน ” มากเท่าใดโอกาสที่ผิดพลาดก็จะมีมากเท่านั้น และยังมี “ คัดลอก ” ข้อมูลบ่อยครั้งเท่าใดโอกาสที่ผิดเพี้ยนก็จะมีมากเท่านั้น ดังนั้นแผ่นตรวจสอบที่ดีจึงต้องทำให้ให้จิตและเขียนได้น้อยที่สุด อาจต้องการเพียงการทำเครื่องหมายต่างๆลงไปในช่วงว่างหรือการกรอกตัวเลขเพียงไม่กี่ตัวในการตรวจสอบแต่ละครั้งเท่านั้น แผ่นตรวจสอบสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. แผ่นตรวจสอบสำหรับงานประจำวัน

ก) เพื่อการกระจาย (Process Distribution Check Sheet) เป็นแผ่นตรวจสอบที่ใช้สำหรับการปฏิบัติงานที่เป็นปกติประจำวัน เช่น การบันทึกขนาด ความแข็ง น้ำหนักของชิ้นงาน ฯลฯ เพื่อการกระจายของชิ้นงานที่ผลิตได้ในกระบวนการ ซึ่งจะช่วยให้ทราบว่ากระบวนการผลิตนั้นๆอยู่ในมาตรฐานหรือไม่ หรืออาจจะถือได้ว่าแผ่นตรวจสอบชนิดนี้เป็นแผนภูมิควบคุมอย่างง่ายที่ไม่มีสถิติเข้ามาเกี่ยวข้อง

ข) เพื่อบำรุงรักษา (Maintenance Check Sheet) เป็นแผ่นตรวจสอบที่ใช้ในการป้องกันการหลดล้มในขณะที่ปฏิบัติการบำรุงรักษา ตามมาตรฐานที่มีการกำหนดไว้ โดยในแผ่นตรวจสอบต้องสามารถบ่งบอกถึงรายละเอียดในการบำรุงรักษาแต่ละรายการของแต่ละวันได้

2. แผ่นตรวจสอบสำหรับการควบคุมคุณภาพ

ก) เพื่อคุณลักษณะของเสีย (Defective Item Check Sheet) เป็นแผ่นตรวจสอบ เพื่อดูจำนวนของเสียในแต่ละลักษณะของอาการเสียต่างๆ เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ด้วยเครื่องมือที่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพมากกว่า เช่น แผนภูมิพาเรโต หรือ ฮิสโตแกรม เป็นต้น

ข) เพื่อปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสีย (Defective Factor Check Sheet) เป็นแผ่นตรวจสอบที่ใช้เพื่อหาปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสียลักษณะต่างๆ โดยปัจจัยที่จะพิจารณา เช่น เวลาในการทำงาน พนักงาน วัสดุดิบ ฯลฯ ซึ่งในแผ่นตรวจสอบสามารถออกแบบให้สามารถจัดเก็บข้อมูลได้หลายๆ ปัจจัยพร้อมกันเพื่อวิเคราะห์ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ค) เพื่อตำแหน่งของเสีย (Defective Position Check Sheet) เป็นแผ่นตรวจสอบที่ใช้หาปริมาณ และชนิดของอาการของเสียแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นในแต่ละบริเวณของชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบว่ามีความถี่ของการเกิดของเสียขึ้นบริเวณใดบ่อยที่สุด เพื่อมุ่งที่จะแก้ไขปัญหาที่กระบวนการทำงาน

2.3.2 แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)

ในปี ค.ศ. 1897 นักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาลีชื่อ วิ.พาเรโต (V.Pareto) ได้แสดงผลงานวิจัยชิ้นหนึ่งของเขา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการกระจายของรายได้ของประชากร

ไม่เท่ากัน ซึ่งได้ตรงกันกับผลงานของนักเศรษฐศาสตร์ชาวอเมริกันชื่อว่า เอ็ม ซี ลอเรนซ์ (M.C. Lorenz) ในปี ค.ศ. 1907 ซึ่งสรุปว่าความร่ำรวยหรือจำนวนรายได้ในปริมาณมากได้ อยู่ในมือของประชาชนเพียงกลุ่มเล็กๆเท่านั้น ซึ่งต่อมา ดร.จูราน (Dr.J.M. Juran) ชาวอเมริกันก็ได้นำเอาหลักการของพารโด้มาใช้ในวิชาการควบคุมคุณภาพ เพื่อแสดงให้เห็นว่า สาเหตุ ความบกพร่องเพียงไม่กี่สาเหตุกลับก่อให้เกิดความสูญเสียมากมาย ขณะที่ความสูญเสียเล็กน้อยที่เกิดขึ้นกลับเกิดขึ้นมาจากสาเหตุจำนวนมากมาย และได้เรียกการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง สาเหตุของความบกพร่องกับมูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นว่า “ การวิเคราะห์แบบพารโด้ ” (Pareto Analysis) และเรียกกราฟหรือแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์นี้ว่า “ แผนผังพารโด้ ” (Pareto Diagram)

ส่วนประกอบของแผนผังพารโด้มี 3 ส่วนด้วยกันดังนี้คือ

1. แกนนอน เป็นแกนที่ใช้แสดงความถี่ที่จะบ่งบอกถึงจำนวนสาเหตุของความบกพร่อง ซึ่งอาจเป็นชนิดของความบกพร่อง ตำแหน่งของความบกพร่องหรือเครื่องจักรที่ก่อให้เกิดความบกพร่อง โดยจะแทนสาเหตุของการบกพร่องแต่ละประเภท

2. แกนตั้งขวามือ เป็นเปอร์เซ็นต์ของความถี่สะสมตั้งแต่แห่งแรกไปจนแห่งสุดท้าย โดยเปอร์เซ็นต์ของแต่ละแห่งเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เทียบกับความสูญเสียรวมทั้งหมด ซึ่ง ณ ตำแหน่งที่ปรากฏตัวเลขความสูญเสียรวมจะเป็นจุดที่ตรงกับจุด 100 เปอร์เซ็นต์ของแกนตั้งขวามือ

3. แกนตั้งซ้ายมือ เป็นแกนที่บอกปริมาณความสูญเสียสำหรับแต่ละสาเหตุ ของความบกพร่อง โดยความสูญเสียอาจเป็นจำนวนชิ้นงานเสีย มูลค่าความเสียหาย ความถี่ของ การเกิดโดยที่แกนซ้ายมือจะมีการแบ่งช่องความถี่ออกเป็นช่วงๆ เท่าๆกัน

แผนผังพารโด้ (Pareto Diagram) คือแผนภูมิของปัญหา เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น โดยอาศัยหลักการ 80 – 20 เป็นค่าประมาณ ดังรูปที่ 2.1

โดยทำการหาผลรวมของจำนวนการเกิดของเสียทั้งหมดในแต่ละประเภท แล้วหาเปอร์เซ็นต์ของเสีย และ เปอร์เซ็นต์ของเสียสะสมของแต่ละประเภทของการเกิดของงานเสียทั้งหมด เพื่อนำมาทำแผนผังพารโด้

สูตรคำนวณหา เปอร์เซ็นต์ ของเสีย

$$\text{เปอร์เซ็นต์ ของเสีย} = \frac{\text{จำนวนของเสียในแต่ละลักษณะการเกิด} \times 100}{\text{จำนวนงานเสีย}}$$

เมื่อได้ค่าทั้งหมดก็นำมาใส่ตารางดังตารางที่ 2.1 ในส่วนที่เป็น เปอร์เซ็นต์ ของเสีย

ตารางที่ 2.1 ตารางตัวอย่างแสดง เปอร์เซ็นต์ ของเสียและ เปอร์เซ็นต์ ของเสียสะสม

ลักษณะของ เสีย	จำนวนของ เสีย	เปอร์เซ็นต์ของเสีย	เปอร์เซ็นต์ ของเสีย สะสม
1	7390	52.71	52.71
2	2798	19.96	72.67
3	2415	17.23	89.90
4	991	7.07	96.97
5	425	3.03	100.00
		ผลรวม 100.00 เปอร์เซ็นต์	

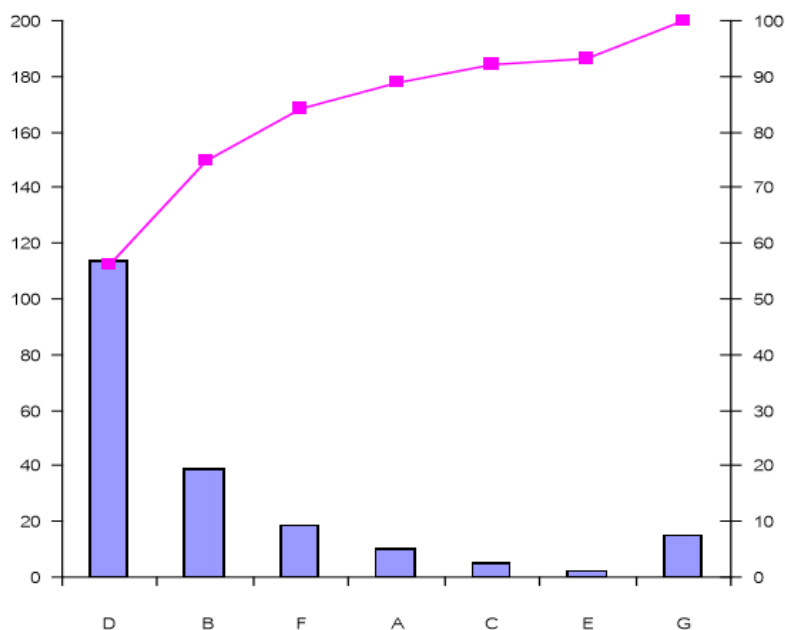
วิธีคำนวณหา เปอร์เซ็นต์ ของเสียสะสม

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์ ของเสียสะสมจะมีจำนวนมากขึ้น โดยเริ่มจาก 52.71 เปอร์เซ็นต์ ไปจนถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีวิธีการคำนวณคือ นำจำนวน เปอร์เซ็นต์ ของเสียมาบวกกันแล้วใส่ไปยังช่อง เปอร์เซ็นต์ ของเสียสะสม ซึ่งค่าที่จำเป็นในการสร้างแผนผังพาราเรโตคือ จำนวนของเสียและ เปอร์เซ็นต์ สะสมของเสียนั่นเอง

แผนผังพาราเรโตเป็นแผนผังที่ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นแผนผังที่แสดงให้เห็นถึงความลำดับความสำคัญของปัญหาที่ก่อให้เกิดความเสียหายหรือผลกระทบที่ได้รับสูงที่สุดจากการกระทำนั้นๆ และยังช่วยให้เห็นภาพรวมของปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้สามารถวิเคราะห์หรือเลือกปัญหาที่เกิดขึ้นของกระบวนการที่นำแผนผังพาราเรโตไปใช้ เนื่องจากจะเห็นได้ชัดเจนว่าปัญหาหรือการกระทำใดๆที่ก่อให้เกิดผลกระทบมากที่สุด

ประโยชน์ของแผนผังพาราเรโตมีดังต่อไปนี้คือ

- สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าหัวข้อใดเป็นปัญหามากที่สุด
- สามารถเข้าใจลำดับความสำคัญมากน้อยของปัญหาได้ทันที
- สามารถเข้าใจได้ว่าแต่ละหัวข้อมียุทธศาสตร์เป็นส่วนเท่าใดในส่วนทั้งหมด
- ใช้กราฟแท่งบ่งชี้ขนาดของปัญหา ทำให้โน้มน้าวจิตใจได้ดี
- ไม่ต้องใช้การคำนวณที่ยุ่งยาก ก็สามารถจัดทำได้
- สามารถใช้ในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ได้
- ใช้สำหรับการตั้งเป้าหมายทั้งตัวเลขและปัญหา



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแผนผังพารेटโต

2.3.3 กราฟ (Graph)

กราฟ คือ แผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติที่ใช้ เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว เพื่อให้เข้าใจและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ โดยสามารถแบ่งประเภทของกราฟได้ดังนี้

- กราฟแท่ง ใช้เมื่อมีข้อมูลมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ข้อมูล โดยใช้ในการเปรียบเทียบที่พื้นที่ของกราฟ แต่ไม่เหมาะสมที่จะใช้ดูแนวโน้มในระยะยาว แต่เหมาะสมสำหรับข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา

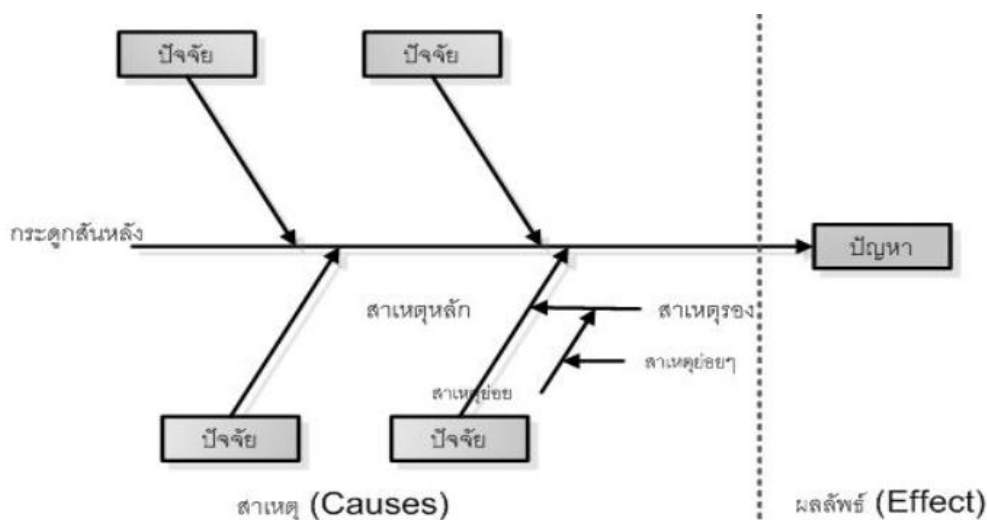
- กราฟเส้น ใช้สำหรับดูแนวโน้ม การพยากรณ์ในอนาคต ทำนายผลจากข้อมูลในอดีตได้ หรือ ใช้ในการควบคุมแผนงานให้ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

- กราฟวงกลม พื้นที่ของกราฟเท่ากับ 100เปอร์เซ็นต์ แต่ละส่วนที่แบ่งออกมาจะแสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนในแต่ละส่วนประกอบของข้อมูลว่าเป็นกี่ส่วนขององค์ประกอบทั้งหมดดังรูปที่ 2.2

- กราฟใยแมงมุม เป็นกราฟรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งจะแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความมากน้อยของแต่ละส่วน โดยกำหนดตำแหน่งจุดลงในแต่ละเส้นแกนของกราฟ ใช้เปรียบเทียบก่อน-หลังการปรับปรุง หรือเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป

2.3.4 แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram: CE)

แผนภาพสาเหตุและผล หรือที่เราเรียกกันในอีกหลายๆ ชื่อว่าแผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram) หรือ Ishigawa Diagram เป็นแผนภาพที่ใช้สำหรับพิสูจน์หาสาเหตุของปัญหาหลักที่ได้จากการสร้างแผนภาพพาเรโต โดยเราจะนำปัญหาหลักไว้ที่หัวปลา และจะหาสาเหตุย่อยของปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาหลักนี้ไว้ที่ก้างปลา และในแต่ละสาเหตุย่อยเราจะแตกสาเหตุของสาเหตุย่อยออกมาอีกที (ปัจจัยส่วนมากจะประกอบด้วย คน, วิธีการ, เครื่องจักร, วัตถุดิบ, สภาพแวดล้อม) โดยใช้หลักการ Why Why Analysis เป็นการถามว่าทำไม ทำไมไปเรื่อย ไม่มีการกำหนดปัญหาย่อย ยิ่งระบุปัญหาย่อยมากยิ่งดี วิธีการนี้ให้พนักงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมดมาช่วยกันหาสาเหตุ และกำหนดแนวทางในการแก้ไข ปัญหา รวมถึงผู้รับผิดชอบ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2. 2 แสดงรายละเอียดของแผนผังก้างปลา

ประโยชน์ของแผนผังก้างปลา

ประโยชน์ของการใช้แผนผังก้างปลานอกจากจะได้รับความรู้สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาหลักจากปัจจัยต่างที่เกิดขึ้นภายใต้การทำงานแล้ว ยังมีประโยชน์ที่นอกเหนือจากการได้รับความรู้สาเหตุของการเกิดปัญหาหลักดังต่อไปนี้

- ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความชำนาญและประสบการณ์ ของกลุ่มที่ได้เข้าร่วมในการวิเคราะห์สาเหตุที่ใช้ในการสร้างแผนผังก้างปลา
- สามารถนำไปใช้ได้กับทุกปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตไม่ใช่เพียงเพื่อที่ทำงานเท่านั้น
- สามารถใช้ในการมองภาพรวมและความสัมพันธ์ที่ก่อให้เกิดปัญหาได้ง่าย เนื่องจากลักษณะที่แบ่งเป็นเส้นๆ จึงทำให้ง่ายต่อการเชื่อมความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

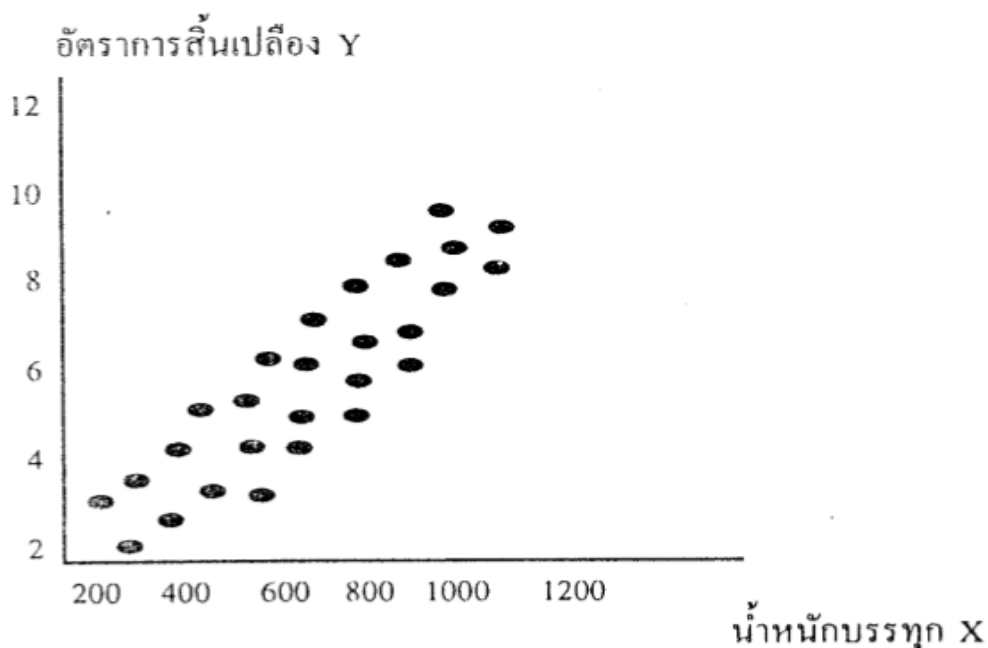
2.3.5 แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)

แผนผังการกระจาย หมายถึง กราฟที่แสดงค่าความสัมพันธ์ของสาเหตุกับปัญหา (สาเหตุ X และปัญหา Y) เพื่อทดสอบว่าสาเหตุที่กำหนดมีผลต่อปัญหาหรือไม่ และมีผลในลักษณะใด

ในการควบคุมกระบวนการผลิต เรามักจะพบเจอกับปัญหาของการปรับค่าของตัวแปรตัวหนึ่ง แล้วส่งผลกระทบต่อค่าที่วัดได้จากตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่ง เราจึงจำเป็นต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองตัวแปรเพื่อจะใช้เป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการเพื่อให้ได้ตรงตามมาตรฐานที่ลูกค้าต้องการ

ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาข้อมูลสองตัวแปรที่ทำให้สามารถหาความสัมพันธ์ที่แท้จริงของตัวแปรทั้งสองตัวได้ เครื่องมือดังกล่าวเรียกว่าแผนผังการกระจาย (Scatter Diagram) โดยความสัมพันธ์สองตัวแปรที่พบบ่อยคือ 1.คุณสมบัติทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์กับตัวแปรของกระบวนการผลิตตัวหนึ่ง 2.คุณสมบัติทางคุณภาพของตัวผลิตภัณฑ์สองคุณสมบัติ

ในโครงการเล่มนี้ใช้แผนผังการกระจายเพื่อวัตถุประสงค์ดังนี้ เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งสองตัวแปรที่สนใจศึกษาว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.3 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักที่ใช้ในการบรรจุทุกและอัตราการสิ้นเปลืองว่ามีผลกระทบกันแบบใด จากรูปที่ 2.3 จะเห็นได้ว่าย่างบรรจุน้ำหนักมากเท่าไรหรืออัตราการสิ้นเปลืองก็ยิ่งเพิ่มขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างหน้าหน้าที่ใช้ในการบรรทัดและอัตราการสิ้นเปลือง

2.3.6 ฮิสโตแกรม (Histogram)

ฮิสโตแกรม คือ กราฟแท่งแบบเฉพาะ โดยแกนตั้ง(แกน Y) จะเป็นตัวเลขแสดง “ความถี่” และมีแกนนอน(แกน X) เป็นข้อมูลของคุณสมบัติของสิ่งที่เราสนใจ โดยเรียงลำดับจากน้อยไปมาก ใช้ดูความแปรปรวนของกระบวนการ โดยการสังเกตรูปร่างของฮิสโตแกรมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่าง

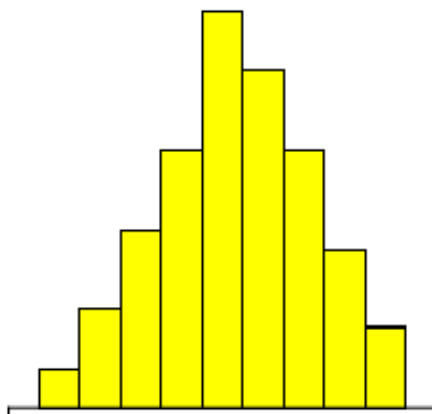
แผนภูมิแท่งลำดับการกระจาย เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกับการใช้งานของข้อมูลที่สามารถวัดได้ในเชิงปริมาณ เช่น ความยาว น้ำหนัก ความหนา แนวคิดที่สำคัญของฮิสโตแกรม คือ 1. ข้อมูลมีการกระจายตัว แนวมัมน้ำเข้าสู่ศูนย์กลาง หรือค่ามาตรฐานที่เรากำหนด และ 2. ขอบเขตการกระจายตัวของข้อมูลที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจมีความผันผวน หรือมีค่าที่ไม่เท่ากัน ซึ่งความไม่เท่ากันนั้นอาจมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่นเกิดจากปัจจัยการผลิต วัตถุดิบ พนักงาน เครื่องจักร หรือสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ในการปฏิบัติงาน เป็นต้น

ลักษณะของฮิสโตแกรม

ฮิสโตแกรมมีหลายชนิด ซึ่งการที่ทราบลักษณะชนิดของฮิสโตแกรมที่เขียนขึ้นมา จากข้อมูลชุดหนึ่งนั้น จะช่วยให้ได้แนวทางที่ดีในการวิเคราะห์ข้อมูลชุดนั้นต่อไป โดยฮิสโตแกรมมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปดังต่อไปนี้

1. ชนิดรูปทรงทั่วไป (General Type) หรือทรงระฆังคว่ำ

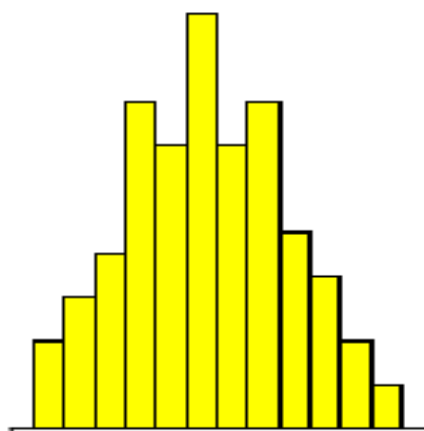
ชนิดรูปทรงทั่วไปเป็นชนิดที่มีรูปทรงคล้ายระฆังคว่ำ จะสมมาตรกันทั้งซ้ายและขวา ค่าเฉลี่ยของฮิสโตแกรมจะอยู่กึ่งกลางแล้วค่อยลดหลั่นลงไปทั้งทางซ้ายและทางขวาดังรูปที่ 2.4 เป็นรูปทรงที่พบมากที่สุดจากชุดข้อมูลทั่วไปที่มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Disturbution)



รูปที่ 2.4 รูปทรงฮิสโตแกรมชนิดรูปทรงทั่วไปหรือทรงระฆังคว่ำ

2. ชนิดรูปทรงพีนหัก (Uneven Type) หรือชนิดไม่เรียบ

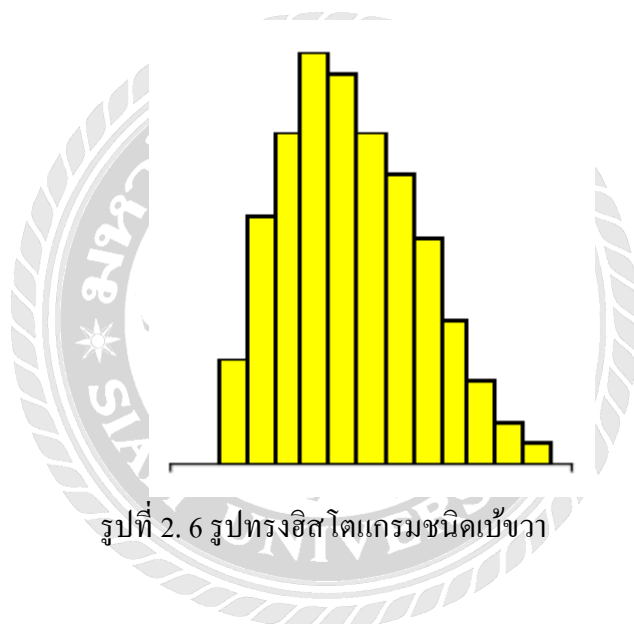
ชนิดรูปทรงพีนหัก หรือชนิดไม่เรียบ มีลักษณะจะมีช่วงของชั้นข้อมูลซึ่งมีความถี่มากน้อยสลับกันไปไม่ลดหลั่นอย่างเป็นระบบ อาจเรียกอีกอย่างว่า Multi Model Type คือมียอดสูงหลายๆยอดสลับกันดังรูปที่ 2.5 เกิดได้เมื่อจำนวนข้อมูลที่บรรจุอยู่ในแต่ละชั้นข้อมูลมีค่าไม่เท่ากันและแตกต่างกันมากระหว่างชั้นข้อมูลที่อยู่ติดกัน หรืออาจเกิดจากการบิดเศษค่าของแต่ละข้อมูล



รูปที่ 2.5 รูปทรงฮิสโตแกรมชนิดรูปทรงพีนหัก (Uneven Type) หรือชนิดไม่เรียบ

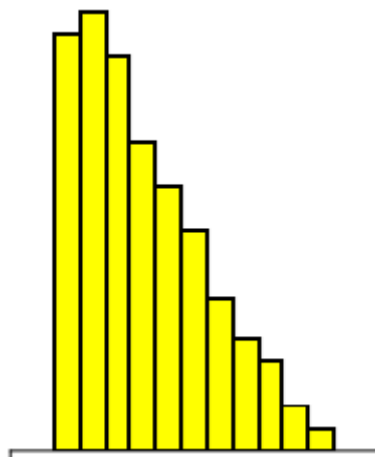
3. ชนิดเบ้ขวา (Positive Skewed Type)

ชนิดเบ้ขวา จะมีลักษณะค่าเฉลี่ยของฮิสโตแกรม (Mean Value of Histogram) จะไม่อยู่กึ่งกลางรูป แต่จะเอียงไปทางด้านซ้ายมือของแนวกึ่งกลางรูป ค่าทางซ้ายมือจะลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนค่าทางขวาจะค่อยๆลดลง ดังรูปที่ 2.6 ซึ่งที่เป็นแบบนี้เกิดจากข้อมูลที่ถูกควบคุมด้วยค่าขอบเขตด้านต่ำ ทำให้ข้อมูลที่ต่ำกว่าค่าขอบเขตไม่ได้รับการบันทึก ทำให้ค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มอยู่ที่ด้านค่าต่ำ เมื่อรูปฮิสโตแกรมชนิดเบ้ขานี้ พลิกกลับมาทางขวามือ เราจะเรียกฮิสโตแกรมชนิดนี้ว่า ชนิดเบ้ซ้าย (Negative Skewed Type) มีคุณสมบัติคล้ายชนิดเบ้ขวาทุกประการแค่เปลี่ยนจากเบ้ขวาเป็นซ้าย สาเหตุที่ทำให้เกิดการเบ้ไปทางซ้ายเนื่องจากข้อมูลที่ถูกควบคุมด้วยค่าขอบเขตด้านสูง ทำให้ข้อมูลที่สูงกว่าค่าขอบเขตไม่ได้รับการบันทึกนั่นเอง



4. ชนิดหน้าผาช้าย (Left Hand Precipice Type)

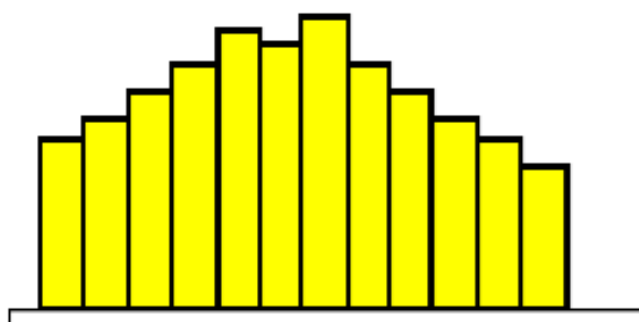
ชนิดหน้าผาช้าย มีลักษณะคล้ายกับชนิดเบ้ขวาแต่ความถี่ของข้อมูลทางด้านซ้ายมือ จะลดลงอย่างรวดเร็วมาก ประกอบกับค่าเฉลี่ยของฮิสโตแกรมก็ใกล้เข้ามาทางซ้ายมือมาก จึงทำให้รูปกราฟทางซ้ายมือสูงชันคล้ายหน้าผาดังรูปที่ 2.7 กราฟชนิดนี้เกิดขึ้นได้เมื่อมีการตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์ แล้วค่าส่วนใหญ่อยู่ใกล้กับค่าขอบเขตต่ำ หากรูปฮิสโตแกรมชนิดนี้กลับจากทางด้านซ้ายเป็นทางด้านขวา เราจะเรียกว่า ชนิดหน้าผาขวา (Right Hand Precipice Type) มีคุณสมบัติคล้ายกับชนิดหน้าผาช้ายทุกประการ แต่รูปกราฟเปลี่ยนทางจากด้านซ้ายเป็นด้านขวาเท่านั้น และสาเหตุที่ได้ฮิสโตแกรมชนิดหน้าผาขวาก็เพราะค่าเฉลี่ยของกระบวนการการผลิตมีค่าใกล้เคียงหรือสูงกว่าค่าของขอบเขตสูงของกลุ่มข้อมูลนั้นๆ



รูปที่ 2. 7 รูปทรงฮิสโตแกรมชนิดหน้าผาซ้าย

5. ชนิดทรงที่ราบสูง (Plateau Type)

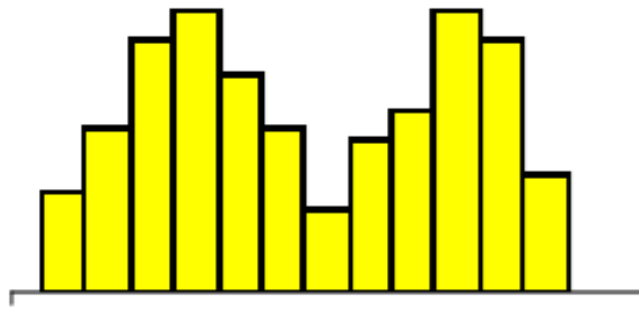
ชนิดทรงที่ราบสูง มีลักษณะ ข้อมูลในชั้นบริเวณกลางๆจะมีค่าความถี่ใกล้เคียงกันมากแต่จะลดลงทันทีในชั้นข้อมูลหัวท้ายดังรูปที่ 2.8 การเกิดลักษณะฮิสโตแกรมแบบนี้มาจากข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจง (Distribution) ที่แตกต่างกันหลายแบบมาปะปนกันแต่มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน



รูปที่ 2. 8 รูปทรงฮิสโตแกรมชนิดทรงที่ราบสูง

6. ชนิดภูเขา 2 ยอด (Twin Peak Type) หรือชนิดระฆังคู่

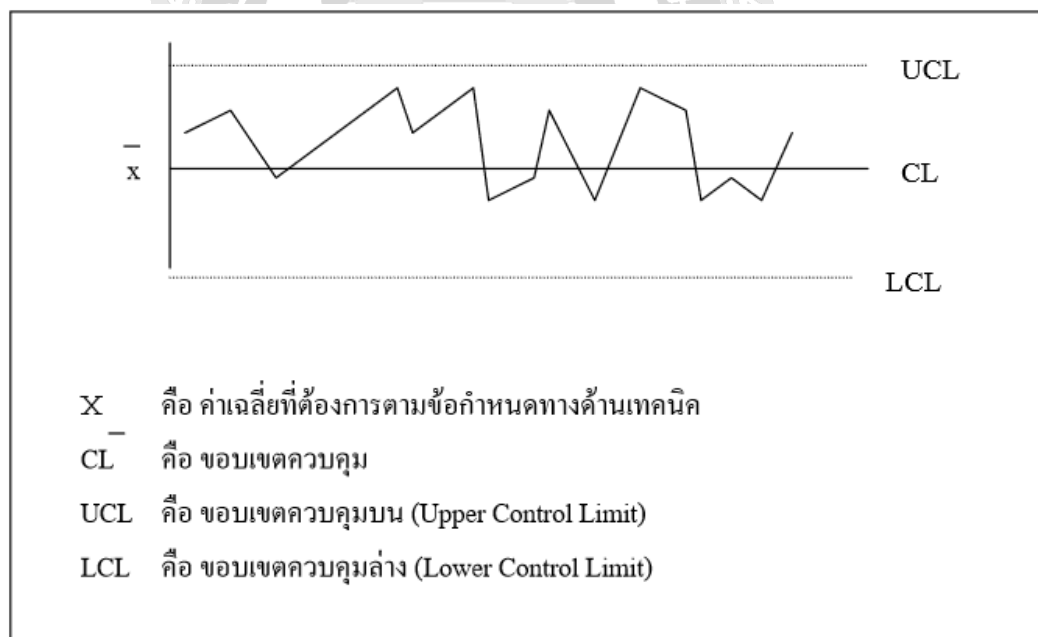
ชนิดภูเขา 2 ยอดหรือชนิดระฆังคู่ มีลักษณะมียอดความถี่สูงสองยอดห่างกันตรงกลางกลับเป็นค่าความถี่ต่ำ เกิดจากข้อมูลสองชุดหรือหนึ่งชุดซึ่งมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากันดังรูป 2.9 หากเป็นการผลิตเป็นไปได้อาจเป็นข้อมูลที่ได้มาจากชิ้นงานที่ผลิตจากเครื่องจักรสองเครื่องหรือวัตถุดิบสองล็อตแตกต่างกัน



รูปที่ 2. 9 รูปทรงฮิสโตแกรมชนิดภูเขาสองยอดหรือชนิดระฆังคู่

2.3.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือ แผนภูมิที่มีการเขียนขอบเขตที่ยอมรับได้ เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการดังรูปที่ 2.10 โดยการติดตามและตรวจจับข้อมูลที่อยู่นอกขอบเขต โดยถ้าเกิดขึ้นมุลอยู่นอกขอบเขต (Out of Control) ต้องหาสาเหตุที่ทำให้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นผิดปกติ เพื่อที่จะได้ทำการแก้ไขสาเหตุนั้นๆ



รูปที่ 2. 10 แสดงตัวอย่างของแผนภูมิควบคุม

โดยธรรมชาติของกระบวนการผลิตทุกผลิตภัณฑ์ย่อมมีความผันแปร (Variation) เกิดขึ้นกับชิ้นงานได้ โดยที่ความแปรผันบางชนิดเป็นเรื่องปกติและยอมให้เกิดขึ้นได้ในการผลิต แต่ต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่ก็มีความผันแปรบางชนิดที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพราะอาจทำให้มาตรฐานของชิ้นงานผิดไปจากที่กำหนด ดังนั้นความเข้าใจในสาเหตุความผันแปรจึงเป็นเรื่องสำคัญ

การอ่านแผนภูมิควบคุม

- อยู่นอกจุดควบคุม คือ มีบางจุดอยู่นอกเขตควบคุมไปอย่างชัดเจน ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่ามีของเสียเกิดขึ้นแล้วในกระบวนการ

- เกิดการ Run คือ มีความผิดปกติเกิดขึ้นในกระบวนการถึงแม้ว่าไม่เกิดของเสีย ก็ควรรีบติดตามตรวจสอบกระบวนการเพื่อหาทางแก้ไข

- เกิดแนวโน้ม (Trend) คือ ค่าเฉลี่ยของชิ้นงานที่ผลิตได้จากกระบวนการนี้ กำลังมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ออกจากที่ตั้งไว้ครั้งแรก ดังนั้นควรหยุดกระบวนการเพื่อปรับค่าต่างๆ

- เกิดวัฏจักร (Periodicity) แสดงว่าเกิดการหมุนเวียนของเหตุการณ์ต่างๆ ในกระบวนการ โดยเมื่อครบหนึ่งรอบจะกลับมาอีกครั้งหนึ่ง จึงอาจใช้ทำนายผลในอนาคต หรือ ช่วงเวลาที่ผ่านไปได้

แผนภูมิควบคุมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการควบคุม มีดังนี้

1. แผนภูมิควบคุมชนิดผันแปร (Variable Control Charts)

แผนภูมิควบคุมชนิดผันแปรเป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมกระบวนการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่ต้องการควบคุมหรือคุณลักษณะที่วัดค่าได้ เช่น ขนาด น้ำหนัก อุณหภูมิ ปริมาตร ความสูง ความยาว ฯลฯ ลักษณะคุณภาพเหล่านี้เป็นค่าแปรผัน จึงเรียกแผนภูมิลักษณะเหล่านี้ว่า “แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน” ซึ่งแผนภูมิประเภทนี้ประกอบไปด้วย

- แผนภูมิ \bar{X} (\bar{X} Chart) เป็นแผนภูมิที่ควบคุมค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะคุณภาพ

- แผนภูมิ R (R Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้เพื่อกระจายลักษณะของคุณภาพ โดยใช้ค่าพิสัย มักใช้ควบคู่กันกับ แผนภูมิ \bar{X} เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าการกระจายของกระบวนการ

- แผนภูมิ \bar{R} (\bar{R} Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าความแตกต่าง หรือค่าการกระจายของคุณสมบัติที่วัดได้จากผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับแผนภูมิ R แต่จะใช้เมื่อขนาดตัวอย่างของกลุ่มย่อยมากกว่า 12 หรือสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบแต่ละครั้งมากกว่า 12 ชิ้น

- แผนภูมิ \bar{X} (\bar{X} Chart) คือแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่ามัธยฐานของค่าที่วัดได้ของผลิตภัณฑ์ โดยใช้การคำนวณวัดค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง

- แผนภูมิ S (S Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมการกระจายด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณสมบัติผลิตภัณฑ์

- แผนภูมิ X (X Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าคุณสมบัตินี้ที่มีหน่วยย่อยของกลุ่มเพียง 1 หน่วยย่อย

- แผนภูมิ MR (MR Chart) เป็นแผนภูมิควบคุมพิสัยเคลื่อนที่ใช้ควบคู่กับแผนภูมิ X

- แผนภูมิ CUSUM (CUSUM Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติที่วัดได้จาก ผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับแผนภูมิ \bar{X} แต่จะมีประสิทธิภาพในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่า แผนภูมิ \bar{X} ใช้เมื่อขนาดตัวอย่างย่อยเท่ากับ 1 หน่วย

2. แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ (Attribute Control Charts)

แผนภูมิควบคุมตามลักษณะเป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมกระบวนการผลิตที่ค่าคุณสมบัตินี้ของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการควบคุมสามารถ หา ได้จากการเจ้านับ เช่น จำนวนผลิตภัณฑ์ที่เสียหรือไม่เสีย จำนวนรอยตำหนิบนผลิตภัณฑ์ ฯลฯ ซึ่งแผนภูมิประเภทนี้ประกอบไปด้วย

- แผนภูมิ p (p Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมสัดส่วนผลิตภัณฑ์เสียในกระบวนการผลิต

- แผนภูมิ np (np Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมจำนวนผลิตภัณฑ์เสียในกระบวนการผลิต

- แผนภูมิ c (c Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมจำนวนของรอยตำหนิหรือตำแหน่งบกพร่องที่เกิดขึ้นบนผลิตภัณฑ์ เมื่อกลุ่มตัวอย่างย่อยมีขนาด 1 หน่วย

- แผนภูมิ u (u Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของสินค้า

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

1. สมชาย ราชไชยา (2559) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการลดของเสียในกระบวนการผลิตเหล็กถลุง กระบวนการในการผลิตเหล็กถลุงมีหลายขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนมีต้นทุนการผลิตที่สูง การเกิดของเสียในกระบวนการผลิตจะทำในมีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตเหล็กถลุง กระบวนการศึกษาจะพิจารณาข้อมูลสถิติของเสีย วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในส่วนของกระบวนการผลิต ปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อแก้ไขปัญหาทางการผลิตซึ่งจะส่งผลให้เกิดของเสียลดน้อยลง จากการศึกษาสามารถลดปัญหาการเกิดของเสียที่กรรไกรตัดหัวเหล็กและแท่งรีดตามขนาดของผลิตภัณฑ์ โดยส่งเสริมให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงานมากขึ้น ลดอัตราความเสี่ยงของการเกิดของเสีย มีผลทำให้อัตราของเสียบริเวณ Crop Shear#2 ลดลงจาก 2.0 % เหลือเพียง 1.0 % และ ที่บริเวณ Finishing Mill Stand จากการศึกษาไปปฏิบัติงานแก้ไขเครื่องจักร และลดความเหนื่อยล้าของพนักงาน ทำให้ของเสียจากเดิม 2.19 % เหลือเพียง 1.09 %

2. ศรีนทร์รัศม์ เชยโพธิ์ (2559) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเครื่องมือ 7 QC Tools : Flow Chart มาวิเคราะห์ปัญหาในขั้นตอนการทำงาน โดยมีปัญหาคือคลังสินค้าของบริษัทที่ทำการศึกษาไม่มีพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าที่เข้ามาในแต่ละวัน พบว่าเกิดจากมีชิ้นงานที่รอรระหว่างทำ (WIP) เป็นจำนวนมากในขั้นตอนการทำงานการจัดส่งกรอบแว่นตาไปยังร้านค้าปลีก จึงได้นำ Flow Chart มาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวทำให้พบสาเหตุคือ มีบางขั้นตอนมีเวลานำ (Lead Time) ในการเดินทางที่นานเนื่องจากระยะเวลาเดินทางในการทำงานระหว่างขั้นตอนและระยะเวลาในการตรวจงาน ได้ทำการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการปรับพื้นที่ทำงานและนำเครื่องมืออื่นเข้ามาช่วยลดขั้นตอนในการทำงานเพื่อลดเวลาในการทำงาน ผลที่ได้คือ สามารถลด WIP และลดพื้นที่จัดเก็บสินค้าได้ร้อยละ 70

3. ศุภเดช เบญจพัฒน์มงคล (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ 7 QC Tools เพื่อลดของเสียในการกระบวนการผลิต เพื่อลดปริมาณของเสียไม่ให้เกินร้อยละ 1.5 ของยอดการผลิต และลดต้นทุนในการผลิต โดยเลือกปัญหาอันดับที่ 1 จากแผนผังพาเรโตคือสีบางบนตัวรางไฟซึ่งเกิดของเสียร้อยละ 2.85 มาทำการกำหนดเป้าหมายในการปรับปรุงคือลดให้ได้ร้อยละ 50 โดยใช้แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุและนำสาเหตุหลักมาทำการแก้ไข ด้วยวิธีการปรับตั้งปืนพ่นสีทั้ง 2 กระบอกใหม่ให้ทำมุม 10 องศา และมีความห่าง

จากชิ้นงาน 8 นิ้ว หลังทำการปรับปรุงพบว่าสามารถลดของเสียที่เหลือเพียงร้อยละ 0.45 ของยอดการผลิต เมื่อเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้คือร้อยละ 50 หรือร้อยละ 1.43 ของยอดผลิต สามารถลดของเสียของอาคารสีบางลงจากเดิมร้อยละ 84.35 มากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ สามารถลดค่าใช้จ่ายคิดเป็นจำนวนเงิน 6,374.09 บาทต่อเดือน

4. ชีรเดช เรืองศรี (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการควบคุมการพิมพ์กล่องบรรจุภัณฑ์ เนื่องจาก กระบวนการควบคุมการพิมพ์เดิมไม่มีการกำหนดระดับปัจจัยอย่างชัดเจน คือ น้ำยาฟาว์เทนมีค่า pH ระหว่าง 4.5 ถึง 5.5 ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำยาฟาว์เทนระหว่าง 15เปอร์เซ็นต์ ถึง 25เปอร์เซ็นต์ และระยะห่างโม ระหว่าง 0.05 ถึง 0.1 ม.ม. ส่งผลให้เกิดปริมาณของเสียเป็นจำนวนมาก จึงนำหลักการควบคุมคุณภาพ และการออกแบบการทดลองมาใช้ในการพัฒนากระบวนการควบคุมการพิมพ์ การดำเนินงานวิจัยในส่วนแรกเป็นการพัฒนาประสิทธิภาพกระบวนการควบคุมการพิมพ์เพื่อลดจำนวนของเสีย โดยจัดทำใบตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบและความพร้อมพิมพ์แบบฟอร์มการบำรุงรักษาเครื่องจักรและจัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงาน ส่วนที่สองเป็นการลดความสูญเสียเปล่าโดยพัฒนา ประสิทธิภาพกระบวนการพิมพ์โดยการออกแบบการทดลอง ซึ่งใช้การทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบสองระดับ เพื่อกรองปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย คือ จำนวนกระดาษ ซ้อมสีก่อนพิมพ์ ค่า pH น้ำยาฟาว์เทน ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำยาฟาว์เทน ระยะห่างโมและความเร็วการพิมพ์ จากการศึกษาเหลือปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการพิมพ์อยู่ 3 ปัจจัย คือ ค่า pH น้ำยาฟาว์เทน ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำยาฟาว์เทน และระยะห่างโม จากนั้นนำปัจจัยทั้ง 3 มาวิเคราะห์เชิงแฟกทอเรียลแบบเพิ่มจุดศูนย์กลางของปัจจัยเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสม โดยผลที่ได้คือ น้ำยาฟาว์เทนมีค่า pH เท่ากับ 4.5 ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำยาฟาว์เทนเท่ากับ 25เปอร์เซ็นต์ และระยะห่างโมเท่ากับ 0.075 ม.ม. ภายหลังจากการพัฒนากระบวนการควบคุมการพิมพ์ทั้ง 2 ส่วน ได้นำขั้นตอนการปฏิบัติงานและระดับปัจจัยที่เหมาะสมไปใช้กับกระบวนการพิมพ์จริงพบว่าจำนวนของเสียลดลงอย่างมีนัยสำคัญ จากจำนวนของเสียเฉลี่ยเดิม 8,469 แผ่นต่อเดือน เหลือจำนวนของเสียเฉลี่ย 5,274 แผ่นต่อเดือน และ สามารถลดค่าใช้จ่ายจากของเสียลงได้เท่ากับ 180,198 บาทต่อปี

5. สุทธิดา เอี่ยมเจริญ (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ด้วยหลักการวิเคราะห์ระบบการวัดและการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ วัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนแหวนรองเพลลาหมุน ซึ่งปัญหาที่พบคือ ความหนาไม่ได้มาตรฐานเป็นจำนวนเฉลี่ยร้อยละ 8.70 ของยอดการผลิตต่อเดือน โดยเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาว่าเกิดของเสียจากกระบวนการใด แล้วใช้แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ในขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ

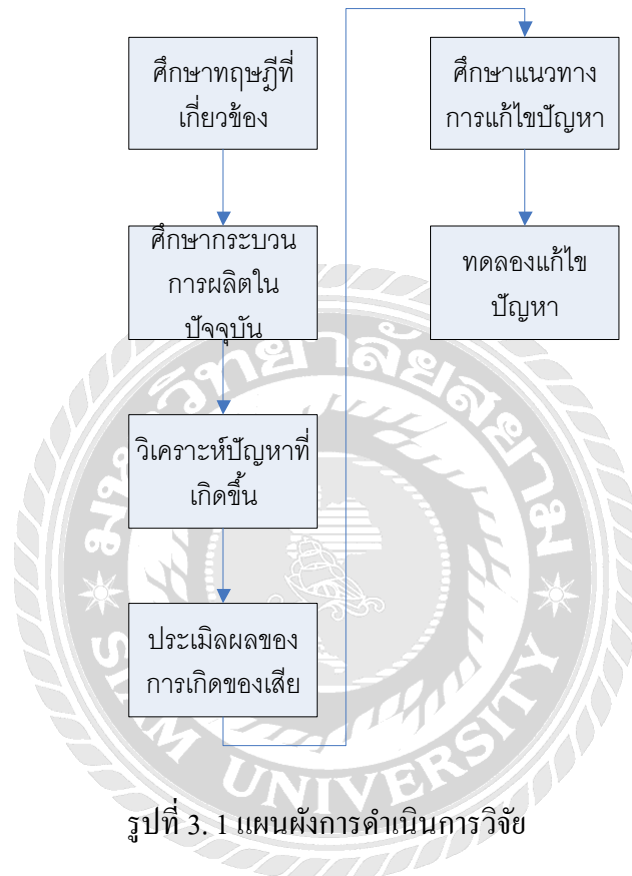
นั้นคัดเลือกทีมงานมาจากหลายสาขางาน หลังการปรับปรุงหลักการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติถูกนำมาใช้ติดตามและควบคุมกระบวนการ ผลจากการปรับปรุงพบว่าปริมาณการผลิตของเสียเฉลี่ยลดได้จากร้อยละ 8.70 ให้เป็นศูนย์ และความสามารถของกระบวนการเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 0.92 เป็น 1.10 สามารถลดข้อร้องเรียนจากลูกค้าให้เป็นศูนย์ได้อีกด้วย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นในทำการวิจัยครั้งนี้จนถึงวิธีทดลองแก้ไข ปัญหา ซึ่งสามารถแสดงเป็นขั้นตอนต่างๆ ได้ดังแผนผังการดำเนินการวิจัยดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3. 1 แผนผังการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่ใช้ในการทำโครงการเล่มนี้คือ 7 QC Tools ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 โดยได้ทำการศึกษาไปพร้อมกับการเก็บข้อมูล สาเหตุที่เลือกใช้ 7 QC Tools เนื่องจากเป็นเครื่องมือควบคุมคุณภาพที่ใช้หลักการทางสถิติที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพในกระบวนการทำงานหรือในกระบวนการผลิตที่เป็นเหตุและผลโดยใช้ข้อมูลที่เป็นตัวเลขมาทำการวิเคราะห์ นอกจากนั้นยังได้ทำการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังที่กล่าวไปในบทที่ 2 ซึ่งล้วนเป็นแนวทางในการช่วยให้โครงการเล่มนี้สำเร็จลุล่วง

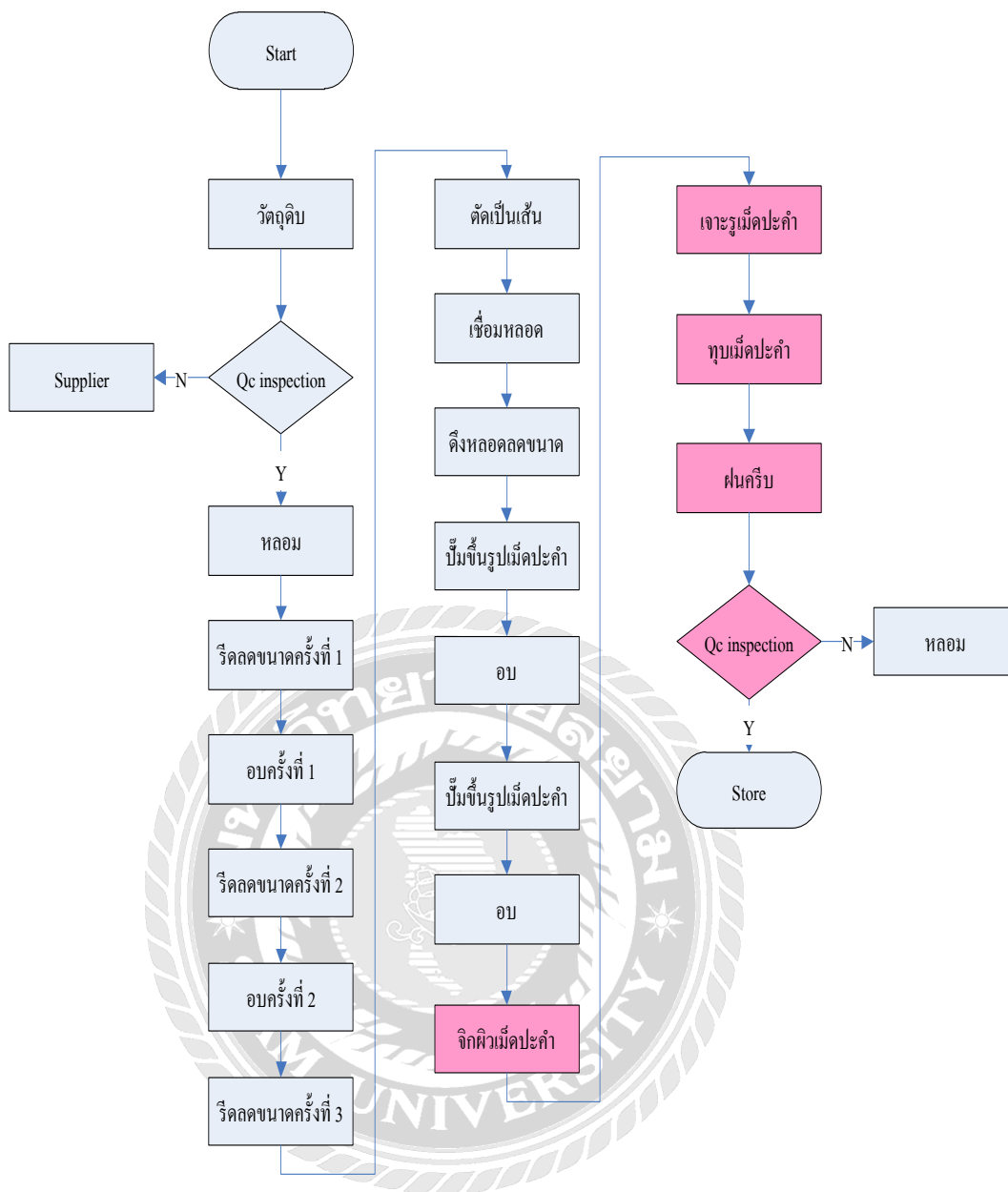
โดยเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเล่มนี้มีดังต่อไปนี้

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. Check Sheet | 4. แผนผังก้างปลา |
| 2. แผนภูมิพาเรโต | 5. แผนผังการกระจาย |
| 3. กราฟชนิดกราฟวงกลม | |

3.2 ศึกษากระบวนการผลิตในปัจจุบัน

หลังจากศึกษากระบวนการผลิตในปัจจุบันดังที่ได้กล่าวในบทที่ 2 แล้วสามารถเขียนเป็นแผนผังการดำเนินงานของกระบวนการผลิตปะคำทองแดงได้ดังรูปที่ 3.2





รูปที่ 3.2 แผนผังกระบวนการผลิตปะคำทองแดง

3.3 วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากรูปที่ 3.2 แผนผังกระบวนการผลิตปะคำทองแดงที่เป็นสีชมพูคือกระบวนการผลิตของแผนกปะคำจิก โดยการใช้เครื่องมือ 7 QC Tools นำข้อมูลที่ได้ทำการตรวจลักษณะการเกิดงานดีและงานเสียจากการใช้ Check Sheet มาใส่ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะการเกิดของงานเสีย

เดือน	รูปแบบของงานที่เสีย					จำนวนงานดี	จำนวนงานเสีย	งานที่ทำทั้งหมด
	แตกร้าว	ขนาดเล็ก	ขนาดใหญ่	เจาะรูเบี้ยว	ฉีกผิวเสีย			
มกราคม	2483	918	851	239	66	20443	4557	25000
กุมภาพันธ์	2368	939	749	379	142	19423	4577	24000
มีนาคม	2539	941	815	373	217	22115	4885	27000
ผลรวม	7390	2798	2415	991	425	61981	14019	76000
ค่าเฉลี่ย	2463.33	932.66	805	330.33	141.66	20660.33	4673	25333.33

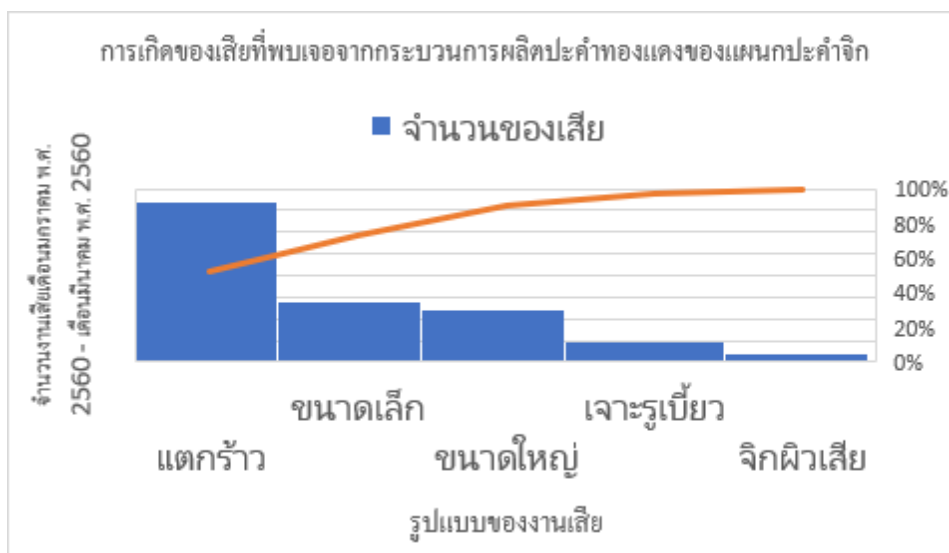
โดยนำข้อมูลจากตารางมาจำแนกว่ามีลักษณะของการเกิดของงานเสียมีกี่แบบ ซึ่งจากตารางที่ 3.1 สามารถจำแนกของเสียได้ดังนี้คือ

- แตกร้าว
- ขนาดเล็ก
- ขนาดใหญ่
- เจาะรูเบี้ยว
- ผิวเสีย

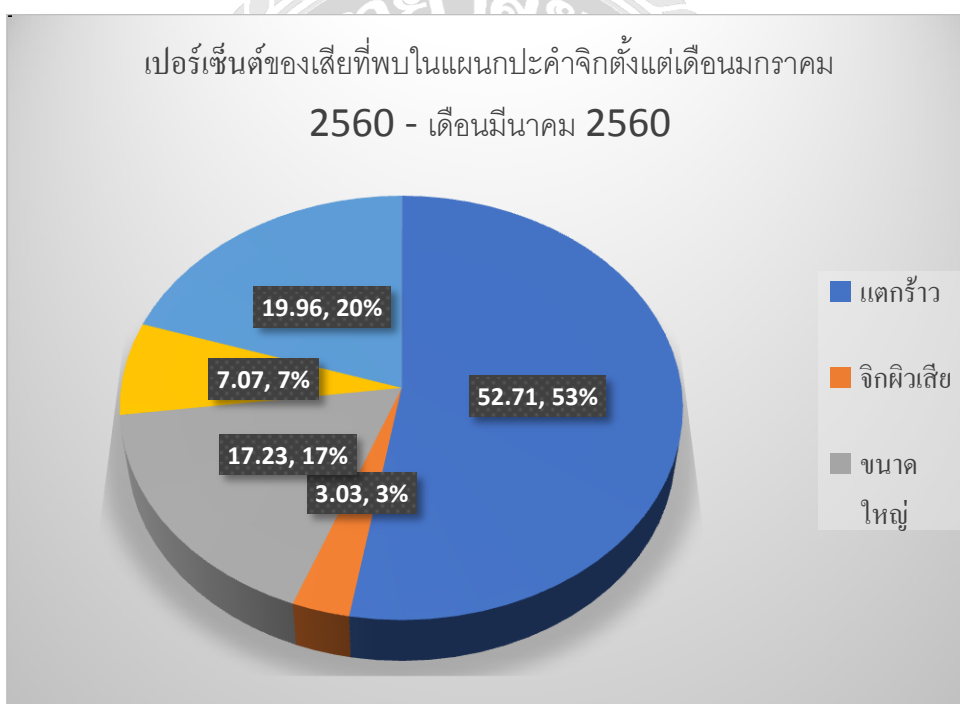
3.4 ประเมินผลของการเกิดของเสีย

แผนผังพาเรโตดังรูปที่ 3.3 ได้มาจากการเก็บข้อมูลของลักษณะการเกิดของเสียที่พบภายในแผนกปะคำจิกของบริษัทตัวอย่าง โดยนำข้อมูลจากตาราง 3.1 ที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลรูปแบบของงานเสียและจำนวนของงานเสียที่เกิดขึ้นภายในเดือน มกราคม พ.ศ. 2560 - มีนาคม พ.ศ. 2560 มาทำการสร้างแผนผังพาเรโต เพื่อดูว่าลักษณะของการเกิดของเสียแบบใดที่ส่งผลให้เกิดของเสียภายในแผนกปะคำจิกมากที่สุด

ประเมินผลของการเกิดของเสียโดยการนำเครื่องมือ 7 QC Tools มาช่วยในการประเมินจากรูปที่ 3.3 แผนผังพาเรโตของการเกิดของงานเสีย พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือแตกร้าว จึงนำปัญหาดังกล่าวมาทำการแก้ไข เพื่อลดจำนวนของเสียในกระบวนการผลิตของแผนกปะคำจิก



รูปที่ 3.3 แผนผังพารโตแสดงลักษณะการเกิดของเสียที่พบเจอภายในแผนกปะคำจิก

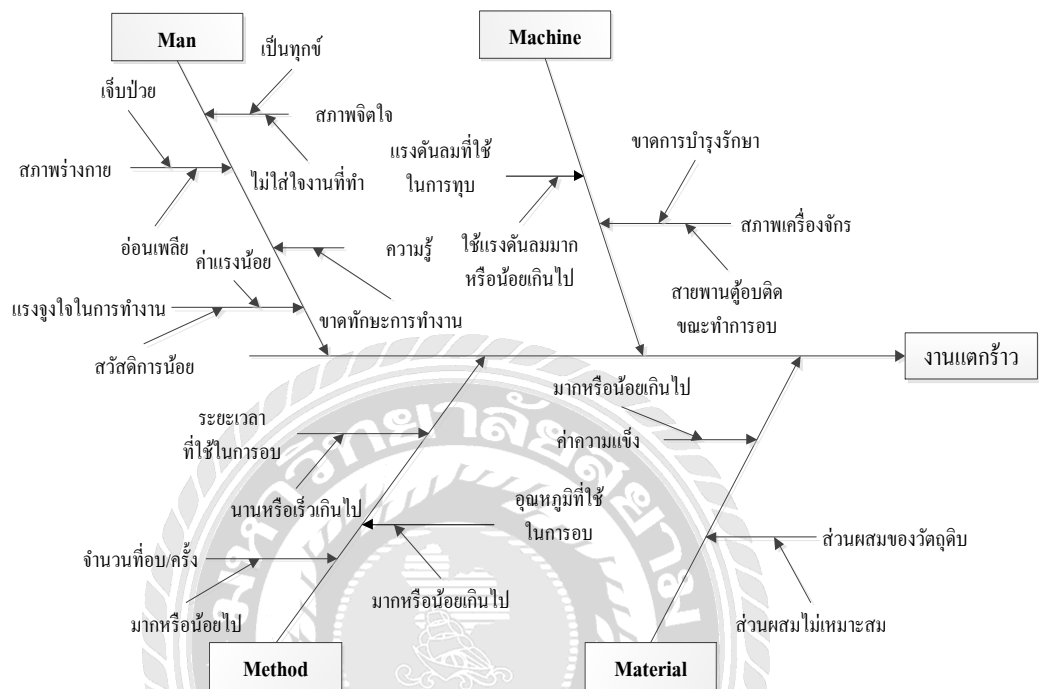


รูปที่ 3.4 แสดงสัดส่วนลักษณะของการเกิดของเสียที่พบภายในแผนกปะคำจิก

กราฟวงกลมดังรูปที่ 3.4 แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนของลักษณะการเกิดของเสียทั้งหมดที่พบเจอภายในแผนกปะคำจิกจากกราฟพบว่าส่วนแบ่งที่มากที่สุดคือ แตรั่ว เท่ากับ 52.71 เปอร์เซ็นต์

3.5 ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหา

ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการนำปัญหาดังกล่าวมาเขียนเป็นแผนผังก้างปลา เพื่อแสดงให้เห็นแผนภาพสาเหตุและผลจากการเกิดของเสียงงานแตกร้าวโดยการระดมสมองกับพนักงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการผลิตปะคำทองแดงแล้วจึงทำการเขียนเป็นแผนผังก้างปลาได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุที่ก่อให้เกิดงานเสียแตกร้าว

จากรูปที่ 3.5 ได้แสดงให้เห็นปัญหาหลักคืองานแตกร้าว ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นภายในแผนกปะคำจิกของโรงงานตัวอย่าง โดยทำการวิเคราะห์จาก 4 ปัจจัยหลัก คือ

- คน (Man)
- เครื่องจักร (Machine)
- กระบวนการ (Method)
- วัสดุดิบ (Material)

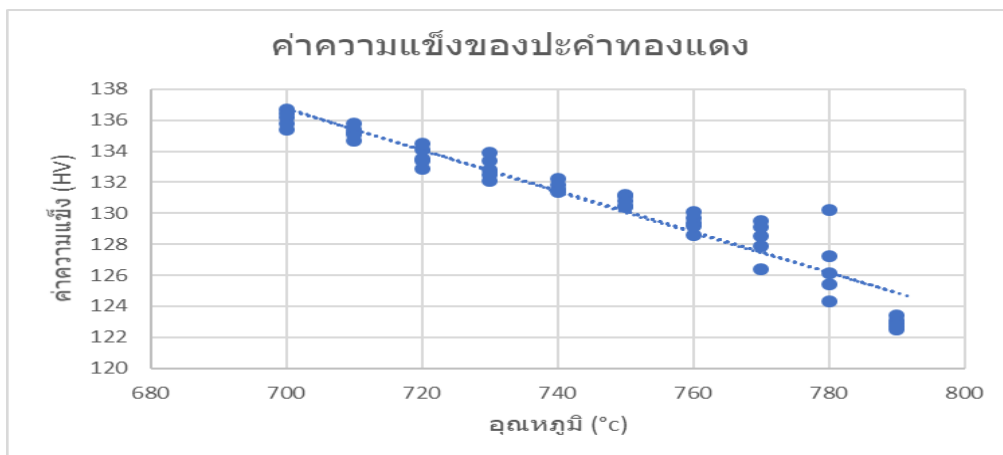
จากปัจจัยหลักทั้ง 4 ได้เลือกสาเหตุรองมาอย่างละ 1 สาเหตุเพื่อทำการปรับปรุงที่สาเหตุย่อยของสาเหตุรองนั้นๆ เพื่อให้เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและลดการเกิดลักษณะงานเสียของงานเสียแตกร้าว โดยได้ระบุไว้ในตารางที่ 3.2 ตารางแสดงสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่เลือกมาทำการปรับปรุง โดยในตารางได้แสดงวิธีการแก้ไขปรับปรุงของสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ได้ทำการเลือกดังกล่าวดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่เลือกมาทำการปรับปรุง

ปัจจัยหลัก	สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	วิธีการแก้ไขปรับปรุง
Man	ความรู้	ขาดทักษะในการทำงาน	จัดอบรมทักษะที่จำเป็นต่อการทำงานให้แก่พนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ โดยพนักงานที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานภายในบริษัท ตัวอย่าง
Machine	สภาพเครื่องจักร	ขาดการบำรุงรักษา	ตรวจเช็คเครื่องจักรตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้โดยบริษัทตัวอย่าง
Method	อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ	มากหรือน้อยเกินไป	ทดลองเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้โดยยังใช้เวลาเท่าเดิม
Material	ค่าความแข็ง	มากหรือน้อยเกินไป	แก้ไขที่ Method ในเรื่องของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ

3.6 ทดลองแก้ไขปัญหา

การทดลองแก้ไขปัญหาคือทดลองการแก้ไขปัญห เฉพาะในเรื่องของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบเท่านั้น โดยได้ทำการทดลองอบที่อุณหภูมิต่างกัน โดยให้เวลาคงที่ แล้วทำการบันทึกค่าที่ได้นำมาแสดงให้อยู่ในแผนผังการกระจายดังรูปที่ 3.6 เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งที่ได้กับอุณหภูมิที่ใช้อบเม็ดปะคำ



รูปที่ 3. 6 ค่าความแข็งที่ได้จากการทดลองอบเม็ดปะค้ำทองแดงที่อุณหภูมิต่างๆ

จากรูปที่ 3.6 นั้นทำให้ได้รู้ว่าค่าความแข็งของเม็ดปะค้ำทองแดงแปรผันตรงกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบปะค้ำทองแดง หมายความว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบยิ่งน้อยเท่าไร ค่าความแข็งที่ได้ของเม็ดปะค้ำทองแดงยิ่งมาก ในทางกลับกันอุณหภูมิที่ใช้ในการอบยิ่งมากเท่าไรค่าความแข็งของเม็ดปะค้ำทองแดงที่ได้ยิ่งน้อยลงเท่านั้น

หลังจากที่ทราบแนวโน้มของค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบเม็ดปะค้ำทองแดงแล้ว ในช่วงปลายเดือนมีนาคมเพื่อให้ทันกับการผลิตจริงในเดือนเมษายนจึงได้ทำการทดลองอบโดยใช้ชิ้นงานจริงที่รอเข้าสู่กระบวนการผลิตมาทำการทดลองอบตั้งแต่อุณหภูมิที่ 740 °C ถึง 775 °C โดยเพิ่มอุณหภูมิขึ้นครั้งละ 5 °C แล้วหลังจากนั้นนำเม็ดปะค้ำทองแดงที่ได้ไปทดลองทุบเม็ดปะค้ำ ซึ่งกระบวนการที่ทำการเพิ่มอุณหภูมิเป็นกระบวนการอบก่อนนำไปจิกผิวเม็ดปะค้ำที่แผนกปะค้ำจิกตามรูปที่ 3.2 ในการทดลองอบจะเพิ่มแค่อุณหภูมิที่ใช้ในการอบชิ้นงาน โดยใช้เวลาในการอบเท่าเดิมเพื่อต้องการลดค่าความแข็งของเม็ดปะค้ำลงและเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของเนื้อปะค้ำทองแดงมากขึ้นเนื่องจากคาดการณ์ไว้ว่าน่าจะช่วยลดในเรื่องของการเกิดของเสียในลักษณะการแตกร้าวได้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลที่ได้จากการปรับปรุงแก้ไขและผลที่ได้จากการทดลองต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ผลที่ได้จากการทดลองอบเม็ดปะคำจากการใช้ชิ้นงานจริงด้วยวิธีการเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการอบและใช้เวลาในการอบเท่าเดิม โดยเพิ่มอุณหภูมิขึ้นที่ 5 องศาแล้ว นำเม็ดปะคำที่ได้ไปทดลองทุบเพื่อหาจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นของแต่ละอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง

2. ผลที่ได้รับจากการปรับปรุงตามตารางที่ 3.2

4.1 ผลของการทดลองการเพิ่มอุณหภูมิ

ผลที่ได้จากการทดลองอบเม็ดปะคำทองแดง จากการทดลองอบเม็ดปะคำทองแดงที่โดยการเพิ่มอุณหภูมิครั้งละ 5 °c พบว่าชิ้นงานที่ได้เสียน้อยลงตามลำดับจนกระทั่งไม่มีชิ้นงานที่เสียจากแตกร้าวเลยตั้งแต่ที่อุณหภูมิที่ 765 °c ถึง 775 °c ซึ่งสามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลที่ได้ทั้งหมดจากการทดลอง

อุณหภูมิที่ใช้อบ	จำนวนชิ้นงานดี (ชิ้น)	จำนวนงานเสีย (ชิ้น)
740 °c	14	16
745 °c	16	14
750 °c	15	15
755 °c	25	5
760 °c	29	1
765 °c	30	0
770 °c	30	0
775 °c	30	0

ตารางที่ 4.1 เป็นผลที่ได้จากการทดลองอบเม็ดปะคำทองแดงที่อุณหภูมิที่ 740 °c ถึง 775 °c โดยการใช้ชิ้นงานจริงที่จำนวน 30 เม็ดโดยทำการทดลองอบโดยเพิ่มอุณหภูมิขึ้นที่ 5 °c แล้วนำเม็ดปะคำที่ได้ไปทดลองทุบเพื่อหาจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นของแต่ละอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง และแสดงผลลัพธ์ของสภาพเม็ดปะคำที่ได้ว่าพบเจอการแตกร้าวของเม็ดปะคำทองแดงหรือไม่

จากตารางที่ 4.1 สามารถสรุปอุณหภูมิที่สมควรใช้ในการอบเม็ดปะคำก่อนช่วงส่งมอบไปยังแผนกปะคำจิกได้คือ 765 °c ถึง 775 °c เนื่องจากผลของการทดลองไม่พบการเกิดของเสียในลักษณะงานแตกร้าวเลย

ดังนั้นทางบริษัทได้เลือกใช้การอบที่อุณหภูมิที่ 765 °c ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ไม่พบเจอปัญหาแตกร้าวจากการทดลองแล้ว ด้วยเหตุผลทางด้านต้นทุนที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานจริง

4.2 ผลที่ได้จากการปรับปรุงตามตารางที่ 3.2

จากการปรับปรุงแก้ไขตามตารางที่ 3.2 โดยได้มีการแสดงเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้ก่อนและหลังทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตปะคำทองแดงดังตารางที่ 4.2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลที่ได้รับจากการแก้ไข

ก่อนทำการแก้ไข			หลังทำการแก้ไข	
ลักษณะการเกิดของงานเสีย	จำนวนเฉลี่ยของการเกิดของเสียเดือนม.ค. – มี.ค. (ชิ้น)	สาเหตุที่คาดว่าทำให้เกิดของเสีย	วิธีแก้ไข	จำนวนเฉลี่ยของการเกิดของเสียเดือนเม.ย. – พ.ค. (ชิ้น)
แตกร้าว	2463.33	ความรู้ของพนักงาน	จัดอบรมทักษะที่จำเป็นต่อการทำงานให้แก่พนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่โดยพนักงานที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานภายในบริษัทตัวอย่าง	449

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลที่ได้รับจากการแก้ไข (ต่อ)

ก่อนทำการแก้ไข			หลังทำการแก้ไข	
ลักษณะการเกิดของงานเสีย	จำนวนเฉลี่ยของการเกิดของเสียเดือน ม.ค. – มี.ค. (ชิ้น)	สาเหตุที่คาดว่าทำให้เกิดของเสีย	วิธีแก้ไข	จำนวนเฉลี่ยของการเกิดของเสียเดือน เม.ย. – พ.ค. (ชิ้น)
ขนาดเล็ก	932.66	อุณหภูมิที่ใช้ในการอบและค่าความแข็ง	ทดลองเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้โดยยังใช้เวลาเท่าเดิมและแก้ไขที่ Method ในเรื่องของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ	1325
ขนาดใหญ่	805	ค่าความแข็ง	ทดลองเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้โดยยังใช้เวลาเท่าเดิม	280.5
เจาะรูเบี้ยว	330.33	ค่าความแข็ง	ทดลองเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้โดยยังใช้เวลาเท่าเดิม	193
จิกผิวเสีย	141.66	สภาพเครื่องจักร	ตรวจเช็คเครื่องจักรตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้โดยบริษัทตัวอย่าง	119.5

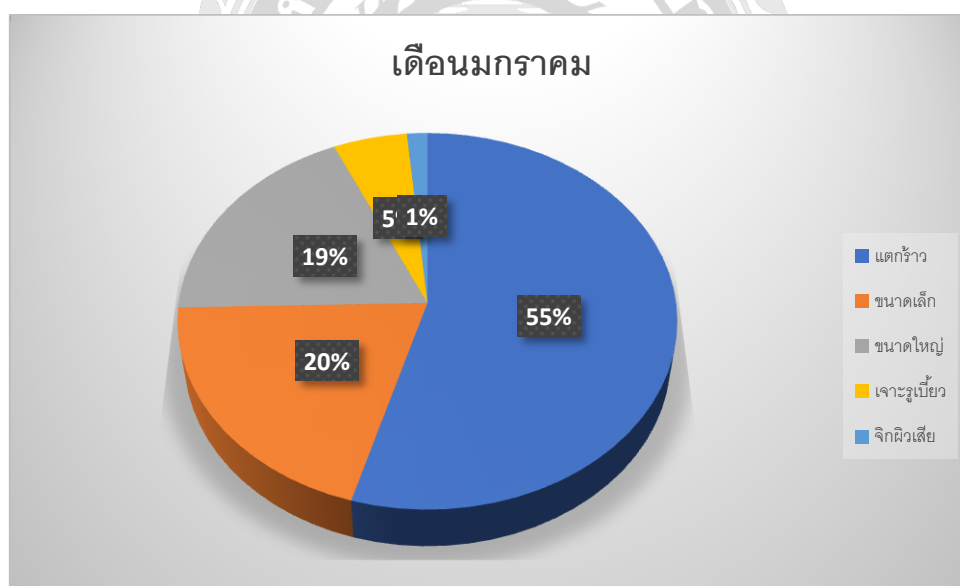
4.3 ผลการดำเนินงาน

หลังจากที่ได้ทำการทดลองแล้วนำมาปฏิบัติใช้ปรากฏว่าได้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจโดยผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามที่ได้คาดหวังไว้ที่ต้องการลดการเกิดของเสียในลักษณะของงานแตกร้าว

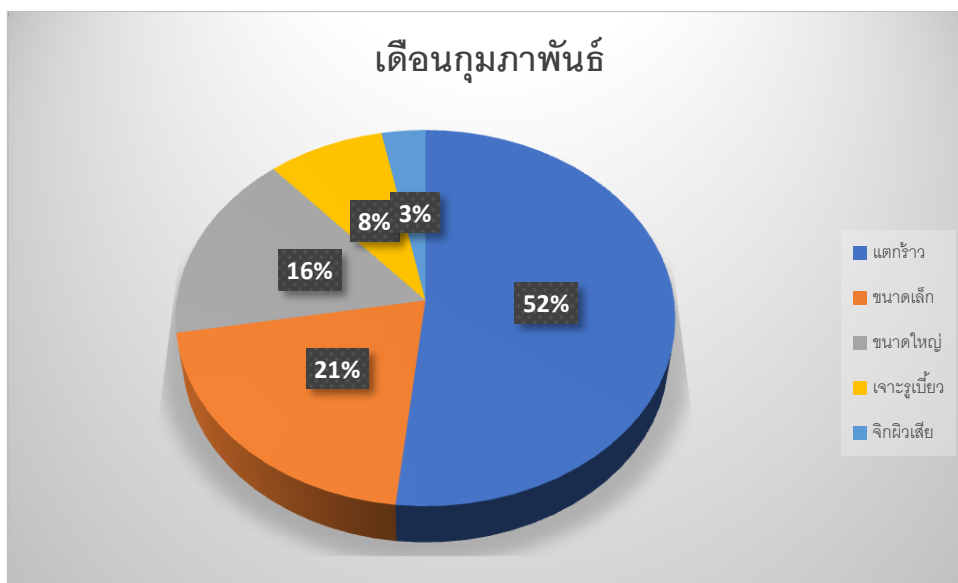
ผลการดำเนินงานก่อนและหลังทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตประจำทองแดงของแผนกประจำจิกสามารถแสดงผลลัพธ์ที่ได้ในรูปแบบของตารางแสดงผลและในรูปแบบของกราฟวงกลมแสดงสัดส่วนเปรียบเทียบก่อนและหลังทำการปรับปรุงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลลัพธ์ที่ได้ก่อนและหลังทำการปรับปรุง

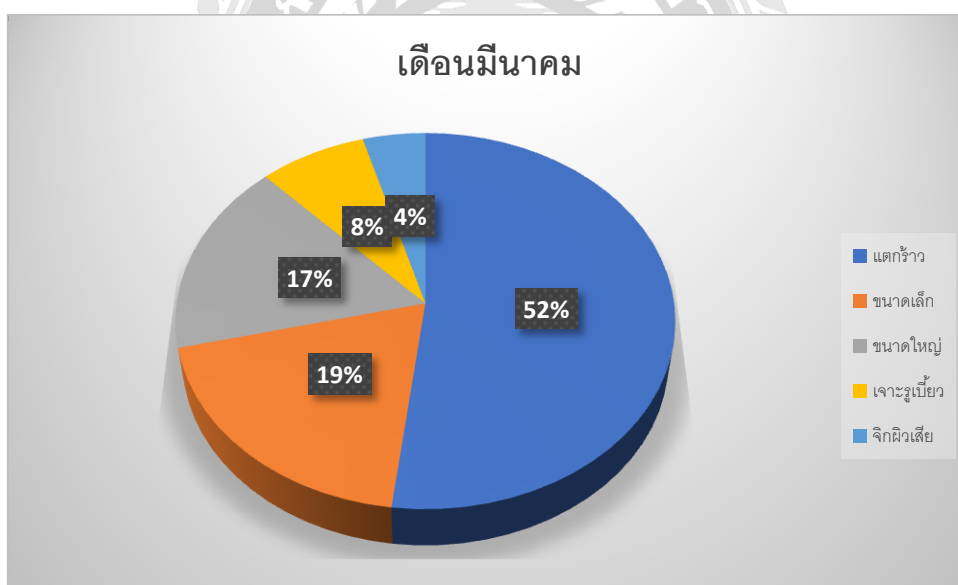
ลักษณะของ รูปแบบการ เกิดของเสีย	ก่อนทำการปรับปรุง			หลังทำการปรับปรุง	
	เดือน			เดือน	
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
แตกร้าว	2483	2368	2539	415	483
ขนาดเล็ก	918	939	941	1245	1405
ขนาดใหญ่	851	749	815	260	301
เจาะรูเบี้ยว	239	379	373	197	189
จิกผิวเสีย	66	142	217	104	135
ผลรวม	4557	4577	4885	2221	2513



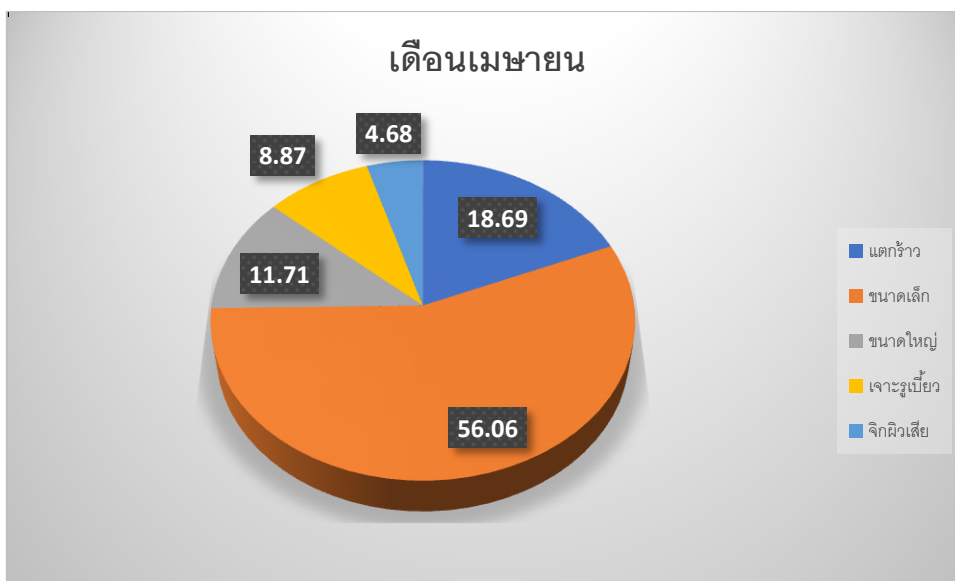
รูปที่ 4.1 แสดงสัดส่วนของการเกิดของเสียทั้งหมดในเดือนมกราคม



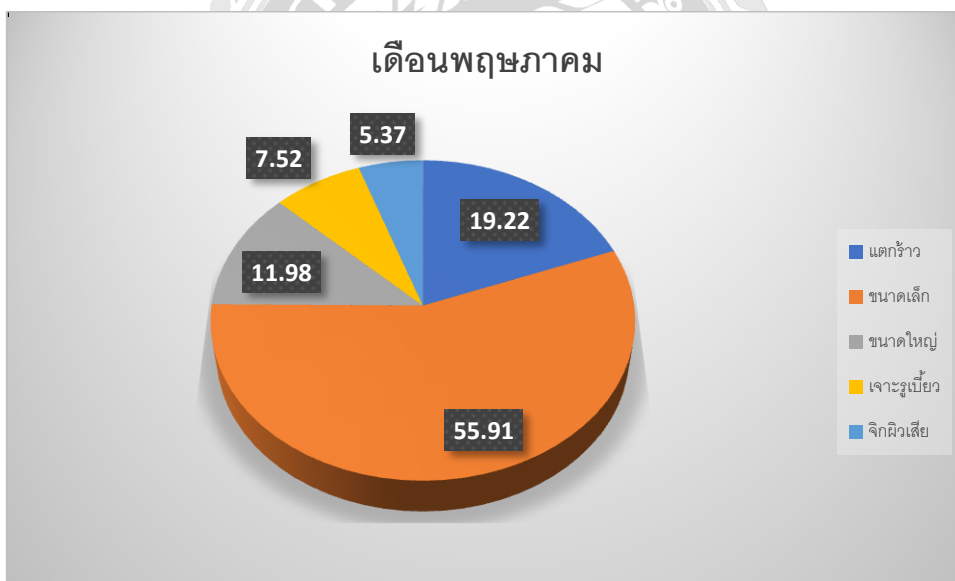
รูปที่ 4.2 แสดงสัดส่วนของการเกิดของเสียทั้งหมดในเดือนกุมภาพันธ์



รูปที่ 4.3 แสดงสัดส่วนของการเกิดของเสียทั้งหมดในเดือนมีนาคม



รูปที่ 4.4 แสดงสัดส่วนของการเกิดของเสียทั้งหมดในเดือนเมษายน



รูปที่ 4.5 แสดงสัดส่วนของการเกิดของเสียทั้งหมดในเดือนพฤษภาคม

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวสรุปผลที่ได้ต่างๆที่เกิดขึ้นในการลดของเสียของกระบวนการผลิตปะคำทองแดงของบริษัทตัวอย่างดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผล

สรุปผลที่ได้ก่อนและหลังทำการปรับปรุงการลดของเสียในกระบวนการผลิตปะคำทองแดงในแผนกปะคำจิกของบริษัทตัวอย่าง สามารถแสดงผลที่ได้ทั้งก่อนและหลังการปฏิบัติในรูปแบบของตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลของการเกิดของเสียในเดือนมกราคม 2560 - เดือนพฤษภาคม 2560

เดือน	รูปแบบของงานที่เสีย					จำนวนงานดี	จำนวนงานเสีย	งานที่ทำทั้งหมด
	แตกร้าว	ขนาดเล็ก	ขนาดใหญ่	เจาะรูเบี้ยว	จิกผิวเสีย			
มกราคม	2483	918	851	239	66	20443	4557	25000
กุมภาพันธ์	2368	939	749	379	142	19423	4577	24000
มีนาคม	2539	941	815	373	217	22115	4885	27000
เมษายน	415	1245	260	197	104	18731	2269	21000
พฤษภาคม	483	1405	301	189	135	22403	2597	25000
ผลรวม	8288	5448	2976	1509	664	103115	18885	122000

จากตารางที่ 5.1 สามารถนำมาแสดงเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยจำนวนของเสียที่ลดไปของการเกิดของเสียก่อนและหลังทำการปรับปรุงได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงผลเปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยจำนวนของเสียที่ลดไป

ลักษณะของ การเกิดของเสีย	จำนวนค่าเฉลี่ย ก่อนทำ การปรับปรุงม.ค. - มี.ค. (ชิ้น)	จำนวนค่าเฉลี่ย หลังทำ การปรับปรุงเม.ย. - พ.ค. (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย จำนวนของ เสียที่ลดไป
แตกร้าว	2463.33	449	81.77
ขนาดเล็ก	932.66	1325	-42.07*
ขนาดใหญ่	805	280.5	65.16
เจาะรูเบี้ยว	330.33	193	41.57
จิกผิวเสีย	141.67	119.5	15.65

* -42.07 หมายความว่าจำนวนของเสียประเภทดังกล่าวได้เพิ่มขึ้นจากเดิมอีก 42.07 เปอร์เซ็นต์

จากตารางที่ 5.2 สามารถสรุปเปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ยจำนวนของเสียที่ลดไปได้ดังนี้

- แตกร้าวลดไป 81.77 เปอร์เซ็นต์
- ขนาดเล็กเพิ่มขึ้น 42.07 เปอร์เซ็นต์
- ขนาดใหญ่ลดไป 65.16 เปอร์เซ็นต์
- เจาะรูเบี้ยวลดไป 41.57 เปอร์เซ็นต์
- จิกผิวเสียลดไป 15.65 เปอร์เซ็นต์

จะเห็นได้จากการทดลองแก้ไขปัญหาที่ผ่านมามีลักษณะของการเกิดของเสียชนิดหนึ่งที่เพิ่มขึ้นนั่นคือขนาดเล็ก ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ยถึง 42.07 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุเนื่องมาจากค่าความแข็งของเม็ดปะคำที่ลดลงจากการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นตอนการอบเม็ดปะคำเพื่อลดของเสียในลักษณะงานแตกร้าว

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าภายหลังจากการปรับปรุงกระบวนการแล้วมีการเกิดประเภทของของเสียในกระบวนการผลิตปะคำทองแดงลดลงเหลือร้อยละ 10.3 ซึ่งลดลง

จากเดิมถึงร้อยละ 48.5 และของเสียจากการแตกร้าวดลดลงเหลือเพียงร้อยละ 18 ซึ่งลดลงจากเดิมร้อยละ 65.9

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการเพิ่มอุณหภูมิในการอบส่งผลให้มีค่าทองแดงมีค่าความแข็งที่ลดลงจึงทำให้เกิดของเสียจากการแตกร้าวน้อยลง แต่ในขณะเดียวกันของเสียจากขนาดเล็กก็เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากค่าความแข็งที่ลดลงเช่นกัน ซึ่งผลงานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับธุรกิจประเภทเครื่องประดับในสถานประกอบการอื่นได้ และในงานวิจัยชิ้นนี้อาจมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลให้เกิดของเสียอีก ด้วยขอบเขตและระยะเวลาจึงมุ่งเน้นไปที่อุณหภูมิเพียงอย่างเดียว ควรมีการศึกษาและวิจัยต่อยอดเพื่อลดผลกระทบที่ส่งผลให้เกิดของเสียในกระบวนการอีก



บรรณานุกรม

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). *หลักการควบคุมคุณภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- เกษม พิพัฒน์ปัญญาคุณ. (2526). *การควบคุมคุณภาพ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ประกอบเมโทร.
- พงศ์ หรดา, ยุทธ ไกยวรรณ และอุทัยวรรณ สุวคันธกุล. (2546). *การบริหารคุณภาพในงานอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร.
- ศรินทร์ เชยโพธ. (2559). *การนำเครื่องมือ QC 7 TOOLS : FLOWCHART มาวิเคราะห์ปัญหาในขั้นตอนการทำงาน*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศุภเดช เบญจพัฒน์มงคล. (2557). *การประยุกต์ QC 7 TOOLS เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- สุภัทกรณ์ สิริพงศ์ภูกิจ. (2552). *การลดปัญหาการผลิตสินค้าไม่ทันกำหนดส่งในอุตสาหกรรมผลิตผ้าสำเร็จรูป*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- Douglas C. Montgomery. (2012). *Statistical quality control*. USA: John Wiley & Sons Inc.
- Jonh S. Oakland. (2014). *Total quality management and operational excellence: Text with cases*. London: Taylor & Frasic Ltd.
- Joseph A. Defeo. (2016). *Juran's quality handbook*. USA: McGraw-Hill Education.



ภาคผนวก ก.

ผลของการทดลองการเพิ่มอุณหภูมิ

ผลที่ได้จากการทดลองอบเมล็ดปะคำทองแดง จากการทดลองอบเมล็ดปะคำทองแดง ที่โดยการเพิ่มอุณหภูมิครั้งละ 5°C พบว่าชิ้นงานที่ได้เสียน้อยลงตามลำดับจนกระทั่งไม่มีชิ้นงานที่เสียจากแตกร้าเลยตั้งแต่ที่อุณหภูมิที่ 765°C ถึง 775°C ซึ่งสามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลที่ได้ทั้งหมดจากการทดลอง

อุณหภูมิที่ใช้ออบ	จำนวนชิ้นงานดี (ชิ้น)	จำนวนงานเสีย (ชิ้น)
740°C	14	16
745°C	16	14
750°C	15	15
755°C	25	5
760°C	29	1
765°C	30	0
770°C	30	0
775°C	30	0

ตารางที่ 4.1 เป็นผลที่ได้จากการทดลองอบเมล็ดปะคำทองแดงจากการใช้ชิ้นงานจริงจำนวน 30 เม็ดจำนวน 8 กลุ่ม โดยทำการทดลองอบโดยเพิ่มอุณหภูมิขึ้นที่ 5 องศาแล้วนำเมล็ดปะคำที่ได้ไปทดลองทุบเพื่อหาจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นของแต่ละอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง และแสดงผลลัพธ์ของสภาพเมล็ดปะคำที่ได้ว่าพบอาการแตกร้าของเมล็ดปะคำทองแดงหรือไม่ ดังตารางต่อไปนี้ โดยให้สัญลักษณ์ \checkmark = ไม่แตกร้า, \times = แตกร้า

ตารางที่ 2 ผลของการทดสอบอ้อมเม็ดปะคำทองแดงที่ 740 °c

ลำดับเม็ดปะคำ	ค่าความแข็ง (HV)	ผลที่ได้
1	131.7	✗
2	131.4	✗
3	132.2	✗
4	131.7	✗
5	131.3	✓
6	131.5	✓
7	131.4	✓
8	131.6	✗
9	131.6	✗
10	131.8	✗
11	131.2	✓
12	132.5	✗
13	131.8	✓
14	131.1	✗
15	131.6	✓
16	130.9	✓
17	131.2	✗
18	131.5	✓
19	131.6	✗
20	131.3	✓
21	132.5	✗
22	131.5	✗
23	131.5	✗
24	131.7	✗
25	131.4	✓
26	131.3	✓
27	131.2	✓
28	131.4	✗
29	132.1	✓
30	131.4	✓
สรุป	งานดี = 14 ชิ้น	งานเสีย = 16 ชิ้น

ตารางที่ 3 ทดลองอบเม็ดปะกำทองแดงที่ 745 °c

ลำดับเม็ดปะกำ	ค่าความแข็ง (HV)	ผลที่ได้
1	130.5	✗
2	130.7	✗
3	130.4	✓
4	130.4	✓
5	130.3	✓
6	131.5	✗
7	130.4	✓
8	130.0	✓
9	130.2	✓
10	130.8	✗
11	130.4	✓
12	130.3	✓
13	130.1	✓
14	130.1	✓
15	130.7	✗
16	130.1	✓
17	131.6	✗
18	131.4	✗
19	131.2	✓
20	131.8	✗
21	130.5	✓
22	130.1	✓
23	131.4	✗
24	131.6	✗
25	130.4	✗
26	130.1	✓
27	131.4	✗
28	130.8	✗
29	130.9	✗
30	130.4	✓
สรุป	งานดี = 16 ชิ้น	งานเสีย = 14 ชิ้น

ตารางที่ 4 ทดลองอบเม็ดปะกำทองแดงที่ 750 °c

ลำดับเม็ดปะกำ	ค่าความแข็ง (HV)	ผลที่ได้
1	130.4	✓
2	130.4	✓
3	130.3	✓
4	130.1	✓
5	131.2	✗
6	131.1	✗
7	131.0	✗
8	131.3	✗
9	131.4	✗
10	130.1	✓
11	130.8	✓
12	130.4	✓
13	130.6	✓
14	131.2	✗
15	130.7	✗
16	130.2	✓
17	130.4	✓
18	130.5	✗
19	130.6	✗
20	130.2	✓
21	131.1	✗
22	131.2	✗
23	130.8	✗
24	130.4	✓
25	130.5	✓
26	131.3	✗
27	131.2	✗
28	130.7	✗
29	130.4	✓
30	130.5	✓
สรุป	งานดี = 15 ชิ้น	งานเสีย = 15 ชิ้น

ตารางที่ 5 ทดลองอบเม็ดปะกำทองแดงที่ 755 °c

ลำดับเม็ดปะกำ	ค่าความแข็ง (HV)	ผลที่ได้
1	130.2	✗
2	130.1	✓
3	129.4	✓
4	130.1	✓
5	129.7	✓
6	129.8	✓
7	129.9	✓
8	128.7	✓
9	128.9	✓
10	129.3	✗
11	129.7	✓
12	130.2	✓
13	130.2	✓
14	130.3	✗
15	128.7	✓
16	129.4	✓
17	129.4	✓
18	128.9	✓
19	130.1	✓
20	130.3	✓
21	128.9	✓
22	129.2	✓
23	129.4	✓
24	129.5	✓
25	128.9	✓
26	129.3	✗
27	129.4	✓
28	129.9	✓
29	130.2	✗
30	129.1	✓
สรุป	งานดี = 25 ชิ้น	งานเสีย = 5 ชิ้น

ตารางที่ 6 ทดลองอบเม็ดปะคำทองแดงที่ 760 °c

ลำดับเม็ดปะคำ	ค่าความแข็ง (HV)	ผลที่ได้
1	130.1	✗
2	129.8	✓
3	128.1	✓
4	128.5	✓
5	128.7	✓
6	128.7	✓
7	129.1	✓
8	130.3	✓
9	128.9	✓
10	128.4	✓
11	128.3	✓
12	128.3	✓
13	128.7	✓
14	128.5	✓
15	129.4	✓
16	129.6	✓
17	129.7	✓
18	129.4	✓
19	129.6	✓
20	129.7	✓
21	129.3	✓
22	129.5	✓
23	129.4	✓
24	129.8	✓
25	128.7	✓
26	129.5	✓
27	128.6	✓
28	128.4	✓
29	129.3	✓
30	129.9	✓
สรุป	งานดี = 29 ชิ้น	งานเสีย = 1 ชิ้น

ตารางที่ 7 ทดลองอบเม็ดปะคำทองแดงที่ 765 °c

ลำดับเม็ดปะคำ	ค่าความแข็ง (HV)	ผลที่ได้
1	127.2	✓
2	126.8	✓
3	128.7	✓
4	126.9	✓
5	127.4	✓
6	127.4	✓
7	129.1	✓
8	126.8	✓
9	126.9	✓
10	127.6	✓
11	127.4	✓
12	127.4	✓
13	127.5	✓
14	128.2	✓
15	128.6	✓
16	127.7	✓
17	126.9	✓
18	126.9	✓
19	127.3	✓
20	127.1	✓
21	128.3	✓
22	128.4	✓
23	128.6	✓
24	127.6	✓
25	127.8	✓
26	127.5	✓
27	127.6	✓
28	126.9	✓
29	126.9	✓
30	128.1	✓
สรุป	งานดี = 30 ชิ้น	งานเสีย = 0 ชิ้น

ตารางที่ 8 ทดลองอบเม็ดปะคำทองแดงที่ 770 °c

ลำดับเม็ดปะคำ	ค่าความแข็ง (HV)	ผลที่ได้
1	126.8	✓
2	126.4	✓
3	126.7	✓
4	127.1	✓
5	128.0	✓
6	127.2	✓
7	129.5	✓
8	126.9	✓
9	127.2	✓
10	127.2	✓
11	126.1	✓
12	126.3	✓
13	126.5	✓
14	127.1	✓
15	127.8	✓
16	126.5	✓
17	128.2	✓
18	127.9	✓
19	126.4	✓
20	126.7	✓
21	126.4	✓
22	128.2	✓
23	127.5	✓
24	127.2	✓
25	126.5	✓
26	126.7	✓
27	126.9	✓
28	128.7	✓
29	128.2	✓
30	126.7	✓
สรุป	งานดี = 30 ชิ้น	งานเสีย = 0 ชิ้น

ตารางที่ 10 ทดลองอบเม็ดปะคำทองแดงที่ 775 °c

ลำดับเม็ดปะคำ	ค่าความแข็ง (HV)	ผลที่ได้
1	127.4	✓
2	127.1	✓
3	128.4	✓
4	127.3	✓
5	125.7	✓
6	125.9	✓
7	125.9	✓
8	126.1	✓
9	126.5	✓
10	126.7	✓
11	125.9	✓
12	126.3	✓
13	126.7	✓
14	126.8	✓
15	126.8	✓
16	126.8	✓
17	125.7	✓
18	127.3	✓
19	126.9	✓
20	126.4	✓
21	126.4	✓
22	126.8	✓
23	126.7	✓
24	128.3	✓
25	126.7	✓
26	126.8	✓
27	125.9	✓
28	126.3	✓
29	126.1	✓
30	126.4	✓
สรุป	งานดี = 30 ชิ้น	งานเสีย = 0 ชิ้น

จากตารางที่ 2 ถึง 10 พบว่าการเกิดของเสี้ยนในลักษณะงานแตกร้าพบเจอมากที่สุดในการใช้อุณหภูมิอบที่ 740 °c และไม่พบเจอลักษณะการเกิดของเสี้ยนในลักษณะงานแตกร้าเลยตั้งแต่ช่วงอุณหภูมิที่ 765 °c ถึง 775 °c

ดังนั้นสามารถสรุปอุณหภูมิที่สมควรใช้ในการอบเม็ดปะค้ำก่อนช่วงส่งมอบไปยังแผนกปะค้ำจิกได้คือ 765 °c ถึง 775 °c เนื่องจากผลของการทดลองไม่พบการเกิดของเสี้ยนในลักษณะงานแตกร้าเลย



ประวัติผู้จัดทำ

รหัสนักศึกษา : 5817212002
 ชื่อ – นามสกุล : นายรพงษ์ สีจำปา
 คณะ : บัณฑิตวิทยาลัย
 สาขาวิชา : การจัดการงานวิศวกรรม
 สถาบันการศึกษา : มหาวิทยาลัยสยาม
 ที่อยู่ : 238 หมู่ 8 ตำบลบ้านด่าน อำเภออรัญประเทศ
 จังหวัดสระแก้ว 27120

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี : มหาวิทยาลัยสยาม
 ประกาศวิชาชีพ (ปวช.) : โรงเรียนไฮเทค-เทคโนโลยี
 มัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนสำเร็จวิทยา
 ประถมศึกษา : โรงเรียนสำเร็จวิทยา

