

การลดของเสียในกระบวนการฐานรองฮาร์ดดีสด้วยแนวคิด QC 7 Tools

พงพิพัฒน์ สีทาพุ่ม

TNI

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการธุรกิจและอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2564

REDUCING DEFECT IN THE E-COATING PROCESS OF BASE PLATE
HARD DISK DRIVE BY QC 7 TOOLS TECHNIQUES

Pongpipat Seethaput

TNI

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program
in Innovation of Business and Industrial Management

Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology
Academic Year 2021

หัวข้อสารนิพนธ์

การลดของเสียในกระบวนการชุปฐานรองฮาร์ดดิสต์ด้วยแนวคิด
QC 7 Tools

โดย

พงพิพัฒน์ สีทาพุด

สาขาวิชา

นวัตกรรมการจัดการธุรกิจและอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์รังสรรค์ เลิศในสัตย์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วุฒิ สุขเจริญ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

พงพิพัฒน์ สีทาพุ่ม : การลดของเสียในกระบวนการชุปฐานรองฮาร์ดดิสด้วยแนวคิด QC 7 Tools. อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์, 48 หน้า.

การศึกษาเรื่อง การลดของเสียในกระบวนการชุปฐานรองฮาร์ดดิสด้วยแนวคิด QC 7 Tools โรงงานที่ทำการศึกษเป็นอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ทำการขึ้นรูปฐานรองฮาร์ดดิส ชุปสี และส่งต่อไปให้กับโรงงานประกอบ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและหาแนวทางในการลดของเสียจากกระบวนการผลิต โดยการนำหลักการ QC 7 Tools มาใช้

จากการเก็บข้อมูลสภาพปัจจุบัน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2563 ถึง มกราคม 2564 จากนั้นนำมาแจกแจงแยกแยะประเภท และจำนวนของเสียด้วยแผนภูมิพาเรโต พบว่า ของเสียสะสมอันดับ 1 คือ ของเสียจากสิ่งแปลกปลอม (Foreign Material) คิดเป็น 49.7 เปอร์เซ็นต์ อันดับ 2 คือ ของเสียจากเส้นใย (Fiber) คิดเป็น 33.0 เปอร์เซ็นต์ ของของเสียรวม ผู้ศึกษาได้นำปัญหาลำดับที่ 2 มาทำการแก้ไข ด้วยเหตุที่ว่า ลักษณะของของเสียมีความชัดเจนกว่า ของเสียลำดับที่ 1 ซึ่งผู้ศึกษาพิจารณาแล้วว่าของเสียจากเส้นใย (Fiber) สามารถแก้ไขได้รวดเร็วกว่า และจะสามารถลดของเสียได้รวดเร็ว ส่งผลให้ของเสียรวมของกระบวนการลดลงได้เร็ว ทำให้บริษัทลดต้นทุนได้รวดเร็วขึ้น จากนั้นทำการวิเคราะห์หาต้นเหตุของปัญหาด้วยผังก้างปลา และการยืนยันแหล่งของสาเหตุของปัญหาด้วยเครื่องมือ FT-IR เพื่อดูโครงสร้างเส้นใย พบว่า เส้นใยที่ติดที่ชิ้นงานตรงกับเส้นใยจากผ้ากันเปื้อน ถุงมือผ้า และเศษผ้า จึงได้ทำการแก้ไข โดยการจัดหาวัสดุอื่นมาทดแทนวัสดุที่ผลิตจากเส้นใย Cotton ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้งาน

หลังจากการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงได้ทำการเก็บข้อมูล พบว่า ของเสียจากเส้นใย (Fiber) ลดลงจากเดิม 0.19 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ของยอดการผลิต ของเสียลดลงคิดเป็นร้อยละ 68.4 และส่งผลทำให้ของเสียรวมเฉลี่ยลดลงจากเดิม 0.56 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ของยอดการผลิต ของเสียลดลงคิดเป็นร้อยละ 46.4 และบริษัทสามารถลดต้นทุนเฉลี่ยต่อเดือนได้ 303,315 บาท คิดเป็น 43.32 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง

บัณฑิตวิทยาลัย

สาขาวิชา นวัตกรรมจัดการธุรกิจ

และอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

PONGPIPAT SEETHAPUT : REDUCING DEFECT IN THE E-COATING PROCESS
OF BASE PLATE HARD DISK DRIVE BY QC 7 TOOLS TECHNIQUES.
ADVISOR : ASSOC. PROF. DR. PICHIT SUKCHAREONPONG, 48 PP.

The study of reducing waste in the hard disk plating process by using QC 7 Tools techniques. The plant in this study is in electronics industry. Forming the hard disk base plate, coating it, and deliver to the assembly plant. The purpose of this study is to study the problems and find solutions to reduce waste from the production process by applying the QC 7 Tools principle.

From collected data on current conditions from October 2020 to January 2021, then categorized waste using the Pareto chart, it was found that the highest accumulated waste was foreign material waste, accounting for 49.7 percent. The second place was the waste from fiber accounted for 33.0 percent of total waste. The researcher brought the fiber waste problem to solve because the feature of the waste is clearer the foreign material waste. The researcher also considers that waste from fiber can be solved faster. As a result, the total waste of the process can be reduced quickly. This allows the company to reduce costs faster. After that, the root cause analysis was performed with fishbone diagram. The root cause verification using FT-IR technics to see the fiber structure found that fibers attached to the workpiece match fibers from apron, gloves and rag. The solution was solved by procuring other materials to replace cotton fiber material for use in relevant department.

Collected data after the improvements were made showed that fiber waste decreased from 0.19 percent to 0.06 percent of total productions, representing 68.4 percent, and the average total waste was reduced from 0.56 percent to 0.30 percent of total productions, accounted for 46.4 percent. And reduced the average monthly cost by 303,315 baht, accounted for 43.32 percent of the average cost before the improvements.

Graduate School
Field of Study Innovation of Business and
Industrial Management
Academic Year 2021

Student's Signature.....

Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากท่านรองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์ ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ท่านได้ให้คำแนะนำทั้งกระบวนการคิด วิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ ที่เป็นประโยชน์ต่อสารนิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนการตรวจทานแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ จึงกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำหลักสูตรบริหารธุรกิจ สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการธุรกิจและอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า อีกทั้งขอขอบพระคุณคณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น ที่ได้ให้ความรู้ต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณนักวิชาการทุกท่าน หนังสือ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ที่ข้าพเจ้า ได้เรียนรู้ และนำมาประกอบการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณครอบครัว และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

พงพิพัฒน์ สีทาพุด

TNI

THAI - JAPAN
NICHII INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป	ญ
 บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษา	2
ขอบเขตของการศึกษา	2
กรอบแนวคิดในการศึกษา	2
ขั้นตอนการศึกษา และดำเนินการ.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
นิยามคำศัพท์เฉพาะ.....	3
แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน.....	3
2 หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ความหมายของคุณภาพ.....	5
ความหมายของปัญหาคุณภาพ.....	6
แนวคิด QC Story.....	7
แนวคิด ทฤษฎี และหลักการ 5G	10
เครื่องมือพื้นฐานสำหรับการแก้ไขปัญหา (QC 7 Tools).....	11
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
3 วิธีดำเนินงานสารนิพนธ์.....	21
ผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา.....	21
ศึกษาสภาพปัจจุบัน	22

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	กระบวนการผลิต (Process Flow).....	22
	สภาพปัญหาปัจจุบัน	22
	ตัวอย่างลักษณะของเสีย.....	24
	คัดเลือกหัวข้อปัญหา.....	24
	วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	26
	พิจารณาและดำเนินการแก้ไขปัญหา.....	29
	ผลการแก้ไขปัญหา.....	30
	จัดทำเป็นมาตรฐานการทำงาน	34
4	สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ	35
	สรุปผลการศึกษา	35
	ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็น.....	38
	ประโยชน์ที่ได้รับ	38
	บรรณานุกรม.....	39
	ภาคผนวก	42
	ภาคผนวก ก. ข้อมูลการวิเคราะห์โครงสร้างสารด้วย FT-IR.....	43
	ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์.....	48

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการศึกษา.....	2
2	ข้อมูลผลผลิตและของเสียก่อนการปรับปรุง	23
3	ปริมาณของเสีย แยกตามอาการ	23
4	จำนวนของเสีย ระหว่างเดือน ตุลาคม 2563 ถึง มกราคม 2564	25
5	การแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนเส้นใย (Fiber)	30
6	ข้อมูลผลผลิตและของเสียรวมหลังการปรับปรุง.....	30
7	ปริมาณของเสียหลังการปรับปรุง แยกตามอาการ.....	31
8	เปรียบเทียบปริมาณของเสียรวม และประเภทปนเปื้อนเส้นใย (Fiber) ก่อน และหลังการปรับปรุง.....	31
9	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียเฉลี่ยก่อน และหลังปรับปรุง.....	32
10	เปรียบเทียบข้อมูลของเสียแยกตามอาการก่อน และหลังปรับปรุง.....	33
11	ปริมาณของเสีย แยกตามอาการ	35
12	จำนวนของเสีย ระหว่างเดือน ตุลาคม 2563 ถึง มกราคม 2564	35

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการศึกษา.....	2
2	ปัญหาคุณภาพ	7
3	การนิยามปัญหาด้านคุณภาพ	8
4	แนวทางของหัวข้อปัญหา.....	9
5	แนวความคิดการวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้า.....	10
6	ใบตรวจสอบแสดงข้อมูลนับ	12
7	แผนภาพพาเรโต	13
8	กราฟที่นิยมใช้ทั่วไป.....	14
9	ตัวอย่างโครงสร้างของแผนภาพแสดงเหตุและผล	15
10	ตัวแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 ชุด	16
11	แผนภูมิควบคุม (Control Chart).....	17
12	ลักษณะต่างๆ ของฮิสโตแกรม	17
13	ฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Base Plate Hard Disk Drive).....	21
14	กระบวนการผลิต	22
15	ลักษณะอาการของเสีย สิ่งแปลกปลอม (Foreign Material).....	24
16	ของเสียแบบเส้นใย (Fiber)	24
17	ของเสียแบบฟองอากาศ (Air Trap).....	24
18	ประเภทและจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิต	25
19	แผนภูมิผังก้างปลาแสดงถึงสาเหตุของปัญหาของเสียจากการปนเปื้อนเส้นใย.....	26
20	การลงสำรวจกระบวนการทำงาน	27
21	การ Matching Spectrum FT-IR.....	28
22	ผ้ากันเปื้อน ถุงมือ และเศษผ้าทำความสะอาด	29
23	แผนภูมิแสดงแนวโน้มของเสียรวม และของเสียประเภทปนเปื้อนเส้นใย (Fiber)	32
24	แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียก่อน และหลังปรับปรุง	32
25	ของเสียแยกตามอาการก่อน และหลังปรับปรุง.....	33
26	แผนภูมิแสดงของเสียแยกตามประเภท	36
27	กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง	37
28	การวิเคราะห์โครงสร้างสารด้วย FT-IR ตัวอย่างจาก After Deburring	44
29	การวิเคราะห์โครงสร้างสารด้วย FT-IR ตัวอย่างจาก After ED-Coat	45

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป		หน้า
30	การวิเคราะห์โครงสร้างสารด้วย FT-IR ตัวอย่างจาก In Line (3.1).....	46
31	การวิเคราะห์โครงสร้างสารด้วย FT-IR ตัวอย่างจาก In Line (3.2).....	47



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยมีพัฒนาการมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2515 ซึ่งรัฐบาลเริ่มนโยบายส่งเสริมการลงทุนผ่านการให้สิทธิประโยชน์ต่างๆ ทั้งทางด้านภาษีและไม่ใช่อำนาจโดยคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (Board of Investment : BOI) เพื่อดึงดูดนักลงทุนต่างชาติ โดยช่วงปี 2515-2535 ภาครัฐส่งเสริมการลงทุนในการผลิตเพื่อส่งออกนักลงทุนต่างชาติจึงได้เข้ามาลงทุนและตั้งฐานการผลิตอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยความได้เปรียบด้านต้นทุนแรงงานไทยที่ยังค่อนข้างต่ำในช่วงเวลานั้น ในปี 2530 ค่าเงินเยนแข็งค่า บริษัทญี่ปุ่นจึงย้ายฐานการผลิตออกนอกประเทศ ซึ่งไทยเป็นหนึ่งในฐานการผลิตที่สำคัญ มีความได้เปรียบจากการเป็นศูนย์กลางของภูมิภาคอาเซียนและได้รับผลดีจากที่มีการจัดตั้งเขตการค้าเสรีอาเซียน (ASEAN Free Trade Area : AFTA) ในปี 2547 บริษัทข้ามชาติเข้ามาตั้งฐานการผลิตในไทยเพิ่มขึ้น วรรณ ฆงพิศาลภพ (2564) เนื่องจากปี 2562 ทั่วโลกประสบปัญหาโรคระบาด โควิด-19 ส่งผลให้พฤติกรรมของผู้บริโภค และธุรกิจมีการปรับตัว และปรับเปลี่ยนต้อง Work From Home หรือการเรียนออนไลน์ ของนักเรียน นักศึกษาส่งผลต่อธุรกิจอีคอมเมิร์ซไครฟ์ และความต้องการอีคอมเมิร์ซไครฟ์ที่มีความสูงจะมีมากขึ้นเพราะต้องจัดเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมากจาก Cloud Computing รวมทั้งการจัดการ Big Data ฉะนั้นแนวโน้มของอุตสาหกรรมด้านการผลิตอีคอมเมิร์ซไครฟ์ยังคงได้รับประโยชน์และเติบโตในอนาคต จากสภาวะการณ์เช่นนี้ส่งผลให้เกิดการแข่งขันอย่างสูงในตลาด ซึ่งผู้ประกอบการแต่ละรายจะแข่งขันกันด้านราคา และคุณภาพ ส่งผลให้บริษัทผู้ผลิตอีคอมเมิร์ซไครฟ์ควบคุมต้นทุนให้มีราคาต่ำที่สุดที่สามารถทำได้ ซึ่งรูปแบบของธุรกิจนี้ บริษัทที่เป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์จะทำการส่งผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ของอีคอมเมิร์ซไครฟ์จากคู่ค้า (Supplier) และมีอำนาจในการควบคุมราคา

บริษัทในกรณีศึกษาเป็นโรงงานที่ผลิตฐานรองอีคอมเมิร์ซไครฟ์ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนหนึ่งในตัวอีคอมเมิร์ซไครฟ์ แล้วส่งให้กับโรงงานผลิตอีคอมเมิร์ซไครฟ์ ซึ่งบริษัทจะถูกควบคุมด้านราคา และคุณภาพจากลูกค้า ซึ่งในปัจจุบันบริษัทยังประสบปัญหาด้านคุณภาพ เกิดของเสียในกระบวนการผลิต ส่งผลต่อต้นทุนและกำไรของบริษัท

การศึกษานี้มุ่งเน้นในการปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการชุบสี ซึ่งเป็นกระบวนการที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุน คุณภาพ และความสูญเสียหลักในบริษัท โดยมุ่งเน้นแก้ไขปัญหาด้วย QC 7 Tools ในการค้นหาต้นเหตุของปัญหา กำจัดต้นเหตุของปัญหา ปรับปรุงกระบวนการทำงาน กระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดของเสียที่เกิดขึ้น ส่งผลให้บริษัทลดต้นทุน และมีกำไร สามารถแข่งขันและดำเนินธุรกิจได้อย่างยั่งยืน

ความมุ่งหมายของการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้กำหนดจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อลดของเสียในกระบวนการชุปฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
2. เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานโดยประยุกต์ใช้ QC 7 Tools ในการแก้ไขปัญหาของเสียในกระบวนการชุปฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
3. เพื่อลดต้นทุนในการผลิต

ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ มีขอบเขต ดังนี้

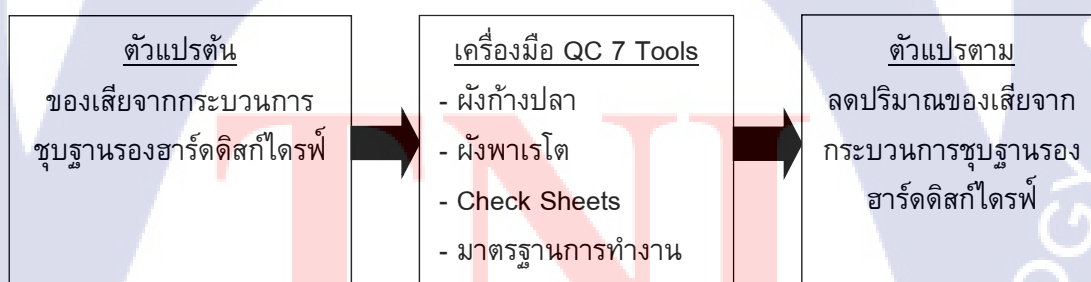
ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษานี้ศึกษาการเกิดของเสียในกระบวนการชุปฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ด้วย QC 7 Tools โดยพิจารณาเทคนิคต่างๆ ตั้งแต่กระบวนการเตรียม กระบวนการชุบ เพื่อหาสาเหตุและทำการแก้ไข

ขอบเขตด้านเวลา

ดำเนินการศึกษาสภาพปัญหาและเก็บรวบรวมข้อมูลในกระบวนการ ในระหว่างเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึง เดือนมิถุนายน 2564 รวมทั้งสิ้น 9 เดือน

กรอบแนวคิดในการศึกษา



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษา และดำเนินการ

1. ศึกษาสภาพปัจจุบันของปัญหา
2. ศึกษาทฤษฎีและวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. วิเคราะห์ข้อมูล ค้นหาสาเหตุของปัญหา

4. ดำเนินการปรับปรุงแก้ไข
5. สรุปผลจัดทำรูปเล่ม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. จำนวนของเสียในกระบวนการชุบฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ลดลง
2. เข้าใจแนวทางในการแก้ปัญหาตาม QC 7 Tools ค้นหาสาเหตุและแก้ไขปัญหาค้นหาได้
3. ช่วยลดต้นทุนให้กับบริษัท
4. สร้างมาตรฐาน ขั้นตอนในการทำงานที่ดี

นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. **ฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Base Plate Hard Disk Drive)** หมายถึง ชุดโครงสร้างที่ใช้เป็นฐานในการยึดส่วนประกอบต่างๆ ของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive) เข้าด้วยกัน
2. **การชุบ** หมายถึง การชุบสีโดยใช้เทคนิคชุบด้วยไฟฟ้า
3. **การลดของเสีย** หมายถึง การตรวจสอบและควบคุมของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการชุบฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ให้มีจำนวนลดลงมากที่สุด
4. **ไฟเบอร์ (Fiber)** หมายถึง เส้นใยที่เกาะตามชิ้นงานรวมไปถึงเศษผ้า เส้นใยสังเคราะห์
5. **Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)** หมายถึง เทคนิคการกระตุ้นสารด้วยพลังงานแสงช่วงแสงอินฟราเรด (Infrared light) ที่ความยาวคลื่นต่างๆ เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่สามารถบอกหมู่ฟังก์ชันคร่าวๆ ในสารที่ไม่ทราบว่าเป็นสารอะไรได้
6. **QC 7 Tools** หมายถึง เครื่องมือช่วยในการควบคุม ปรับปรุง คุณภาพ เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ต.ค. 63	พ.ย. 63	ธ.ค. 63	ม.ค. 64	ก.พ. 64	มี.ค. 64	เม.ย. 64	พ.ค. 64	มิ.ย. 64
1	ศึกษาสภาพปัจจุบันของปัญหาและเก็บข้อมูล	←			→					
2	ศึกษาทฤษฎีและวิจัยที่เกี่ยวข้อง	←	→							

บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้นำแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และงานวิจัยอื่นๆ ที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ในการศึกษา โดยการนำเสนอแบ่งออกดังต่อไปนี้

1. ความหมายของคุณภาพ
2. ความหมายของปัญหาคุณภาพ
3. แนวคิด QC Story
4. แนวคิด ทฤษฎี และหลักการ 5G
5. เครื่องมือพื้นฐานสำหรับการแก้ไขปัญหา (QC 7 Tools)
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของคุณภาพ

มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของคุณภาพ หรือ Quality ไว้ต่างๆ ดังนี้ เชฟฮาร์ท (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2556; อ้างอิงจาก Shewhart. 1931 : 37) ได้ให้นิยามของคุณภาพว่า หมายถึง ความดี (Goodness) ของสิ่งที่สนใจและได้อธิบายคำว่า Quality มาจากคำว่า Quails ในภาษาละตินที่หมายถึง วิธีการในการสร้าง (How Constituted) คือ การกำหนดว่าจริงๆ แล้วผลิตภัณฑ์คืออะไร โดยจะเรียกลักษณะที่อธิบายดังกล่าวว่า คุณภาพ และได้กำหนดคุณภาพใน 2 ลักษณะ คือ ความแตกต่างของผลิตภัณฑ์โดยธรรมชาติ และผิดธรรมชาติ

เดมิง (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2556; อ้างอิงจาก Deming. 1951 : 5) ได้ให้ความหมายคุณภาพผ่านการควบคุมคุณภาพโดยสถิติว่า คุณภาพ คือ การออกแบบผลิตภัณฑ์และการผลิตให้ตรงตามแบบที่กำหนดเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค

จูราน กรีนว (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2556; อ้างอิงจาก Juran Gryna. 2001 : 4) ได้ให้นิยามของคุณภาพว่า ความเหมาะสมในการใช้งาน (Fitness for Use) หรือการสร้างคามพึงพอใจและความจงรักภักดีแก่ลูกค้า (Customer Satisfaction and loyalty)

อิชิการะ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2556; อ้างอิงจาก Ishikawa. 1990 : 27) ได้ให้ความหมายคุณภาพใน 2 ด้าน คือ ความง่ายในการใช้งาน (Easy to Use) ซึ่งถือเป็นคุณภาพที่มองไปข้างหน้า (Forward - Looking Quality) และความปราศจากข้อบกพร่อง (Absence of Flaws) ซึ่งถือเป็นคุณภาพที่มองไปข้างหลัง (Backward - Looking Quality)

คาโนะ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2556; อ้างอิงจาก Kano. 1986 : 13-15) ได้กำหนดคุณภาพไว้ 2 แนวความคิด คือ แนวความคิดดั้งเดิม (Classical Idea) ที่หมายถึง ระดับแห่งความถูกต้องตรงตามมาตรฐาน (Degree of Conformance to a Standard) และแนวความคิดสมัยใหม่ ที่หมายถึง ความพึงพอใจของผู้ใช้ (User's Satisfaction) และยังได้แบ่งคุณภาพออกเป็น 2 ด้านคือ คุณภาพที่มีเสน่ห์ (Attractive Quality) ซึ่งจะช่วยให้ยอดขายเพิ่มขึ้น และคุณภาพที่จำเป็นต้องมี (Must-be Quality) ซึ่งจะทำให้ต้นทุนสินค้าสูงขึ้น

แฮร์รี่ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2556; อ้างอิงจาก Harry. 2000 : 6) ได้ให้ความหมายของคุณภาพว่า คือ ระดับที่ดีที่สุดของคุณค่า (Value Entitlement)

ทาคุจิ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2556; อ้างอิงจาก Taguchi. 1986 : 1) ได้ให้ความหมายของคุณภาพว่าหมายถึง ความสูญเสียทั้งหมดที่มีต่อสังคมอันเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์นับจากการส่งมอบ (The Loss a Product Causes to Society After Being Shipped) ซึ่งความสูญเสียอาจจำกัดไว้ 2 ประเภท คือ ความสูญเสียเนื่อง จากความแปรผันของหน้าที่ใช้งาน (Variability of Function) และความสูญเสียที่เกิดจากอิทธิพลข้างเคียง (Harmful Side Effect)

คุณลักษณะเบ็ดเสร็จของสิ่งที่ให้ความสนใจที่จะแสดงให้เห็นว่ามีความสามารถต่อการตอบสนองต่อความต้องการทั้งที่ระบุและต้องแปลความ (Totality of Characteristics of an Entity that Bear on Its Ability to Satisfy Stated and Implied Needs)

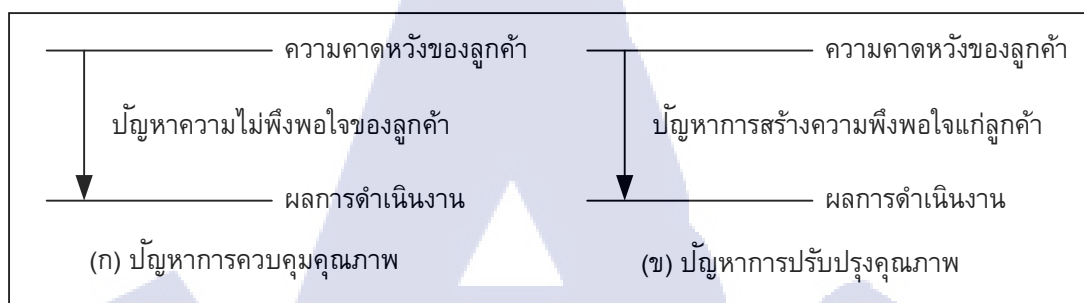
ชิบะ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2556; อ้างอิงจาก Shiba; et al. 1993 : 1) ได้ให้ความหมายของคุณภาพตามวิวัฒนาการด้านบริหารคุณภาพ ที่ประกอบด้วยในยุคผูกขาด คุณภาพจะหมายถึง ความเหมาะสมกับมาตรฐาน (Fitness to Standard) ยุคที่มีการแข่งขัน คุณภาพจะหมายถึง ความเหมาะสมในการใช้งาน (Fitness to Use) ในยุคที่มีการแข่งขันมาก คุณภาพจะหมายถึง ความเหมาะสมกับต้นทุน (Fitness to Cost) และในยุคโลกาภิวัตน์ คุณภาพจะหมายถึง ความเหมาะสมกับความต้องการซ่อนเร้น (Fitness to Latent Requirement)

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550) ได้ให้ความหมายคุณภาพตามสภาวะการแข่งขันของตลาด โดยอาศัยวิวัฒนาการด้านอุตสาหกรรมเป็นตัวกำหนด คือ ในยุคการผลิตเชิงมวล คุณภาพคือการตรงต่อข้อกำหนดเฉพาะ (Conformance to Specification) ในยุคการแข่งขัน คุณภาพคือการสร้างความพึงพอใจต่อลูกค้า (Customer Satisfaction) ในยุคโลกาภิวัตน์ คุณภาพคือการสร้างความประทับใจต่อลูกค้า (Customer Delight)

ความหมายของปัญหาคุณภาพ

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550) กล่าวว่า ปัญหา คือ ความเบี่ยงเบนของสมรรถนะที่เกิดขึ้นจริง (Actual Performance) จากสมรรถนะที่ควรจะเป็น (Should Performance) หรือเป้าหมายของการดำเนินงาน และในกระบวนการบริหารธุรกิจ มีความจำเป็นต้องควบคุมกระบวนการ

เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับผลประกอบการ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจของลูกค้า เรียกว่า ปัญหาคุณภาพ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ปัญหาคุณภาพ

ที่มา : กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). การแก้ไขปัญหารัฐกิจด้วยวิธีทางสถิติ (SPC). หน้า 15.

แนวคิด QC Story

คือ กระบวนการแก้ไขปัญหา ผู้ที่จะทำการแก้ปัญหามustเข้าใจถึงลำดับขั้นตอนการแก้ไขปัญหา และในการแก้ปัญหาก็ไม่มีประสิทธิภาพโดยทั่วไปมักมีสาเหตุมาจาก เช่น ความไม่เข้าใจในกระบวนการแก้ไขปัญหา การไม่เข้าใจในเทคนิคการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา

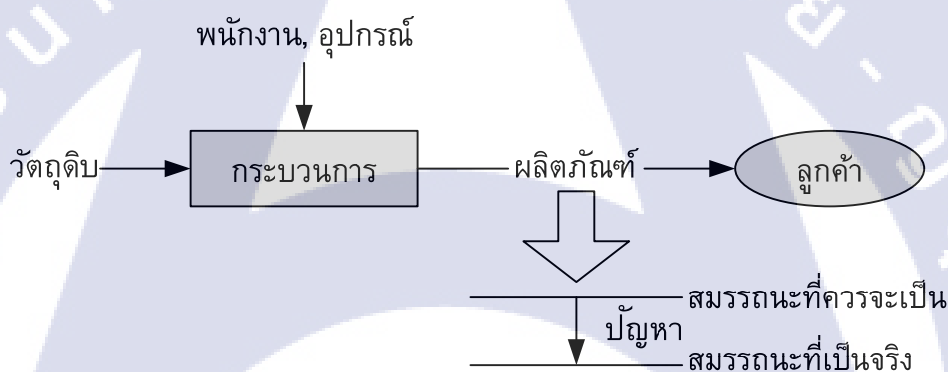
QC Story ของ JSA หรือสมาคมมาตรฐานแห่งประเทศไทยญี่ปุ่น (Japanese Standard Association) ได้เสนอขั้นตอนพื้นฐานในการแก้ปัญหามาไว้ 8 ขั้นตอน ดังนี้ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2550)

- 1) การคัดเลือกหัวข้อปัญหา โดยที่หัวข้อปัญหามustกระชับและง่ายต่อการทำความเข้าใจ
- 2) การทำความเข้าใจกับหัวข้อปัญหา จะต้องพิจารณาให้ครอบคลุมถึงลักษณะปัญหา เกณฑ์ในการตัดสินใจ ค่าเป้าหมาย ผลที่คาดว่าจะได้รับ
- 3) การทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อค้นหาสาเหตุเบื้องต้นของปัญหามustพิจารณาให้ครอบคลุมถึงสถานการณ์ 4 ประการ ที่ส่งผลต่อปัญหาคือ เวลา สถานที่ อากาศ และระบบ
- 4) การวิเคราะห์ เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา โดยจำเป็นต้องวิเคราะห์ด้วยข้อเท็จจริง

- 5) การปฏิบัติการแก้ไข โดยมุ่งแก้ไขที่รากเหง้าของปัญหาและมุ่งเน้นป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหา
- 6) การตรวจสอบยืนยันประสิทธิผลของมาตรการตอบโต้ โดยพิจารณาถึงประสิทธิผลจากมาตรการตอบโต้ ทั้งที่เป็นรูปธรรม และนามธรรม
- 7) การทำให้เป็นมาตรฐาน เพื่อป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหา
- 8) การพิจารณาปัญหาที่เหลือค้างอยู่ เพื่อนำไปสู่การกำหนดแผนงานต่อไป

การกำหนดหัวข้อปัญหา

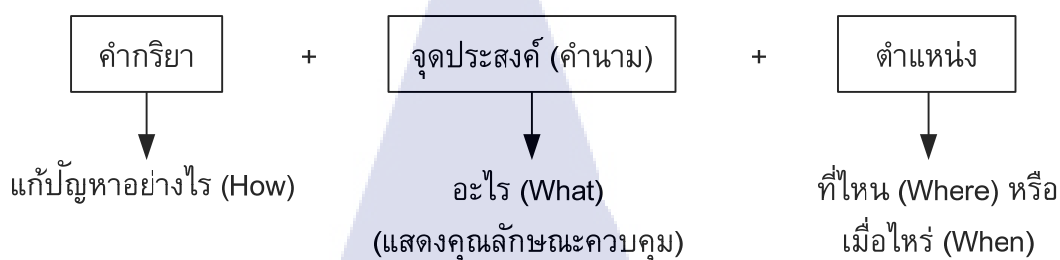
ในการกำหนดหัวข้อของปัญหาต้องทำการนิยามปัญหาคุณภาพ และจะต้องแสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ ซึ่งโดยปกติจะแสดงในรูปของแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Process Flow Chart)



รูปที่ 3 การนิยามปัญหาด้านคุณภาพ

ที่มา : กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). การแก้ไขปัญหารุ้กิจด้วยวิธีทางสถิติ (SPC). หน้า 41.

หลังจากนิยามปัญหาแล้ว ต้องกำหนดปัญหาในรูปของหัวข้อปัญหา (Theme) เพื่อการบ่งชี้ปัญหาที่ชัดเจน ได้มีการกำหนดหัวข้อปัญหาตามแนวทางดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แนวทางของหัวข้อปัญหา

ที่มา : กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). การแก้ไขปัญหาธุรกิจด้วยวิธีทางสถิติ (SPC). หน้า 47.

ตัวอย่างของหัวข้อปัญหา เช่น

- การลดข้อร้องเรียนจากลูกค้า
- การลดเวลาในการเตรียมการเครื่องจักร
- การลดอัตราผลิตภัณฑ์บกพร่องในสายการประกอบ A

การสังเกตการณ์และตั้งเป้าหมาย

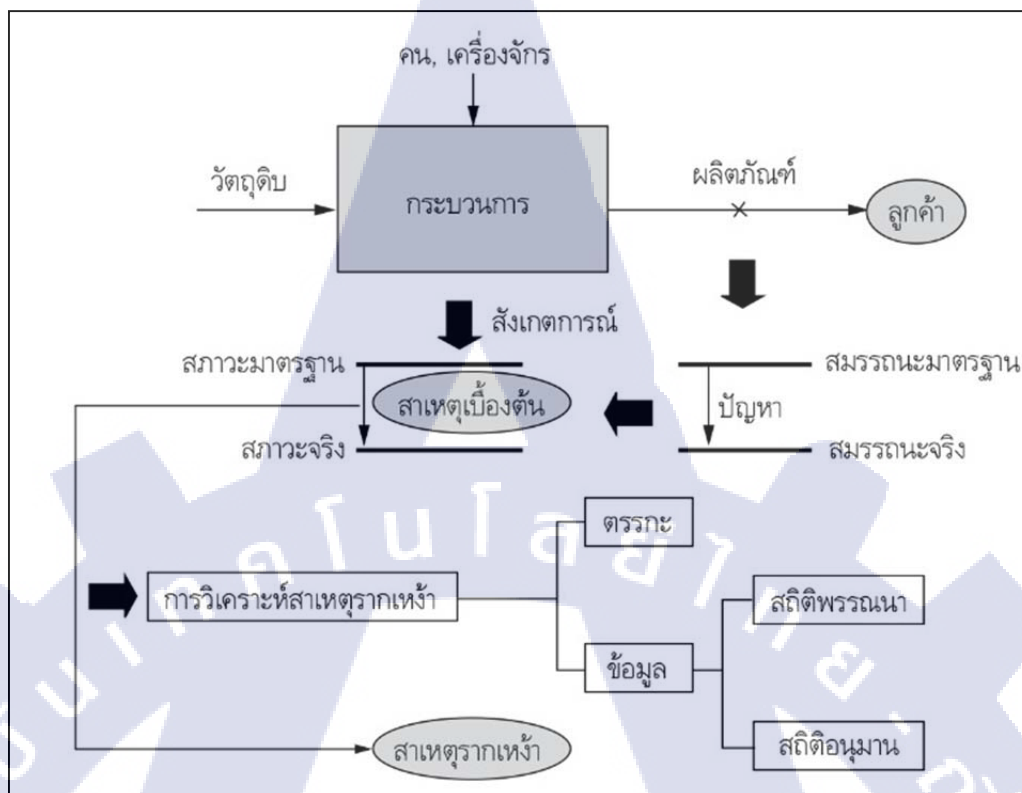
จะต้องทำความเข้าใจกับสถานที่จริง เพื่อเป็นการค้นหาสาเหตุเบื้องต้น หรือหาอาการของปัญหา ในการสังเกตต้องมุ่งเน้นไปที่ประเด็นสำคัญต่างๆ เช่น อาการ เวลาของการเกิดปัญหา สถานที่เกิดปัญหา รวมไปถึงระบบของการเกิดปัญหา ซึ่งในการสังเกตการณ์อาจจะอาศัยหลักการ 3G หรือหลักการ 3 จริง คือ

- Genba สถานที่เกิดเหตุจริง
- Genbutsu ของจริง
- Genjitsu สถานการณ์จริง

การวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้า

เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการแก้ปัญหา เพราะหากสามารถวิเคราะห์ได้ถึงสาเหตุรากเหง้าของปัญหาที่แท้จริงได้ จะส่งผลให้การแก้ปัญหานั้นมีประสิทธิภาพ และป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหา

การค้นหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาจะต้องเริ่มจากการหาสาเหตุเบื้องต้นของปัญหาก่อน โดยอาศัยหลักการของข้อเท็จจริง ส่วนมากนิยมใช้หลัก 3 จริง (3G)



รูปที่ 5 แนวความคิดการวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้า

ที่มา : กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). การแก้ไขปัญหาธุรกิจด้วยวิธีทางสถิติ (SPC). หน้า 52.

แนวคิด ทฤษฎี และหลักการ 5G

เป็นแนวความคิด และหลักการปฏิบัติงานเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ในปัจจุบัน ประกอบด้วยหลักการปฏิบัติ และแนวความคิดตามหลักความเป็นจริง 5 อย่าง คือ สถานที่จริง (Genba) ชิ้นงานจริง (Genbutsu) สถานการณ์จริง (Genjitsu) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจริง (Genri) เจื่อนไขประกอบที่เกี่ยวข้องจริง (Gensoku) (โทโมโซ, โกบาตะ. 2542)

ในการนำแนวคิด ทฤษฎี และหลักการ 5G ไปใช้งานผู้ปฏิบัติต้องทำความเข้าใจกระบวนการเทคโนโลยีต่างๆ ในกระบวนการผลิตให้มากที่สุด ถึงจะส่งผลให้การนำหลักการ 5G ไปใช้ได้อย่างเกิดประสิทธิภาพเป็นอย่างดีและจะช่วยให้เข้าใจปัญหา และนำไปสู่การเข้าใจถึงสาเหตุรากเหง้าของปัญหา ส่งผลให้การแก้ไขปรับปรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เครื่องมือพื้นฐานสำหรับการแก้ไขปัญหา (QC 7 Tools)

ถือเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญและมีบทบาทอย่างมากสำหรับกระบวนการแก้ไขปัญหาตาม QC Story ด้วยเหตุผลที่ว่าเป็นวิธีที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั่วๆ ไปในทุกอุตสาหกรรม ซึ่งเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ประกอบด้วย

- ใบตรวจสอบ (Check sheet)
- แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram)
- กราฟ (Graph)
- แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)
- แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)
- แผนภูมิควบคุม (Control chart)
- ฮิสโตแกรม (Histogram)

1. ใบตรวจสอบ (Check sheet)

ใบตรวจสอบคือ แผนผังหรือตารางที่ออกแบบไว้ล่วงหน้า เพื่อใช้ในการลงบันทึกข้อมูลให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจได้ง่ายว่าจุดที่ตรวจสอบ จุดที่เป็นปัญหาอยู่ที่จุดใด ใบตรวจสอบต้องสามารถเก็บข้อมูลได้ง่ายและถูกต้อง เข้าใจได้ง่ายและนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

ประโยชน์ของใบตรวจสอบ

1. ช่วยให้การเก็บข้อมูลสะดวกขึ้น
2. สามารถนำข้อมูลที่เก็บมาในช่วงเวลาหนึ่งแล้วนำมาแสดงด้วยกราฟต่างๆ ให้เห็นสภาพที่แท้จริงของปัญหา
3. ช่วยให้การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาง่ายขึ้น
4. ช่วยให้การตรวจสอบมีระบบที่ดีขึ้น
5. ช่วยในการติดตามผลการทำงานของพนักงาน

ข้อควรระวัง

1. ไม่ใช่ใบตรวจสอบในฐานะเครื่องมือในการรายงานผล (Log Sheet) แต่ต้องใช้ใบตรวจสอบแสดงความผันแปรของข้อมูล
2. ไม่ใช่ใบตรวจสอบโดยขาดการออกแบบถึงสาเหตุของแหล่งความผันแปรของข้อมูลเพราะจะทำให้ใบตรวจสอบดังกล่าววิเคราะห์ได้ยาก

3. ไม่ใช้ใบตรวจสอบโดยขาดการกำหนดจุดประสงค์ที่ชัดเจน เพราะจะทำให้ไม่ทราบถึงข้อมูลที่เหมาะสม

บริษัท บางมดพลาสติก จำกัด
ใบตรวจสอบสำหรับการฉีดขึ้นรูปขวดบรรจุครีม

ชื่อผลิตภัณฑ์ หลอดใส่ครีม ผู้ตรวจสอบ กิติพล

ข้อกำหนดเฉพาะ : - เวลา 28 มีนาคม - 1 เมษายน 2548

เครื่องฉีด	จันทร์		อังคาร		พุธ		พฤหัสบดี		ศุกร์	
	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย
1	○○○○ ○△△ □□□*	△△ □ *	○○△ □	△△ □	○△△ □*	○○△ □	○○△ □□*	○△ □	○○△ □	□○△
2	○△△ □* *	○△△ □	○△△	○△△□	○△△	△△	○△	△	○△	□*
3	○△△△ □□ *	○△□	○△△	○△□	○△	△□	△△□	△□*	△△	△*

หมายเหตุ : ○ ฟองอากาศ △ สีสันเบื่อน
 □ ฉีดไม่เต็ม * อื่น ๆ

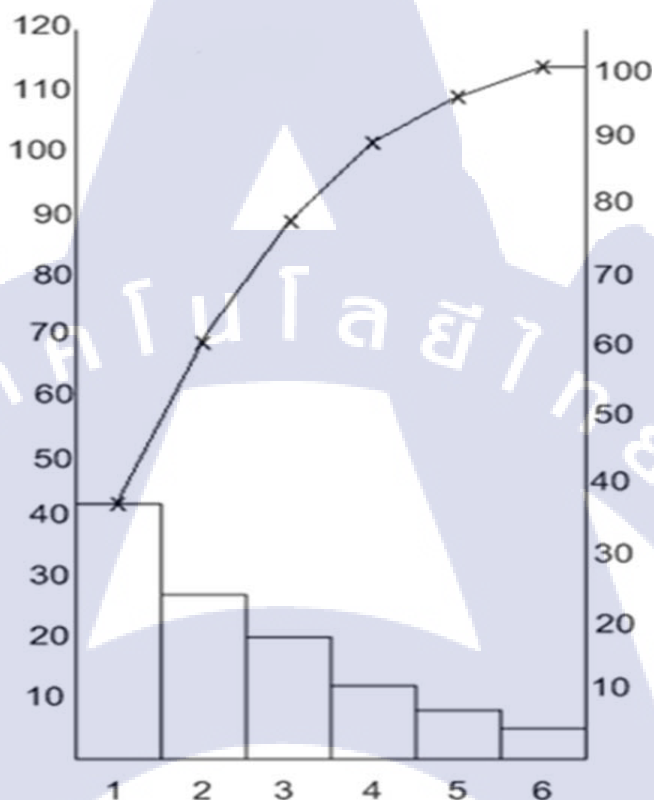
รูปที่ 6 ใบตรวจสอบแสดงข้อมูลนับ

ที่มา : กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). การแก้ไขปัญหาธุรกิจด้วยวิธีทางสถิติ (SPC). หน้า 146.

2. แผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram)

หลักการของพาเรโต ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย Vilfredo Pareto นักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาลี แต่ได้รับการประยุกต์ใช้กับการแก้ไขปัญหาโดย Joseph Juran เมื่อ ค.ศ.1925 โดยที่เขาพบว่า ข้อมูลประเภทที่มีความสำคัญมากจะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย (Vital Few) ในขณะที่ข้อมูลประเภทที่มีความสำคัญน้อยจะมีจำนวนมากมาย (Trivial Many) (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2550)

แผนภาพพาเรโตมีความสำคัญมากในการจำแนกข้อมูล เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ และ ทำให้สามารถคัดเลือกข้อมูลที่น่าสนใจ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยของข้อมูล แผนภูมิชนิดนี้มัก ถูกนำมาใช้ในการแสดงให้เห็นขนาดของปัญหาและเพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา



รูปที่ 7 แผนภาพพาเรโต

3. กราฟ (Graph)

กราฟมีหลากหลายรูปแบบ หลายชนิด ในการเลือกใช้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์และ ลักษณะของข้อมูลที่ต้องการศึกษา

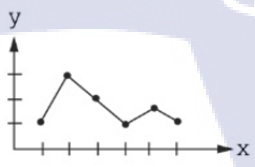
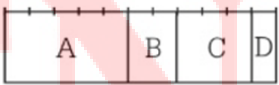
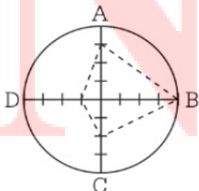
อิชิการะ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2556; อ้างอิงจาก Ishikawa. 1976 : 51) ได้ ให้คำแนะนำถึงจุดตรวจสอบเพื่อการใช้กราฟในการวิเคราะห์หาสาเหตุความผันแปรของข้อมูล โดยให้พิจารณากราฟด้วยประเด็นสำคัญ 3 ประการ

1. อะไรคือจุดประสงค์ของกราฟดังกล่าว
2. กราฟนี้มีการใช้อย่างไร
3. กราฟนี้ให้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ความผันแปรอย่างไร

ดังนั้นในการใช้กราฟในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงมีความจำเป็นต้องทำให้สเกลมีความเหมาะสมที่จะทำให้เห็นความผันแปรได้ (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2550)

ข้อควรระวัง

1. ไม่ใช้กราฟในการแสดงผลการวิเคราะห์หรือสรุปผลข้อมูล แต่ต้องใช้ในการแสดงถึงความผันแปรของข้อมูล
2. ไม่ใช้กราฟในเชิงการแสดงความแตกต่างของข้อมูล แต่ต้องใช้กราฟเพื่อแสดงถึงความแตกต่างเชิงปริมาณของข้อมูลเท่านั้น

ชื่อกราฟ	ลักษณะ	จุดประสงค์
กราฟเส้น		แสดงถึงความผันแปรของข้อมูลเชิงตัวเลข โดยมีสาระสำคัญอยู่ที่แกน x (ถ้า x คือ เวลา จะเรียกว่ากราฟแนวโน้ม (Trend Chart))
กราฟแท่ง		แสดงถึงการเปรียบเทียบปริมาณของประเภทข้อมูลตามแกน x (ถ้า x คือ ข้อมูลจากการวัดกราฟนี้ คือ ฮีสโตแกรม)
กราฟวงกลม		แสดงเปรียบเทียบถึงสัดส่วนของข้อมูลแต่ละประเภท (แสดงในแต่ละส่วน)
กราฟแถบ (Belt Graph)		แสดงถึงสัดส่วนของประเภทของข้อมูลต่างๆ ที่มีความแตกต่างกัน โดยใช้สเกลวัดแทนสัดส่วน
กราฟเรดาร์ (Radar Chart)		แสดงเปรียบเทียบปริมาณของข้อมูลที่ต้องการแสดงผลมากกว่า 2 มิติ

รูปที่ 8 กราฟที่นิยมใช้ทั่วไป

ที่มา : กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). การแก้ไขปัญหาธุรกิจด้วยวิธีทางสถิติ (SPC). หน้า 151.

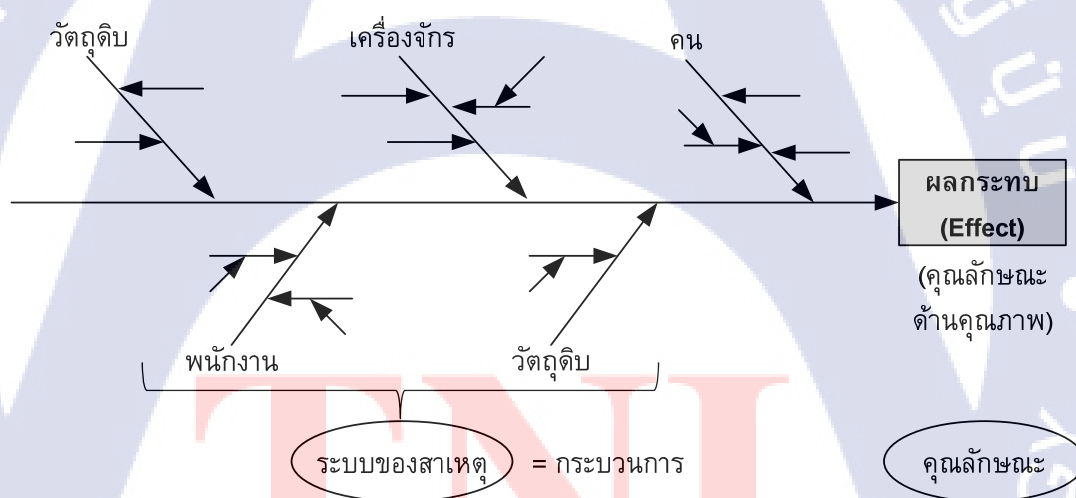
4. แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

ผังแสดงเหตุและผล อาจจะเรียกย่อๆ ว่า ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) หมายถึง แผนผังซึ่งใช้ลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นเป้าหมายในการวิเคราะห์กับสาเหตุที่มีผลกระทบต่อคุณภาพนั้นๆ ผังก้างปลาจะทำให้ค้นพบความสัมพันธ์ของสาเหตุและผล

ผังก้างปลาเป็นแผนภูมิที่พัฒนาและคิดค้นโดย ดร.อิชิคาวา (Dr.Kaour Ishikawa) เพื่อใช้ในการระดมสมอง ความคิดเพื่อรวบรวมสาเหตุต่างๆ ที่มีผลต่อปัญหาที่สนใจ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา และหาทางแก้ไขต่อไป

วิธีสร้างแผนผังแสดงเหตุและผล

ผังก้างปลาหรือผังแสดงเหตุและผล ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนหัวปลา จะแสดงหัวข้อปัญหาที่สนใจ และส่วนก้างปลา จะมีลักษณะเป็นเส้นแตกแขนงไป เพื่อแสดงสาเหตุของปัญหา ทั้งสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน โดยส่วนใหญ่จะนิยมเขียนหัวปลาอยู่ทางขวามือและตัวปลาอยู่ทางซ้ายมือ

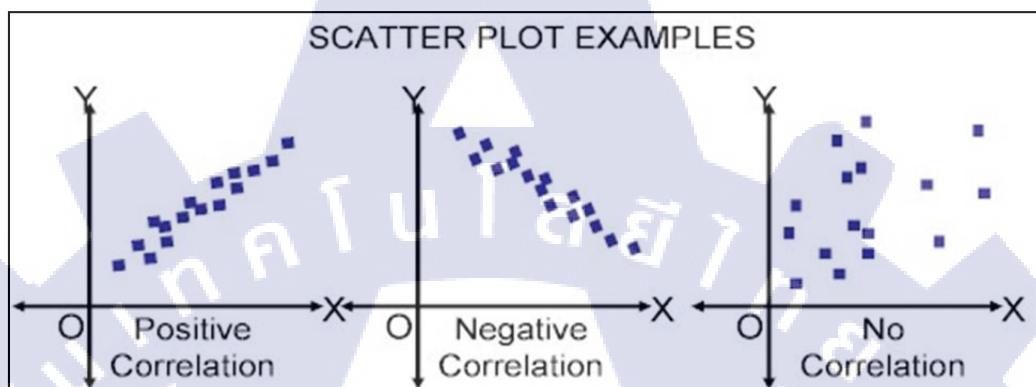


รูปที่ 9 ตัวอย่างโครงสร้างของแผนภาพแสดงเหตุและผล

ที่มา : กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). การแก้ไขปัญหาธุรกิจด้วยวิธีทางสถิติ (SPC). หน้า 168.

5. แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)

คือ แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลอย่างน้อย 2 ชุดที่มีความสอดคล้องกัน เพื่อพิจารณาว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และสัมพันธ์กันในลักษณะใด ในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้น จะอาศัยหลักการของการทดสอบเครื่องหมาย (Sign Test) เพื่อทดสอบว่าข้อมูลสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร



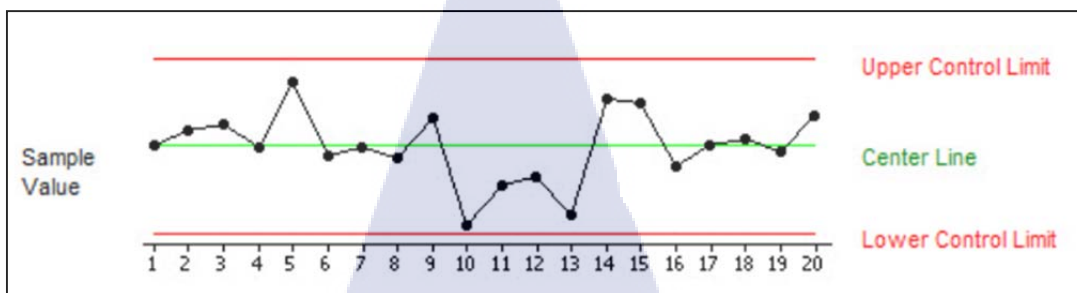
รูปที่ 10 ตัวอย่างความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 ชุด

6. แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม คือ กราฟเส้น ที่ประกอบด้วยเส้น กึ่งกลาง (Control Line : CL) เส้นพิกัดควบคุมบน (Upper Control Line : UCL) และเส้นพิกัดควบคุมล่าง (Lower Control Line : LCL) ลักษณะของข้อมูลจะถูกกำหนดให้เป็นจุดเส้นพิกัดควบคุมนี้ จะใช้เป็นเส้นอ้างอิงเปรียบเทียบกับข้อมูลต่างๆ แผนภูมิควบคุมนิยมใช้เป็นเครื่องมือในการติดตาม ควบคุมคุณภาพของกระบวนการให้อยู่ในมาตรฐาน และเกณฑ์ที่กำหนด สำหรับกรณีที่มีบางข้อมูลออกนอกช่วงควบคุมแสดงว่ากระบวนการเริ่มผิดปกติ ทำให้สามารถเห็นความผิดปกติและนำไปสู่การแก้ไข

วัตถุประสงค์ของการใช้แผนภูมิควบคุม

1. เพื่อกำหนดมาตรฐานในการดำเนินงาน
2. ใช้ควบคุมกระบวนการให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด
3. ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการ และมาตรฐานให้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 11 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

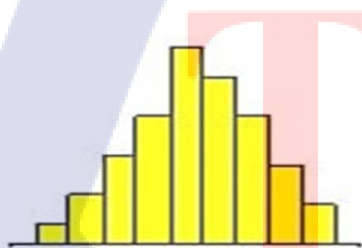
7. ฮิสโตแกรม (Histogram)

ฮิสโตแกรม คือกราฟแท่งซึ่งแสดงการกระจายความถี่ของข้อมูลที่ได้จากการวัดของตัวอย่างในช่วงเวลาเดียวกัน โดยมีการพิจารณาตามลำดับถึงรูปทรงการกระจายและแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง การบันทึกข้อมูลเป็นตารางตัวเลขอาจทำให้อ่านและตีความข้อมูลได้ยาก ในการใช้ฮิสโตแกรมวิเคราะห์ข้อมูลประเภทการวัด จะต้องเริ่มกำหนดช่วงเวลาเก็บข้อมูล หรือที่เรียกว่า ลอต (Lot) และจำนวนข้อมูลต้องมากกว่า 30 ข้อมูล

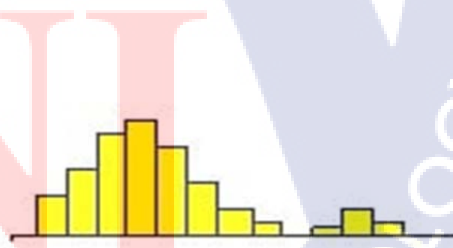
การแสดงผลข้อมูลในรูปฮิสโตแกรมจะทำให้ทราบถึงรายละเอียดดังนี้

1. ทำให้เข้าใจการกระจายตัวทั่วไปของข้อมูล
2. สามารถหาดำแหน่งจุดยอดของข้อมูล
3. กำหนดระดับของการกระจายได้
4. แสดงให้เห็นแนวโน้มของการกระจายของข้อมูล

ลักษณะต่างๆ ของฮิสโตแกรม



แบบปกติ (Normal Distribution)

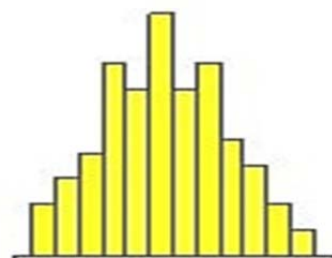


แบบแยกเป็นเกาะ (Detached Island Type)

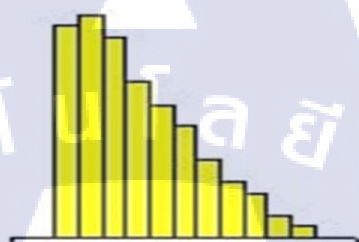
รูปที่ 12 ลักษณะต่างๆ ของฮิสโตแกรม



แบบระฆังคู่ (Double Hump Type)



แบบฟันปลา (Serrated Type)



แบบหน้าผา (Cliff Type)

รูปที่ 12 ลักษณะต่างๆ ของฮิสโตแกรม (ต่อ)

ที่มา : ธนัญลักษณ์ บำรุงอัญญะสกุล. (2556). **7QC - Histogram**. ออนไลน์.

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความมุ่งหมายของงานวิจัยไว้ดังนี้

อนุรักษ์ ผู้ฐานิสสร (2559) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การลดของเสียในกระบวนการผลิต ตลับ U ด้วย QC 7 Tools จากการศึกษา พบว่า ประเภทของเสียที่นำมาปรับปรุงแก้ไขคือประเภท จุดดำฝั งเนื้อพลาสติก จากกระบวนการผลิตตลับ U ของเครื่องฉีตรหัส 3U ด้วยการประยุกต์ใช้ QC 7 Tools พร้อมพิจารณาตามเทคนิค 4M ในงานวิจัยได้เก็บข้อมูลโดยใช้แผ่นตรวจสอบ Check Sheet ใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 3 เดือน มกราคม 2559 ถึงเดือนมีนาคม 2559 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) ผลการดำเนินงานหลังการแก้ไข สามารถลดของเสียจากเดิม 19,483 ชิ้น ลดลงเหลือ 10,771 ชิ้น ลดลงร้อยละ 44.72 คิดเป็นมูลค่า 107,710 บาทต่อปี

วรรณช บุญกลิ่น (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools เพื่อลดของเสียในกระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์ กรณีศึกษา โรงงานผลิตแปรงสีฟัน จากการศึกษา พบว่า การศึกษาได้เลือกแก้ไขปัญหาจาก 2 สาเหตุหลัก คือ ยางไม่เต็ม และจุดยางดำ เมื่อทำการวิเคราะห์ผ่านเครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tools โดยการสุ่มตัวอย่างจากเครื่องฉีด 4 เครื่อง ปัญหายางไม่เต็ม ได้ทำการแก้ไขโดยการปรับพารามิเตอร์ความดัน ความเร็วและอุณหภูมิ ส่วน ปัญหาจุดยางดำ ได้แก้ไขเรื่องความสะอาด ผลที่ได้คือสามารถลดของเสียจากร้อยละ 1.62 เหลือร้อยละ 0.51 คิดเป็นร้อยละ 68.52 ซึ่งบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 40

สายชล เกตุแก้ว (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การลดของเสียในกระบวนการผลิตวาล์วควบคุมแรงดันในยางรถยนต์รุ่น TR413 ด้วยเครื่องมือ QC 7 Tools จากการศึกษา พบว่า จากการเก็บข้อมูล จัดลำดับของปัญหา ได้ของเสียที่เกิดจากยางไม่เต็มตัววาล์ว คิดเป็น 82.16 เปอร์เซ็นต์ ของของเสียทั้งหมด จึงได้ทำการแก้ไขปรับปรุงปัญหาดังกล่าวโดยการเพิ่มยางแผ่นเล็กอีก 2 แผ่น วางที่บริเวณรอยต่อของแผ่นยางตรงกลางแม่พิมพ์ด้านบนและด้านล่างอย่างละแผ่น ปรับระดับแม่พิมพ์ทุก 6 เดือน ตรวจเช็คเกจวัดแรงดัน Hydraulic ประจำวัน ผลหลังการแก้ไข ของเสียลดลงเหลือ 0.09 เปอร์เซ็นต์ ของยอดการผลิต ของเสียการยางไม่เต็มลดลงจากเดิม 86.15 เปอร์เซ็นต์

รดาณิ อิทธิพรหม; สมฤทัย ดัชนิย์; และชาญณรงค์ สายแก้ว (2556) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การลดของเสียในการผลิตขวดพลาสติกสำหรับอุตสาหกรรมน้ำดื่ม จากการศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ประเภทและปริมาณของเสียโดยใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พบอาการหนึ่งที่สำคัญของปัญหาของเสียคือ ขวดเป็นริ้วรอยผลมาจากฟองอากาศที่อยู่ในขวดพรีฟอร์มหลังกระบวนการฉีดขึ้นรูป จึงได้ออกแบบการทดลอง จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิของเครื่องอบมีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ของเสีย และสภาวะที่เหมาะสมของอุณหภูมิของเครื่องอบอยู่ในระดับสูง และสภาวะที่เหมาะสมของอุณหภูมิของเครื่องอบสามารถลดของเสียจากร้อยละ 0.248 เป็นร้อยละ 0.18

เสขสัน นาคพ่วง; ศักดิ์ชาย รักการ; และจิรวรรณ ปลั่งใหม่ (2563) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร ซึ่งปัญหาในกระบวนการผลิตปัจจุบัน พบว่า มีขั้นตอนการผลิตที่ซ้ำซ้อน ของเสียจากขวดแตกในกระบวนการผลิต และการหยุดซ่อมเครื่องจักร จึงได้ประยุกต์เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง (QC 7 Tools) เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ปัญหา และปรับสมดุลของขั้นตอนการผลิต (Line Balance) มีการใช้หลักการลีน (Lean) ในการตัดกระบวนการที่ซ้ำซ้อน ผลพบว่า สามารถเพิ่มเวลาการผลิตได้ 780 นาทีต่อเดือน การหยุดเสียหายของเครื่องจักรลดลง 64 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มยอดการผลิตจากเดิมเฉลี่ย 459,071 ขวดต่อเดือน เป็น 1,320,453 ขวดต่อเดือน ประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) เพิ่มขึ้นจาก 48.37 เปอร์เซ็นต์ เป็น 92.70 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นเงิน 12,920,730 บาทต่อเดือน

สุทธิโรจน์ ศิวฐานพงศ์ (2559) ได้ศึกษาเรื่องการลดความสูญเสีย และการเพิ่มประสิทธิภาพ กระบวนการผลิตแบบฟอร์มธุรกิจ ของบริษัทกรณีศึกษา โดยผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลและสภาพ ปัจจุบันของบริษัทเพื่อนำมารวบรวมปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสีย แล้วทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ ด้วยแผนภูมิแก๊งปลา ประเมินความสำคัญของสาเหตุด้วยแผนภูมิพาเรโต จากการศึกษาพบว่า ปัญหาเกิดจากการลืมวัดแท่นขึ้น ลูกกลิ้งและกระบอกลูกกวาดเสื่อมสภาพ กระดาษเคมีแตกและมี ผุ่่น ทำการปรับปรุงแก้ไข สามารถลดมูลค่าต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นเหลือ 206,670.73 บาท จากเดิม 431,095.71 บาท คิดเป็นลดลงร้อยละ 47.94



บทที่ 3

วิธีดำเนินงานสารนิพนธ์

ในการศึกษานี้ เป็นการศึกษาเพื่อมุ่งเน้นในการแก้ไขปัญหาด้วยการนำหลักการ QC 7 Tools มาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดของเสียในกระบวนการชุบฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และดำเนินการแก้ไขปรับปรุง ตลอดจนการสร้างมาตรฐานในกระบวนการทำงาน เพื่อความลดของเสียให้ยั่งยืน ผู้ศึกษามีวิธีการศึกษาดังต่อไปนี้

1. รวบรวมข้อมูลปัญหา โดยการบันทึกข้อมูลลงใน Check Sheet
2. คัดเลือกหัวข้อของปัญหา โดยนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการแยกประเภทด้วยแผนภูมิพาเรโต
3. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา โดยนำปัญหาที่คัดเลือกมาวิเคราะห์สาเหตุผ่านหลักการ 4M คือ Man Machine Material Method โดยใช้แผนภูมิกังปลา
4. พิจารณาและดำเนินการแก้ไขปัญหา โดยการแก้ที่ต้นเหตุของปัญหา ที่ผ่านการวิเคราะห์ว่าเป็นต้นเหตุที่แท้จริงของปัญหา
5. ประเมินผลการแก้ไขปัญหา โดยการเปรียบเทียบข้อมูลก่อน และหลังการแก้ไขปรับปรุง ซึ่งเป้าหมายของเสียหลังการปรับปรุงแก้ไขต้องลดลง
6. สื่อสาร และกำหนดการทำงานใหม่ให้กับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหา

ผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา



Front



Back

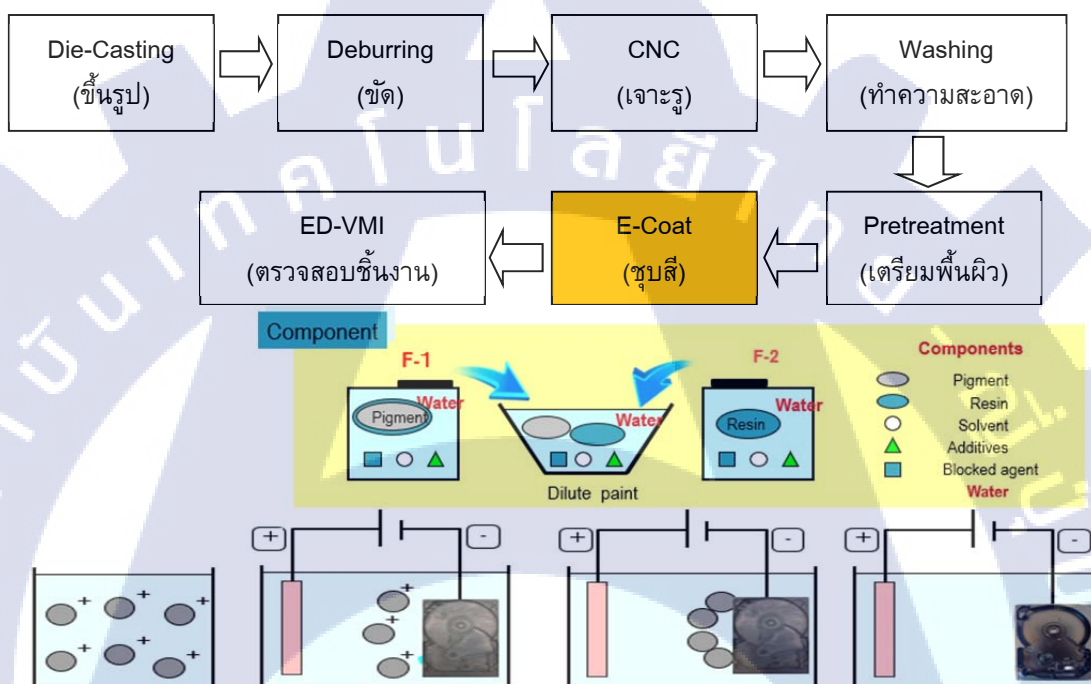


รูปที่ 13 ฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Base Plate Hard Disk Drive)

ศึกษาสภาพปัจจุบัน

บริษัทที่ศึกษาครั้งนี้ เป็นบริษัทที่รับผลิตฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Base Plate Hard Disk Drive) ตามคำสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งบริษัทดำเนินงานตั้งแต่กระบวนการขึ้นรูป ชุบสี เจาะรู และจัดส่งให้ลูกค้า การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาในขั้นตอนของงานชุบสี กระบวนการผลิตมีดังนี้

กระบวนการผลิต (Process Flow)



รูปที่ 14 กระบวนการผลิต

ที่มา : Nippon Paint (Thailand) Co.,Ltd. (2021). **PTC & CED Coating**. Online.

สภาพปัญหาปัจจุบัน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตของบริษัทระหว่างเดือน ตุลาคม 2563 ถึงเดือน มกราคม 2564 ผลที่ได้คือ ชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 8,405,280 ชิ้น มีของเสียทั้งหมด 46,743 ชิ้น ของเสียคิดเป็น 0.56% หากคิดในรูปแบบค่าเฉลี่ย 4 เดือนได้ว่า ชิ้นงานผลิตเฉลี่ย 2,101,320 ชิ้นต่อเดือน ของเสียเฉลี่ย 11,686 ชิ้นต่อเดือน ของเสียเฉลี่ยคิดเป็น 0.56%

ตารางที่ 2 ข้อมูลผลผลิตและของเสียก่อนการปรับปรุง

เดือน		ปริมาณการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	% ของเสีย
2563	ตุลาคม	1,936,045	12,307	0.64%
	พฤศจิกายน	2,007,790	10,376	0.52%
	ธันวาคม	2,181,181	11,427	0.52%
2564	มกราคม	2,280,264	12,633	0.55%
รวม		8,405,280	46,743	0.56%
ค่าเฉลี่ย		2,101,320	11,686	0.56%

จากนั้นนำข้อมูลของเสียรวมทั้งหมดที่ได้มาแจกแจงแยกตามลักษณะของเสีย เพื่อจัดลำดับความสำคัญและทำการคัดเลือกปัญหาเพื่อนำมาวิเคราะห์หาต้นเหตุของปัญหา จากนั้นทำการดำเนินการแก้ไข ผลดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณของเสีย แยกตามอาการ

ลักษณะของเสีย	จำนวนของเสีย (ชิ้น)				รวม
	2563			2564	
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	
Foreign Material	6,027	5,470	5,728	5,985	23,210
Fiber	4,808	3,016	3,573	4,055	15,452
Air Trap/Void	1,231	1,207	1,230	1,665	5,333
Pinhole Void	64	355	670	279	1,368
Oil Stain	169	324	209	630	1,332
Water Mark	8	4	17	19	48
รวม	12,307	10,376	11,427	12,633	46,743

ตัวอย่างลักษณะของเสีย

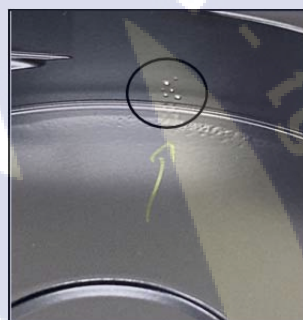
ตัวอย่างอาการของเสียที่พบในชิ้นงาน และมีการกำหนดชื่อเรียกให้เข้าใจตรงกัน ภายในบริษัท



รูปที่ 15 ลักษณะอาการของเสีย สิ่งแปลกปลอม (Foreign Material)



รูปที่ 16 ของเสียแบบเส้นใย (Fiber)



รูปที่ 17 ของเสียแบบฟองอากาศ (Air Trap)

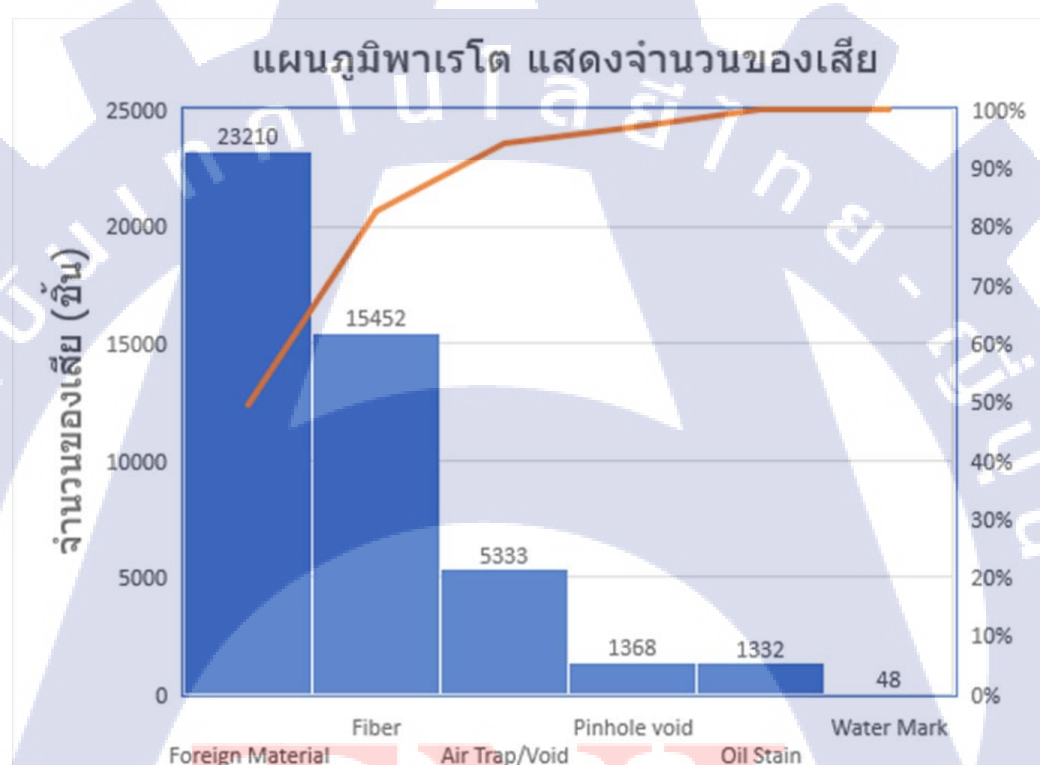
จากการแจกแจงของเสียตามลักษณะอาการทำให้เห็นจำนวนของอาการของเสีย และจำนวนของเสียในแต่ละอาการทำให้ สามารถทราบถึงปัญหาได้ชัดเจนขึ้น เพื่อนำไปสู่การคัดเลือกปัญหา เพื่อนำมาทำการแก้ไข

คัดเลือกหัวข้อปัญหา

จากข้อมูลที่รวบรวมนำมาแจกแจงโดยใช้แผนภูมิพาเรโต เพื่อกำหนดปัญหา นำมาหาสาเหตุ และทำการแก้ไข

ตารางที่ 4 จำนวนของเสีย ระหว่างเดือน ตุลาคม 2563 ถึง มกราคม 2564

ลักษณะของเสีย	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	จำนวนของเสียสะสม	%สะสม
Foreign Material	23,210	23,210	49.7
Fiber	15,452	38,662	82.7
Air Trap/Void	5,333	43,995	94.1
Pinhole Void	1,368	45,363	97.0
Oil Stain	1,332	46,695	99.9
Water Mark	48	46,743	100.0



รูปที่ 18 ประเภทและจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิต

จากการแจกแจงข้อมูล พบว่า ของเสียสะสมอันดับ 1 คือ ของเสียจากสิ่งแปลกปลอม (Foreign Material) อันดับ 2 คือ ของเสียจากเส้นใย (Fiber) อันดับ 3 คือ ของเสียจากฟองอากาศ (Air Trap) ซึ่งจากข้อมูลผู้ทำการศึกษา ได้เลือกปัญหาของเสียจากเส้นใย (Fiber) มาทำการแก้ไข ถึงแม้ว่าปริมาณของเสียจะเป็นลำดับที่ 2 แต่ด้วยเหตุที่ว่า ลักษณะของของเสียมีความชัดเจนกว่า ของเสียลำดับที่ 1 ซึ่งผู้ศึกษาพิจารณาแล้วว่าของเสียจากเส้นใย (Fiber) สามารถแก้ไขได้รวดเร็วกว่า และจะสามารถลดของเสียได้รวดเร็ว ส่งผลให้ของเสียรวมของกระบวนการลดลงได้เร็ว ทำให้บริษัทลดต้นทุนได้รวดเร็วขึ้น

วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากอาการของเสียจากเส้นใยปนเปื้อนชิ้นงาน ผู้ศึกษาได้ทำการตั้งสมมติฐานในการหาสาเหตุของการเกิดของเสียในกระบวนการชุบสี โดยใช้ QC 7 Tools มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้เครื่องมือแผนภูมิแก๊งปลา Cause & Effect Diagram โดยกำหนดให้หัวปลาเป็นปัญหาของเสียจากการปนเปื้อนเส้นใย ดังแสดงในรูป 19

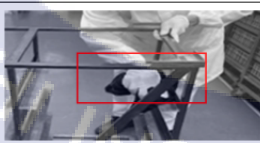


รูปที่ 19 แผนภูมิแก๊งปลาแสดงถึงสาเหตุของปัญหาของเสียจากการปนเปื้อนเส้นใย

จากแผนภูมิแก๊งปลาเพื่อให้ทราบและชัดเจนถึงต้นเหตุของปัญหาที่แท้จริงผู้ทำการศึกษาจึงได้นำแนวคิดหลักการ 3 Gen มาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยการลงพื้นที่ทำการสังเกตการทำงานของพนักงานในกระบวนการผลิต ตามหลักการดังนี้

1. Genba (เก็มปะ) คือ สถานที่จริง
2. Genbutsu (เก็มบุตสึ) คือ ชิ้นงานจริง
3. Genjitsu (เก็นจิสึ) คือ ข้อเท็จจริง

Potentials cause of fiber defect

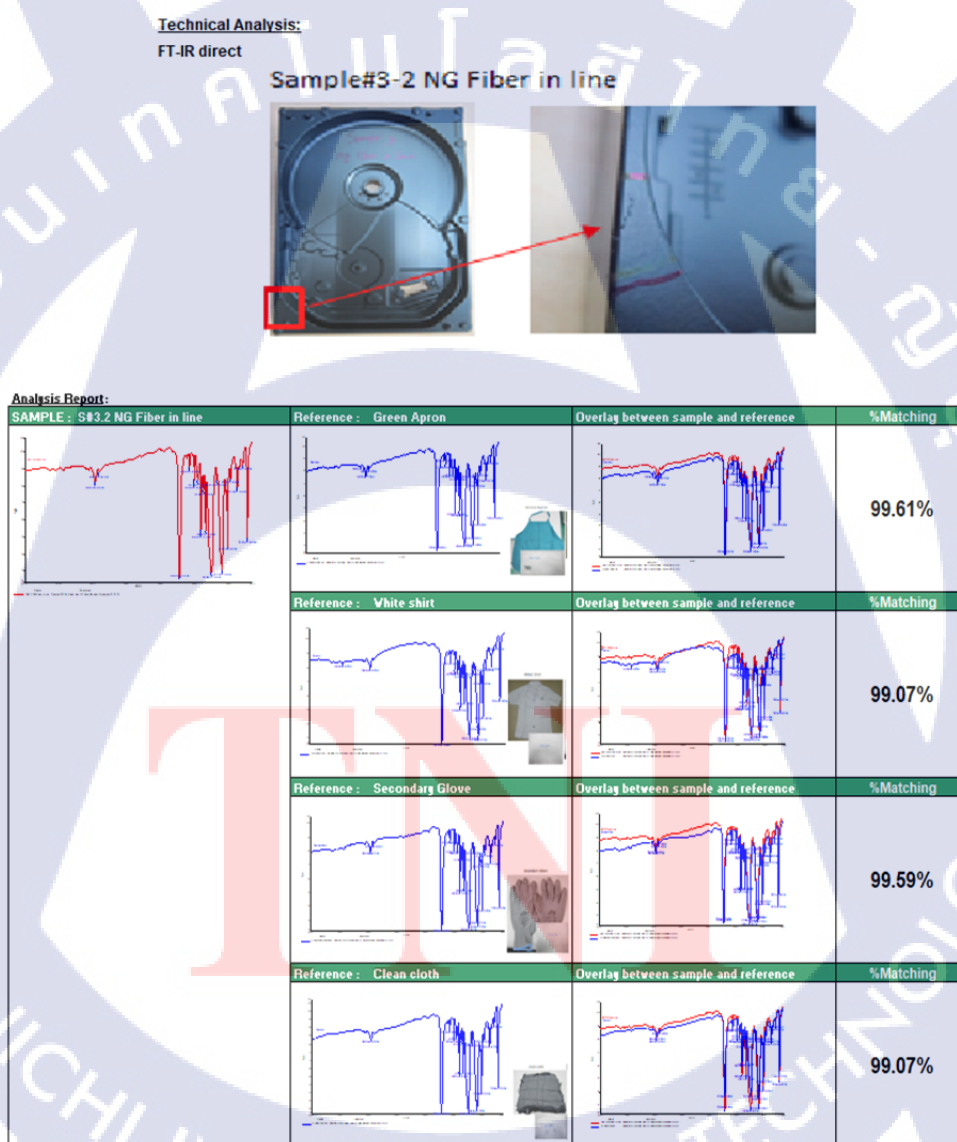
Process	Photo		Detail / Potentail cause
Die-Casting			1. พนักงานวางถุงมือไว้บนชิ้นงาน 2. ในขั้นตอนการ cleaning trimming พนักงานไม่ได้ถอดถุงมือที่ใช้หยิบเศษผ้า ทำความสะอาดออก
			ขณะพนักงานยกชิ้นงาน ชิ้นงานสัมผัสกับเสื้อผ้าพนักงาน
Deburring Shot Blast			ขณะพนักงานย้ายชิ้นงาน ชิ้นงานสัมผัสผ้ากันเปื้อนพนักงาน
			ขณะพนักงานนำชิ้นงานใส่ใน jig ชิ้นงานสัมผัสถุงมือ และผ้ากันเปื้อน
CNC			พนักงานได้ใช้เศษผ้าในการทำ ความสะอาด
Washing			ขณะพนักงานย้ายชิ้นงาน ชิ้นงานสัมผัสผ้ากันเปื้อนพนักงาน
Pretreatmeat			ขณะพนักงานย้ายชิ้นงาน ชิ้นงานสัมผัสผ้ากันเปื้อนพนักงาน
E-Coat Jigging			พนักงานได้ใช้เศษผ้าในการทำ ความสะอาด

รูปที่ 20 การลงสำรวจกระบวนการทำงาน

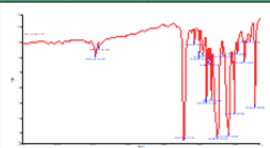
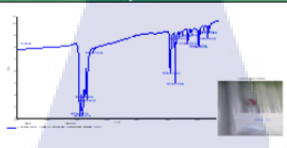
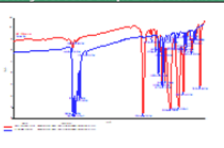
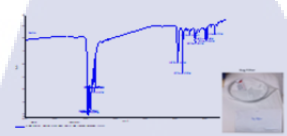
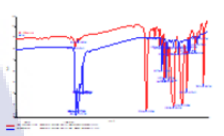
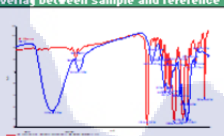
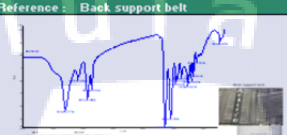
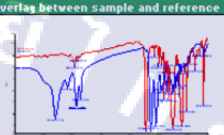
จากการลงพื้นที่ทำให้เห็นการทำงาน และประเด็นที่สงสัยได้ว่าปัญหา ชิ้นงานปนเปื้อนจากเส้นใย (Fiber) จากนั้นทำการพิสูจน์แหล่งที่มาของเส้นใยที่ปนเปื้อนในชิ้นงานว่ารูปแบบและองค์ประกอบของเส้นใยเป็นวัสดุชนิดใดด้วยเครื่อง FT-IR โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำเส้นใยที่ติดที่ชิ้นงาน ส่งให้ห้องปฏิบัติการทำการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้าง
2. นำเส้นใยจากวัสดุที่สงสัยส่งให้ห้องปฏิบัติการทำการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้าง
3. ทำการเปรียบเทียบโครงสร้างจากข้อที่ 1 และ 2 พิจารณาความเข้ากันได้ของโครงสร้าง

โดยดูจากเปอร์เซ็นต์
ผลที่ได้ดังนี้



รูปที่ 21 การ Matching Spectrum FT-IR

Analysis Report:			
SAMPLE : S#3.2 NG Fiber in line	Reference : Green Apron	Overlay between sample and reference	%Matching
			3.71%
	Reference : Bag Filter	Overlay between sample and reference	%Matching
			4.07%
	Reference : Paper box	Overlay between sample and reference	%Matching
			0.26%
	Reference : Back support belt	Overlay between sample and reference	%Matching
			1.07%

รูปที่ 21 การ Matching Spectrum FT-IR (ต่อ)

ผลจากห้องปฏิบัติการทำให้สรุปได้ว่า ปัญหาเส้นใยปนเปื้อนมีแหล่งที่มา 4 แหล่งคือ จากผ้ากันเปื้อน เสื้อเชิ้ตพนักงาน ถุงมือ และเศษผ้า แต่เนื่องจากเสื้อเชิ้ตพนักงานเป็นยูนิฟอร์มที่พนักงานทุกคนในโรงงานต้องใส่ จึงไม่สามารถเปลี่ยนได้ แต่สามารถป้องกันการสัมผัสได้ จึงสรุปได้ว่า ในการลดปัญหาของเสียจากการปนเปื้อนเส้นใย (Fiber) จะทำการขจัดแหล่งที่เป็นสาเหตุจาก 3 แหล่ง คือ จากผ้ากันเปื้อน ถุงมือ และเศษผ้า



รูปที่ 22 ผ้ากันเปื้อน ถุงมือ และเศษผ้าทำความสะอาด

พิจารณาและดำเนินการแก้ไขปัญหา

หลังจากทำการพิสูจน์เพื่อหาสาเหตุการปนเปื้อนเส้นใย (Fiber) ตามข้อมูลข้างต้นแล้วนั้น จึงได้ทำการแก้ไขต้นเหตุของปัญหาดังนี้

ตารางที่ 5 การแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนเส้นใย (Fiber)

ก่อนการแก้ไข	หลังการแก้ไข	รายละเอียด	วันที่ดำเนินการ
		ทำการเปลี่ยนผ้ากันเปื้อนจากเดิมที่เป็นเส้นใย Cotton เป็น ESD Anti-Static	26 มกราคม 2564
		ทำการเปลี่ยนถุงมือ PU เป็นหนังกันความร้อน สำหรับแผนก Die-Cast	27 มกราคม 2564
		เปลี่ยนการใช้เศษผ้าทำความสะอาด เป็นการเปลี่ยนใช้ Sponge แทน สำหรับแผนก CNC	26 มกราคม 2564

ผลการแก้ไขปัญหา

หลังจากทำการแก้ปัญหาของเสียจากการปนเปื้อนเส้นใย (Fiber) ได้ทำการติดตามผลและเก็บข้อมูลหลังการแก้ปัญหาระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ 2564 ถึง มิถุนายน 2564 ผลของเสียรวมทั้งหมดที่ได้แสดงดังตารางดังนี้

ตารางที่ 6 ข้อมูลผลผลิตและของเสียรวมหลังการปรับปรุง

เดือน		ปริมาณการผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	% ของเสีย
2564	กุมภาพันธ์	2,368,637	9,688	0.41%
	มีนาคม	2,219,013	7,015	0.32%
	เมษายน	2,060,419	5,698	0.28%
	พฤษภาคม	1,816,596	5,729	0.32%
	มิถุนายน	2,468,974	4,988	0.20%
รวม		10,933,639	33,118	0.30%
ค่าเฉลี่ย		2,186,728	6,624	0.30%

จากผลของเสียรวมหลังการแก้ไขปรับปรุง ดำเนินการแจกแจงแยกตามลักษณะของเสียหลังดำเนินการแก้ไข เพื่อพิจารณาผลการแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนเส้นใย (Fiber) สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ได้คาดหวังไว้หรือไม่ ผลดังแสดงในตารางที่ 7

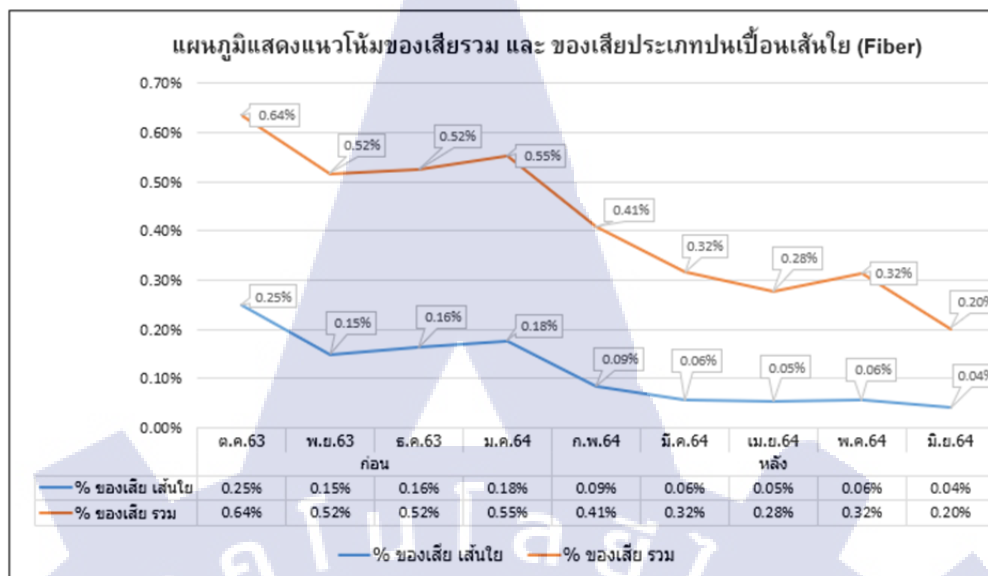
ตารางที่ 7 ปริมาณของเสียหลังการปรับปรุง แยกตามอาการ

ลักษณะของเสีย	จำนวนของเสีย (ชิ้น)					รวม
	2564					
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	
Foreign Material	4,519	3,653	3,150	3,067	2,538	16,927
Fiber	2,014	1,241	1,093	1,010	1,009	6,367
Air Trap/Void	1,627	1,605	961	1,432	1,129	6,754
Pinhole Void	534	116	83	41	94	868
Oil Stain	671	290	156	66	99	1,282
Water Mark	323	110	255	113	119	920
รวม	9,688	7,015	5,698	5,729	4,988	33,118

พิจารณาของเสียประเภท ของเสียจากการปนเปื้อนเส้นใย (Fiber) ที่ได้ทำการแก้ไข ปัญหาเพื่อเปรียบเทียบผลก่อน และหลังการปรับปรุง ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบปริมาณของเสียรวม และประเภทปนเปื้อนเส้นใย (Fiber) ก่อน และหลัง การปรับปรุง

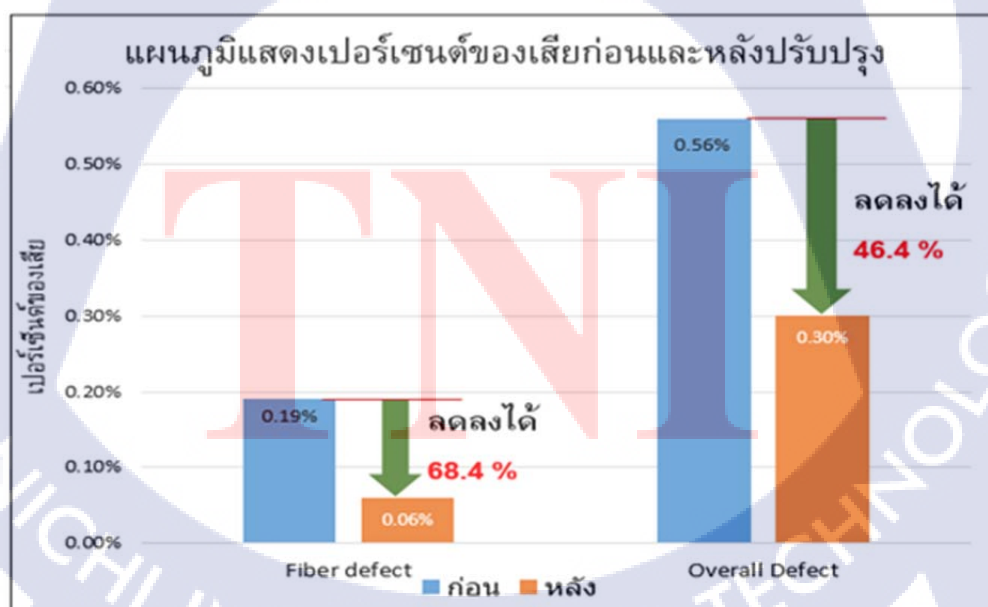
เดือน		ปริมาณผลิต	ของเสียรวม (ชิ้น)	ของเสียประเภท ปนเปื้อนเส้นใย (ชิ้น)	% ของเสีย	
					เส้นใย	รวม
ก่อน	ต.ค.63	1,936,045	12,307	4,808	0.25%	0.64%
	พ.ย.63	2,007,790	10,376	3,016	0.15%	0.52%
	ธ.ค.63	2,181,181	11,427	3,573	0.16%	0.52%
	ม.ค.64	2,280,264	12,633	4,055	0.18%	0.55%
	เฉลี่ย	2,101,320	11,686	3,863	0.19%	0.56%
หลัง	ก.พ.64	2,368,637	9,688	2,014	0.09%	0.41%
	มี.ค.64	2,219,013	7,015	1,241	0.06%	0.32%
	เม.ย.64	2,060,419	5,698	1,093	0.05%	0.28%
	พ.ค.64	1,816,596	5,729	1,010	0.06%	0.32%
	มิ.ย.64	2,468,974	4,988	1,009	0.04%	0.20%
	เฉลี่ย	2,186,728	6,624	1,273	0.06%	0.30%



รูปที่ 23 แผนภูมิแสดงแนวโน้มของเสียรวม และของเสียประเภทปนเปื้อนเส้นใย (Fiber)

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียเฉลี่ยก่อน และหลังปรับปรุง

	ก่อน	หลัง	คิดเป็น
ของเสียประเภทเส้นใย (Fiber)	0.19%	0.06%	68.4%
ของเสียรวม	0.56 %	0.30%	46.4%

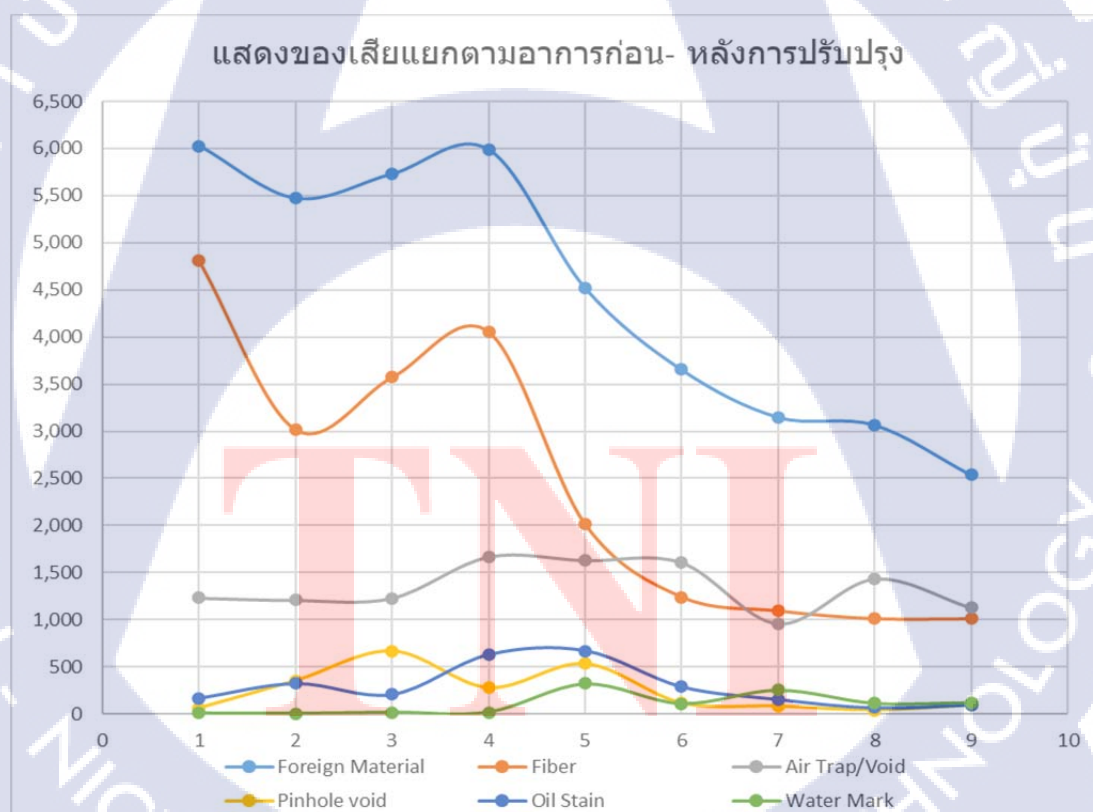


รูปที่ 24 แผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียก่อน และหลังปรับปรุง

จากผลการดำเนินการปรับปรุง พบว่าสามารถลดของเสียเฉลี่ยจากการปนเปื้อนเส้นใย (Fiber) จากเดิม 0.19 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 0.06 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ 68.4 และส่งผลทำให้ของเสียรวมเฉลี่ยลดลงจากเดิม 0.56 เปอร์เซ็นต์ เหลือ 0.30 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ 46.4

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบข้อมูลของเสียแยกตามอาการก่อน และหลังปรับปรุง

ลักษณะของเสีย	จำนวนของเสียก่อนการปรับปรุง (ชิ้น)				จำนวนของเสียหลังการปรับปรุง (ชิ้น)				
	2563				2564				
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
Foreign Material	6,027	5,470	5,728	5,985	4,519	3,653	3,150	3,067	2,538
Fiber	4,808	3,016	3,573	4,055	2,014	1,241	1,093	1,010	1,009
Air Trap/Void	1,231	1,207	1,230	1,665	1,627	1,605	961	1,432	1,129
Pinhole Void	64	355	670	279	534	116	83	41	94
Oil Stain	169	324	209	630	671	290	156	66	99
Water Mark	8	4	17	19	323	110	255	113	119
รวม	12,307	10,376	11,427	12,633	9,688	7,015	5,698	5,729	4,988



รูปที่ 25 ของเสียแยกตามอาการก่อน และหลังปรับปรุง

จากตารางที่ 10 และรูปที่ 25 จะเห็นว่าของเสียชนิดอื่นๆ ที่ไม่ได้ทำการแก้ไขมีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะของเสียที่เกิดจากสิ่งแปลกปลอม (Foreign Material) ซึ่งจากการวิเคราะห์ถึงเหตุผลที่เป็นไปได้ที่ทำให้ของเสียชนิดนี้ลดลง เนื่องมาจากการเกิดของเสียชนิดนี้ เกิดมาจากสิ่งแปลกปลอมติดที่ชิ้นงานก่อนที่จะทำการชุบสี จากการที่ได้ทำการแก้ไขของเสียจากการปนเปื้อนเส้นใย (Fiber) ที่มีการเปลี่ยนการใช้วัสดุ มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ พนักงานตระหนักถึงความสะอาด และระมัดระวังในการหยิบจับชิ้นงาน จึงเป็นเหตุส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนชิ้นงานลดลง จะมีผลทำให้ของเสียที่เกิดจากสิ่งแปลกปลอม (Foreign Material) ลดลงตามด้วย

จัดทำเป็นมาตรฐานการทำงาน

จากผลการศึกษา พบว่าแนวทางในการดำเนินการสามารถลดของเสียจากการปนเปื้อนเส้นใยได้ และเห็นว่าความสะอาดในกระบวนการผลิต และความใส่ใจตระหนักของพนักงานล้วนส่งผลทำให้ของเสียที่เกิดจากการปนเปื้อนต่างๆ ลดลงได้ จึงได้จัดทำเป็นเอกสารภายใน และสื่อสารให้ผู้เกี่ยวข้องรับทราบ และนำไปปฏิบัติ

บทที่ 4

สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาเรื่อง การลดการลดของเสียในกระบวนการชุบฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ด้วยแนวคิด QC 7 Tools บริษัทที่ทำการศึกษาดำเนินธุรกิจการผลิตฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ตั้งแต่กระบวนการขึ้นรูป เจาะรู และชุบสี ผู้ศึกษาได้ศึกษาสภาพปัจจุบันและเก็บข้อมูลก่อน และ หลังการแก้ไขรวมระยะเวลาทั้งหมด 9 เดือน ได้ผลสรุปดังนี้

ระหว่างเดือน ตุลาคม 2563 ถึง เดือนมกราคม 2564 ผลที่ได้คือ ชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 8,405,280 ชิ้น มีของเสียทั้งหมด 46,743 ชิ้น ของเสียคิดเป็น 0.56% หากคิดในรูปแบบค่าเฉลี่ย 4 เดือนได้ว่า ชิ้นงานผลิตเฉลี่ย 2,101,320 ชิ้นต่อเดือน ของเสียเฉลี่ย 11,686 ชิ้นต่อเดือน ของเสียเฉลี่ยคิดเป็น 0.56% จากนั้นได้นำข้อมูลมาแจกแจงเป็นแต่ละประเภทของของเสียใช้แผนภูมิพาเรโต เพื่อคัดเลือกปัญหาที่จะทำการแก้ไข

ตารางที่ 11 ปริมาณของเสีย แยกตามอาการ

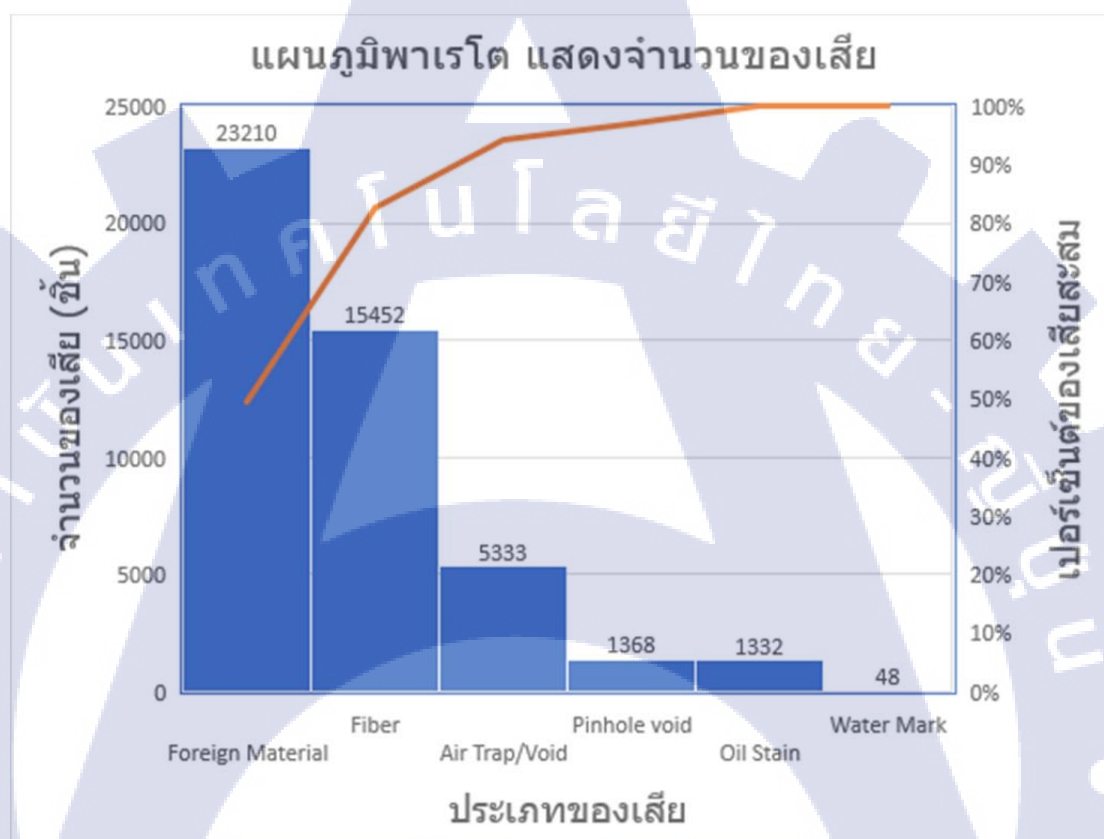
ลักษณะของเสีย	จำนวนของเสีย (ชิ้น)				รวม
	2563			2564	
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	
Foreign Material	6,027	5,470	5,728	5,985	23,210
Fiber	4,808	3,016	3,573	4,055	15,452
Air Trap/Void	1,231	1,207	1,230	1,665	5,333
Pinhole Void	64	355	670	279	1,368
Oil Stain	169	324	209	630	1,332
Water Mark	8	4	17	19	48
รวม	12,307	10,376	11,427	12,633	46,743

ตารางที่ 12 จำนวนของเสีย ระหว่างเดือน ตุลาคม 2563 ถึง มกราคม 2564

ลักษณะของเสีย	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	จำนวนของเสียสะสม	%สะสม
Foreign Material	23,210	23,210	49.7
Fiber	15,452	38,662	82.7
Air Trap/Void	5,333	43,995	94.1

ตารางที่ 12 จำนวนของเสีย ระหว่างเดือน ตุลาคม 2563 ถึง มกราคม 2564 (ต่อ)

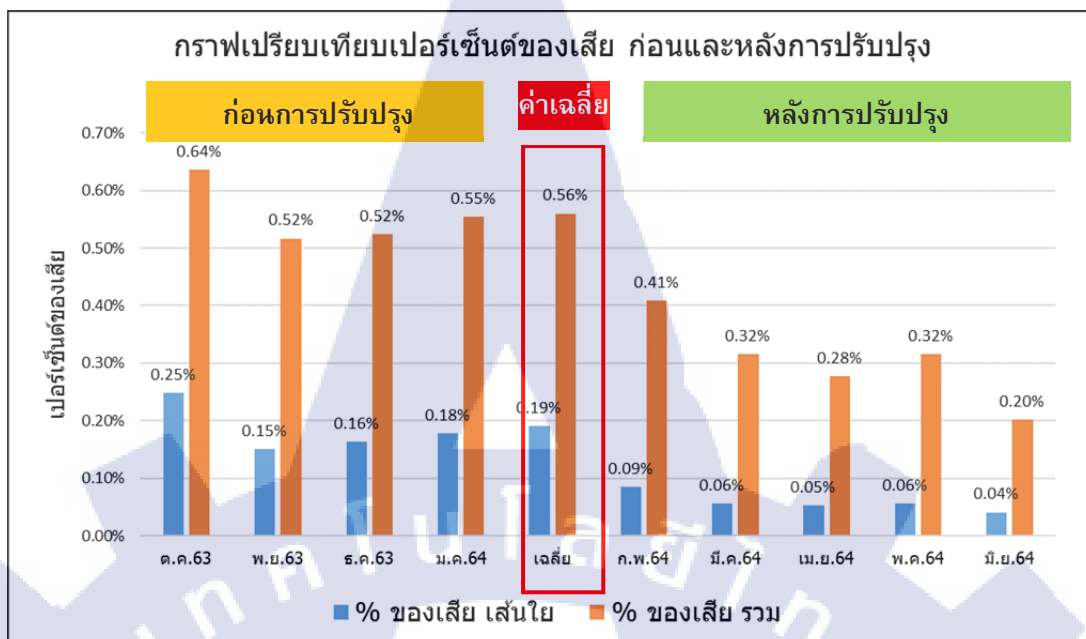
ลักษณะของเสีย	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	จำนวนของเสียสะสม	%สะสม
Pinhole Void	1,368	45,363	97.0
Oil Stain	1,332	46,695	99.9
Water Mark	48	46,743	100.0



รูปที่ 26 แผนภูมิแสดงของเสียแยกตามประเภท

จากการแจกแจงข้อมูล ได้ทำการคัดเลือก อาการของเสียจากการปนเปื้อนเส้นใย (Fiber) มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ และดำเนินการแก้ไขเพื่อลดของเสียจากอาการดังกล่าว

จากผลการปรับปรุงหลังดำเนินการยอดการผลิตเฉลี่ย 5 เดือน (กุมภาพันธ์ ถึง มิถุนายน 2564) เท่ากับ 2,186,728 ชิ้น ของเสียรวมทุกอาการ เท่ากับ 6,624 ชิ้น คิดเป็น 0.30 เปอร์เซนต์ ของยอดการผลิต และของเสียจากอาการปนเปื้อนเส้นใย (Fiber) เท่ากับ 1,273 ชิ้นคิดเป็น 0.06 เปอร์เซนต์ ดังแสดงในกราฟต่อไปนี้



รูปที่ 27 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง

จากข้อมูล พบว่า ของเสียจากเส้นใย และของเสียรวมมีแนวโน้มลดลง เป็นผลมาจากการดำเนินการปรับปรุง แต่ยังคงพบว่ามีของเสียจากเส้นใย ยังไม่เป็นศูนย์ สืบเนื่องมาจากอาจมีเส้นใยตกค้างในบ่อสี ซึ่งในกระบวนการจะมีการถ่ายบ่อสีทุก 1 เดือน ในลักษณะการถ่ายสีจากบ่อผ่านเครื่องกรอง แล้วสูบกลับไปยังบ่อสี จากนั้นเติมสีของใหม่ให้ได้ระดับ (ไม่มีการถ่ายสีทิ้งแล้วเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด เนื่องจากต้นทุน) ซึ่งอาจส่งผลให้มีเส้นใยตกค้างได้ แต่มีแนวโน้มลดลง ด้วยลักษณะกระบวนการแบบนี้ บริษัทพิจารณาถึงความคุ้มค่า จึงได้กำหนดเกณฑ์ยอมรับ ให้เกิดของเสีย จากเส้นใยได้ ไม่เกิน 0.05 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตรวมทั้งหมดต่อเดือน และของเสียรวมทุกอาการ ไม่เกิน 0.20 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตรวมทั้งหมดต่อเดือน

จากการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขทำให้บริษัทสามารถลดต้นทุนได้ ดังนี้

ราคาต้นทุนต่อหน่วย เท่ากับ 59.92 บาท

1. ของเสียรวมเฉลี่ย ก่อนปรับปรุง 11,686 ชิ้น คิดเป็นเงินเท่ากับ 700,225 บาท
2. ของเสียจากเส้นใยเฉลี่ย ก่อนปรับปรุง 3,863 ชิ้น คิดเป็นเงินเท่ากับ 231,471 บาท
3. ของเสียรวมเฉลี่ย หลังปรับปรุง 6,624 ชิ้น คิดเป็นเงินเท่ากับ 396,910 บาท
4. ของเสียจากเส้นใยเฉลี่ย หลังปรับปรุง 1,273 ชิ้น คิดเป็นเงินเท่ากับ 76,218 บาท

ทำให้ลดต้นทุนได้เฉลี่ยเดือนละ $700,225 - 396,910$ บาท = 303,315 บาท คิดเป็นต้นทุนเฉลี่ยที่ลดได้ 43.32 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนเฉลี่ยก่อนการปรับปรุง

จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้สามารถสรุปได้ว่า การกำหนดวิธีการทำงาน การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ รวมไปถึงอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล ล้วนแต่มีผลกระทบกับการทำงาน และกระบวนการผลิต การควบคุมการทำงานพนักงาน และควรสื่อสารปัญหา ลักษณะของของเสีย และผลกระทบด้านคุณภาพให้กับพนักงานทราบ เพื่อสร้างความตระหนัก และการรับรู้ให้กับพนักงาน เพราะพนักงานที่อยู่ในกระบวนการผลิตมีส่วนสำคัญอย่างมาก เพราะการแข่งขันของธุรกิจในปัจจุบันมีการแข่งขันด้านราคา และคุณภาพ และหลังจากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ผู้ศึกษามีความรู้ ความเข้าใจในการแก้ไขปัญหาอย่างมีระบบ มีขั้นตอน เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลดี และมีแนวทางที่จะนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาอื่นๆ ต่อไป

ข้อเสนอแนะ และความคิดเห็น

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาปรับปรุงโดยอาศัยแนวคิดการแก้ไขปัญหาที่นำ QC 7 Tools มาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล กับวิเคราะห์ และการแก้ไข จากการศึกษาทำให้ผู้ศึกษาทราบว่า การร่วมมือ การแสดงความคิดเห็น และการเข้าใจปัญหาหน้างานของทีมงานมีส่วนสำคัญในการแก้ไขปัญหาให้สำเร็จ และการสำรวจหน้างานจริง ทำให้ผู้ศึกษาเข้าใจสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตได้ดี ซึ่งผู้ทำการศึกษามองว่าเป็นส่วนที่สำคัญมากในการที่จะแก้ไขปัญหาไม่ว่าจะเป็นปัญหาใดๆ ก็ตาม

ขอแนะนำในที่นี้จะรักษาตามแนวทางที่ได้กำหนดจากการแก้ไขปรับปรุง ให้มีความยั่งยืน ผู้ศึกษาเห็นควรให้มีการควบคุมและรักษามาตรฐาน การตรวจสอบหน้างานเป็นระยะ เพื่อให้พนักงานปฏิบัติงานตามมาตรฐานที่วางไว้ และเพื่อให้ของเสียรวมของบริษัทลดลง ผู้ศึกษาเห็นว่าในการศึกษาครั้งต่อไปควรแก้ปัญหของเสียจาก อาการของเสียจากสิ่งแปลกปลอม (Foreign Material) ซึ่งเป็นอาการของเสียที่มีจำนวนชิ้นงานเสียมากเป็นอันดับ 1 เท่ากับ 49.7 เปอร์เซนต์ของของเสียทั้งหมด และจะส่งผลให้ของเสียรวมลดลงอย่างมาก

ประโยชน์ที่ได้รับ

จากการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้รับประโยชน์ดังนี้

1. ได้เข้าใจกระบวนการชุปฐานรองฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และปัญหาจากอาการของเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต
2. ได้เข้าใจกระบวนการวิเคราะห์หาสาเหตุ การแก้ไขปัญหา และเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา
3. ได้แนวทางและหลักการที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในกระบวนการผลิตในอนาคต
4. บริษัทสามารถลดต้นทุนในการผลิต

บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). **การแก้ไขปัญหาธุรกิจด้วยวิธีทางสถิติ (SPC)**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- . (2556). **หลักการควบคุมคุณภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- กะทียะ, โฮโซตานิ. (2549). **การแก้ปัญหาแบบ QC วิธีแก้ปัญหาในงานตามแบบฉบับญี่ปุ่น**. แปลโดย วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- โทโมโซ, โกบาตะ. (2542). **5G เพื่อการพัฒนาคุณภาพ : 5-Gen Shugi Nyuumon**. แปลโดย ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ธนัญกีสิขณ์ บำรุงอัญญ์สกุล. (2556). **7QC - Histogram**. สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2564, จาก <https://a1.gotoknow.org/posts/345308>.
- รตามณี อิทธิพรหม; สมฤทัย ดัชนี; และชาญณรงค์ สายแก้ว. (2556, กรกฎาคม-กันยายน). การลดของเสียในการผลิตขวดพลาสติกสำหรับอุตสาหกรรมน้ำดื่ม. วารสาร มข. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 40(3) : 437-446.
- วรนุช บุญกลิ่น. (2555). **การประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 Tolls เพื่อลดของเสียในกระบวนการฉีดเข้าแม่พิมพ์ กรณีศึกษา โรงงานผลิตแปรงสีฟัน**. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการวิสาหกิจสำหรับผู้บริหาร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- วรรณ ฆงพิศาลภพ. (2564). **แนวโน้มธุรกิจอุตสาหกรรม ปี 2564-66 อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ธนาคารกรุงศรีอยุธยา**. สืบค้นเมื่อ 10 กรกฎาคม 2564, จาก https://www.krungsri.com/getmedia/IO_Electronics_210315_TH_EX.pdf.aspx.
- สายชล เกตุแก้ว. (2555). **การลดของเสียในกระบวนการผลิตวาล์วควบคุมแรงดันในยางรถยนต์รุ่น TR413 ด้วยเครื่องมือ QC 7 Tools**. สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการวิสาหกิจสำหรับผู้บริหาร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- เสขสัน นาคพวง; ศักดิ์ชาย รักการ; และจีรวัฒน์ ปล้องใหม่. (2563, พฤษภาคม-สิงหาคม). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร. วารสารเกษมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต. 10(3) : 14-16.
- สุทธิโรจน์ ศิวฐานุพงศ์. (2559). **การประยุกต์ใช้หลักการผลิตแบบลีนในการเพิ่มกำลังการผลิตของกระบวนการผลิตปลาเส้น**. สารนิพนธ์ บธ.ม. (บริหารธุรกิจ). นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

อนุรักษ์ ฐานิสสร. (2559). การลดของเสียในกระบวนการผลิตลับ U ด้วย QC 7 Tools.
สารนิพนธ์ บธ.ม. (การจัดการอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

Nippon Paint (Thailand) Co.,Ltd. (2021). **PTC & CED Coating**. Retrieved July
11, 2021, from [http://www.nipponpaint.co.th/products/industrial/automotive/
ced.php](http://www.nipponpaint.co.th/products/industrial/automotive/ced.php).



ภาคผนวก

TNI

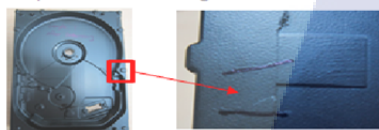
ภาคผนวก ก.

ข้อมูลการวิเคราะห์โครงสร้างสารด้วย FT-IR

TNI

Technical Analysis:
FT-IR direct

Sample#1 After Deburring

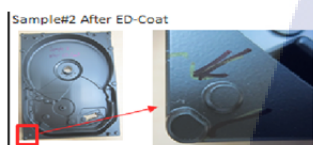


Analysis Report

SAMPLE : S#1 After Deburring	Reference : Green Apron	Overlay between sample and reference	%Matching
			99.11%
	Reference : White shirt	Overlay between sample and reference	%Matching
			99.40%
	Reference : Secondary Glove	Overlay between sample and reference	%Matching
			98.97%
	Reference : Clean cloth	Overlay between sample and reference	%Matching
			98.70%
	Reference : Cartridge Filter	Overlay between sample and reference	%Matching
			3.55%
	Reference : Bag Filter	Overlay between sample and reference	%Matching
			3.90%
	Reference : Paper box	Overlay between sample and reference	%Matching
			0.67%
	Reference : Back support belt	Overlay between sample and reference	%Matching
			1.07%

รูปที่ 28 การวิเคราะห์โครงสร้างสารด้วย FT-IR ตัวอย่างจาก After Deburring

Technical Analysis:
FT-IR direct

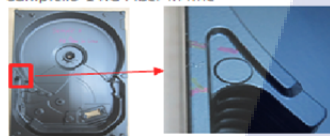


Analysis Results			
SAMPLE : S#2 After ED-Coat	Reference : Green Apron	Overlay between sample and reference	%Matching
			98.68%
	Reference : White shirt	Overlay between sample and reference	%Matching
			98.11%
	Reference : Secondary Glove	Overlay between sample and reference	%Matching
			99.12%
	Reference : Clean cloth	Overlay between sample and reference	%Matching
			99.31%
	Reference : Cartridge Filter	Overlay between sample and reference	%Matching
			3.54%
	Reference : Bag Filter	Overlay between sample and reference	%Matching
			3.99%
	Reference : Paper box	Overlay between sample and reference	%Matching
			0.61%
	Reference : Back support belt	Overlay between sample and reference	%Matching
			2.76%

รูปที่ 29 การวิเคราะห์โครงสร้างสารด้วย FT-IR ตัวอย่างจาก After ED-Coat

Technical Analysis:
FT-IR direct

Sample#3-1 NG Fiber in line



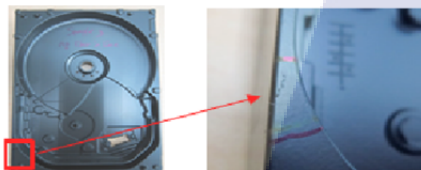
Analysis Report:

SAMPLE : S#3.1 NG Fiber in line	Reference : Green Apron	Overlay between sample and reference	% Matching
			98.70%
	Reference : White shirt	Overlay between sample and reference	% Matching
			99.25%
	Reference : Secondary Glove	Overlay between sample and reference	% Matching
			99.23%
	Reference : Clean cloth	Overlay between sample and reference	% Matching
			99.46%
	Reference : Cartidge Filter	Overlay between sample and reference	% Matching
			3.81%
	Reference : Bag Filter	Overlay between sample and reference	% Matching
			4.21%
	Reference : Paper box	Overlay between sample and reference	% Matching
			0.66%
	Reference : Back support belt	Overlay between sample and reference	% Matching
			1.55%

รูปที่ 30 การวิเคราะห์โครงสร้างสารด้วย FT-IR ตัวอย่างจาก In Line (3.1)

Technical Analysis:
FT-IR direct

Sample#3-2 NG Fiber in line



Analysis Report:			
SAMPLE : SW3.2 NG Fiber in line	Reference : Green Apron	Overlay between sample and reference	% Matching
			99.61%
	Reference : White shirt	Overlay between sample and reference	% Matching
			99.07%
	Reference : Secondary Glove	Overlay between sample and reference	% Matching
			99.59%
	Reference : Clean cloth	Overlay between sample and reference	% Matching
			99.07%
	Reference : Cartridge Filter	Overlay between sample and reference	% Matching
			3.71%
	Reference : Bag Filter	Overlay between sample and reference	% Matching
			4.07%
	Reference : Paper box	Overlay between sample and reference	% Matching
			0.26%
	Reference : Back support belt	Overlay between sample and reference	% Matching
			1.07%

รูปที่ 31 การวิเคราะห์โครงสร้างสารด้วย FT-IR ตัวอย่างจาก In Line (3.2)