การลดต้นทุนคุณภาพรวมในการประกอบชุดหัวอ่าน

นางสาววารี ด่านสกุลเจริญกิจ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TOTAL QUALITY COST REDUCTION IN HEAD STACK ASSEMBLING

Miss Wari Dansakuncharoenkit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดต้นทุนคุณภาพรวมในการประกอบชุดหัวอ่าน
โดย	นางสาววารี ด่านสกุลเจริญกิจ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล)

วารี ด่านสกุลเจริญกิจ : การลดต้นทุนคุณภาพรวมในการประกอบชุดหัวอ่าน.
(TOTAL QUALITY COST REDUCTION IN HEAD STACK ASSEMBLING)
อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก :รศ. ดำรง ทวีแสงสกุลไทย, 160 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้เทคนิคการวัดต้นทุนคุณภาพสำหรับการประกอบชุดหัวอ่านของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เพื่อแสดงระดับต้นทุนคุณภาพของกระบวนการปัจจุบันและใช้เป็นเครื่องมือในการชี้บ่งปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนคุณภาพรวมถึงปัญหาทางด้านคุณภาพของกระบวนการผลิต โดยเริ่มจากการกำหนดรายการต้นทุนตามองค์ประกอบของต้นทุนคุณภาพ และการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณต้นทุนคุณภาพปัจจุบัน จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพโดยจัดลำดับตามรายการต้นทุนที่ส่งผลต่อต้นทุนคุณภาพ นำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยผังก้างปลาร่วมกับการวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบ เพื่อคัดเลือกสาเหตุและกำหนดแนวทางการปรับปรุงโดยลดโอกาสในการเกิดปัญหาและเพิ่มความสามารถในการตรวจจับ ในงานวิจัยนี้เน้นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนความล้มเหลวเป็นหลัก แนวทางดำเนินการ ได้แก่ การทบทวนและกำหนดมาตรฐานวิธีการปฏิบัติงานที่เหมาะสม รวมถึงข้อควรระวังต่างๆ จัดทำเป็นเอกสารสำหรับอบรมพนักงาน และการตรวจติดตามคุณภาพของเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตเพื่อลดโอกาสในการเกิดชิ้นงานบกพร่อง

ผลการปฏิบัติงานบนสินค้าตัวอย่าง 2 แบบ ได้แก่ สินค้า A เป็นสินค้าที่มีของเสียน้อย และสินค้า B เป็นสินค้าที่มีของเสียมาก ต้นทุนคุณภาพรวมต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปของสินค้า A ลดลงจาก 1.47% เหลือ 1.34% ลดลงได้ 8.84% ต้นทุนความล้มเหลวลดลงจาก 0.41% เหลือ 0.27% ลดลงได้ 34.15% ต้นทุนการป้องกันไม่เปลี่ยนแปลงอยู่ที่ 0.74% ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพเพิ่มขึ้นจาก 0.32% เป็น 0.33% เพิ่มขึ้น 3.13% ต้นทุนคุณภาพรวมต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปของสินค้า B ลดลงจาก 1.12% เหลือ 1.08% ลดลงได้ 3.57% โดยต้นทุนความล้มเหลวลดลงจาก 0.37% เหลือ 0.33% ลดลงได้ 10.81% ต้นทุนการป้องกันเพิ่มขึ้น 0.50% เหลือ 0.52% เพิ่มขึ้น 4.00% และ ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพลดลงจาก 0.25% เหลือ 0.23% ลดลง 8.00%

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ.....ลายมือชื่อ.....วารี ด่านสกุลเจริญกิจ.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา.....2553.....

5071445721 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : QUALITY COST / COST REDUCTION / HEAD STACK

WARI DANSAKUNCHAROENKIT : TOTAL QUALITY COST REDUCTION IN HEAD STACK ASSEMBLING. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF DAMRONG THAWESAENGSKULTHAI, 160 pp.

The Prevention – Appraisal – Failure Cost Element Method (PAF Model) which is one of techniques about the cost of quality has been applied to the head stack assembly process in the hard disk drive industry in order to measure the cost of quality and use as a tool to identify problems related to the cost of quality, including the quality problems in the process.

Research methodology has begun with identified factors, which related to the cost of quality, and data collecting for the cost of quality. Cost elements, which impacted to the total cost of quality, have been analyzed and prioritized. Then each problem has been defined and analyzed by using the Fish Bone diagram and then the FMEA tool to find the potential causes and improvement plans. In this research, the problems of failure costs have been mainly focused. Improvement plans have been used such as correcting the standard procedure of work instruction, providing Do and Don't awareness, and monitoring tooling performances in order to minimize excursions which may damage parts.

As a result of two types of products which are product A - low scrap cost and high yield, and product B - high scrap cost and low yield, the total cost of quality of products A could be reduced from 1.47% to 1.34% or 8.84% of reduction while the total cost of quality of product B could be reduced from 1.12% to 1.08% or 3.57% of reduction.

Department : Industrial Engineering Student's Signature วารี ดำนุสักลเจริญกิจ

Field of Study : Industrial Engineering Advisor's Signature

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทธยานิพนธ์ฉบับนี้มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ และ รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์และแนะนำข้อคิดเห็นเพิ่มเติมอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย

ขอขอบพระคุณทางผู้บริหารและพนักงานทุกท่านของโรงงานกรณีศึกษาที่ได้สละเวลาช่วยเหลือให้ข้อมูลตลอดจนให้ความร่วมมือและให้คำแนะให้การทำงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง รวมถึงเพื่อนทุกคนที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดจนขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ผู้วิจัย จนสามารถทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฐ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ..... 1

1.2 แนวคิดและวิธีการดำเนินงาน..... 4

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 5

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย..... 5

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 5

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7

2.1 ต้นทุนการผลิต..... 7

2.1.1 ต้นทุนและค่าใช้จ่าย..... 7

2.1.2 องค์ประกอบของต้นทุนการผลิต..... 7

2.1.3 ระบบต้นทุนการผลิต..... 8

2.2 ต้นทุนคุณภาพ..... 9

2.2.1 ความหมายของต้นทุนคุณภาพ..... 9

2.2.2 องค์ประกอบของต้นทุนคุณภาพ..... 9

2.2.3 รูปแบบทางเศรษฐศาสตร์ของต้นทุนคุณภาพ..... 11

2.2.4 วิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนคุณภาพ..... 13

2.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพ..... 14

2.2.6 ประโยชน์ของต้นทุนคุณภาพ..... 15

2.2.7 การปรับปรุงคุณภาพและการลดต้นทุนคุณภาพอย่างต่อเนื่อง..... 16

บทที่ หน้า

2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 16
2.3.1 งานวิจัยเกี่ยวกับต้นทุนคุณภาพ..... 16
2.3.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ต้นทุนคุณภาพในอุตสาหกรรมต่างๆ..... 17
2.3.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการลดต้นทุนคุณภาพและการหาจุดเหมาะสมของต้นทุนคุณภาพ..... 18
3. การศึกษาสภาพโดยทั่วไปและปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา..... 19
3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานตัวอย่าง..... 19
3.1.1 กระบวนการประกอบชุดหัวอ่าน..... 19
3.1.2 การวัดผลของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่าน..... 21
3.1.3 การควบคุมคุณภาพการผลิตชุดหัวอ่าน..... 21
3.2 การศึกษาสภาพปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา..... 22
3.2.1 การเลือกสินค้าตัวอย่างเพื่อทำการศึกษา..... 22
3.2.2 การวิเคราะห์เพื่อกำหนดต้นทุนคุณภาพของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่าน..... 24
3.2.3 รายการต้นทุนคุณภาพของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่าน..... 26
3.2.4 การคำนวณต้นทุนคุณภาพ..... 28
4. ข้อมูลคุณภาพและต้นทุนคุณภาพของการผลิตชุดหัวอ่าน..... 33
4.1 ข้อมูลคุณภาพและต้นทุนคุณภาพของสินค้า A..... 33
4.1.1 ข้อมูลคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A..... 33
4.1.2 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A..... 34
4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A..... 36
4.1.4 การระบุปัญหาเพื่อดำเนินการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A..... 38
4.1.5 การแจกแจงข้อมูลต้นทุนคุณภาพและข้อมูลคุณภาพก่อนการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A..... 38
4.2 ข้อมูลคุณภาพและต้นทุนคุณภาพของสินค้า B..... 43
4.2.1 ข้อมูลคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B..... 43
4.2.2 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B..... 44
4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B..... 46
4.2.4 การระบุปัญหาเพื่อดำเนินการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B..... 48
4.2.5 การแจกแจงข้อมูลต้นทุนคุณภาพและข้อมูลคุณภาพก่อนการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B..... 48

บทที่ หน้า
5. การปรับปรุงและการนำเสนอทางเลือกเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพรวม..... 54
5.1 การลดต้นทุนคุณภาพของสินค้า A..... 54
5.1.1 การปรับปรุงคุณภาพของสินค้า A..... 54
5.1.2 ผลการปรับปรุงคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A..... 76
5.1.3 การนำเสนอทางเลือกเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพของสินค้า A..... 84
5.2 การลดต้นทุนคุณภาพของสินค้า B..... 87
5.2.1 การปรับปรุงคุณภาพของสินค้า B..... 87
5.2.2 ผลปรับปรุงคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B..... 116
5.2.3 การนำเสนอทางเลือกเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพของสินค้า B..... 124
6. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 126
6.1 สรุปผลงานวิจัย..... 126
6.2 ข้อจำกัดและอุปสรรคของงานวิจัย..... 128
6.3 ข้อเสนอแนะ..... 129
รายการอ้างอิง..... 130
ภาคผนวก..... 132
ภาคผนวก ก เกณฑ์สำหรับการประเมิน FMEA..... 133
ภาคผนวก ข การพิจารณารายการต้นทุนคุณภาพเพื่อการปรับปรุง..... 136
ภาคผนวก ค ข้อมูลต้นทุนคุณภาพ..... 141
ภาคผนวก ง แผนชักตัวอย่าง CSP-1..... 158
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 160

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	สมรรถนะปัจจัยตัวแปรของการผลิตสินค้าตัวอย่าง A เดือนตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2551……..	3
1.2	ตัวอย่างต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตของสินค้าตัวอย่าง A…..……..	3
3.1	ตัวอย่างวิธีการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิต.....	22
3.2	แสดงการคำนวณต้นทุนคุณภาพ.....	29
4.1	สมรรถนะของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง A พ.ศ.2552.....	33
4.2	ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A พ.ศ. 2552.....	35
4.3	สมรรถนะของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านสินค้าตัวอย่าง B มกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2552…….	44
4.4	ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B เดือนมกราคม - มิถุนายน พ.ศ.2552.....	45
4.5	ค่าใช้จ่ายในการทดสอบชิ้นงานของปัจจัยตัวแปรต่อจำนวนชิ้นงานสำเร็จรูปของสินค้าตัวอย่าง B…….	52
5.1	รายการข้อบกพร่องและสาเหตุของปัญหาของการประกอบชุดหัวอ่านสินค้าตัวอย่าง A ……..……	61
5.2	การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง A ….....	63
5.3	รายการสาเหตุของข้อบกพร่องเพื่อนำไปดำเนินการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A…….	69
5.4	สมรรถนะของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A…….....	77
5.5	ข้อมูลต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A……	77
5.6	ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยสำหรับตัวแปรอิสระ PC, AC และตัวแปรตาม FC หลังการปรับปรุงของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านของสินค้า A……	79
5.7	ต้นทุนคุณภาพและระดับคุณภาพของการประกอบชุดหัวอ่านหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A…….	80
5.8	ต้นทุนการทดสอบค่าทางไฟฟ้าแต่ละทางเลือกของสินค้าตัวอย่าง A……..	86

ตารางที่		หน้า
5.9	รายการข้อบกพร่องและสาเหตุของปัญหาในการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง B…….……..	95
5.10	การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง B……	98
5.11	รายการสาเหตุของข้อบกพร่องเพื่อนำไปดำเนินการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B…..……..	107
5.12	สมรรถนะของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B……..……..	117
5.13	ข้อมูลต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B……	117
5.14	ผลการวิเคราะห์การถดถอยสำหรับตัวแปรอิสระ PC, AC และตัวแปรตาม FC หลังการปรับปรุงของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านของสินค้า B……	119
5.15	ต้นทุนคุณภาพและระดับคุณภาพของการประกอบชุดหัวอ่านหลังปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B……	120
5.16	เปรียบเทียบต้นทุนการทดสอบค่าปัจจัยตัวแปรของสินค้าตัวอย่าง B……..	124
5.17	ต้นทุนการทดสอบค่าทางไฟฟ้าแต่ละทางเลือกของสินค้าตัวอย่าง B……..	125
ก -1	เกณฑ์การประเมินผลความรุนแรง.....	134
ก -2	เกณฑ์การประเมินโอกาสในการเกิดปัญหา.....	134
ก -3	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจจับ.....	135
ข-1	การพิจารณารายการต้นทุนคุณภาพเพื่อการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A……	137
ข-2	การพิจารณารายการต้นทุนคุณภาพเพื่อการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B……	139
ค-1	ต้นทุนคุณภาพก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552……....	142
ค-2	ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกันก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552……..……	143
ค-3	ต้นทุนคุณภาพด้านการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552……	144
ค-4	ต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลวก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552……	145
ค-5	ต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน 2553……..	146

ตารางที่		หน้า
ค-6	ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกันหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน 2553……..	147
ค-7	ต้นทุนคุณภาพด้านการการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน 2553…….....	148
ค-8	ต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลวหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน 2553……..	149
ค-9	เปรียบเทียบต้นทุนคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้า A……...	149
ค-10	ต้นทุนคุณภาพก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552…….……..	150
ค-11	ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกันก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนมกราคม –มิถุนายน 2552……..……..	151
ค-12	ต้นทุนคุณภาพด้านการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนมกราคม –มิถุนายน 2552……	152
ค-13	ต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลวก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนมกราคม –มิถุนายน 2552……	153
ค-14	ต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 – กันยายน 2553……	154
ค-15	ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกันหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 – กันยายน 2553……..	155
ค-16	ต้นทุนคุณภาพด้านการการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 – กันยายน 2553.	156
ค-17	ต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลวหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 – กันยายน 2553……..……..	157
ค-18	เปรียบเทียบต้นทุนคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้า B……...	157
ง-1	อักษรรหัสสำหรับแผนชักตัวอย่าง CSP……	159
ง-2	ค่า i สำหรับแผน CSP – 1……....	159

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ราคาฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟต่อความจุของข้อมูล.....	1
1.2	ผลผลิตจากการตรวจสอบทางกายภาพของการผลิตสินค้าตัวอย่าง A.....	2
1.3	ผลผลิตจากการทดสอบค่าทางไฟฟ้าของการผลิตสินค้าตัวอย่าง A.....	2
2.1	Traditional COQ Trade-off.....	11
2.2	Optimum Segment of Quality Cost Model.....	12
2.3	Juran's Model Revised.....	13
3.1	ตัวอย่างชุดหัวอ่านสำเร็จรูป.....	19
3.2	Process Flow Chart ของการประกอบชุดหัวอ่าน.....	21
3.3	สัดส่วนการผลิตชุดหัวอ่านแยกตามรายการสินค้า พ.ศ. 2551.....	23
3.4	อัตราผลผลิตโดยรวมของรายการสินค้าที่มียอดการผลิตสูง 3 อันดับแรก พ.ศ. 2551.....	23
3.5	สัดส่วนปัจจัยที่มีค่า Cpk มากกว่า 1.00 ของสินค้า A, B และ C พ.ศ. 2551...	24
4.1	พาเรโตแสดงต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง A.....	37
4.2	ลักษณะข้อบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง A.....	39
4.3	พาเรโตแสดงต้นทุนการแก้ไขงานบกพร่องในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง A.....	39
4.4	ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง A..	40
4.5	ข้อมูลข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตสินค้าตัวอย่าง A.....	40
4.6	ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง A.....	41
4.7	พาเรโตแสดงต้นทุนการแก้ไขงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง A.....	41
4.8	ต้นทุนแก้ไขงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าต่อยอดสินค้าสำเร็จรูปของสินค้าตัวอย่าง A.....	42
4.9	ข้อมูลข้อบกพร่องของงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง A.....	43
4.10	อัตราผลผลิตจากการทดสอบค่าทางไฟฟ้าของการผลิตสินค้าตัวอย่าง A.....	43
4.11	พาเรโตแสดงต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง B.....	47
4.12	ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง B.....	48

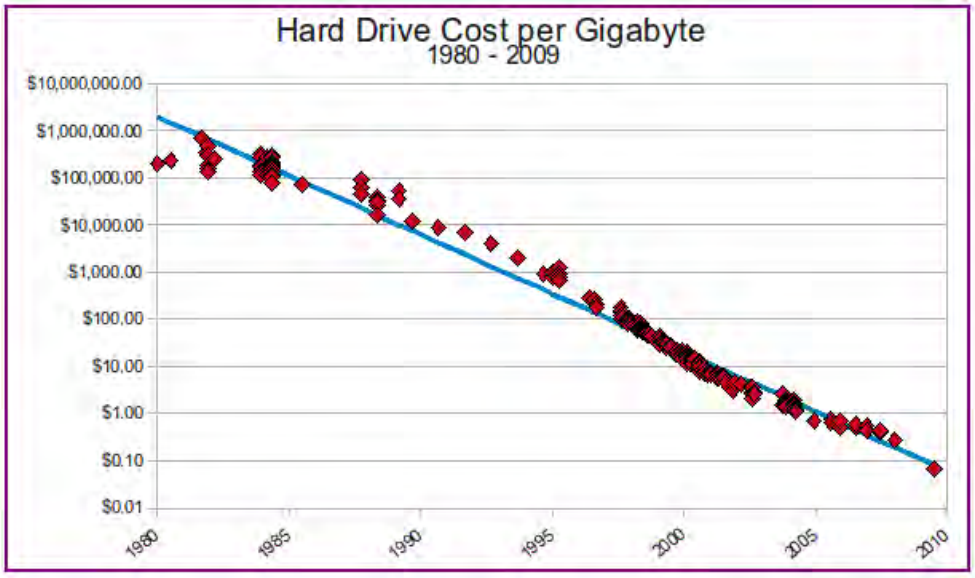
ภาพที่		หน้า
4.13	พาเรโตแสดงต้นทุนการแก้ไขงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง B…..	49
4.14	ต้นทุนต่อชิ้นของการแก้ไขชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง B…..	49
4.15	รายการข้อบกพร่องของชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง B……..	50
4.16	ลักษณะข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตสินค้าตัวอย่าง B……..	50
4.17	พาเรโตต้นทุนการแก้ไขงานชิ้นงานตามรายการข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตสินค้าตัวอย่าง B……	51
4.18	ต้นทุนการแก้ไขงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง B…	51
4.19	ข้อบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง B……	52
4.20	ผลผลิตและต้นทุนการทดสอบค่าทางไฟฟ้าของการผลิตสินค้าตัวอย่าง B……..	53
5.1	แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของหัวอ่านเสียรูป (Bent head)…….	55
5.2	แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Broken flying lead……	56
5.3	แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Flying lead misalignment……	57
5.4	แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Torn PCC (Print Circuit Cable)...	58
5.5	แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Damaged FOS (Flex on Suspension)	58
5.6	แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ PCC pad damage …….	59
5.7	แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Gramload Failure……..	61
5.8	พาเรโตจัดลำดับค่าความเสี่ยงชี้นำสาเหตุของข้อบกพร่องสินค้าตัวอย่าง A…..	69
5.9	**ต้นทุนคุณภาพก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A** ……...	78
5.10	ความสัมพันธ์ขอต้นทุนคุณภาพและระดับคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A……..……	81
5.11	ต้นทุนการแก้ไขข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A……	82
5.12	ข้อมูลข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A……..	82
5.13	ต้นทุนการแก้ไขงานที่ส่งคืนจากลูกค้าก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A……..	83
5.14	ข้อมูลข้อบกพร่องของงานที่ส่งคืนจากลูกค้าก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A……	83
5.15	แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Damaged Arm……	89

ภาพที่		หน้า
5.16	แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของค่า Gramload……..	89
5.17	แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Damaged bearing ……..	90
5.18	แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาค่าทางไฟฟ้า.....	91
5.19	แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาค่า RSA……	93
5.20	แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาค่า Gramload และ PSA…….	94
5.21	พาเรโตจัดลำดับค่าความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ของสาเหตุของข้อบกพร่องสินค้าตัวอย่าง B……	107
5.22	ต้นทุนคุณภาพก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B……	118
5.23	ความสัมพันธ์ของระดับต้นทุนคุณภาพและระดับคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B……	121
5.24	ต้นทุนการแก้ไขงานที่ส่งคืนจากลูกค้าก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B……..	122
5.25	ข้อมูลข้อบกพร่องของงานที่ส่งคืนจากลูกค้าก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B……..	122
5.26	ต้นทุนการแก้ไขข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B……	123
5.27	ข้อมูลข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B……	123

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในสภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันมีการแข่งขันกันอย่างรุนแรงทั้งในเรื่องของราคา คุณภาพ และความรวดเร็วในการส่งมอบ ไม่ว่าจะเป็นธุรกิจการผลิตสินค้าหรือธุรกิจด้านการบริการ การควบคุมต้นทุนและการลดต้นทุนอย่างต่อเนื่อง เป็นหลักสำคัญอย่างหนึ่งที่สถานประกอบการให้ความสำคัญเพื่อช่วยให้ธุรกิจสามารถดำเนินต่อไปได้ เช่นเดียวกับในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งเห็นได้ชัดเจนจากราคาของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่มีราคาลดลงในขณะที่มีความจุเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นคุณภาพการอ่านเขียนข้อมูลในชุดหัวอ่านจำเป็นต้องสูงขึ้นเพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพในการเขียนอ่านดีขึ้น และได้ความจุของข้อมูลต่อพื้นที่เพิ่มสูงขึ้น ผู้ผลิตจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการควบคุมคุณภาพและรักษามาตรฐานของสินค้าให้อยู่ในระดับสูง เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือและทำให้ลูกค้าพึงพอใจ



รูปที่ 1.1 ราคาฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟต่อความจุของข้อมูล [1]

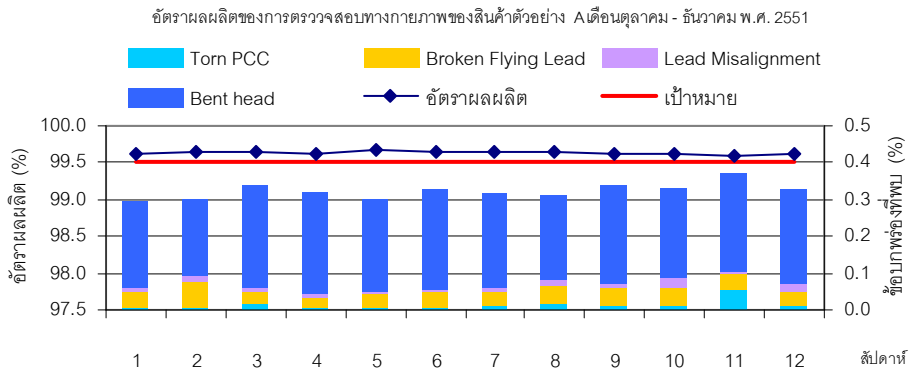
กิจกรรมที่ดำเนินการเพื่อปรับปรุงคุณภาพของสินค้าให้ดีขึ้นล้วนส่งผลต่อต้นทุนของการผลิต ขณะเดียวกันกิจกรรมต่างๆที่ดำเนินการเพื่อลดต้นทุนอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของสินค้าได้ เทคนิคการวัดต้นทุนคุณภาพจึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งเชื่อมโยงระหว่างต้นทุนที่เกิดขึ้นกับคุณภาพของกิจกรรมที่สนใจ สามารถสะท้อนให้เห็นถึงต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพ และการนำข้อมูลต้นทุนคุณภาพมาวิเคราะห์จะช่วยให้องค์กรทราบถึงปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อต้นทุนและคุณภาพของสินค้า แสดงให้เห็นถึงโอกาสในการจัดการเพื่อลดต้นทุนลงได้ [2]

จากการศึกษาข้อมูลกระบวนการประกอบชุดหัวอ่าน (Head Stack Assembly: HSA) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ของโรงงานกรณีศึกษา พบว่า ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคนิคต่างๆเข้ามาพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิต เช่น เทคนิคการผลิตแบบลีน เทคนิคซิกซ์ซิกมา ระบบควบคุมคุณภาพและเครื่องมืออื่นๆเพื่อจัดการกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพและให้อยู่ภายใต้การควบคุม โดยมีเป้าหมายเพื่อผลิตสินค้า

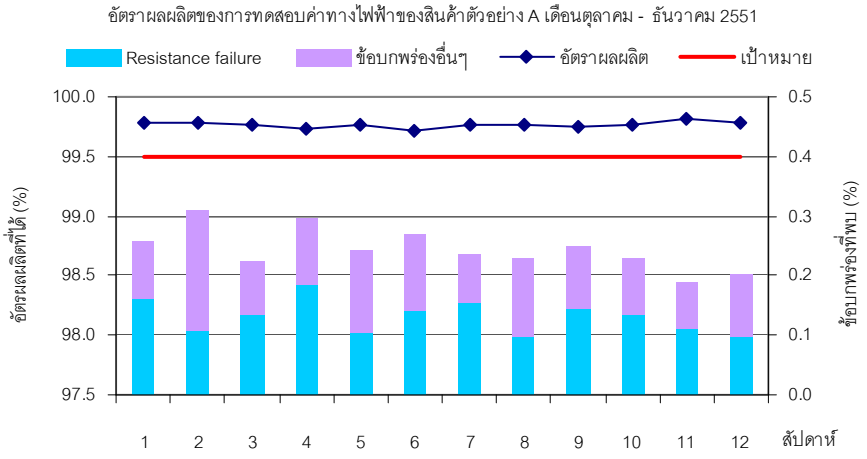
ได้ตามเป้าหมายและเพื่อให้สินค้าที่ผลิตมีคุณภาพตามที่กำหนด อย่างไรก็ดีองค์กรยังต้องมีการลดต้นทุนให้ต่ำลงอย่างต่อเนื่องโดยยังคงรักษาระดับคุณภาพปัจจุบันไว้ เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและยังคงสามารถดำเนินธุรกิจต่อไปได้ ดังนั้นในการดำเนินงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการนำเทคนิคการวัดต้นทุนคุณภาพมาใช้ในกระบวนการประกอบชุดหัวอ่าน โดยได้ดำเนินการศึกษากับชุดหัวอ่านที่มีการผลิตแบบมวลภัณฑ์ (Mass production)

การประกอบชุดหัวอ่านของโรงงานกรณีศึกษาปัจจุบันมีการกำหนดตัวชี้วัดและรายงานผลออกมาเพื่อแสดงความสามารถของกระบวนการผลิตและคุณภาพของสินค้าที่ได้จากกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วย

- ผลผลิตของกระบวนการ (Yield) โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ผลผลิตของกระบวนการที่ได้จากการตรวจสอบชิ้นงานทางกายภาพและผลผลิตที่ได้จากการทดสอบค่าทางไฟฟ้าดังรูปที่ 1.2 และรูปที่ 1.3
- ค่าความสามารถของกระบวนการ (Cpk) ของค่าปัจจัยตัวแปรที่สำคัญในการประกอบชุดหัวอ่านของโรงงานกรณีศึกษา ได้แก่ Gramload, Pitch Static Attitude(PSA), Roll Static Attitude(RSA) และ Head Alignment (HAL) ดังตารางที่ 1.1



รูปที่ 1.2 ผลผลิตจากการตรวจสอบทางกายภาพของการผลิตสินค้าตัวอย่าง A



รูปที่ 1.3 ผลผลิตจากการทดสอบค่าทางไฟฟ้าของการผลิตสินค้าตัวอย่าง A

ตารางที่ 1.1 สมรรถนะปัจจัยตัวแปรของการผลิตสินค้าตัวอย่าง A เดือนตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2551

สมรรถนะของปัจจัยตัวแปร	เป้าหมายของ Cpk	Cpk ของสินค้าตัวอย่าง
Gramload	>1.33	
PSA	>1.33	
RSA	>1.33	
HAL	>1.33	

Cpk <1.00% 1.00 %< Cpk <1.33 Cpk >1.33

นอกจากนี้ยังมีการวัดผลในเชิงของต้นทุนการผลิต โดยต้นทุนเกี่ยวที่ข้องกับคุณภาพและกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านที่รายงานออกมาเป็นตัวเงินและมีการกำหนดเป้าหมายเป็นตัวชี้วัด ปัจจุบันแบ่งออก 2 ส่วน คือ ต้นทุนวัตถุดิบทางตรงที่ใช้ในการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตและต้นทุนวัตถุดิบทางตรงที่ใช้ในการแก้ไขข้อบกพร่องของชิ้นงานที่ถูกส่งกลับคืนมาจากลูกค้า คำนวณจากวัตถุดิบที่ใช้จริงหารด้วยจำนวนชุดหัวอ่านที่ผลิตทั้งหมด และต้นทุนการผลิตชุดหัวอ่านซึ่งคำนวณจากต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริงซึ่งประกอบด้วยค่าแรงงานทางตรง ค่าแรงงานทางอ้อมและค่าโสหุ้ยที่เกี่ยวข้องกับการประกอบชุดหัวอ่านหารด้วยจำนวนชุดหัวอ่านที่ผลิตทั้งหมด

ตารางที่ 1.2 ตัวอย่างต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตของสินค้าตัวอย่าง A

ประเภทของต้นทุน	เป้าหมาย (เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น)	ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริง (เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น)	เป้าหมายเทียบกับต้นทุนที่เกิดขึ้นจริง
ต้นทุนวัตถุดิบทางตรงที่ใช้ในการแก้ไขงานบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต	≤ 0.0122	0.0088	0.0034
ต้นทุนวัตถุดิบทางตรงที่ใช้ในการแก้ไขงานบกพร่องที่ถูกส่งกลับมาจากลูกค้า	≤ 0.0828	0.0933	(0.0105)
ต้นทุนการผลิต	≤ 0.9479	1.0278	(0.0799)

จากข้อมูลของสินค้าตัวอย่างดังแสดงข้างต้น พบว่า โรงงานกรณีศึกษามีการติดตามผลการปฏิบัติงานทั้งในเชิงของผลผลิตที่ได้และต้นทุนที่เกิดขึ้น โดยพิจารณาในส่วนของต้นทุนการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและการแก้ไขงานบกพร่องที่ถูกส่งคืนจากลูกค้า ซึ่งการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆจะมีต้นทุนที่เกิดขึ้นต่างกัน หากมีรายงานผลการวิเคราะห์ที่ชัดเจนมากขึ้น เช่น การแจงแจงรายการต้นทุนแยกตามรายการข้อบกพร่องที่พบก็จะช่วยให้องค์กรสามารถจัดการกับปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนได้

1.2 แนวคิดและวิธีการดำเนินงาน

จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า เมื่อมีการวัดต้นทุนคุณภาพและนำข้อมูลคุณภาพมาวิเคราะห์ สามารถแสดงให้องค์กรได้เห็นถึงปัญหาและปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนคุณภาพได้ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งนำไปสู่การหาแนวทางดำเนินการเพื่อลดปัญหาทางด้านคุณภาพและการลดต้นทุนคุณภาพอีกทั้งยังส่งผลให้มีการลดต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นได้

อย่างไรก็ดี ต้นทุนคุณภาพที่ใช้กันอยู่มี 4 รูปแบบ หลักๆ ได้แก่ Prevention – Appraisal – Failure Cost Element Method (PAF Model), Opportunity Cost Model, Process cost model และ Activity-based costing Model รูปแบบที่นิยม คือ PAF Model [3]

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนคุณภาพแต่ละองค์ประกอบถูกรวบรวมอยู่ในมาตรฐานต่างๆซึ่งสามารถนำมาอ้างอิงและประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมหรือธุรกิจได้ เช่น British Standard BS6143 part2 [4], American Society for Quality Control (ASQC) [5] และ ระบบคุณภาพพื้นฐานของไทย (Thai Foundation Quality System: TFQS) [6]

สำหรับงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการวัดต้นทุนคุณภาพของการประกอบชุดหัวอ่าน ตาม PAF Model และอ้างอิงปัจจัยของต้นทุนคุณภาพจาก BS 6143: Parts2 จากนั้นจึงดำเนินการวัดต้นทุนคุณภาพของสินค้ากรณีศึกษาและนำข้อมูลต้นทุนคุณภาพที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อจะแสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนและคุณภาพ อีกทั้งยังเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับทีมงานและองค์กรในการตัดสินใจเลือกดำเนินการกับปัญหาต่างๆ ได้ตามลำดับความสำคัญ ซึ่งเป็นการเพิ่มโอกาสในการลดต้นทุนและการปรับปรุงคุณภาพของกรณีศึกษาต่อไป

1.2.1 การคำนวณต้นทุนคุณภาพ

$$TCOQ = PC + AC + FC \tag{1.1}$$

$TCOQ$ คือ ต้นทุนคุณภาพรวม (Total Cost of Quality: TCOQ)

PC คือ ต้นทุนรวมของต้นทุนด้านการป้องกัน (Prevention Costs: PC)

AC คือ ต้นทุนรวมของต้นทุนด้านการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ (Appraisal Costs: AC)

FC คือ ต้นทุนรวมของต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลว (Failure Costs: FC)

1.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอทางเลือกเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อระบุปัจจัยสำคัญของต้นทุนคุณภาพและปัญหาทางด้านคุณภาพจะนำเสนอโดยใช้พาเรโตเพื่อให้เห็นลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจะพิจารณาคัดเลือกปัจจัยเพื่อนำมาดำเนินการโดยการระดมสมองของทีมงานที่เกี่ยวข้องร่วมวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยผังก้างปลาและประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบในการประเมินค่าความเสี่ยงชี้นำสำหรับคัดกรองสาเหตุที่สำคัญเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

การนำเสนอทางเลือกเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพจะพิจารณาจากปัจจัยที่สามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับผลผลิต เช่น การตรวจสอบคุณภาพของสินค้าโดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่องประเภทที่ 1 (Continuous Sampling plan1: CSP-1) สามารถใช้วิธีการคำนวณต้นทุนการตรวจสอบเพื่อหาต้นทุนที่ต่ำที่สุดจากการปรับเปลี่ยนจำนวนการสุ่มตัวอย่างที่ระดับคุณภาพคงเดิมได้ การควบคุมกระบวนการผลิตโดยการประยุกต์ใช้วิธีการควบคุมเชิงสถิติ การนำค่าสมรรถนะของปัจจัยนั้นๆมาคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ต้นทุนที่ต่ำที่สุดภายใต้เงื่อนไขต่างๆตามที่กำหนด เป็นต้น

1.3 วัตถุประสงค์

เพื่อวัดต้นทุนคุณภาพรวมสำหรับการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้ากรณีศึกษา ดำเนินการปรับปรุงคุณภาพในส่วนที่ยังไม่ได้ตามเป้าหมายซึ่งส่งผลต่อต้นทุนคุณภาพ และนำเสนอทางเลือกในการลดต้นทุนคุณภาพให้องค์กรนำไปพิจารณาเลือกใช้ตามความเหมาะสมต่อไป

1.4 ขอบเขตการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลต้นทุนคุณภาพประเภทต่างๆ ประกอบด้วยต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพและต้นทุนความล้มเหลวของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่าน
2. ดำเนินงานวิจัยกับกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านตัวอย่างสองรุ่น ได้แก่
   - รุ่น A ซึ่งเป็นสินค้าที่มีของเสียน้อย (ผลผลิตและสมรรถนะของกระบวนการได้ตามเป้าหมาย)
   - รุ่น B ซึ่งเป็นสินค้าที่มีของเสียมาก (ผลผลิตและสมรรถนะของกระบวนการต่ำกว่าเป้าหมาย)
3. ใช้ตัวแปรสมมติแทนข้อมูลสำคัญๆ ที่ไม่สามารถเปิดเผยได้เพื่อให้ข้อมูลยังคงมีความสมบูรณ์
4. การวัดผลการดำเนินงานจำกัดภายในช่วงระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัยเท่านั้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. สำรวจงานวิจัย บทความ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนคุณภาพ
2. ศึกษากระบวนการผลิตชุดหัวอ่านและสภาพปัจจุบัน
3. กำหนดรายการต้นทุนคุณภาพเพื่อนำมาพิจารณาในการวิจัย
4. เก็บข้อมูลตามรายการต้นทุนคุณภาพที่กำหนดและคำนวณหาต้นทุนคุณภาพปัจจุบันของสินค้าตัวอย่าง
5. วิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพปัจจุบันเพื่อระบุปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนคุณภาพและวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของปัจจัยต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการกำหนดแนวทางเลือกในการลดต้นทุนคุณภาพ
6. ดำเนินการปรับปรุงคุณภาพของสินค้าเพื่อให้ได้ตามเป้าหมายและกำหนดทางเลือกเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง
7. สรุปผลการวิจัยและจัดทำข้อเสนอแนะสำหรับการลดต้นทุนคุณภาพ
8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถระบุต้นทุนคุณภาพของสินค้าและปรับปรุงคุณภาพของสินค้าให้ได้ตามเป้าหมายรวมถึงได้ทางเลือก ในการลดต้นทุนสำหรับนำไปพิจารณาเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพของสินค้ากรณีศึกษา

2. ได้แนวคิดเกี่ยวกับต้นทุนคุณภาพเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิกส์ประเภทเดียวกันหรือประเภทอื่นๆได้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้แก่ ต้นทุนการผลิตและต้นทุนคุณภาพ ส่วนของงานวิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนคุณภาพ การประยุกต์ใช้ต้นทุนคุณภาพในอุตสาหกรรมต่างๆ การลดต้นทุนคุณภาพและการหาจุดเหมาะสมของต้นทุนคุณภาพ

2.1 ต้นทุนการผลิต

2.1.1 ต้นทุนและค่าใช้จ่าย [7]

2.1.1.1 ค่าใช้จ่าย (Expense) หมายถึง ต้นทุนในการให้รายได้สำหรับช่วงระยะเวลาใดๆ เช่น เงินเดือนในสำนักงานค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนเงินหรือสิ่งแลกเปลี่ยนที่จ่ายไปเพื่อการใช้บริการซึ่งลดทอนจากส่วนของรายได้ในงวดบัญชีใดๆ จึงมักจะใช้ในด้านการรายงานทางเทคนิคการเงินมากกว่าการใช้ในระบบบัญชีทรัพย์สิน

2.1.1.2 ต้นทุน (Cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่จ่ายไปสำหรับปัจจัยทางการผลิตเพื่อให้เกิดผลผลิต ต้นทุนจึงเป็นส่วนที่ใช้สำหรับการนิยามอัตราผลิตภาพ (Productivity) ซึ่งเท่ากับผลผลิต (Output) หารด้วยปัจจัยนำเข้า (Input) ต้นทุนจึงเป็นมูลค่าที่วัดได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรที่ใช้และต้นทุนมีลักษณะที่ใช้จ่ายเพื่อให้ได้สินค้าหรือบริการที่ถือเป็นสินทรัพย์ได้ เช่น คงคลังของวัสดุ งานระหว่างทำและสินค้าสำเร็จรูป

2.1.2 องค์ประกอบของต้นทุนการผลิต

ต้นทุนการผลิต หรือต้นทุนผลิตการ (Production Cost) หรือ ต้นทุนโรงงาน (Factory Cost) คือ ต้นทุนทั้งหมดที่เกิดในการผลิตสินค้าสำหรับงวดหนึ่งซึ่งประกอบไปด้วยค่าใช้จ่าย 3 ส่วน ได้แก่ วัตถุดิบทางตรง แรงงานทางตรงและโสหุ้ยการผลิต

2.1.2.1 ค่าวัตถุดิบ (Material Cost) ถือเป็นส่วนสำคัญซึ่งเป็นวัสดุเพื่อการผลิตโดยตรง ต้นทุนการผลิตจึงประกอบไปด้วย ส่วนที่เป็นค่าวัตถุดิบที่ใช้ไปตามปริมาณการผลิต (วัตถุดิบทางตรง) และวัสดุที่ไม่ได้แปรผันตามปริมาณการผลิต (วัตถุดิบทางอ้อม) โดยจะถูกจัดเป็นต้นทุนของค่าใช้จ่ายโรงงาน

2.1.2.2 ค่าแรงงาน (Labor Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่จ่ายไปเพื่อการเปลี่ยนสภาพของวัตถุดิบให้เป็น

สินค้าสำเร็จรูป ได้แก่ ค่าแรงงานทางตรง เช่น ค่าแรงพนักงานผลิตในแต่ละกระบวนการ และค่าแรงงานทางอ้อม เช่น เงินเดือนคนดูแลคลังสินค้า ซึ่งจะถูกจัดเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายโรงงาน

2.1.2.3 ค่าใช้จ่ายโรงงาน (Overhead) เป็นค่าใช้จ่ายที่นอกเหนือจากค่าวัตถุดิบทางตรงและค่าแรงงานทางตรง เช่น ค่าวัตถุดิบทางอ้อม ค่าแรงงานทางอ้อม ค่าสาธารณูปโภค ค่าเสื่อมราคา ค่าภาษี ค่าอบรม ค่ารักษาพยาบาล เป็นต้น โดยค่าใช้จ่ายโรงงานหรือค่าโสหุ้ยการผลิตจะอยู่ในรูปของค่าใช้จ่ายคงที่หรือไม่คงที่ก็ได้แต่จะไม่แปรผันโดยตรงตามการผลิตที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง

สำหรับผลรวมของค่าวัตถุดิบทางตรงและค่าแรงงานทางตรงเรียกว่า “ต้นทุนขั้นต้น (Prime Cost)” และผลรวมของแรงงานทางตรงและโสหุ้ยการผลิตเรียกว่า “ต้นทุนแปรสภาพ (Conversion Cost)” เนื่องจากปัจจุบันโรงงานเริ่มปรับตัวเข้าสู่ระบบการผลิตอัตโนมัติทำให้เกิดปัญหาในการคำนวณต้นทุนแรงงานทางตรง

ปัญหาเกิดขึ้นเมื่อคนงานคนเดิมทำงานหลายประเภท ซึ่งบางเวลาเป็นแรงงานทางตรงแต่สามารถเปลี่ยนเป็นแรงงานทางอ้อมได้ทันทีและอาจสลับไปมาบ่อยครั้ง ทำให้การคำนวณต้นทุนแรงงานทางตรงและทางอ้อมเป็นไปด้วยความยากลำบากและอีกปัญหาหนึ่ง คือในการผลิตบางครั้งไม่สามารถระบุต้นทุนแรงงานทางตรงได้อย่างชัดเจน ซึ่งสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ด้วยการคำนวณต้นทุนแปรสภาพแทนเพราะเป็นผลรวมของแรงงานทางตรงและโสหุ้ยการผลิตซึ่งรวมถึงแรงงานทางอ้อมด้วย

2.1.3 ระบบต้นทุนการผลิต

การกำหนดและควบคุมต้นทุนการผลิต มีระบบต้นทุนที่ใช้ในการสะสมและจัดสรรต้นทุนการผลิตดังนี้

2.1.3.1 ระบบต้นทุนงานสั่งทำ (Job Order Cost System)

ใช้ในกรณีที่มีความหลากหลายของสินค้าและมีขั้นตอนการผลิตหลายขั้นตอน การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตจะมีความยุ่งยากซับซ้อนมากและเพื่อกำหนดต้นทุนการผลิตได้จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน ประมาณค่าแรงงานตามปริมาณงานและค่าแรงงานทางตรงที่จ่าย คำนวณหาปริมาณวัตถุดิบหรือวัสดุที่ใช้และต้นทุนการผลิต รวมทั้งการคำนวณประมาณค่าใช้จ่ายโรงงาน

2.1.3.2 ระบบต้นทุนกระบวนการ (Process Cost System)

ใช้กับสินค้าและกระบวนการผลิตที่ค่อนข้างจะเป็นมาตรฐานเดียวกันมีการผลิตต่อเนื่องเป็นระบบที่เน้นหนักด้านงวดเวลาการผลิตและจำนวนหน่วยผลิตสำเร็จจะเป็นการผลิตแบบจำนวนมาก มุ่งผลิตเพื่อเก็บเป็นสินค้าคงคลัง ปกติจะมีคงคลังของงานระหว่างทำเมื่อสิ้นงวดเวลาการผลิตเสมอ ลักษณะเงื่อนไขที่เหมาะสำหรับการใช้ระบบต้นทุนกระบวนการจึงเป็นโรงงานที่มีการผลิตสินค้าเพียงชนิดเดียว มีการแบ่งกระบวนการผลิตและแผนกผลิตให้รับผิดชอบการผลิตสินค้าเพียงชนิดเดียว มีการผลิตแบบต่อเนื่องและมวลภัณฑ์เป็นโรงงานที่มีการจัดกระบวนการผลิตเป็นแผนก ถ้าเป็นโรงงานที่ผลิตสินค้าหลายชนิดจะต้องมีมาตรฐานกระบวนการผลิตหรือผลิตจากแผนกผลิตเดียวกัน

2.1.3.3 ระบบต้นทุนมาตรฐาน (Standard Cost System)

เป็นต้นทุนซึ่งได้คาดการณ์ไว้ของสินค้า สำหรับระดับการผลิตหนึ่งๆและภายใต้สมมติฐานของสภาพการณ์ใดๆซึ่งมีเงื่อนไขที่เกิดขึ้นค่อนข้างเป็นประจำและเกิดขึ้นซ้ำๆจนสินค้ามีแนวโน้มเป็นมาตรฐานต้นทุนมาตรฐานจะถูกกำหนดขึ้นก่อนการผลิตและใช้เปรียบเทียบกับต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงในภายหลัง โดยฝ่ายจัดการจะใช้ต้นทุนมาตรฐานเป็นค่าเป้าหมายของปริมาณการใช้ทรัพยากรและต้นทุนการผลิต โดยการนำไปประกอบการจัดทำงบประมาณและใช้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบผลต่างของการใช้ทรัพยากรหรือผลต่างของต้นทุนมาตรฐานและต้นทุนจริงเรียกว่า “ความแปรปรวน” จึงเป็นค่าที่บ่งบอกระดับของการดำเนินงานที่ต่างไปจากมาตรฐานที่ต้องการ

2.2 **ต้นทุนคุณภาพ** (Cost of Quality)

2.2.1 ความหมายของต้นทุนคุณภาพ

มีผู้เชี่ยวชาญและนักวิจัยหลายท่าน ได้ให้ความหมายของต้นทุนคุณภาพไว้ในมุมมองต่าง เช่น

Juran [6] กล่าวว่า ต้นทุนคุณภาพ คือ วิธีการในการสื่อสารระหว่างพนักงานฝ่ายคุณภาพและผู้จัดการของบริษัทเพราะว่าภาษาหลักของผู้จัดการคือภาษาเงิน ในขณะที่พนักงานต้องการขายกิจกรรมการปรับปรุงแก้ไข และหมายถึง ต้นทุนของคุณภาพที่ต่ำ ซึ่งมีจุดประสงค์หลักเพื่อหางานที่มีข้อบกพร่อง และดำเนินการแก้ไข

Feigenbaum [6] ได้ให้ความหมายไว้ว่า คือ ต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการก่อให้เกิดและการควบคุมคุณภาพเช่นเดียวกับการประเมินผลเพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพที่เป็นไปตามข้อกำหนด

Crosby [8] อธิบายว่า ต้นทุนคุณภาพ หมายถึง การวัดอย่างเป็นระบบของค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและการกระทำที่ผิดพลาด

กังวาน ชยุติมันต์กุล [9] ต้นทุนคุณภาพ คือ เครื่องมือที่ใช้ช่วยในการวัดผลการจัดการด้านคุณภาพเพราะต้นทุนเป็นตัววัดผลการดำเนินการที่ดีที่สุดในการวัดผลการดำเนินการทางธุรกิจ

ณัฐกา โยคะกุล [6] ต้นทุนคุณภาพ หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเกิดคุณภาพที่ไม่ดีหรือการหาทางป้องกันโอกาสที่จะก่อให้เกิดคุณภาพที่ไม่ดี หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการพยายามที่จะรักษาคุณภาพของ สินค้าหรือการบริการไว้ให้ได้คุณภาพที่ต้องการ ไม่ว่าคุณภาพนั้นจะเป็นขององค์กรหรือของลูกค้าก็ตาม

นวพัทธ์ กีรติวรนันท์ [10] ต้นทุนคุณภาพ หมายถึง ต้นทุนที่เกิดจากการผลิตสินค้าหรือบริการที่มีข้อบกพร่องทางคุณภาพและต้นทุนจากการดำเนินการในการป้องการตรวจวัดหรือแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อป้องกันหรือแก้ไขความบกพร่องของสินค้าหรือบริการให้มีคุณภาพในระดับที่ลูกค้าพอใจ

2.2.2 องค์ประกอบของต้นทุนคุณภาพ [11,12]

ค่าใช้จ่ายทางด้านคุณภาพแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ต้นทุนการป้องกัน (Prevention Costs), ต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและการประเมินคุณภาพ (Appraisal Costs) และต้นทุนความล้มเหลว (Failure Costs) หรือเรียกว่า PAF Model การพิจารณาค่าใช้จ่ายด้านคุณภาพจะต้องเพิ่มการจำแนกนิยามในการปฏิบัติในรายละเอียดที่สำคัญและทำงานอย่างใกล้ชิดกับฝ่ายบัญชีและผู้ตรวจสอบในฝ่ายต่างๆเพื่อประเมินและประมาณค่าใช้จ่าย ค่าใช้จ่ายในแต่ละกลุ่มสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.2.2.1 ต้นทุนการป้องกัน หมายถึง ต้นทุนที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความบกพร่องและความสูญเสียในการผลิตหรือบริการรวมทั้งปัญหาในการดำเนินงานต่างๆที่ไม่ตรงตามข้อกำหนดและเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นได้ในทุกๆขั้นตอนตั้งแต่ก่อนกระบวนการผลิตถึงขั้นตอนการส่งมอบ เช่น

- การฝึกอบรมพนักงาน
- การทวนสอบการออกแบบ
- การวางแผนคุณภาพ
- การจัดตั้งทีมเพื่อปรับปรุงคุณภาพ
- การออกแบบกระบวนการ

- การปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์
- การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- ต้นทุนการป้องกันความเสียหายอื่นๆ

2.2.2.2 ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวัด การตรวจสอบและการประเมินคุณภาพของสินค้าหรือการบริการ เพื่อที่จะสามารถพิจารณาได้ว่าสินค้าและบริการมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานหรือตรงตามความต้องการหรือไม่ เช่น

- การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบนำเข้า
- การตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการ
- การตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้าย
- การทดลองผลิตงานตัวอย่าง
- การสอบเทียบเครื่องมือวัด
- การวิเคราะห์ผลการตรวจสอบคุณภาพและการทำรายงานสรุป
- การตรวจและทดสอบสินค้า
- ต้นทุนการประเมินคุณภาพอื่นๆ

2.2.2.3 ต้นทุนความล้มเหลว หมายถึง ต้นทุนคุณภาพที่สามารถเกิดขึ้นได้จากความบกพร่องในการดำเนินงานหรือสินค้าและบริการมีความบกพร่องด้านคุณภาพ ซึ่งไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า (ทั้งลูกค้าภายในและลูกค้าภายนอก) ความบกพร่องด้านคุณภาพนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

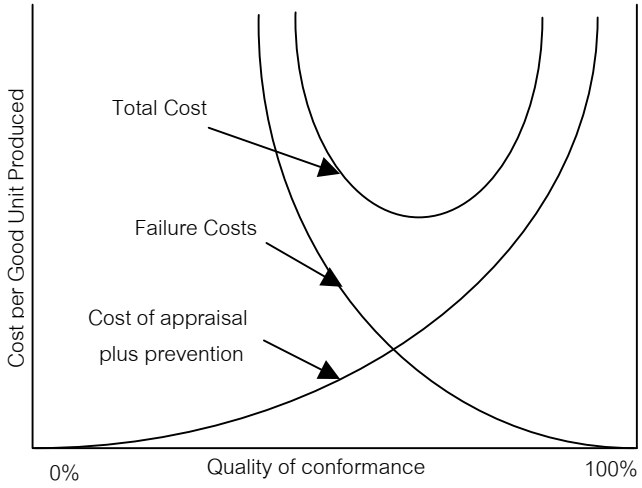
2.2.2.3.1 ต้นทุนความล้มเหลวภายใน (Internal Failure Costs) หมายถึง ต้นทุนเกิดจากการแก้ไขสินค้าหรือบริการที่มีความบกพร่องด้านคุณภาพหรือไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดก่อนที่จะมีการส่งมอบสินค้าหรือบริการให้แก่ลูกค้า เช่น

- ต้นทุนในการทำลายสินค้าของเสีย(Defect)
- การแก้ไขงานบกพร่อง(Rework)
- การตรวจสอบซ้ำ(Re-inspection)
- วัตถุดิบเก่าและล้าสมัย
- เครื่องจักรหยุด
- งานเสียจากผู้รับเหมา
- การทดสอบสินค้าซ้ำ
- สินค้าคัดเกรด
- การเปลี่ยนแปลงแก้ไขวิธีการผลิต
- อุบัติเหตุ เป็นต้น

2.2.2.3.2 ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก (External Failure Costs) หมายถึง ต้นทุนที่มีผลจากสินค้าที่มีคุณภาพไม่ตรงตามมาตรฐานหรือไม่ได้ตามความต้องการของลูกค้าโดยเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นหลังจากที่ได้ส่งมอบสินค้าหรือบริการถึงมือลูกค้าเรียบร้อยแล้ว เช่น

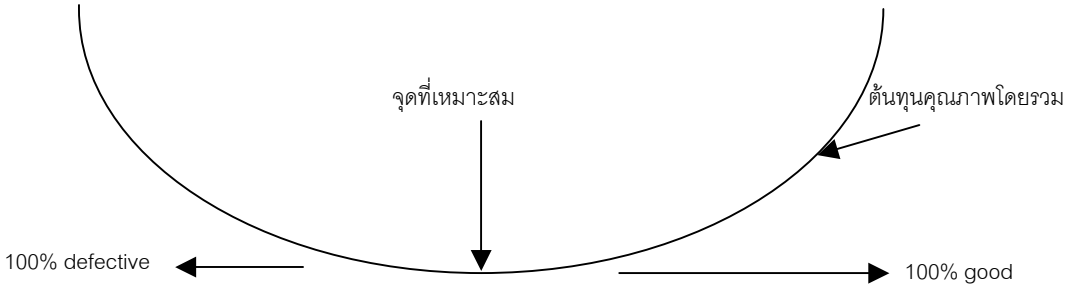
- การจัดการตามข้อร้องเรียนของลูกค้า
- ลูกค้าแจ้งสินค้ามีปัญหาตามระยะประกัน
- การเรียกคืนสินค้า
- ของเสียที่ลูกค้าส่งคืน เป็นต้น

2.2.3 รูปแบบทางเศรษฐศาสตร์ของต้นทุนคุณภาพ



รูปที่ 2.1 Traditional COQ Trade-off [13]

ในยุคแรกต้นทุนคุณภาพจะสูงขึ้นมากจากการละเลยคุณภาพทำให้ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพมีค่าสูงและการตรวจสอบคุณภาพอย่างมหาศาลเพื่อทำให้สินค้าเป็นของดีทั้งหมด ดังรูปที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ของต้นทุนคุณภาพ จากรูปแบบดังกล่าว พบว่า มีระดับของคุณภาพที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุดโดยไม่จำเป็นจะเป็นต้องผลิตสินค้าให้เป็นของดีทั้งหมด โดยกรีนาได้นำเสนอแบบจำลองแสดงจุดเหมาะสมของต้นทุนคุณภาพเป็นแนวทางในการลดต้นทุนเพื่อให้มีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำที่สุด ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้



1. ช่วงแห่งการพัฒนาคุณภาพ	2. ช่วงที่ไม่มีความแตกต่าง	3.ช่วงที่มีการประเมินผลสูงเกินความจำเป็น
(Zone of Improvement)	(Zone of Indifference)	(Zone of High Appraisal)
ต้นทุนการป้องกัน < 10%	ต้นทุนการป้องกัน ~ 10%	ต้นทุนการประเมินผล > 50%
ต้นทุนความล้มเหลว >70%	ต้นทุนความล้มเหลว ~50%	ต้นทุนความล้มเหลว < 40%

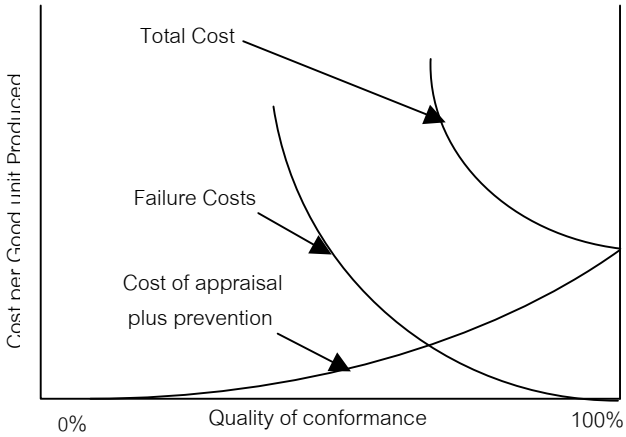
รูปที่ 2.2 Optimum Segment of Quality Cost Model [6]

1.) ต้นทุนการป้องกัน < 10%, ต้นทุนความล้มเหลว >70% เป็นช่วงที่สามารถลดต้นทุนลงได้จากการปรับปรุงกิจกรรมต่างๆที่จะช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของสินค้า เช่น เพิ่มความถี่ในการตรวจสอบ เพิ่มการฝึกอบรมพนักงานด้านคุณภาพ เพิ่มการบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นต้น

2.) ต้นทุนการป้องกัน ~10%, ต้นทุนความล้มเหลว ~50% เป็นช่วงที่มีต้นทุนคุณภาพโดยรวมต่ำที่สุดดังนั้นจึงต้องมีความพยายามควบคุมกระบวนการให้อยู่ในช่วงนี้

3.) ต้นทุนการประเมินผล > 50%, ต้นทุนความล้มเหลว < 40% เป็นช่วงที่สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้โดยการทวนสอบกิจกรรมต่างๆที่ก่อให้เกิดคุณภาพว่ามีประสิทธิผลที่คุ่มค่าหรือไม่ ลดกิจกรรมการตรวจสอบที่ไม่จำเป็นหรือซ้ำซ้อน ลดขนาดของการสุ่มตัวอย่าง (Sample size) เปรียบเทียบต้นทุนในการป้องกันของเสียกับการทำลายทิ้งในกรณีที่เสีย

ต่อมาเมื่อวิวัฒนาการด้านเทคโนโลยีการผลิตก้าวหน้ามากขึ้น มีการนำเครื่องจักรที่ทันสมัย การใช้หุ่นยนต์และคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการผลิต มีระบบการผลิตที่ป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากการทำงานของมนุษย์ถูกจำกัดให้น้อยลง ความผิดพลาดในการผลิตจึงลดลงอย่างมากและไม่ได้มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าแต่ก่อน แต่ค่าใช้จ่ายกลับจะลดลงจากนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ๆที่เกิดขึ้น ด้วยเหตุนี้แนวคิดแบบเดิมๆจึงถูกแทนที่ด้วยแนวคิดใหม่ดังรูปที่ 2.3 พบว่า ต้นทุนคุณภาพที่ต่ำที่สุดเกิดจากการป้องกันและการตรวจสอบไม่ให้เกิดความบกพร่องด้านคุณภาพ คือ ได้ของดี 100% บริษัทหรือองค์กรที่มีต้นทุนการป้องกันและต้นทุนการตรวจสอบการวัด และการประเมินคุณภาพต่ำนั้น จะส่งผลให้มีต้นทุนคุณภาพสูงเนื่องจากข้อบกพร่องเกิดขึ้นยังอยู่ในระดับที่สูง สำหรับองค์กรหรือบริษัทที่เริ่มให้ความสำคัญในการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพ จะมีต้นทุนคุณภาพโดยรวมที่ต่ำลงเนื่องจากการลดลงของปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น และในบริษัทหรือองค์กรที่ให้ความสำคัญต่อการป้องกันด้านคุณภาพจะพบว่ามีต้นทุนคุณภาพที่ต่ำที่สุดเนื่องจากโอกาสที่จะเกิดปัญหาและข้อบกพร่องลดน้อยลง



รูปที่ 2.3 Juran's Model Revised [13]

2.2.4 วิธีการเก็บข้อมูลต้นทุนคุณภาพ

การรวบรวมข้อมูลและคำนวณหาต้นทนคุณภาพมีอยู่หลายวิธีขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการเก็บต้นทุน ความซับซ้อนขององค์กรและกระบวนการผลิต Dale และ Plunkett ได้กล่าวถึงวิธีรวบรวมต้นทุนคุณภาพไว้ 3 วิธี

2.2.4.1 Prevention – Appraisal – Failure Cost Element Method (PAF Model)

เป็นวิธีที่สามารถบอกถึงต้นทุนคุณภาพโดยรวมได้ทั้งหมดซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมการผลิต โดยมีการทำงาน 3 ขั้นตอน คือ

2.2.4.1.1 การชี้บ่งรายการต้นทุนคุณภาพที่ต้องการจัดเก็บ

2.2.4.1.2 พิจารณาตัววัดด้านปริมาณแต่ละรายการต้นทุน

2.2.4.1.3 คำนวณต้นทุนคุณภาพแต่ละรายการ

2.2.4.2 Time – base Cost Element Method สามารถประยุกต์ใช้ได้กับอุตสาหกรรมการบริการ หรืออื่นๆ โดยใช้วิธีการประมาณต้นทุนคุณภาพจากการปฏิบัติงานที่ผิดพลาด (Cost of Making Mistakes) ตามสภาวการณ์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อบ่งชี้แผนกงานหรือส่วนงานที่มีต้นทุนจากการปฏิบัติงานผิดพลาดและหาวิธีวางแผนและดำเนินการลงทุนจากความผิดพลาดนั้นต่อไป

2.2.4.3 Semi-Structure Cost Element เป็นวิธีที่เหมาะสมกับทั้งอุตสาหกรรมการผลิตและบริการโดยวิธีนี้เน้นที่กิจกรรมของแต่ละหน่วยงานและกระบวนการที่เกิดขึ้น เช่น การใช้วิธีระดมสมอง (Brainstorming) ในแผนกหรือหน่วยงาน การจัดตั้งทีมงานเพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพ เป็นต้น

2.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพมีหลักสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ การเลือกฐานการคำนวณ การจัดลำดับความสำคัญของต้นทุนคุณภาพและการกำหนดเป้าหมายในการลดต้นทุนคุณภาพ

2.2.5.1 การเลือกฐานการคำนวณ ฐานที่ใช้ทั่วไป มี 4 แบบดังนี้

2.2.5.1.1ฐานแรงงาน ได้แก่ จำนวนพนักงาน ชั่วโมงแรงงาน ค่าแรงทางตรง เป็นต้น เพื่อนำมาคำนวณเป็นสัดส่วนของต้นทุนคุณภาพโดยแสดงในรูปแบบของต้นทุนคุณภาพต่อจำนวนพนักงาน จำนวนชั่วโมงแรงงานหรือค่าแรงทางตรง

2.2.5.1.2 ฐานต้นทุน ได้แก่ ต้นทุนการผลิตรวมหรือค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าใช้จ่ายในการออกแบบ ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ เป็นต้น เพื่อนำมาคำนวณเป็นวัสดุส่วนของต้นทุนคุณภาพ โดยจะแสดงในรูปแบบของ

ต้นทุนคุณภาพต่อต้นทุนการผลิต หรือต่อค่าใช้จ่ายอื่นๆ

2.2.5.1.3 ฐานยอดขาย คือ ยอดขายสินค้า โดยจะนำมาคำนวณเป็นสัดส่วนของต้นทุนคุณภาพกับยอดขาย โดยจะแสดงในรูปแบบของต้นทุนคุณภาพต่อยอดขายสุทธิหรือยอดขายสำเร็จรูป เป็นต้น

2.2.5.1.4 ฐานหน่วยผลิต คือ การคำนวณสัดส่วนของต้นทุนคุณภาพกับหน่วยผลิตโดยแสดงในรูปแบบของต้นทุนคุณภาพต่อจำนวนสินค้าที่ผลิตได้ เช่น ต่อชิ้น ต่อกิโลกรัม ต่อเมตร เป็นต้น

2.2.5.2 การจัดลำดับความสำคัญของต้นทุนคุณภาพ จะทำให้เราสามารถมองเห็นปัญหาต้นทุนคุณภาพได้ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งเป็นแนวทางในการเลือกรายการต้นทุนที่จะนำไปปรับปรุง โดยมีวิธีการวิเคราะห์ที่นิยมใช้อยู่ 3 วิธี คือ

2.2.5.2.1 การวิเคราะห์แนวโน้ม เป็นวิธีการแสดงให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของต้นทุนคุณภาพตามระยะเวลาที่เปลี่ยนไป โดยจะแบ่งลักษณะการวิเคราะห์แนวโน้มออกเป็น 4 ลักษณะดังนี้

2.2.5.2.1.1 การวิเคราะห์ตามประเภทของต้นทุนคุณภาพ เป็นการวิเคราะห์เพื่อแสดงว่า ต้นทุนประเภทไหนที่มีผลกระทบต่อต้นทุนคุณภาพโดยรวมมากที่สุด ต้นทุนคุณภาพโดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ลดลงหรือคงที่ตามต้นทุนคุณภาพประเภทใดมากที่สุด

2.2.5.2.1.2 การวิเคราะห์ตามดัชนีต้นทุนคุณภาพ คือ การวิเคราะห์ต้นทุนในรูปแบบสัดส่วนร้อยละของฐานต่างๆดังกล่าวไปแล้วข้างต้น คือ ฐานแรงงาน ฐานยอดขายและหน่วยฐานผลิต โดยดัชนีคำนวณจากต้นทุนคุณภาพหารด้วยปริมาณของฐานที่ใช้วิเคราะห์ การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะทำให้เห็นแนวโน้มที่มองไม่เห็นจากการวิเคราะห์เฉพาะต้นทุนคุณภาพอย่างเดียว

2.2.5.2.1.3 การวิเคราะห์ตามชนิดของสินค้า เป็นการวิเคราะห์เพื่อแสดงว่าคุณภาพของแต่ละสินค้ามีแนวโน้มเป็นอย่างไร

2.2.5.2.1.4 การแบ่งตามรายการต้นทุนคุณภาพ เป็นการวิเคราะห์แนวโน้มความเปลี่ยนแปลงของต้นทุนคุณภาพแต่ละรายการ

2.2.5.2.2 การวิเคราะห์แบบพาเรโต (Pareto analysis) เป็นวิธีวิเคราะห์เพื่อการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา โดยใช้หลักการ 80/20 คือ ปัญหาร้อยละ 80 เกิดขึ้นจากสาเหตุหลักเพียงร้อยละ 20 ถ้าสามารถแก้ไขปัญหาที่สาเหตุหลักได้ก็สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมาก

2.2.5.2.3 การวิเคราะห์ผลต่าง (Variance Analysis) เป็นการวิเคราะห์เพื่อแสดงผลต่างของต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงเทียบกับมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทำให้ทราบว่า ต้นทุนใดบ้างที่สูงกว่าเป้าหมายและต้องดำเนินการแก้ไขเป็นอันดับแรก การวิเคราะห์แบบนี้ช่วยให้สามารถจัดลำดับความสำคัญของปัญหาได้ชัดเจนและระดับการวิเคราะห์ผลต่างที่เหมือนการวิเคราะห์พาเรโต คือ การวิเคราะห์ขั้นต้นและวิเคราะห์อย่างละเอียด

2.2.5.3 การกำหนดเป้าหมายในการลดต้นทุนคุณภาพ มักจะกำหนดเป้าหมายของทั้งองค์กรโดยเป้าหมายรวมจะเกิดขึ้นได้ต้องกำหนดเป้าหมายย่อยขึ้นรองรับเพื่อควบคุมการดำเนินงานและติดตามการปรับปรุงอย่างเป็นระบบ หลักโดยทั่วไปที่ใช้พิจารณาเพื่อกำหนดเป้าหมายมีอยู่ 3 ข้อ คือ ความท้าทายในการแก้ไขปัญหา ข้อมูลในอดีตและความเป็นไปได้ในการดำเนินการแก้ไข ตัวอย่างเช่น องค์กรที่ตั้งเป้าหมายจากความท้าทายจะนิยมกำหนดเป้าหมายในการลดต้นทนคุณภาพให้ได้ร้อยละ 50 หรือสูงกว่า แต่การตั้งเป้าหมายสำหรับองค์กรที่กำหนดเป้าหมายโดยพิจารณาข้อมูลในอดีตมักจะกำหนดเป้าหมายจากสิ่งที่เคยทำได้ดีที่สุดในอดีต อย่างไรก็ตาม การตั้งเป้าหมายต้องพิจารณาปัจจัยในการแก้ปัญหาว่ามีอะไรบ้าง เมื่อปรับปรุงแล้วสามารถลดต้นทุนได้เท่าใดและปัญหานั้นมีความเป็นไปได้ในการแก้ไขมากน้อยแค่ไหน การตั้งเป้าหมายควรตั้งให้เหมาะสมเพราะการตั้งเป้าหมายสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้แรงจูงใจในการดำเนินการแก้ไขปัญหาลดลง

2.2.6 ประโยชน์ของต้นทุนคุณภาพ (Quality concept benefit)

- ทำให้มองปัญหาด้านคุณภาพได้อย่างชัดเจน
- เป็นเครื่องมือที่ช่วยวิเคราะห์คุณภาพของกระบวนการ ช่วยชี้บ่งและจัดลำดับความสำคัญของจุดที่สามารถปรับปรุงให้เกิดการลดต้นทุนคุณภาพได้
- เป็นเครื่องมือช่วยในการวัดประสิทธิภาพในการแก้ไขจุดที่ได้รับการบ่งชี้ว่าสามารถพัฒนาได้ กล่าวได้ว่าเป็นเครื่องมือในการวัดประสิทธิภาพของคุณภาพในองค์กร
- ช่วยชี้บ่งโอกาสที่จะลดความไม่พึงพอใจของลูกค้าซึ่งก่อให้เกิดโอกาสในการเพิ่มยอดการขาย
- เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดทำและควบคุมต้นทุนและงบประมาณขององค์กร

2.2.7 การปรับปรุงคุณภาพและการลดต้นทุนคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

คือ การดำเนินการแก้ปัญหาหลังจากวิเคราะห์และคัดเลือกปัญหาที่จะนำมาปรับปรุงได้แล้ว โดยวิธีการ แก้ไขปัญหาจะมีการแก้ไขโดยตรงที่ตัวปัญหาและการแก้ไขในเชิงป้องกันตามหลักการของต้นทุนคุณภาพที่กล่าวว่า "หากคุณป้องกันมากขึ้น คุณก็จะสูญเสียน้อยลง" [12] จากแนวคิดนี้นำไปสู่การปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง โดยในการแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิผลต้องดำเนินการภายใต้หลัก 3 ข้อคือ

2.2.7.1 การมีส่วนร่วมทั้งองค์กร (Company - Wide) คือ มีการแบ่งบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบในการแก้ปัญหา มีการพัฒนาความสามารถของสมาชิกทุกคน ที่สำคัญคือ ต้องได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง

2.2.7.2 การมองปัญหาทั้งระบบ (System Perspective) คือ ต้องมองปัญหาอย่างครบถ้วนตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการ ในบางองค์กรอาจจะต้องมองไปถึงระดับห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) เนื่องจากอาจมีปัญหาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับองค์การอื่น ๆ เช่น ผู้รับจ้างช่วง (Supplier) และลูกค้า

2.2.7.3 การใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ไขปัญหา (Scientific Approaches) คือ การวินิจฉัยสาเหตุของปัญหาด้วยพื้นฐานข้อมูลและตรรกะซึ่งสามารถอธิบายได้อย่างมีเหตุผล แนวทางที่กล่าวมาควรนำมาใช้ร่วมกับเทคนิคในการปรับปรุงประสิทธิภาพอื่น ๆ โดยการนำเทคนิคในการลดต้นทุนคุณภาพไปใช้งานต้องพิจารณาถึงความเหมาะสม เช่น หากองค์กรมีปัญหาทางด้านคุณภาพที่มีสาเหตุมาจากความแปรปรวนหรือความไม่แน่นอนของกระบวนการผลิต อาจเลือกแนวทางและเทคนิคได้มากมาย เช่น เริ่มจากแนวทางของกิจกรรม 5ส. กิจกรรมกลุ่มคุณภาพ การแก้ปัญหาตามแนวทางของ QC story หรือการควบคุมคุณภาพด้วย เพื่อการควบคุมกระบวนการเป็นพื้นฐานก่อนและอาจทำเป็นระบบที่สามารถขยายผลได้มากขึ้นภายหลัง เช่น การจัดทำระบบบริหารคุณภาพ (Quality Management System) หรือจะใช้ระบบ Six sigma หรือ TQM เป็นต้น

2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 งานวิจัยเกี่ยวกับต้นทุนคุณภาพ

การประยุกต์ใช้ต้นทุนคุณภาพของแต่ละองค์กรมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไป เช่น Uyar [2] ได้ทำการสำรวจงานวิจัยต่างๆ พบว่า การวัดต้นทุนคุณภาพและการทำรายงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการการปรับปรุงด้านคุณภาพ โดยการตั้งเป้าหมายในการลดต้นทุนคุณภาพ ใช้ระบุพื้นที่ที่มีปัญหาค่าใช้จ่ายด้านคุณภาพ ใช้วัดประสิทธิภาพของระบบคุณภาพ ใช้ในการวางแผนกลยุทธ์ทางด้านคุณภาพ ใช้ในการกำหนดงบประมาณ และใช้เพื่อการวัดผลการปรับปรุง

รูปแบบของต้นทุนคุณภาพที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีหลากหลายรูปแบบ โดย Schiffauerova และ Thomson [3] ได้สรุปเป็น 4 รูปแบบ หลักๆ ได้แก่ แบบที่ 1 P-A-F หรือ Crosby's model ซึ่ง P-A-F Model ประกอบด้วย ต้นทุนการป้องกัน (Preventive costs) ต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและการประเมินผล (Appraisal costs) และต้นทุนด้านความล้มเหลว (Failure costs) ส่วนต้นทุนคุณภาพของ Crosby's model เป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายต่างๆเพื่อให้เกิดสิ่งที่เป็นไปตามข้อกำหนด (price of conformance) ที่มีการป้องกันและการตรวจสอบเป็นองค์ประกอบ และค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้นเมื่อเกิดสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด (price of non-conformance) แบบ

ที่ 2 Opportunity Cost Model เป็นผลรวมของต้นทุนคุณภาพ P-A-F Model กับต้นทุนที่ไม่สามารถจับต้องได้ ซึ่งได้จากการประมาณความสูญเสียเนื่องจากการเสียลูกค้าหรือรายได้ลดลงจากสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด แบบที่ 3 Process cost model เป็นระบบการคิดต้นทุนที่เน้นพิจารณาตามกระบวนการผลิตมากกว่าการพิจารณาที่สินค้าหรือบริการ โดยเป็นต้นทุนรวมของสิ่งที่เป็นไปตามข้อกำหนดและสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และแบบที่ 4 Activity-based costing Model (ABC Model) คำนวณต้นทุนคุณภาพได้จากการคำนวณต้นทุนกิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ Schiffauerova และ Thomson [3] ยังพบว่า รูปแบบต้นทุนคุณภาพที่นิยมใช้ คือ P-A-F Model

สำหรับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนคุณภาพแต่ละประเภทได้ถูกรวบรวมอยู่ในมาตรฐานต่างๆ ซึ่งสามารถนำมาอ้างอิงและนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมหรือธุรกิจได้ เช่น Bamford และ Land [14], Desai [15] วิเคราะห์ปัจจัยของต้นทุนคุณภาพตามรายการของ BS6143 part2, Sandoval-chavez และ Beruvides [5] อ้างอิงปัจจัยของต้นทุนคุณภาพตามรายการของ BS6143 part2 ร่วมกับ American Society for Quality Control (ASQC) และณัฐกา โยคะกุล [6] อ้างอิงปัจจัยต้นทุนคุณภาพตามรายการของ BS6143 part2 ร่วมกับระบบคุณภาพพื้นฐานของไทย (Thai Foundation Quality System: TFQS) เป็นต้น และฐานเทียบต้นทุนที่นิยมได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของยอดขาย เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตรวมและต้นทุนแรงงานเป็นต้น ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความจำเป็นของแต่ละบริษัท

2.3.2 งานวิจัยเกี่ยวการประยุกต์ใช้ต้นทุนคุณภาพในอุตสาหกรรมต่างๆ

วัสชัย ลิปนวาร [16] ได้นำเสนอการจัดทำระบบต้นทุนคุณภาพของกระบวนการผลิตเครื่องครัว ด้วยวิธี Activity-based costing Model ร่วมกับการจำแนกกิจกรรมด้วยวิธี Information Definition (IDEF) โดยเริ่มต้นจากการจัดทำระบบคุณภาพ ได้แก่ การจัดหาบุคลากร การกำหนดขั้นตอนการตรวจสอบ การกำหนดวิธีขจัดปัญหาและการพิจารณาเงินลงทุน จากนั้นจึงจัดทำระบบต้นทุนคุณภาพซึ่งประกอบไปด้วย การวิเคราะห์กิจกรรมที่มีผลกระทบต่อต้นทุนและ คุณภาพ การปรับปรุงแบบฟอร์ม การปรับปรุงระบบบัญชี การกำหนดมาตรฐานของต้นทุนและการรายงานผล

กังวาน ชยุติมันต์กุล [9] ได้จัดตั้งระบบต้นทุนคุณภาพสำหรับโรงงานหล่อโลหะเฉพาะส่วนของโรงหล่อโลหะที่ใช้เตาไฟฟ้าโดยเน้นต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของสินค้า ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มจากการวิเคราะห์กิจกรรมและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น จัดแยกค่าใช้จ่ายพร้อมทั้งจัดทำระบบต้นทุนคุณภาพ สร้างแบบฟอร์มเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้ในการคำนวณ อบรมพนักงานถึงวิธีการบันทึกข้อมูล การคำนวณต้นทุนคุณภาพและการรายงานผล

ณัฐกา โยคะกุล [6] ประยุกต์ใช้ต้นทุนคุณภาพตาม PAF Model สำหรับธุรกิจของขบเคี้ยวสุนัขที่ทำจากหนังสัตว์ นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพเทียบกับ Optimum cost model ของ Juran และ Gryna เพื่อบ่งบอกสถานะปัจจุบันของต้นทุนคุณภาพ

Desai [15] ประยุกต์ใช้ต้นทุนคุณภาพตาม PAF Model ในโรงงานกรณีศึกษา Indian engineering company เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลการทำงานและทำให้เกิดการปรับปรุงคุณภาพ โดยเริ่มจากการระบุองค์ประกอบของต้นทุนคุณภาพ การวัดต้นทุนคุณภาพ การวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพโดยเทียบต้นทุนคุณภาพกับฐานต่างๆ ได้แก่ การเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ยอดขายและการเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์แรงงานทางตรง

พิจารณาต้นทุนคุณภาพขององค์ประกอบย่อยๆเพื่อระบุจุดที่ต้องปรับปรุงและกำหนดต้นทุนคุณภาพเป็นเป้าหมายองค์กร

2.3.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการลดต้นทุนคุณภาพและการหาจุดเหมาะสมของต้นทุนคุณภาพ

ณัฐกา โยคะกุล [6] ใช้เครื่องมือคุณภาพ (Quality tools) เช่น แผนภูมิพาเรโต ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อชี้บ่งปัญหาต้นทุนคุณภาพและใช้แผนภูมิเหตุและผลในการหาสาเหตุของปัญหา เสนอแนวคิดในการหาจุดเหมาะสมของต้นทุนคุณภาพจากการจำลองรูปแบบต้นทุนคุณภาพโดยการปรับเปลี่ยนตัวแปรของต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบและต้นทุนความล้มเหลว

ภัทรวุฒิ พลอาสา [17] ได้ศึกษาต้นทุนคุณภาพในการลดของเสียจากกระบวนการผลิตฝาปิดฮาร์ดดิสก์ด้วยวิธีการทาง ซิกซ์ ซิกมา โดยพิจารณาต้นทุนคุณภาพสามส่วน คือ ต้นทุนความล้มเหลว ต้นทุนการตรวจสอบและต้นทุนการป้องกัน ขั้นตอนวิจัยประกอบด้วย การระบุปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุด้วยแผนผังเหตุและผล ใช้ FMEAจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ดำเนินการปรับปรุงโดยนำหลักการทางสถิติมาใช้ในการยืนยันผล ควบคุมการปรับปรุงโดยใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียและจัดทำมาตรการการควบคุมกระบวนการผลิต

Oppermann et al [18] ได้พัฒนาสูตรคณิตศาสตร์คำนวณต้นทุนคุณภาพสำหรับเปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการตรวจสอบในกระบวนการผลิตสินค้าอิเลคทรอนิกส์ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนของเสีย ต้นทุนการตรวจสอบและต้นทุนการแก้ไขชิ้นงาน อีกทั้งนำเสนอการวิเคราะห์หากลยุทธ์การตรวจสอบที่เหมาะสมด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุดจากการคำนวณโดยใช้วิธี Dynamic programming method

Jaju, Lakhe และ Bhagade [19] ใช้ Regression analysis ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของต้นทุนคุณภาพ ได้แก่ ต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ ประเมินและวัดผล และต้นทุนความล้มเหลวทั้งภายในและภายนอก ซึ่งทำให้ได้สมการความสัมพันธ์ที่สามารถประยุกต์ใช้ในการประมาณผลตอบแทนที่ได้จาการลงทุนเพื่อการควบคุมคุณภาพ ใช้เป็นส่วนประกอบในการตัดสินใจด้านงบประมาณ และทำให้ทราบถึงต้นทุนคุณภาพที่เหมาะสม

Abdelsalam และ Gad [20] ได้ศึกษาจุดเหมาะสมของต้นทุนคุณภาพสำหรับโครงการก่อสร้าง โดยการสร้างกราฟของข้อมูลต้นทุนคุณภาพกับระดับคุณภาพ เส้นกราฟผลรวมของต้นทุนการป้องกันและต้นทุนการตรวจสอบกับระดับคุณภาพ และเส้นกราฟของต้นทุนความล้มเหลวกับระดับคุณภาพ จากนั้นสร้างสมการคณิตศาสตร์ของเส้นกราฟต้นทุนคุณภาพ จากสมการที่ได้สามารถนำมาคำนวณหาระดับคุณภาพที่ทำให้ต้นทุนคุณภาพต่ำที่สุดและสามารถระบุต้นทุนคุณภาพที่ต่ำที่สุด

บทที่ 3
การศึกษาสภาพโดยทั่วไปและปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานตัวอย่าง

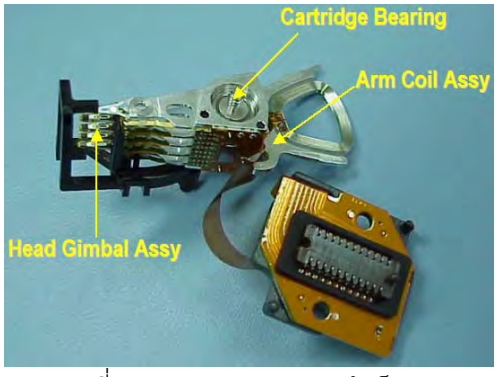
กรณีศึกษาในการวิจัยนี้ เป็นโรงงานผลิตในกลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เริ่มก่อตั้งขึ้นที่ประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อปี พ.ศ.2522 จากนั้นได้มีการขยายฐานการผลิตไปยังประเทศต่างๆในทวีปเอเชีย และได้ขยายฐานการผลิตเข้ามาในประเทศไทยตั้งแต่ปีพ.ศ.2526 ปัจจุบันมีโรงงานผลิตในประเทศไทยทั้งสิ้น 2 สาขา ซึ่งสามารถแบ่งส่วนการผลิตหลักๆออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

- ส่วนการผลิตสไลเดอร์ (Slider)
- ส่วนการผลิตหัวเขียนอ่านข้อมูล (Head Gimbal Assembly: HGA)
- ส่วนการผลิตชุดของแขนหัวเขียนอ่านข้อมูล (Head Stack Assembly: HSA)
- และส่วนการผลิตฮาร์ดดิสก์ (Hard disk)

กลุ่มบริษัทของโรงงานกรณีศึกษาเป็นผู้นำในการออกแบบการผลิตและการตลาดของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ใช้เป็นผลิตภัณฑ์หลักสำหรับบันทึกข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ในระบบต่างๆ ตั้งแต่เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจนถึงศูนย์ข้อมูลที่ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายขององค์กรและอินเทอร์เน็ต กลุ่มบริษัทของโรงงานกรณีศึกษามีการจำหน่ายฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟให้กับผู้ผลิตโออีเอ็ม(OEM) รายต่างๆ เช่น เดลล์ (Dell) อีเอ็มซี (EMC) ฮิวเล็ต-แพ็คการ์ด (Hewlett-Packard) และไอบีเอ็ม (IBM) เป็นต้น นอกจากนี้ บริษัทยังมีความสัมพันธ์อันดีกับผู้จัดจำหน่ายรายใหญ่ ซึ่งจำหน่ายผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไปยังตัวแทนจำหน่ายรายย่อย ผู้ติดตั้งระบบและตัวแทนค้าปลีกทั่วโลก

3.1.1 กระบวนการประกอบชุดหัวอ่าน

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาส่วนการผลิตชุดของแขนหัวเขียนอ่านข้อมูล (Head Stack Assembly: HSA) เป็นตัวอย่างในการศึกษา ชุดหัวอ่านประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ได้แก่ หัวอ่าน (Head Gimbals Assembly: HGA), แขนของหัวอ่าน (Arm Coil Assembly), ตลับลูกปืน (Bearing), แกสเกต (Gasket) และตัวป้องกันหัวอ่าน (Cap &Comb) ชิ้นส่วนต่างๆจะถูกประกอบเข้าด้วยกันโดยผ่านกระบวนการต่างๆดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างชุดหัวอ่านสำเร็จรูป

3.1.1.1 กระบวนการประกอบหัวอ่าน เป็นการนำหัวอ่านมาประกอบเข้ากับแขนของหัวอ่านโดยใช้ตัวจับยึดชิ้นงานช่วยในระหว่างการประกอบและยึดหัวอ่านให้ติดกับแขนของหัวอ่าน โดยยิงลูกบอลสแตนเลสผ่านรูที่ฐานของหัวอ่านให้ขยายยึดติดกับรูที่แขนของหัวอ่าน

3.1.1.2 กระบวนการเตรียมชิ้นงานก่อนเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า เป็นการจัดเรียงหางเส้นไฟของหัวอ่านเข้าไปในร่องแขนของหัวอ่านและให้ปลายหางอยู่ตรงตำแหน่งเดียวกับจุดเชื่อมต่อวงจรที่แขนของหัวอ่าน

3.1.1.3 กระบวนการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า เป็นขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้าของหัวอ่านและแขนของหัวอ่านให้เป็นวงจรเดียวกันโดยใช้หัวทิปร้อนกดไปตรงตำแหน่งหางเส้นไฟที่จัดเรียงไว้และทำให้ดีบุกที่ติดอยู่ที่แขนของหัวอ่านละลายเชื่อมให้ทั้ง 2 ส่วนเชื่อมติดกัน

3.1.1.4 กระบวนการล้างชิ้นงาน เป็นการนำชุดหัวอ่านไปล้างทำความสะอาดด้วยเครื่องล้างที่มีน้ำยาทำความสะอาด ด้วยระบบ Ultrasonic และลมร้อนเพื่อทำให้ชิ้นงานสะอาดและแห้งภายในเครื่องก่อนที่จะถูกส่งไปขั้นตอนต่อไป

3.1.1.5 กระบวนการประกอบตลับลูกปืน เป็นการใช้เครื่องในการประกอบตลับลูกปืนเข้ากับแขนของหัวอ่านและใส่ แกสเกตเข้ากับ Print Circuit Cable Assembly (PCCA) ที่แขนของหัวอ่าน

3.1.1.6 กระบวนการวัดค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆ เป็นการตรวจสอบโดยใช้เครื่องวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆของชิ้นงานว่ามีค่าอยู่ภายในเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ ได้แก่ Gramload, Pitch Static Attitude (PSA), Roll Static Attitude (RSA) และ Head Alignment (HAL)

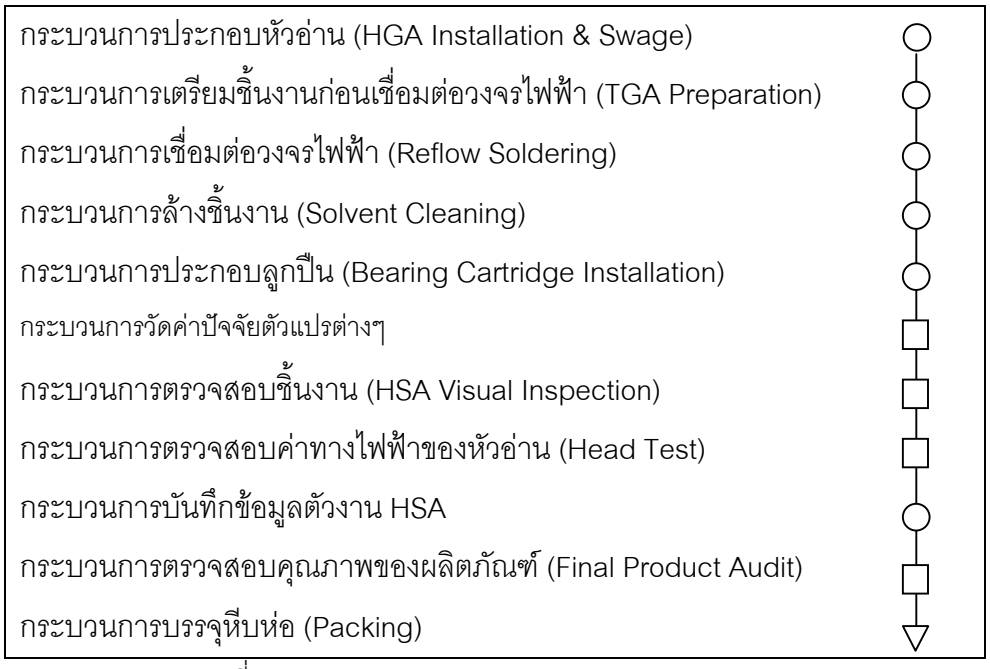
3.1.1.7 กระบวนการตรวจสอบชิ้นงานด้วยสายตา เป็นการตรวจสอบชิ้นงานโดยพนักงานตรวจสอบใต้กล้องอ้างอิงตามเกณฑ์ที่กำหนดและมีการเปลี่ยนภาชนะที่ใส่ชุดหัวอ่านจากภาชนะที่ใช้ในการขนส่งชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต ขนาดบรรจุ 8 ตัวต่อชั้นเป็นภาชนะที่ใช้ในการขนส่งชิ้นงานสำเร็จรูปขนาดบรรจุชิ้นงาน15 ตัวต่อชั้น

3.1.1.8 กระบวนการตรวจสอบค่าทางไฟฟ้าของหัวอ่าน เป็นการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชุดหัวอ่านโดยใช้การจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าชิ้นงานแล้วอ่านค่าพารามิเตอร์ต่างๆว่าได้ตามข้อกำหนดหรือไม่

3.1.1.9 กระบวนการบันทึกข้อมูลตัวงาน เป็นการบันทึกรหัสของชิ้นงานสำเร็จรูปเข้าไปในระบบฐานข้อมูลรวมเพื่อใช้ในการตรวจสอบกลับและมีการเขียนบันทึกรหัสของชิ้นงานแต่ละชิ้นที่อยู่ในภาชนะบรรจุนั้นๆก่อนที่จะถูกส่งต่อไปยังลูกค้า

3.1.1.10 กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานโดยพนักงานแผนกตรวจสอบคุณภาพ ตรวจสอบว่าชิ้นงานมีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนด

3.1.1.11 กระบวนการบรรจุหีบห่อ เป็นกระบวนการบรรจุชุดหัวอ่านที่ทำการประกอบเสร็จสมบูรณ์โดยการหุ้มภาชนะด้วยถุงฟอยด์แล้วซีลให้แน่นภายในคลีนรูมเพื่อป้องกันความชื้นและฝุ่นละอองจากอากาศภายนอกเข้าไปภายในภาชนะบรรจุได้



รูปที่ 3.2 Process Flow Chart ของการประกอบชุดหัวอ่าน

3.1.2 การวัดผลของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่าน

ในกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านจะมีการวัดผลของกระบวนการผลิตในรูปของผลผลิต (Yield) แบ่งออกเป็นผลผลิตที่ได้จากการตรวจสอบด้วยสายตาและผลผลิตที่ได้จากการตรวจสอบค่าทางไฟฟ้า โดยในการผลิตสินค้าแบบมวลภัณฑ์ (mass production) จะมีเป้าหมายสำหรับผลผลิตอยู่ที่ 99.5% หากผลผลิตที่ได้ไม่เป็นไปตามเป้าหมายก็จะส่งผลกระทบกับการวางแผนในส่วนต่างๆ ได้แก่ การวางแผนเครื่องมือเครื่องจักร การวางแผนการผลิต ความสามารถในการส่งมอบสินค้าและที่สำคัญส่งผลต่อต้นทุนการผลิต ซึ่งเห็นได้จากปริมาณชิ้นงานที่ต้องนำมาแก้ไขหรือชิ้นงานที่ผลิตเสียและปริมาณการตรวจสอบคุณภาพที่เพิ่มมากขึ้น

3.1.3 การควบคุมคุณภาพการประกอบชุดหัวอ่าน

การประกอบชุดหัวอ่านจะมีการควบคุมคุณภาพทั้งในระหว่างกระบวนการผลิตและก่อนนำส่งให้ลูกค้า โดยมีการตรวจทดสอบเพื่อให้มั่นใจว่าสินค้าได้คุณภาพตามที่กำหนดและเป็นการตรวจติดตามสมรรถนะของปัจจัยตัวแปรต่างๆ เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ แนวทางในการตรวจสอบคุณภาพ

จะส่งผลต่อต้นทุนคุณภาพการผลิตสินค้าในส่วนของต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ จากตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบวิธีการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของสินค้าระหว่างสินค้าตัวอย่าง A ซึ่ง เป็นสินค้าที่มีผลผลิตได้ตามเป้าหมาย สมรรถนะของกระบวนการอยู่ภายใต้การความคุมที่ดี Cpk $\geq$ 1.33 สามารถประยุกต์วิธีการทดสอบโดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่องประเภทที่ 1 (Continuous Sampling plan1: CSP-1) และการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ (Statistical Process Control: SPC) ในการตรวจติดตามกระบวนการ ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพต่ำ สินค้าตัวอย่าง B ผลผลิตของกระบวนการยังไม่ได้ตามเป้าหมาย ค่าสมรรถนะของกระบวนการไม่ดี Cpk < 1.00 ทำให้ต้องมีการตรวจสอบและทดสอบสินค้าในปริมาณที่มาก ส่งผลให้ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพสูง

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างวิธีการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิต

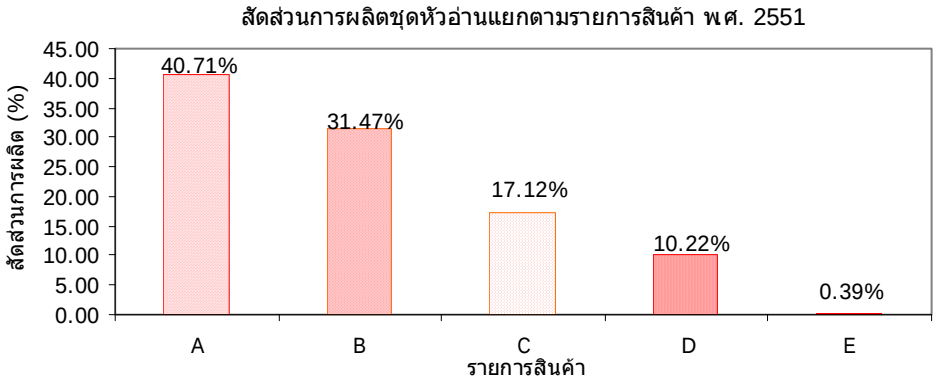
ปัจจัยที่	วิธีการตรวจสอบ	
	สินค้าตัวอย่าง A	สินค้าตัวอย่าง B
การตรวจสอบด้วยสายตา	ตรวจสอบทุกชิ้น	ตรวจสอบทุกชิ้น
การทดสอบค่าทางไฟฟ้า	สุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง	ตรวจสอบทุกชิ้น
Gramload	การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ	เต็มกำลังการผลิตของเครื่องทดสอบ
Pitch Static Attitude	การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ	เต็มกำลังการผลิตของเครื่องทดสอบ
Roll Static Attitude	การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ	เต็มกำลังการผลิตของเครื่องทดสอบ
Head Alignment	การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ	เต็มกำลังการผลิตของเครื่องทดสอบ

3.2 **การศึกษาสภาพปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา**

3.2.1 การเลือกสินค้าตัวอย่างเพื่อทำการศึกษา

โรงงานกรณีศึกษามีการผลิตฮาร์ดดิสก์เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าในหลายกลุ่มตลาด เช่น ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจนถึงฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับศูนย์ข้อมูลที่ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายขององค์กรและอินเทอร์เน็ต ดังนั้นจึงมีการกำหนดเงื่อนไขในการเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาศึกษาเป็นสินค้าต้นแบบ โดยจะเลือกจากสินค้าที่อยู่ในช่วงการผลิตปริมาณมาก (Mass production stage) เป็นสินค้าที่มีคำสั่งซื้อสูง นอกจากนี้ยังนำอัตราผลผลิตและความสามารถของกระบวนการผลิตเข้ามาร่วมในการพิจารณา

3.2.1.1 เปรียบเทียบปริมาณการผลิตสินค้า

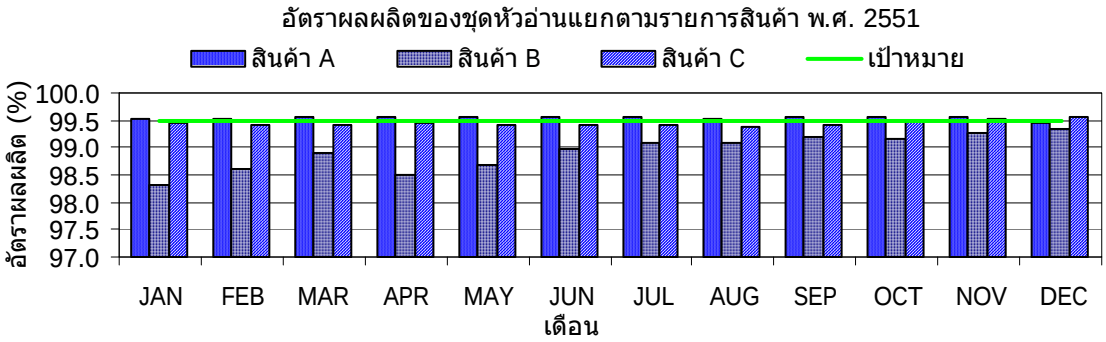


รูปที่ 3.3 สัดส่วนการประกอบชุดหัวอ่านแยกตามรายการสินค้า พ.ศ. 2551

เมื่อพิจารณายอดการผลิตแยกตามรายการสินค้าในช่วงปีพ.ศ. 2551 พบว่า สินค้า A มียอดการผลิตสูงที่สุด คือ 40.71% รองลงมา คือ สินค้า B และสินค้า C ตามลำดับ ดังนั้นจึงทำการพิจารณากระบวนการผลิตของสินค้า A, B และ C เป็นเงื่อนไขต่อไป

3.2.1.2 เปรียบเทียบผลผลิตที่ได้ของแต่ละสินค้า

จากรูปที่ 3.4 แสดงผลผลิตโดยรวมของสินค้าที่ได้จากการคำนวณอัตราผลผลิตของการตรวจสอบด้วยสายตาและผลการทดสอบค่าทางไฟฟ้า พบว่า สินค้า A มีอัตราผลผลิตได้ตามเป้าหมายที่กำหนด (สูงกว่า 99.5%) และสินค้า C มีอัตราผลผลิตโดยรวมได้ใกล้เคียงกับเป้าหมายที่กำหนด แต่ในส่วนของสินค้า B ซึ่งเป็นสินค้าที่มียอดการผลิตสูงเป็นอันดับที่ 2 รองจากสินค้า A แต่ผลผลิตโดยรวมยังไม่ได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

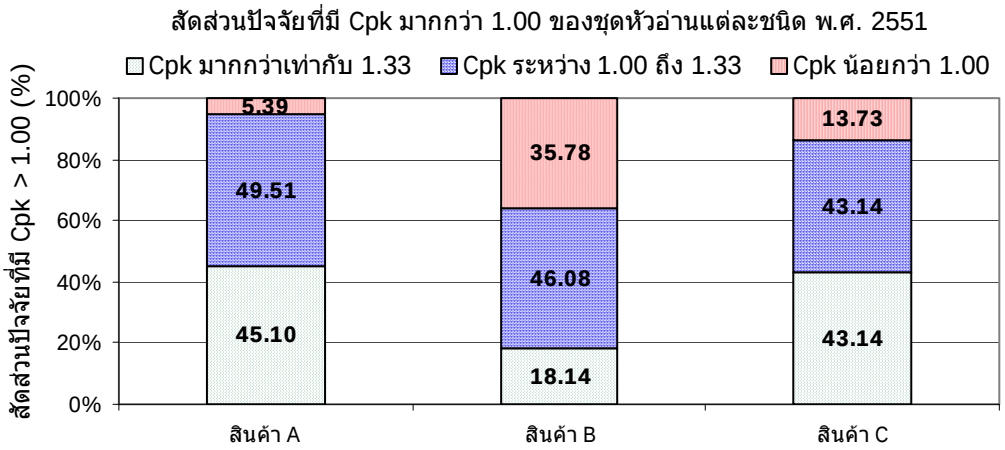


รูปที่ 3.4 อัตราผลผลิตโดยรวมของรายการสินค้าที่มียอดการผลิตสูง 3 อันดับแรก พ.ศ. 2551

3.2.1.4 เปรียบเทียบความสามารถของกระบวนการผลิตของแต่ละสินค้า

ในขั้นตอนการประกอบชุดหัวอ่านของโรงงานกรณีศึกษา มีการควบคุมคุณภาพของสินค้าทั้งในระหว่างกระบวนการผลิตและมีการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าสำเร็จรูปก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า โดยพิจารณาค่า Cpk ของตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพของชุดหัวอ่าน นอกจากนี้โรงงานกรณีศึกษา มีการกำหนดเป้าหมาย

สัดส่วนปัจจัยตัวแปรที่มีค่า Cpk $\geq$ 1.00 ไม่ต่ำกว่า 90% ของปัจจัยตัวแปรที่สำคัญของการประกอบชุดหัวอ่าน ซึ่งประกอบด้วย ค่า Gramload, Pitch Static Attitude (PSA), Roll Static Attitude (RSA) และค่า Head Alignment (HAL)



รูปที่ 3.5 สัดส่วนปัจจัยที่มีค่า Cpk มากกว่า 1.00 ของสินค้า A, B และ C พ.ศ. 2551

จากรูปที่ 3.5 พบว่าสินค้า A มีสัดส่วนของค่า Cpk ที่ต่ำกว่า 1.00 เท่ากับ 5.39% ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับสินค้า B และสินค้า C แสดงให้เห็นว่า ความสามารถของกระบวนการผลิตส่วนใหญ่อยู่ภายใต้การควบคุมที่ดี สินค้า C มีสัดส่วนค่า Cpk ที่ต่ำกว่า 1.00 เท่ากับ 13.73% และสินค้า B มีสัดส่วนค่า Cpk ที่ต่ำกว่า 1.00 สูงถึง 35.78% ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่า สินค้า B ควรได้รับการปรับปรุง

จากข้อมูลที่แสดงในเบื้องต้นพบว่า สินค้า A มียอดการผลิตสูงที่สุด มีอัตราผลผลิตได้ตามเป้าหมายและสมรรถนะของกระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุมที่ดีดังนั้นจึงเลือกเป็นสินค้าต้นแบบประเภทที่1 คือ สินค้าที่มีของเสียน้อย (ผลผลิตและสมรรถนะของกระบวนการได้ตามเป้าหมาย) และเลือกผลิตภัณฑ์ B ซึ่งมียอดการผลิตสูงรองลงมาเป็นอันดับที่ 2 แต่อัตราผลผลิตที่ได้ยังต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด และสัดส่วนสมรรถนะของกระบวนการผลิตที่ไม่ดีมีค่าสูงเป็นสินค้าต้นแบบประเภทที่ 2 คือ เป็นสินค้าที่มีของเสียมาก (ผลผลิตและสมรรถนะของกระบวนการต่ำกว่าเป้าหมาย)

3.2.2 การวิเคราะห์เพื่อกำหนดต้นทุนคุณภาพของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่าน

ในการระบุต้นทุนที่เกี่ยวกับต้นทุนคุณภาพของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านของงานวิจัยนี้ ได้จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตและส่วนที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของการประกอบชุดหัวอ่าน โดยอ้างอิงอ้างปัจจัยต้นทุนคุณภาพจาก British standards BS6143: Parts2 [4] ซึ่งแบ่งต้นทุนคุณภาพออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ต้นทุนการป้องกัน ต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและการประเมินคุณภาพ และต้นทุนความล้มเหลว จากนั้นพิจารณาต้นทุนคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับแต่ละองค์ประกอบโดยอ้างอิงจาก Campanella [21] ซึ่งสามารถอธิบายโครงสร้างต้นทุนคุณภาพของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านของโรงงานกรณีศึกษาได้ดังนี้

3.2.2.1 ต้นทุนการป้องกัน

เป็นรายการต้นทุนที่เกิดขึ้นในการดำเนินกิจกรรมต่างๆเพื่อป้องกันปัญหาด้านคุณภาพของชุดหัวอ่านที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบชุดหัวอ่าน ได้แก่

- ต้นทุนการทำกิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมกระบวนการเพื่อให้อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดและสามารถดำเนินการได้อย่างทันท่วงทีก่อนที่จะเกิดปัญหากับคุณภาพกับชุดหัวอ่าน เช่น การตรวจและทดสอบเครื่องจักรก่อนกระบวนการผลิตเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรผลิตของเสียออกมา การตรวจการปฏิบัติงานของพนักงานว่าถูกต้องตามวิธีการที่กำหนด การควบคุมกระบวนการโดยอาศัยเทคนิคเชิงสถิติ (Statistical process control: SPC) เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ และการตรวจสอบสภาพสายการผลิต

- ต้นทุนการวางแผนคุณภาพ ได้แก่ กิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดและการพิจารณากระบวนการเพื่อวางแผนการจัดการกระบวนการผลิตให้เหมาะสม สามารถผลิตสินค้าให้ได้คุณภาพตามที่กำหนด โดยมีตัวแทนของหน่วยงานต่างๆเข้าร่วมการประชุมเพื่อหาแนวทางในการป้องกันปัญหาคุณภาพที่อาจเกิดขึ้น การหาแนวดำเนินงานเพื่อลดและกำจัดสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพกับชุดหัวอ่านที่ผลิต และการวางแผนเพื่อกำหนดกิจกรรมและวิธีการตวจสอบที่ใช้ควบคุมกระบวนการให้อยู่ภายใต้การควบคุมที่เหมาะสม เช่น การประชุมติดตามผลคุณภาพประจำสัปดาห์ร่วมกันระหว่างฝ่ายประกันคุณภาพกับวิศวกรควบคุมกระบวนการ การประชุมวิเคราะห์ผลกระบวนการผลิตและผลคุณภาพประจำวันระหว่างหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ ฝ่ายผลิต วิศวกรควบคุมกระบวนการผลิต ฝ่ายประกันคุณภาพ ฝ่ายซ่อมบำรุง นอกจากนี้ยังรวมถึงการกำหนดวิธีการนำเทคนิคเชิงสถิติมาใช้ควบคุมกระบวนการผลิต

- ต้นทุนการปรับปรุงคุณภาพเป็นต้นทุนที่เกิดจากการปรับปรุงเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต การปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการผลิตและสินค้าสำเร็จรูป นอกจากนี้ยังรวมถึงค่าใช้จ่ายต่างๆที่ใช้ในการทำการทดลองโดยมีวัตถุประสงค์ในการ

ปรับปรุงคุณภาพของสินค้าและกระบวนการผลิต

- ต้นทุนการฝึกอบรมพนักงานใหม่ การฝึกอบรมพนักงานตามรอบเวลาที่กำหนด เพื่อให้พนักงานปฏิบัติการมีความรู้ความเข้าใจถึงวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง และสามารถผลิตสินค้าที่ได้คุณภาพตามที่กำหนดในแต่ละขั้นตอนการทำงาน

3.2.2.2 ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ

ซึ่งรวมตั้งแต่การตรวจสอบวัตถุดิบที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตจนถึงการตรวจสอบสินค้าสำเร็จรูปที่ได้ โดยแยกออกเป็นการตรวจสอบต่างๆดังนี้

- ต้นทุนการตรวจสอบคุณภาพทางห้องปฏิบัติการของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตและการตรวจสอบคุณภาพสินค้าสำเร็จรูปเพื่อให้สินค้ามีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดโดยต้นทุนที่เกี่ยวข้องได้แก่ ต้นทุนวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูปในการตรวจสอบและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ

- ต้นทุนการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าในระหว่างกระบวนการผลิตโดยพนักงานฝ่ายผลิตเป็นการตรวจสอบว่าชิ้นงานมีคุณภาพตามที่กำหนดหรือไม่

- ต้นทุนการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานสำเร็จรูปเพื่อการยอมรับโดยพนักงานแผนกควบคุมคุณภาพ

- ต้นทุนการวิเคราะห์และการรายงานผลการตรวจสอบคุณภาพจากแผนกควบคุมคุณภาพ

3.2.2.3 ต้นทุนความล้มเหลวภายใน

- ต้นทุนชิ้นงานเสียทิ้ง เป็นต้นทุนที่เกิดจากสินค้าที่ผลิตขึ้นมีคุณภาพไม่ตรงตามที่กำหนดและลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานไม่สามารถนำมาซ่อมแซมหรือผลิตใหม่ได้

- ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนด โดยลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนชิ้นงานนั้นสามารถดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ชิ้นงานนั้นๆ เป็นสินค้าที่มีคุณภาพตรงตามข้อกำหนดได้

- ต้นทุนการตรวจสอบหรือการทดสอบซ้ำซึ่งเกิดจากการตรวจพบปัญหาทางด้านคุณภาพของชิ้นงานระหว่างผลิตหรือชิ้นงานสำเร็จรูป หรือผลการทดสอบสินค้าสำเร็จรูปทางห้องปฏิบัติการไม่ผ่านตามข้อกำหนด จึงต้องนำชิ้นงานกลับมาตรวจสอบใหม่ โดยเจ้าหน้าที่แผนกควบคุมคุณภาพ เพื่อให้มั่นใจว่าสินค้าที่ผลิตมีคุณภาพตรงตามข้อกำหนด

3.2.2.4 ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก

- ต้นทุนการติดตามปัญหาที่ได้รับการร้องเรียนจากลูกค้า ได้แก่ การประชุมวางแผนในการดำเนินการแก้ไขปัญหา การเพิ่มหรือลดกระบวนการการทำงานเพื่อให้สินค้ามีคุณภาพตามที่กำหนดในระหว่างการดำเนินการแก้ไขการทดลองและการปรับปรุงกระบวนการหรือเครื่องจักรอุปกรณ์ใหม่เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาที่ถูกร้องเรียน

- ต้นทุนการดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องของสินค้าที่ถูกส่งคืนหรือเรียกสินค้าคืนจากลูกค้า

3.2.3 รายการต้นทุนคุณภาพของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่าน

การกำหนดรายการต้นทุนคุณภาพของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านในงานวิจัยนี้ได้จากการวิเคราะห์ร่วมกันกับตัวแทนของหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อระบุรายการต้นทุนที่จะนำมาพิจารณาซึ่งเพิ่มการจำแนกนิยามในการปฏิบัติในรายละเอียดที่สำคัญ เน้นปัจจัยหลักๆที่ก่อให้เกิดต้นทุนคุณภาพเป็นจำนวนมาก จากนั้นนำรายการต้นทุนคุณภาพที่ได้จัดแยกเป็นหมวดหมู่ตามประเภทของต้นทุนและจัดลำดับให้กับปัจจัยต้นทุนคุณภาพแต่ละรายการ โดยกำหนดเป็นรหัส 4 หลัก ซึ่งแต่ละหลักมีความหมายดังนี้

หลักที่ 1 หมายถึง ประเภทของต้นทุนคุณภาพประกอบด้วย

P ต้นทุนด้านการป้องกัน

A ต้นทุนด้านการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ

F ต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลว

หลักที่ 2 หมายถึง ลำดับที่ของต้นทุนในต้นทุนคุณภาพแต่ละประเภท

หลักที่ 3,4 หมายถึง ลำดับที่ของต้นทุนย่อยในแต่ละกลุ่มของต้นทุนคุณภาพ

3.2.3.1 รายการต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกัน

P10X ต้นทุนด้านวิศวกรรมคุณภาพและวิศวกรรมควบคุมกระบวนการ

P101 ต้นทุนการวางแผนดำเนินงานทางคุณภาพ

P102 ต้นทุนการดำเนินการควบคุมกระบวนการผลิต

P103 การนำเทคนิคเชิงสถิติมาใช้ในการควบคุมกระบวนการ

P20X ต้นทุนการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์

P201 ต้นทุนการออกแบบเครื่องจักรอุปกรณ์ใหม่

P202 ต้นทุนการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์

P30Y ต้นทุนการสอบเทียบและการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

P301 ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต

P302 การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต

P40Y ต้นทุนการสอบเทียบและการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของสินค้า

P401 ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักร

P402 การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักร

P50X ต้นทุนการฝึกอบรมพนักงาน

P501 ต้นทุนการฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติการ

P60X ต้นทุนการดำเนินงาน การตรวจสอบและการปรับปรุง

P601 ต้นทุนทางการบริหาร

P602 ต้นทุนการสุ่มตรวจพนักงานปฏิบัติการ

P603 ต้นทุนสุ่มตรวจสภาวะของสายการผลิต

3.2.3.2 องค์ประกอบของต้นทุนด้านการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ

A10Y ต้นทุนการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ

A101 ต้นทุนการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ

A20Y ต้นทุนการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพสินค้า

A201 ต้นทุนการตรวจสอบชิ้นงานของพนักงานผลิต

A202 ต้นทุนการการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า

A203 ต้นทุนการตรวจสอบเพิ่มเติมเมื่อกระบวนการออกนอกเส้นควบคุม

A30Y ต้นทุนการสุ่มตรวจชิ้นงานสำเร็จรูป

A301 การสุ่มตรวจชิ้นงานที่ขั้นตอนสุดท้าย

A302 การสุ่มตรวจสอบชิ้นงานสำเร็จรูป

A40Y ต้นทุนการเตรียมเพื่อการตรวจสอบและการทดสอบคุณภาพของสินค้า

A401 ต้นทุนการตรวจสอบเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตและตรวจประเมินตามแผนการตรวจสอบประจำวัน

A402 ต้นทุนการทดสอบเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตและตรวจประเมิน

A50Y ต้นทุนการรวบรวมข้อมูล การรายงานผลการตรวจสอบและการทดสอบ

A501 ต้นทุนการรายงานผลการตรวจสอบและทดสอบชุดหัวอ่านโดยเจ้าหน้าที่ผลิต

A502 ต้นทุนการรายงานของเจ้าหน้าที่ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ

3.2.3.3 องค์ประกอบของต้นทุนความล้มเหลว

F10Z ต้นทุนความล้มเหลวภายใน

F101 ต้นทุนของเสีย

F102 ต้นทุนการแก้ไขงาน

F103 ต้นทุนการตรวจสอบซ้ำ

F20Z ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก

F201 ต้นทุนการจัดการข้อร้องเรียนของลูกค้า

F202 ต้นทุนการจัดการสินค้าส่งคืน / การเรียกสินค้ากลับคืน

3.2.4 การคำนวณต้นทุนคุณภาพ

การคำนวณต้นทุนของรายการต้นทุนคุณภาพที่กำหนด สำหรับงานวิจัยนี้แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงการคำนวณต้นทุนคุณภาพ

ประเภทต้นทุน	รายการต้นทุน		แหล่งข้อมูล	การคำนวณต้นทุน
ต้นทุนการป้องกัน	**P10X**	**ต้นทุนด้านวิศวกรรมคุณภาพและวิศวกรรมควบคุมกระบวนการ**		
	P101	ต้นทุนการวางแผนดำเนินงานทางคุณภาพ	การเงิน	= อัตราค่าแรงพนักงานที่เกี่ยวข้อง
	P102	ต้นทุนการดำเนินการควบคุมกระบวนการผลิต	การเงิน	= (อัตราค่าแรงพนักงาน xจำนวนพนักงาน x ชั่วโมงการทำงาน) + ค่าวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการควบคุมการผลิต
	P103	การนำเทคนิคเชิงสถิติมาใช้ในการควบคุมกระบวนการ	ฐานข้อมูล	= (เวลามาตรฐานในการทดสอบ x จำนวนชิ้นงานที่ทดสอบ x อัตราค่าแรงพนักงาน)
	P20X	**ต้นทุนการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์**		
	P201	ต้นทุนการออกแบบเครื่องจักรอุปกรณ์ใหม่	ออกแบบ	= (อัตราค่าแรงพนักงาน x เวลาที่ใช้ในการออกแบบ)+ ค่าใช้จ่ายอื่นๆ
	P202	ต้นทุนการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์	จัดซื้อ	= รายงานจากแผนกจัดซื้อ
	P30X	**ต้นทุนสอบเทียบและบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต**		
	P301	ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักร	ฐานข้อมูลบันทึกการสอบเทียบ	= ค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบของอุปกรณ์แต่ละชนิด x จำนวนที่สอบเทียบ
	P302	การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักร	ฐานข้อมูลบันทึกการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	= (อัตราค่าแรงพนักงาน xจำนวนพนักงาน x ชั่วโมงการดำเนิน) + ค่าชิ้นส่วนอะไหล่

ตารางที่ 3.2 แสดงการคำนวณต้นทุนคุณภาพ (ต่อ)

ประเภทต้นทุน		รายการต้นทุน	แหล่งข้อมูล	การคำนวณต้นทุน
ต้นทุนการป้องกัน	P40X	**ต้นทุนการสอบเทียบและการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบทดสอบคุณภาพ**		
	P401	ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักร	ฐานข้อมูลบันทึกการสอบเทียบ	= ค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบของอุปกรณ์แต่ละชนิด x จำนวนที่สอบเทียบ
	P402	การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักร	ฐานข้อมูลบันทึกการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	= (อัตราค่าแรงพนักงาน xจำนวนพนักงาน x ชั่วโมงการดำเนิน) + ค่าชิ้นส่วนอะไหล่
	P50X	**ต้นทุนการฝึกอบรมพนักงาน**		
	P501	ต้นทุนการฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติการ	ฐานข้อมูลบันทึกการอบรม / การเงิน	= (อัตราค่าแรงพนักงาน xจำนวนพนักงาน x ชั่วโมงการอบรม) + ค่าใช้จ่ายอื่นๆ
	P60X	**ต้นทุนการดำเนินการตรวจสอบและการปรับปรุงกระบวนการ**		
	P601	ต้นทุนทางการบริหาร	การเงิน	= อัตราค่าแรงพนักงานที่เกี่ยวข้อง
	P602	ต้นทุนการสุ่มตรวจพนักงานปฏิบัติการ	ฐานข้อมูลบันทึกการสุ่มตรวจพนักงาน	=(ระยะเวลาในการตรวจสอบ x อัตราค่าแรงพนักงาน) + ค่าใช้จ่ายอื่นๆ
	P603	ต้นทุนสุ่มตรวจสภาวะของสายการผลิต	ฐานข้อมูลบันทึกการสุ่มตรวจสายการผลิต	=(ระยะเวลาในการตรวจสอบ x อัตราค่าแรงพนักงาน) + ค่าใช้จ่ายอื่นๆ

ตารางที่ 3.2 แสดงการคำนวณต้นทุนคุณภาพ (ต่อ)

ประเภทต้นทุน		รายการต้นทุน	แหล่งข้อมูล	การคำนวณต้นทุน
ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ	**A10Y**	**ต้นทุนการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ**		
	A101	ต้นทุนการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ	ฐานข้อมูลบันทึกการส่งสินค้าตรวจสอบ	= ค่าใช้จ่ายของการทดสอบทางห้องปฏิบัติการแต่ละประเภท x จำนวนชิ้นงานที่ทดสอบ
	A20Y	**ต้นทุนการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพสินค้า**		
	A201	ต้นทุนการตรวจสอบชิ้นงานของพนักงานผลิต	ฐานข้อมูลการผลิต	= (อัตราค่าแรงพนักงาน xจำนวนพนักงาน x ชั่วโมงการทำงาน) + ค่าเครื่องมือที่ใช้
	A202	ต้นทุนการการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า	ฐานข้อมูลการผลิต	= (เวลามาตรฐานในการทดสอบ x จำนวนชิ้นงานที่ทดสอบ x อัตราค่าแรงพนักงาน) + ค่าเครื่องมือที่ใช้ + ค่าใช่จ่ายอื่นๆ
	A203	ต้นทุนการตรวจสอบเพิ่มเติมเมื่อกระบวนการออกนอกเส้นควบคุม	ฐานข้อมูล	= (เวลามาตรฐานในการทดสอบ x จำนวนชิ้นงานที่ทดสอบ x อัตราค่าแรงพนักงาน) + ค่าเครื่องมือที่ใช้ + ค่าใช่จ่ายอื่นๆ
	A30Y	**ต้นทุนการสุ่มตรวจชิ้นงานสำเร็จรูป**		
	A301	การสุ่มตรวจชิ้นงานที่ขั้นตอนสุดท้าย	ฐานข้อมูลการผลิต	= (เวลามาตรฐานในการทดสอบ x จำนวนชิ้นงานที่ทดสอบ x อัตราค่าแรงพนักงาน) + ค่าเครื่องมือที่ใช้ + ค่าใช่จ่ายอื่นๆ
	A302	การสุ่มตรวจสอบชิ้นงานสำเร็จรูป	ฐานข้อมูลการผลิต	= (เวลามาตรฐานในการทดสอบ x จำนวนชิ้นงานที่ทดสอบ x อัตราค่าแรงพนักงาน) + ค่าเครื่องมือที่ใช้ + ค่าใช่จ่ายอื่นๆ
	A40Y	**การเตรียมเพื่อการตรวจสอบและการทดสอบ**		
	A401	ต้นทุนการตรวจสอบเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตและตรวจประเมินตามแผนการตรวจสอบประจำวัน	Check sheet	= ระยะเวลาในการดำเนินการ x อัตราค่าแรงพนักงาน
	A402	ต้นทุนการทดสอบเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต และตรวจประเมิน	Check sheet	= ระยะเวลาในการดำเนินการ x อัตราค่าแรงพนักงาน

ตารางที่ 3.2 แสดงการคำนวณต้นทุนคุณภาพ (ต่อ)

ประเภทต้นทุน		รายการต้นทุน	แหล่งข้อมูล	การคำนวณต้นทุน
ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินผลคุณภาพ	A50Y A501	**ต้นทุนการรวบรวมข้อมูล การรายงานผลการตรวจสอบและการทดสอบ** ต้นทุนการรายงานผลการตรวจสอบและทดสอบชุดหัวอ่านโดยเจ้าหน้าที่ผลิต	 การเงิน	 = ระยะเวลาในการดำเนินการ x อัตราค่าแรงพนักงาน
	A502	ต้นทุนการรายงานของเจ้าหน้าที่ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ	การเงิน	= ระยะเวลาในการดำเนินการ x อัตราค่าแรงพนักงาน
ต้นทุนความล้มเหลว	F10Z F101	**ต้นทุนความล้มเหลวภายใน** ต้นทุนของเสีย	 ฐานข้อมูลการผลิต	 =(เวลาที่ใช้ในการผลิต x อัตราค่าแรงพนักงาน) + ต้นทุนวัตถุดิบที่สูญเสีย + ค่าใช้จ่ายอื่นๆ
	F102	ต้นทุนการแก้ไขงาน	ฐานข้อมูลการผลิต	=(เวลาที่ใช้ในการแก้ไขงาน x อัตราค่าแรงพนักงาน) + ต้นทุนวัตถุดิบที่สูญเสีย + ค่าใช้จ่ายอื่นๆ
	F103	ต้นทุนการตรวจสอบซ้ำ	ฐานข้อมูลการผลิต	=(เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ x อัตราค่าแรงพนักงาน) + ค่าใช้จ่ายอื่นๆ
	F20Z	**ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก**		
	F201	ต้นทุนการจัดการข้อร้องเรียนของลูกค้า	แผนกควบคุมคุณภาพ การเงิน	= อัตราค่าแรงพนักงาน x จำนวนพนักงาน x ชั่วโมงการทำงาน
	F202	ต้นทุนการจัดการสินค้าส่งคืน / การเรียกสินค้ากลับคืน	วางแผนผลิต	= ค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้านั้นๆ
	F203	ต้นทุนการจัดการจัดส่งสินค้าทดแทน	วางแผนผลิต	= ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น
	F204	ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงาน	ฐานข้อมูลการผลิต	=(เวลาที่ใช้ในการแก้ไขงาน x อัตราค่าแรงพนักงาน) + ต้นทุนวัตถุดิบที่สูญเสีย + ค่าใช้จ่ายอื่นๆ

บทที่ 4

ข้อมูลคุณภาพและต้นทุนคุณภาพของการประกอบชุดหัวอ่าน

ในบทนี้เป็นการนำเสนอข้อมูลคุณภาพและข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่างในปัจจุบัน การนำข้อมูลต้นทุนคุณภาพที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ในด้านต่างๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนคุณภาพรวม การคัดเลือกปัญหาเพื่อนำไปดำเนินการปรับปรุงและกำหนดแนวทางเลือกเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพรวมต่อไป

4.1 ข้อมูลคุณภาพและต้นทุนคุณภาพของสินค้า A

จากการเก็บข้อมูลของสินค้าตัวอย่าง A ระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2552 ข้อมูลคุณภาพและต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A ได้ดังนี้

4.1.1 ข้อมูลคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A

พิจารณาค่าสมรรถนะ (Cpk) ของปัจจัยตัวแปรที่สำคัญในการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง A ซึ่งได้แก่ Gramload, Head Alignment (HAL), Pitch Static Attitude (PSA) และ Roll Static Attitude (RSA) ดังตารางที่ 4.1

- Cpk ของ Gramload มีค่ามากกว่า 1.00 และมากกว่า 1.33 ติดต่อกันตั้งแต่เดือนที่ 9
- Cpk ของ HAL มีค่าต่ำกว่า 1.00 ในเดือนที่ 2 มีค่ามากกว่า 1.00 ตั้งแต่เดือนที่ 3 และมีค่ามากกว่า 1.33 ตั้งแต่เดือนที่ 10
- Cpk ของ PSA มีค่ามากกว่า 1.00 และมากกว่า 1.33 ต่อเนื่องกันตั้งแต่เดือนที่ 6
- Cpk ของ RSA มีค่ามากกว่า 1.00 และมีค่ามากกว่า 1.33 ติดต่อกันตั้งแต่เดือนที่ 8

ภาพรวมสมรรถนะของกระบวนการ ของสินค้าตัวอย่าง A ในทุกๆปัจจัยตัวแปรมีค่าสูงกว่า 1.33 ตั้งแต่เดือนที่ 10

ตารางที่ 4.1 สมรรถนะของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง A พ.ศ. 2552

สมรรถนะของ ปัจจัยตัวแปร (Cpk)	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gramload												
HAL												
PSA												
RSA												

Cpk มากกว่า1.33 Cpk อยู่ระหว่าง 1.00 -1.33 Cpk ต่ำกว่า 1.00

4.1.2 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A

จากข้อมูลต้นทุนคุณภาพก่อนการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ดังภาคผนวก ค สามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณต้นทุนคุณภาพ โดยอ้างอิงข้อมูลของสินค้า A เดือนมกราคม พ.ศ.2552 ที่มีมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปเท่ากับ 7,460,671.46 เหรียญสหรัฐฯ ได้ดังนี้

- ต้นทุนการป้องกัน (Prevention Costs: PC)

ต้นทุนการป้องกันรวม

= 32,708.16 เหรียญสหรัฐฯ

ต้นทุนการป้องกันต่อมูลค่าของสินค้าสำเร็จรูป (%)

$$= \frac{\text{ต้นทุนการป้องกันรวม x 100}}{\text{มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป}}$$

$$= \frac{32,708.16}{7,460,671.46} \times 100$$

= 0.44%

- ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพ (Appraisal Costs: AC)

ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพ

= 23,758.74 เหรียญสหรัฐฯ

ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพต่อมูลค่าของสินค้าสำเร็จรูป (%)

$$= \frac{\text{ต้นทุนการป้องกันรวม x 100}}{\text{มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป}}$$

$$= \frac{23,758.74}{7,460,671.46} \times 100$$

= 0.32%

- ต้นทุนความล้มเหลว (Failure Costs: FC)

ต้นทุนความล้มเหลวรวม

= 34,231.33 เหรียญสหรัฐฯ

ต้นทุนความล้มเหลวต่อมูลค่าของสินค้าสำเร็จรูป (%)

$$= \frac{\text{ต้นทุนการป้องกันรวม x 100}}{\text{มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป}}$$

$$= \frac{34,231.33}{7,460,671.46} \times 100$$

= 0.46%

- ต้นทุนคุณภาพรวม (Total Cost of Quality: TCOQ)

  = ต้นทุนการป้องกัน + ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพ + ต้นทุนความล้มเหลว

  = 0.44% + 0.32% + 0.46%

  =1.22%

จากข้อมูลการประกอบชุดหัวอ่านสินค้าตัวอย่าง A ดังภาคผนวก ค ตารางที่ ค-2 ถึง ตารางที่ ค-4 พบว่า ยอดการผลิตชุดหัวอ่านสำเร็จรูปอยู่ในช่วงระหว่าง 479,185 - 1,036,560 ชิ้น ต้นทุนคุณภาพของการประกอบชุดหัวอ่านเทียบกับมูลค่าของสินค้าสำเร็จรูปของสินค้าตัวอย่าง A มีค่าเท่ากับ 1.47% โดยแบ่งออกเป็นต้นทุนการป้องกันเท่ากับ 0.74% ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพเท่ากับ 0.32% และต้นทุนความล้มเหลวเท่ากับ 0.41% โดยม ต้นทุนความล้มเหลวภายใน 0.18% และต้นทุนความล้มเหลวภายนอก 0.25% เมื่อคำนวณสัดส่วนต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A ตามองค์ประกอบ พบว่า มีสัดส่วนของต้นทุนการป้องกันสูงที่สุด คือ 50% ต้นทุนความล้มเหลว 28% และต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพ 22% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมด

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A พ.ศ. 2552

ข้อมูล	สินค้าสำเร็จรูป (ชิ้น)	ต้นทุนคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปของสินค้าตัวอย่าง A					
		ต้นทุนการป้องกัน (%)	ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพ (%)	ต้นทุนความล้มเหลว (%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายใน(%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก(%)	ต้นทุนคุณภาพรวม(%)
ม.ค.2552	1,036,590	0.44	0.32	0.46	0.13	0.32	1.22
ก.พ.2552	731,200	0.52	0.19	0.24	0.09	0.15	1.35
มี.ค.2552	767,110	0.52	0.25	0.31	0.1	0.21	1.44
เม.ย.2552	766,990	0.05	0.21	0.27	0.13	0.14	1.31
พ.ค.2552	659,639	0.46	0.21	0.27	0.13	0.15	1.48
มิ.ย.2552	587,101	0.48	0.2	0.27	0.12	0.15	1.68
ก.ค.2552	479,185	0.47	0.14	0.14	0.08	0.06	1.61
ส.ค.2552	521,855	0.47	0.17	0.19	0.11	0.08	1.65
ก.ย.2552	528,352	0.47	0.15	0.17	0.08	0.1	1.56
ต.ค.2552	645,040	0.33	0.23	0.33	0.13	0.2	1.42
พ.ย.2552	591,101	0.48	0.18	0.23	0.12	0.15	1.55
ธ.ค.2552	572,184	0.48	0.19	0.26	0.13	0.18	1.66
ต้นทุนคุณภาพ		0.74	0.32	0.41	0.18	0.25	1.47
สัดส่วนต้นทุนคุณภาพ		50	22	28			100

4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A

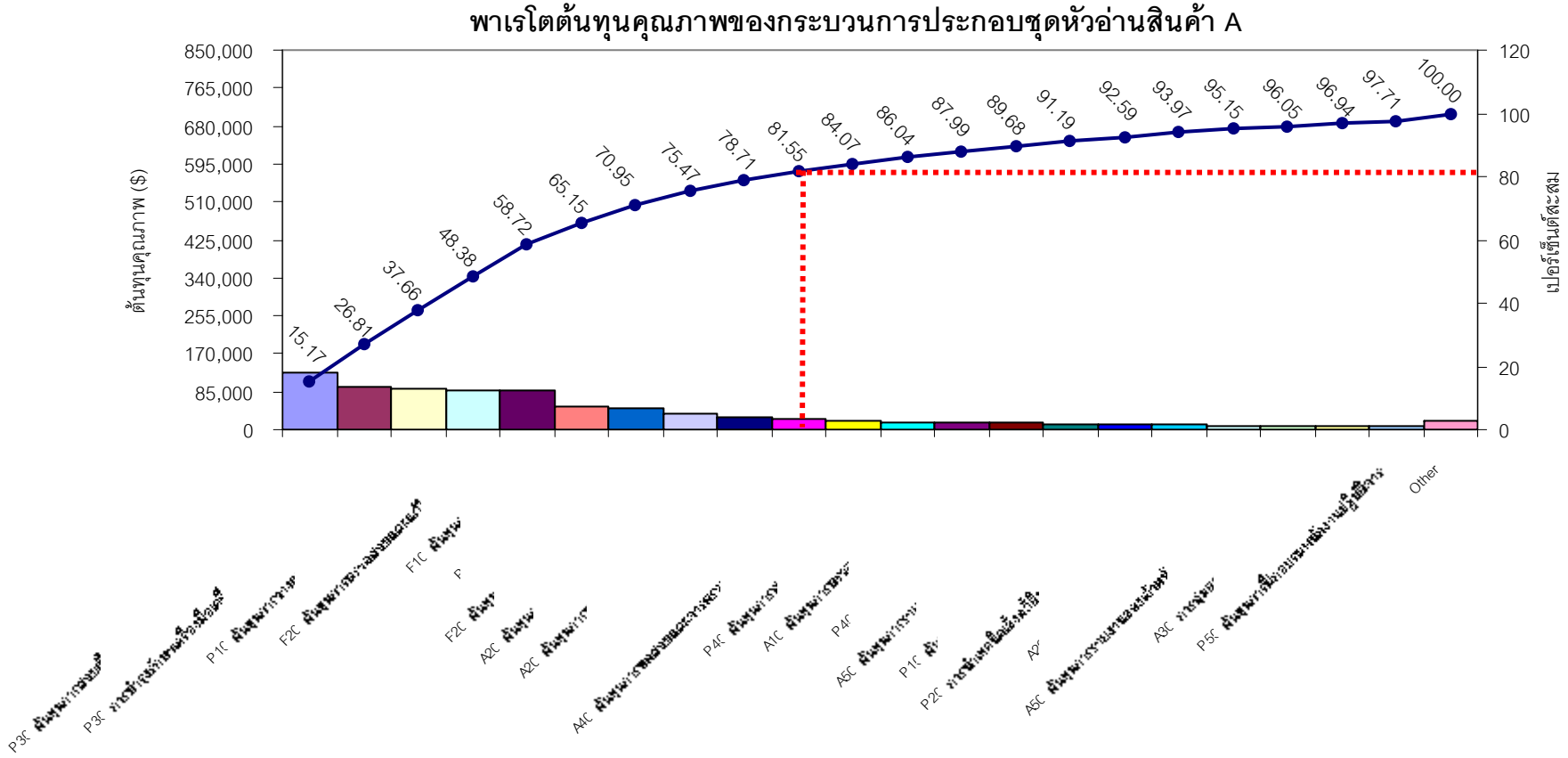
4.1.3.1 พาเรโตรายการต้นทุนคุณภาพของสินค้า A

เมื่อนำข้อมูลรายการต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A แสดงเป็นแผนภาพพาเรโต ดังรูปที่ 4.1 และพิจารณาต้นทุนคุณภาพรวมที่ระดับ 80% ของต้นทุนคุณภาพรวมทั้งหมดของสินค้าตัวอย่าง A พบว่าประกอบด้วยรายการต้นทุนคุณภาพทั้งหมด 10 รายการ แบ่งตามองค์ประกอบต้นทุนคุณภาพได้ดังนี้

- ต้นทุนการป้องกัน 4 รายการ คิดเป็น 44.08% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมด ประกอบด้วย ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต 15.71% ต้นทุนการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต 11.64% ต้นทุนการวางแผนดำเนินงานทางคุณภาพ 10.84% และต้นทุนทางการบริหาร 6.42%

- ต้นทุนความล้มเหลว 2 รายการ คิดเป็น 26.87% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมด ซึ่ง ประกอบด้วย ต้นทุนความล้มเหลวภายใน 1 รายการ คือ ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตคิดเป็น 10.34% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมดและต้นทุนความล้มเหลวภายนอก 2 รายการ ได้แก่ ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานที่ส่งคืนจากลูกค้า 10.72% และ ต้นทุนการจัดส่งสินค้าทดแทน 5.82%

- ต้นทุนด้านการตรวจสอบ ประเมินและวัดผลคุณภาพ 3 รายการ คิดเป็น 10.60% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมด ประกอบด้วยต้นทุนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า 4.52% ต้นทุนการตรวจสอบชิ้นงานของพนักงานผลิต 3.24% และ ต้นทุนการตรวจสอบเครื่องจักรที่ใช้ตามแผนการตรวจสอบประจำวัน 2.84%



รูปที่ 4.1 พาเรโตแสดงต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง A

4.1.4 การระบุปัญหาเพื่อดำเนินการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

การระบุปัญหาเพื่อหาทางแก้ไขปรับปรุงนี้ได้จากการระดมความคิดเห็นร่วมกันของทีมงาน ได้แก่ วิศวกรควบคุมกระบวนการผลิต วิศวกรแผนกซ่อมบำรุง วิศวกรควบคุมคุณภาพและฝ่ายผลิต พิจารณาเลือกปัญหาที่สามารถนำมาดำเนินการปรับปรุงและวัดผลได้อย่างชัดเจนในระยะเวลาที่จำกัดและไม่กระทบกับระบบควบคุมคุณภาพและระดับคุณภาพในปัจจุบัน จากพาเรโตดังรูปที่ 4.1 พบว่าในสัดส่วน 80% ของต้นทุนคุณภาพมี 6 รายการหรือเท่ากับ 52.72% เป็นต้นทุนทางด้านการป้องกันเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตสินค้าและต้นทุนที่เกิดจากการบริหารจัดการทางด้านคุณภาพซึ่งเป็นการจัดการระดับองค์กร นอกจากนี้ในส่วนของการตรวจสอบชิ้นงานในสายการผลิต อีก 3.24% ซึ่งยังต้องมีการตรวจสอบ 100% เนื่องจากเป็นตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนดจึงไม่นำรายการต้นทุนในส่วนนี้มาพิจารณาเพื่อดำเนินการปรับปรุงในงานวิจัยนี้

ส่วนต้นทุนคุณภาพอีก 3 รายการหรือเท่ากับ 25.59% ของต้นทุนคุณภาพรวม เป็นต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพของชุดหัวอ่านและต้นทุนความล้มเหลวที่ยังคงมีอยู่ในกระบวนการผลิตซึ่งทีมงานเห็นว่าสามารถนำมาพิจารณาดำเนินการปรับปรุงและการกำหนดแนวทางเลือกในการลดต้นทุนคุณภาพต่อไปได้ ซึ่งประกอบด้วยรายการต้นทุนคุณภาพดังนี้

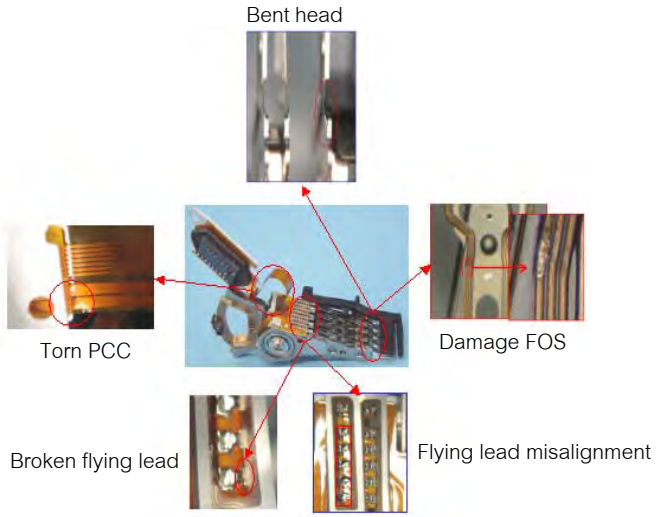
- F102 ต้นทุนการแก้ไขงานชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิต
- F204 ต้นทุนแก้ไขชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้า
- A202 ต้นทุนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า

4.1.5 การแจกแจงข้อมูลต้นทุนคุณภาพและข้อมูลคุณภาพก่อนการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

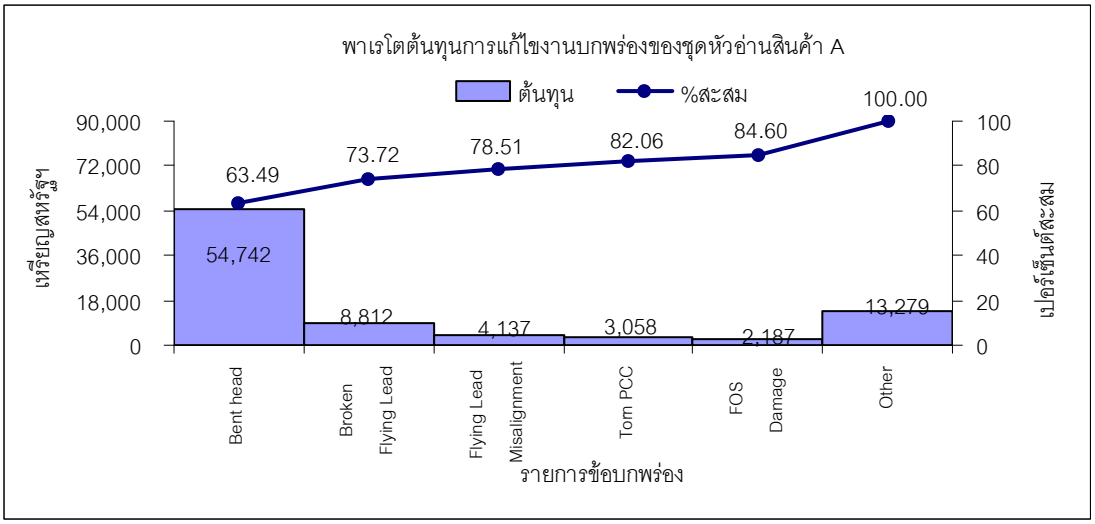
ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณารายการต้นทุนที่เลือกมาดำเนินการปรับปรุง โดยแสดงรายละเอียดของปัญหาที่พบและ แสดงรายต้นทุนที่เกิดขึ้นแยกตามรายการต้นทุนคุณภาพที่เลือกไว้ทั้งหมด 3 รายการ เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหาและหาวิธีการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

F102 ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิต

เมื่อแจกแจงต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิตตามประเภทของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พบว่า ปัญหาทางด้านต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานส่วนใหญ่เกิดจากปัญหาทางกายภาพ ดังรูปที่ 4.2 ได้แก่ ปัญหาหัวอ่านเสียรูป (Bent head) 60.88%, ปัญหารอยเชื่อมเส้นไฟฟ้ามีรอยแยก (broken flying lead) 9.80%, ปัญหาแนวเชื่อมเส้นไฟไม่ตรง (Flying lead misalignment) 4.60% และปัญหาเส้นไฟบนชุดหัวอ่านเสียหาย (Damaged FOS (Flex on Suspension)) 2.43%, ปัญหาแผงเส้นไฟของชุดหัวอ่านฉีกขาด (Torn PCC (Print Circuit Cable)) 3.4% และปัญหาอื่นๆ 15.4% ดังรูปที่ 4.3

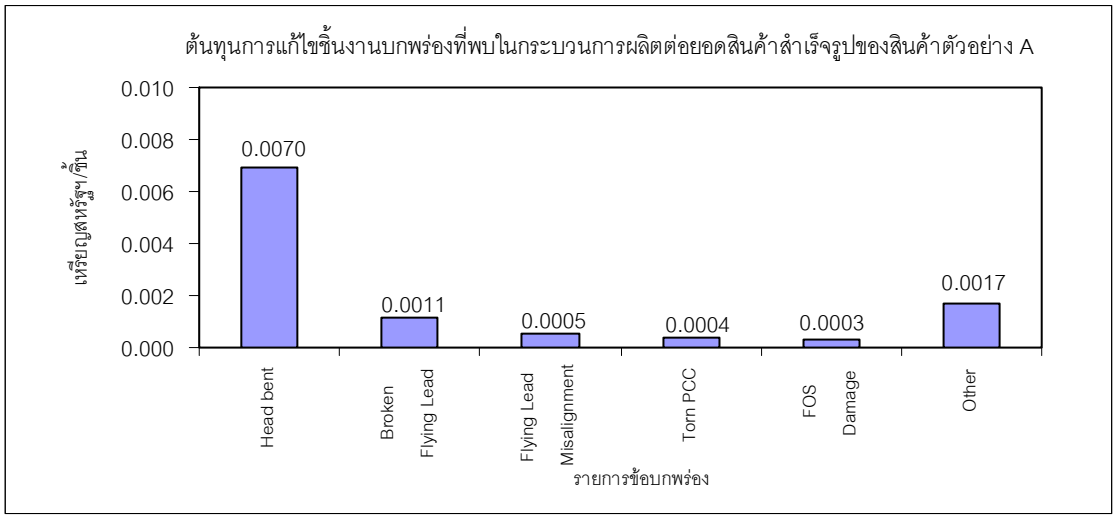


รูปที่ 4.2 ลักษณะข้อบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง A

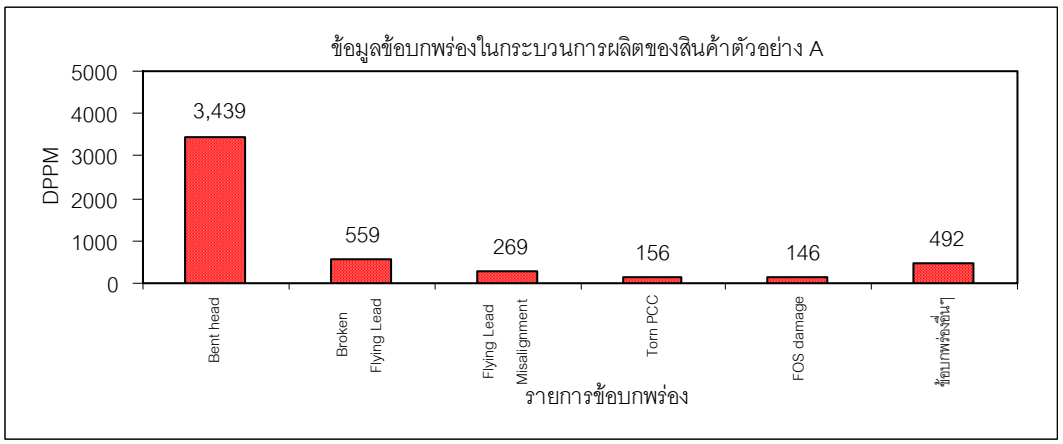


รูปที่ 4.3 พาเรโตแสดงต้นทุนการแก้ไขงานบกพร่องในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง A

ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตเทียบกับยอดสินค้าสำเร็จรูป และอัตราของเสียที่เกิดขึ้นของสินค้าตัวอย่าง A ก่อนการปรับปรุงแสดงดังรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง A

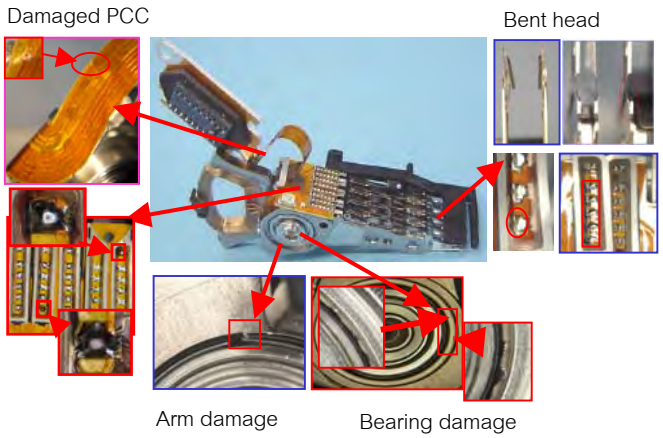


รูปที่ 4.5 ข้อมูลข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตสินค้าตัวอย่าง A

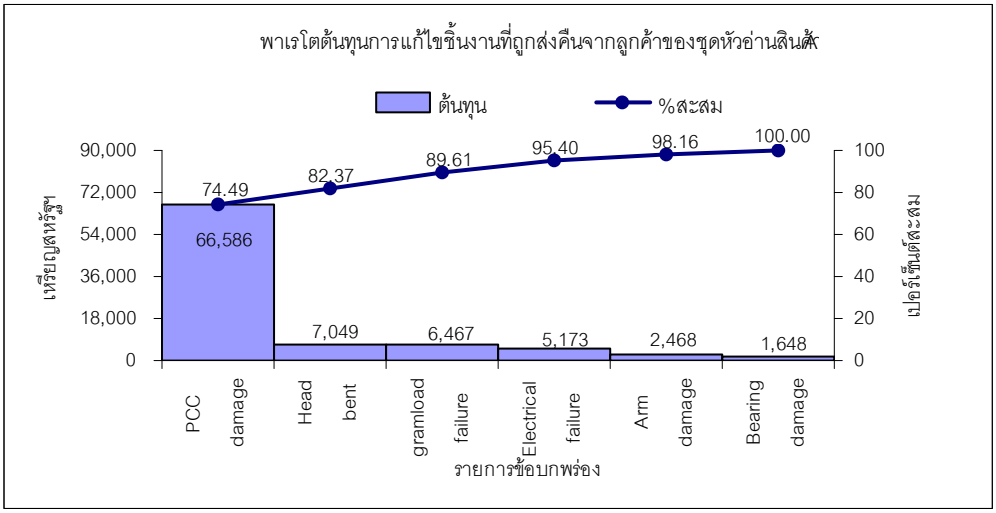
F204 ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้า

ชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าจะถูกนำมาตรวจสอบทางกายภาพและทดสอบค่าทางไฟฟ้า เพื่อระบุข้อบกพร่องต่างๆที่พบบนชิ้นงาน จากนั้นชิ้นงานจะถูกนำไปถอดชิ้นส่วนที่พบข้อบกพร่องออก ในขั้นตอนนี้ยังเป็นสาเหตุให้เกิดข้อบกพร่องเพิ่มเข้าไปในชุดหัวอ่าน และเมื่อนำไปเข้าสู่กระบวนการประกอบชุดหัวอ่านใหม่ยังสามารถก่อให้เกิดข้อบกพร่องที่ชุดหัวอ่านได้เช่นกัน แต่เนื่องจากกระบวนการผลิตปัจจุบันยังไม่มีระบบการบันทึกข้อมูลของเสียที่ถูกส่งคืนจากลูกค้ากับของเสียที่เกิดเพิ่มเติมในกระบวนการไว้ดังนั้นทีมงานจึงดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นก่อนการปรับปรุงเมื่อแจกแจงต้นทุนคุณภาพที่เกิดขึ้นตามรายการข้อบกพร่องดังรูปที่ 4.6 พบว่า เกิดจากปัญหาแผงเส้นไฟชำรุด (Damaged PCC (Print Circuit Cable)) ทั้งหมด 74.49% โดยเกิดจากปัญหาแผงเส้นไฟของชุดหัวอ่านฉีกขาดบนชิ้นงานที่ส่งกลับคืนมา 37.24%, เกิดจากปัญหาแผงเส้นไฟของชุดหัวอ่านฉีกขาดในระหว่างขั้นตอนการถอดชิ้นส่วน 16.29%, ข้อบกพร่องบนแผงเส้นไฟของชุดหัวอ่านจากกระบวนการลอกเส้นไฟ (De-soldering) ในระหว่างขั้นตอนการถอดชิ้นส่วน 11.64% และข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นบนแผงเส้นไฟของชุดหัวอ่านในกระบวนการประกอบใหม่ 9.31% ข้อบกพร่องส่วนอื่นๆที่พบ เกิดจากปัญหา

หัวอ่าน เสียรูป (Bent head) 7.89%, ปัญหา Gramload failure 7.23%, ปัญหาเกี่ยวกับค่าทางไฟฟ้า 5.79% และปัญหาอื่นๆ 4.60% ดังรูปที่ 4.7

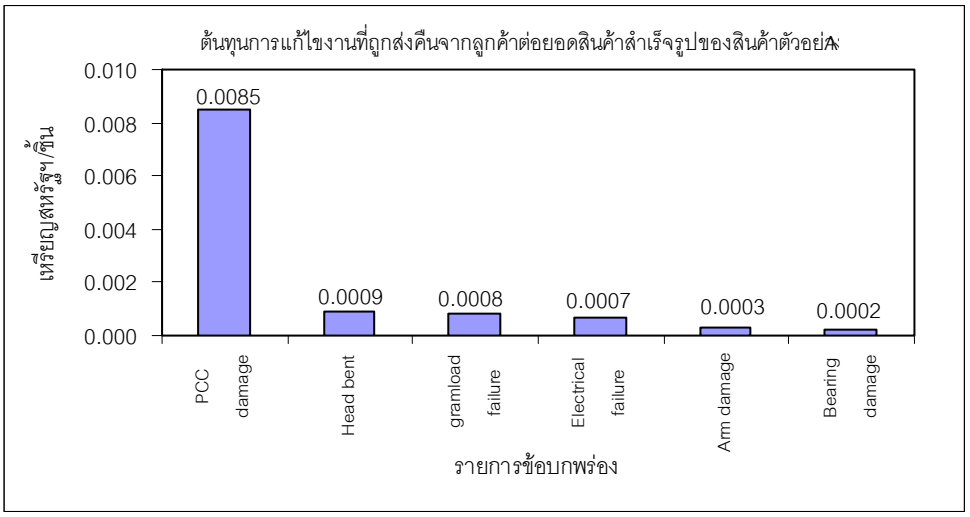


รูปที่ 4.6 ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง A

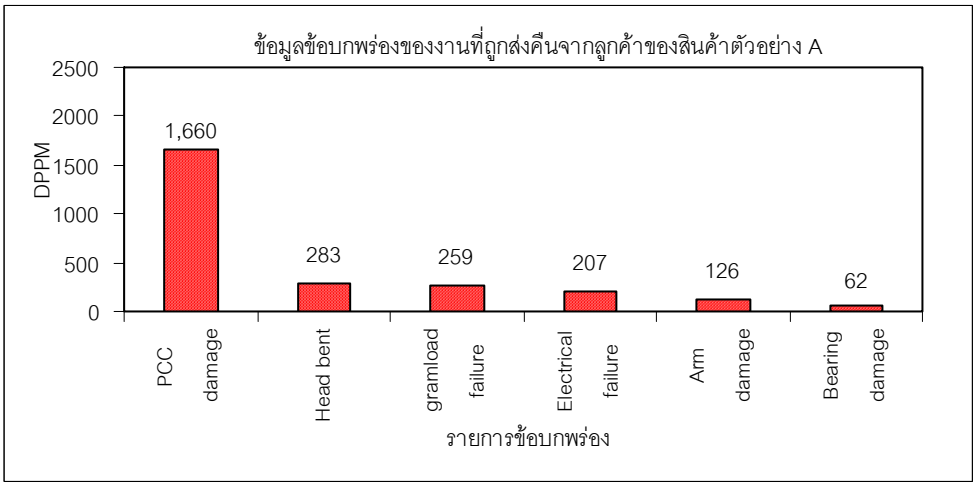


รูปที่ 4.7 พาเรโตแสดงต้นทุนการแก้ไขงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง A

ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าเทียบกับยอดสินค้าสำเร็จรูป และข้อบกพร่องที่พบของสินค้าตัวอย่าง A แสดงดังรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9



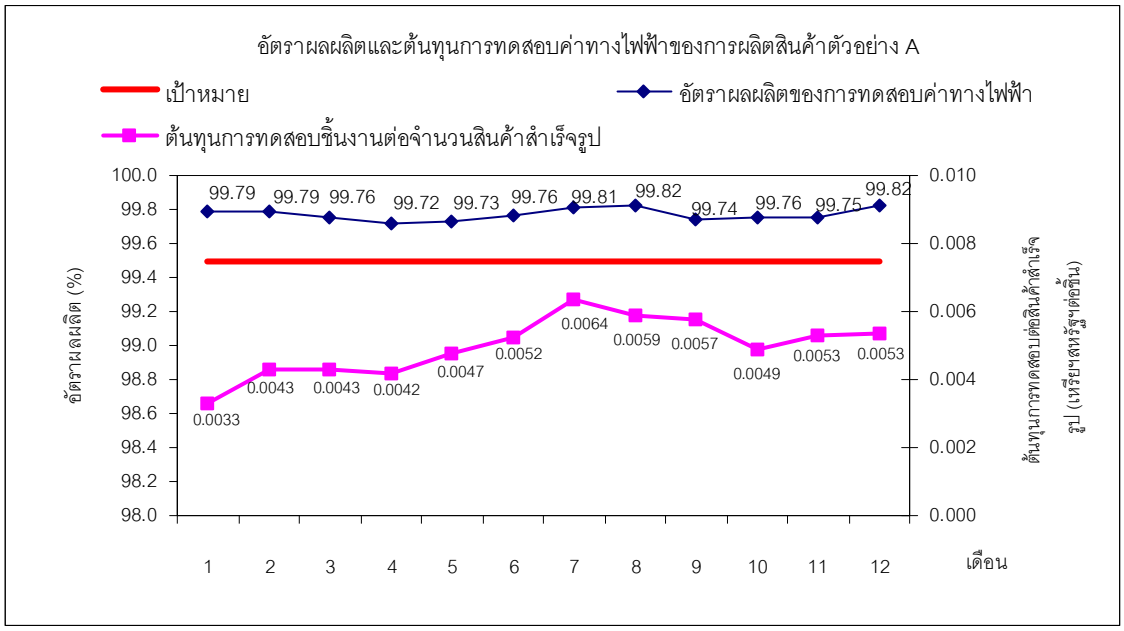
รูปที่ 4.8 ต้นทุนการแก้ไขงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าต่อยอดสินค้าสำเร็จรูปของสินค้าตัวอย่าง A



รูปที่ 4.9 ข้อมูลข้อบกพร่องของงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง A

A202 ต้นทุนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า

พิจารณาการทดสอบค่าทางไฟฟ้าของการผลิตสินค้าตัวอย่าง A เครื่องทดสอบค่าทางไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบันมีทั้งหมด 4 เครื่อง โดยมีพนักงานทดสอบประจำ 1 คน/เครื่อง ทดสอบชิ้นงานด้วยแผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่องประเภทที่ 1 (Continuous Sampling plan1: CSP-1) มีการกำหนดขีดจำกัดคุณภาพผ่านออก (Average Outgoing Quality Limit: AOQL) ไว้ที่ระดับ 0.65% จากข้อมูลการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2552 ดังรูปที่ 4.10 พบว่า ผลผลิตที่ได้จากการทดสอบมีค่าสูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดอย่างต่อเนื่อง โดยมีสัดส่วนการทดสอบชิ้นงานอยู่ที่ประมาณ 20% ของจำนวนชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมดและต้นทุนการทดสอบมีค่าประมาณ 0.0048 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น



รูปที่ 4.10 อัตราผลผลิตจากการทดสอบค่าทางไฟฟ้าของการผลิตสินค้าตัวอย่าง A

4.2 ข้อมูลคุณภาพและต้นทุนคุณภาพของสินค้า B

จากการเก็บข้อมูลของสินค้าตัวอย่าง B ซึ่งเป็นสินค้าที่มีของเสียมาก (ผลผลิตและสมรรถนะของกระบวนการต่ำกว่าเป้าหมาย) เป็นระยะเวลา 6 เดือน ตั้งแต่มกราคม - มิถุนายน 2552 ข้อมูลคุณภาพและต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B แสดงได้ดังนี้

4.2.1 ข้อมูลคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B

พิจารณาค่า Cpk ของปัจจัยตัวแปรที่สำคัญในการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง B ซึ่งได้แก่ Gramload, Head alignment (HAL), Pitch Static Attitude(PSA) และ RSA (Roll Static Attitude)

- Cpk ของปัจจัยตัวแปร Gramload มีค่าต่ำกว่า 1.00 อย่างต่อเนื่องตั้งแต่เดือนที่ 1- 5 และค่า Cpk มีค่ามากกว่า 1.00 ในเดือนที่ 6
- Cpk ของปัจจัยตัวแปร HAL มีค่าต่ำกว่า 1.33 ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 4 เดือนและมีค่ามากกว่า 1.33 ในเดือนที่ 5 และ 6
- Cpk ของปัจจัยตัวแปร PSA มีค่าต่ำกว่า 1.33 ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 6 เดือน
- Cpk ของปัจจัยตัวแปร RSA มีค่าอยู่ระหว่าง 1.00 ถึง 1.33 ตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 6

เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่า สมรรถนะของกระบวนการประกอบหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง B ยังคงมีค่าต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด

ตารางที่ 4.3 สมรรถนะของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านสินค้าตัวอย่าง B มกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2552

สมรรถนะของ ปัจจัยตัวแปร(Cpk)	เดือน 1	2	3	4	5	6
Gramload						
HAL						
PSA						
RSA						

Cpk มากกว่า1.33 Cpk อยู่ระหว่าง 1.00 -1.33 Cpk ต่ำกว่า 1.00

4.2.2 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B

จากข้อมูลต้นทุนคุณภาพก่อนการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ดังภาคผนวก ค ตารางที่ ค-11 ถึง ตารางที่ ค-13 สามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณต้นทุนคุณภาพแต่ละองค์ประกอบ โดยอ้างอิงข้อมูลของสินค้า B เดือนมกราคม พ.ศ.2552 มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป 34,637,399.28 เหรียญสหรัฐฯ ได้ดังนี้

- ต้นทุนการป้องกัน (Prevention Costs: PC)

ต้นทุนการป้องกันรวม

= 165,422.66 เหรียญสหรัฐฯ

ต้นทุนการป้องกันต่อมูลค่าของสินค้าสำเร็จรูป (%)

$$= \frac{\text{ต้นทุนการป้องกันรวม x 100}}{\text{มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป}}$$

$$= \frac{165,422.66}{34,637,399.28} \times 100$$

= 0.48%

- ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพ (Appraisal Costs: AC)

ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพ

= 88,555.38 เหรียญสหรัฐฯ

ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพต่อมูลค่าของสินค้าสำเร็จรูป (%)

$$= \frac{\text{ต้นทุนการป้องกันรวม x 100}}{\text{มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป}}$$

$$= \frac{88,555.38}{34,637,399.28} \times 100$$

= 0.26%

- ต้นทุนความล้มเหลว (Failure Costs: FC)

ต้นทุนความล้มเหลวรวม

= 129,996.62 เหรียญสหรัฐฯ

ต้นทุนความล้มเหลวต่อมูลค่าของสินค้าสำเร็จรูป (%)

$$= \frac{\text{ต้นทุนการป้องกันรวม} \times 100}{\text{มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป}}$$

$$= \frac{129,996.62}{34,637,399.28} \times 100$$

= 0.37%

- ต้นทุนคุณภาพรวม (Total Cost of Quality: TCOQ)

= ต้นทุนการป้องกัน + ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพ + ต้นทุนความล้มเหลว

= 0.48% + 0.26% + 0.37%

=1.11%

จากข้อมูลการประกอบชุดหัวอ่านสินค้าตัวอย่าง B ดังภาคผนวก ค ตารางที่ ค-11 ถึงตารางที่ ค-13 พบว่า ยอดการผลิตชุดหัวอ่านสำเร็จรูปอยู่ในช่วงระหว่าง 299,619 - 372,797 ชิ้น ต้นทุนคุณภาพรวมเทียบกับมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปที่ผลิตมีค่าเท่ากับ 1.11% โดยแบ่งออกเป็นต้นทุนการป้องกัน 0.50% ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ 0.26% และต้นทุนความล้มเหลว 0.37% ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนความล้มเหลวภายใน 0.11% และต้นทุนความล้มเหลวภายนอก 0.25% เมื่อพิจารณาสัดส่วนของต้นทุนคุณภาพแยกตามองค์ประกอบ พบว่า สินค้าตัวอย่าง B มีต้นทุนการป้องกันสูงที่สุด คิดเป็น 45% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมด รองลงมาคือ ต้นทุนความล้มเหลว คิดเป็น 33% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมดและต้นทุนการตรวจ การวัด และประเมินคุณภาพ 22% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมด

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B เดือนมกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2552

ข้อมูล	สินค้าสำเร็จรูป (ชิ้น)	ต้นทุนคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปของสินค้าตัวอย่าง B					
		ต้นทุนการป้องกัน (%)	ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพ (%)	ต้นทุนความล้มเหลว (%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายใน(%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก(%)	ต้นทุนคุณภาพรวม(%)
ม.ค.2552	308,433	0.45	0.30	0.33	0.11	0.22	1.08
ก.พ.2552	319,417	0.44	0.25	0.44	0.14	0.30	1.14
มี.ค.2552	365,693	0.54	0.22	0.37	0.10	0.27	1.12
เม.ย.2552	372,797	0.54	0.25	0.32	0.09	0.23	1.11

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B เดือนมกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2552 (ต่อ)

ข้อมูล	สินค้าสำเร็จรูป (ชิ้น)	ต้นทุนคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปของสินค้าตัวอย่าง B					
		ต้นทุนการป้องกัน (%)	ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพ (%)	ต้นทุนความล้มเหลว (%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายใน(%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก(%)	ต้นทุนคุณภาพรวม(%)
พ.ค.2552	299,619	0.44	0.27	0.36	0.10	0.26	1.07
มิ.ย.2552	316,895	0.43	0.26	0.42	0.10	0.31	1.10
ต้นทุนคุณภาพ		0.50	0.25	0.37	0.10	0.26	1.12
สัดส่วนต้นทุนคุณภาพ		45	22	33			100

4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B

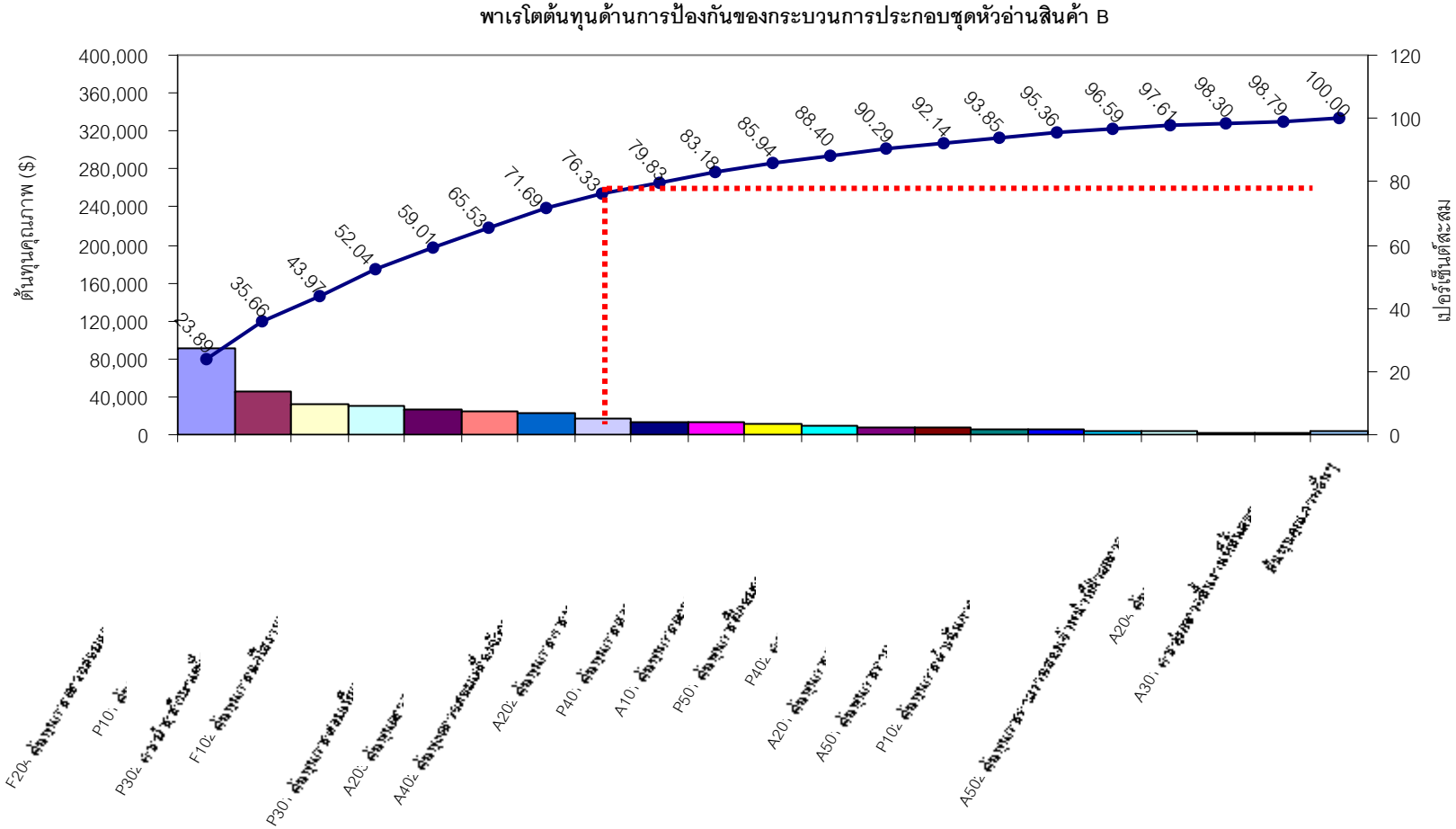
4.2.3.3 พาเรโตรายการต้นทุนคุณภาพของสินค้า B

พิจารณาพาเรโตของรายการต้นทุนคุณภาพดังรูปที่ 4.11 ที่ระดับต้นทุนสะสม 79.83% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมด พบว่า ประกอบด้วยต้นทุนคุณภาพ 9 รายการ สามารถแบ่งตามองค์ประกอบต้นทุนคุณภาพได้ดังนี้

- ต้นทุนด้านการป้องกัน 4 รายการ คิดเป็น 33.58% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมดประกอบด้วยต้นทุนการวางแผนดำเนินงานทางคุณภาพ 11.77%, ต้นทุนการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรในกระบวนการผลิต 8.32%, ต้นทุนทางการบริหาร 6.97% และต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักร 6.52%

- ต้นทุนการตรวจสอบ ประเมินและวัดผลคุณภาพ 3 รายการ คิดเป็น 14.30% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมด ประกอบด้วย ต้นทุนการตรวจสอบเมื่อกระบวนการออกนอกการควบคุม 6.15%, ต้นทุนการตรวจสอบเครื่องจักรตามแผนตรวจสอบประจำวัน4.65% และต้นทุนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า 3.50%

- ต้นทุนความล้มเหลว 2 รายการคิดเป็น 30.04% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมด แบ่งออกเป็นต้นทุนความล้มเหลวภายนอก 1 รายการ คือ ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้า 23.89% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมดและต้นทุนความล้มเหลวภายใน 1 รายการ คือ ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิต 8.07% ของต้นทุนคุณภาพทั้งหมด



รูปที่ 4.11 พาเรโตแสดงต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง B

4.2.4 การระบุปัญหาเพื่อดำเนินการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B

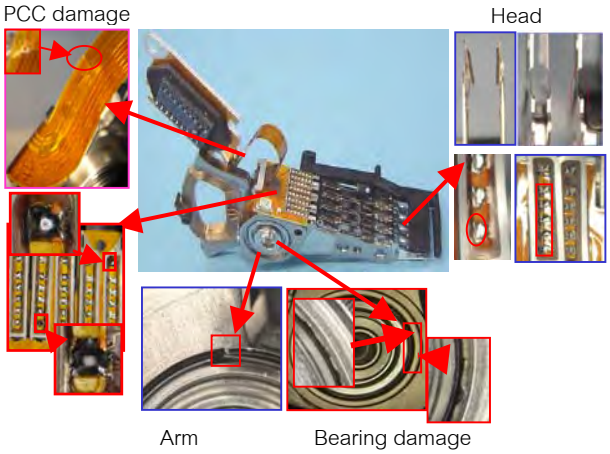
ในการระบุปัญหาเพื่อนำมาดำเนินการปรับปรุงสำหรับงานวิจัยนี้ ได้เลือกปัญหาที่สามารถดำเนินการปรับปรุงและวัดผลได้อย่างชัดเจนในระยะเวลาที่จำกัดไม่กระทบกับระบบควบคุมคุณภาพและระดับคุณภาพของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน จากรายการต้นทุนคุณภาพ 9 รายการข้างต้น มี 5 รายการหรือเท่ากับ 38.23% ของต้นทุนคุณภาพรวมทั้งหมดเป็นต้นทุนทางด้านการป้องกันและการตรวจสอบเครื่องจักรรวมถึงการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตสินค้าและต้นทุนที่เกิดจากการบริหารจัดการทางด้านคุณภาพซึ่งเป็นการจัดการระดับองค์กรจึงไม่นำรายการต้นทุนในส่วนนี้มาพิจารณาเพื่อดำเนินการปรับปรุง ส่วนต้นทุนคุณภาพอีก 4 รายการเป็นต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพของชุดหัวอ่านและต้นทุนความล้มเหลวที่ยังคงมีอยู่ ซึ่งทีมงานเห็นว่าสามารถนำมาพิจารณาหาแนวทางในการลดต้นทุนคุณภาพต่อไปได้ ประกอบด้วยรายการต้นทุนคุณภาพดังนี้

- F204 ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานที่ส่งคืนจากลูกค้า
- F102 ต้นทุนการแก้ไขงานบกพร่องในกระบวนการผลิต
- A203 ต้นทุนการตรวจสอบเมื่อกระบวนการออกนอกการควบคุม
- A202 ต้นทุนการการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า

4.2.5 การแจกแจงข้อมูลต้นทุนคุณภาพและข้อมูลคุณภาพก่อนการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B

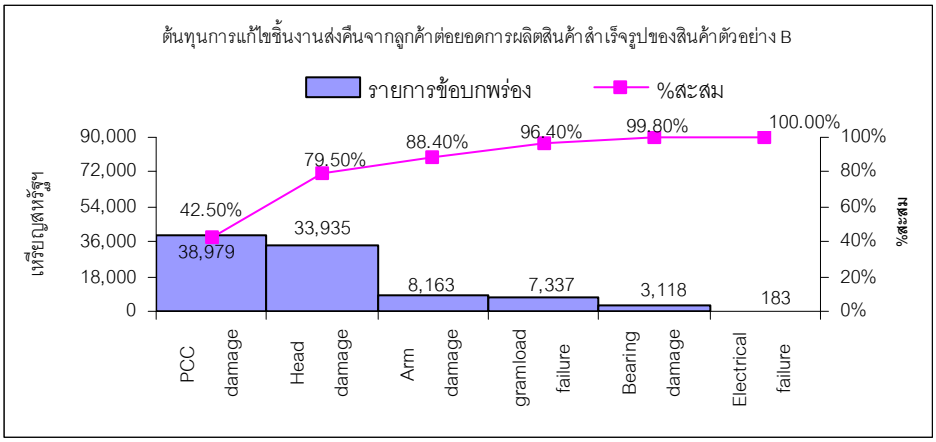
ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณารายการต้นทุนที่เลือกมาดำเนินการปรับปรุง โดยแสดงรายละเอียดของแต่ละปัญหาที่พบ แสดงต้นทุนที่เกิดขึ้นแยกตามรายการต้นทุนคุณภาพที่เลือกไว้ทั้งหมด 4 รายการ สำหรับนำไปเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหาและหาวิธีการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

F204 ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้า



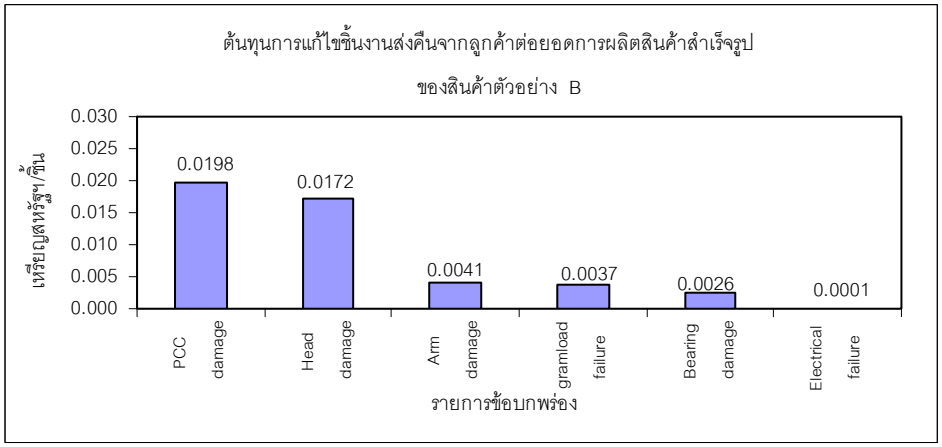
รูปที่ 4.12 ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง B

ชิ้นงานที่ส่งคืนจากลูกค้าจะถูกนำมาตรวจสอบเพื่อระบุจุดบกพร่องบนชิ้นงาน จากนั้นจะถูกถอดชิ้นส่วนที่บกพร่องออก แล้วจึงเข้าสู่กระบวนการประกอบใหม่ต่อไป โดยลักษณะของข้อบกพร่องที่พบแสดงดังรูปที่ 4.12 จากข้อมูลต้นทุนคุณภาพของการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานที่ส่งคืนจากลูกค้า พบว่า เกิดจากปัญหาแผงวงจรไฟฟ้าที่ชุดแขนของชุดหัวอ่านฉีกขาด ชำรุดหรือ มีตำหนิ (PCC Damage) 42.5%, เกิดจากปัญหา หัวอ่านเสียรูป (Bent head) 8.90% เกิดจากปัญหารอยขูดขีดและชำรุดเสียหายที่แขนของหัวอ่าน (Arm damage) 37%, เกิดจากปัญหาค่า Gramload ไม่ผ่านตามข้อกำหนด (Gramload failure) 8%, เกิดจากปัญหาตลับลูกปืนที่ชุดแขนของหัวอ่านชำรุดหรือมีรอย (Bearing Damage) 3.4% และเกิดจากปัญหาค่าทางไฟฟ้า (Electrical failure) 0.2% ดังรูปที่ 4.13

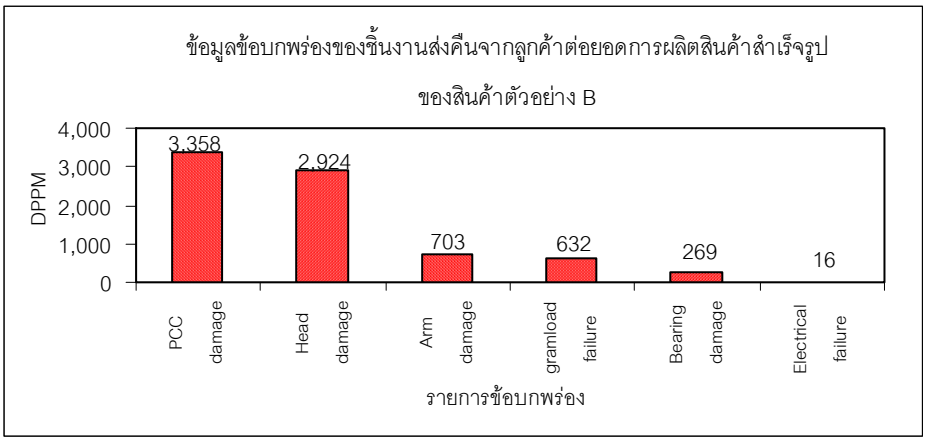


รูปที่ 4.13 พาเรโตแสดงต้นทุนการแก้ไขงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง B

ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าเทียบกับยอดการผลิตสินค้าสำเร็จรูป และข้อบกพร่องที่พบของสินค้าตัวอย่าง B แสดงดังรูปที่ 4.14 และรูปที่ 4.15



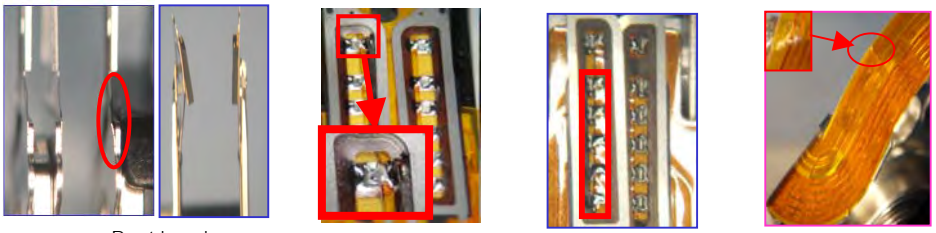
รูปที่ 4.14 ต้นทุนต่อชิ้นของการแก้ไขชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง B



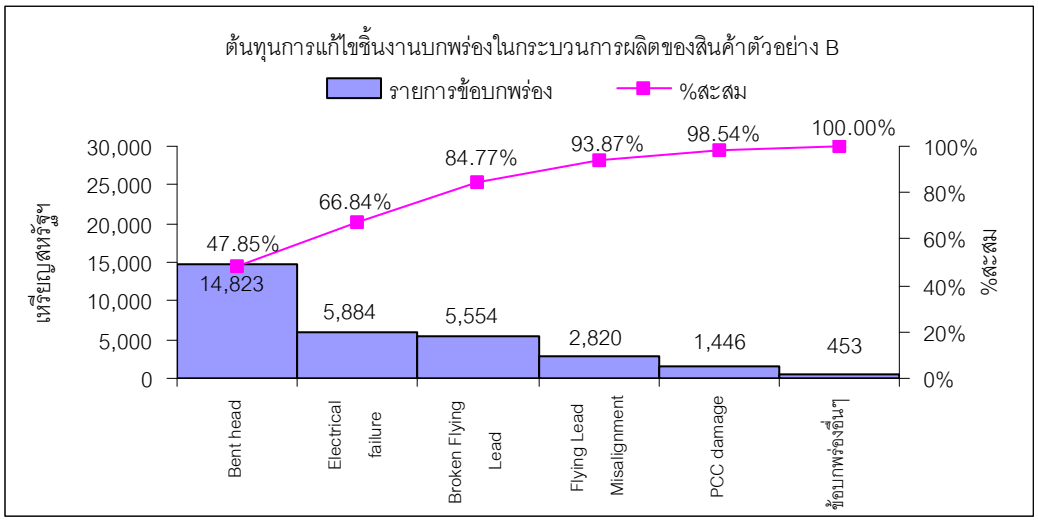
รูปที่ 4.15 รายการข้อบกพร่องของชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง B

F102 ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิต

เมื่อแจกแจงต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิตตามประเภทของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นของสินค้าตัวอย่าง B ดังรูปที่ 4.16 พบว่า เกิดจากปัญหาหัวอ่านเสียรูป (Bent head) 47.85%, เกิดจากปัญหาค่าทางไฟฟ้าของชุดหัวอ่าน (Electrical failure) 18.99%, เกิดจากปัญหารอยแยกที่บริเวณหางเส้นไฟที่เป็นตัวเชื่อมวงจรของหัวอ่านกับแขนของหัวอ่านเข้าด้วยกัน (Broken Flying Lead) 17.93%, เกิดจากการเชื่อมวงจรของหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านได้ไม่ตรงตำแหน่ง (Flying Lead Misalignment) 9.10%, เกิดจากปัญหารอยฉีกขาด ชำรุดหรือมีตำหนิบนแผงวงจรไฟฟ้าที่ชุดแขนของชุดหัวอ่าน (Damaged PCC) 4.67% และ เกิดจากปัญหาข้อบกพร่องอื่นๆ 1.46% ดังรูปที่ 4.17

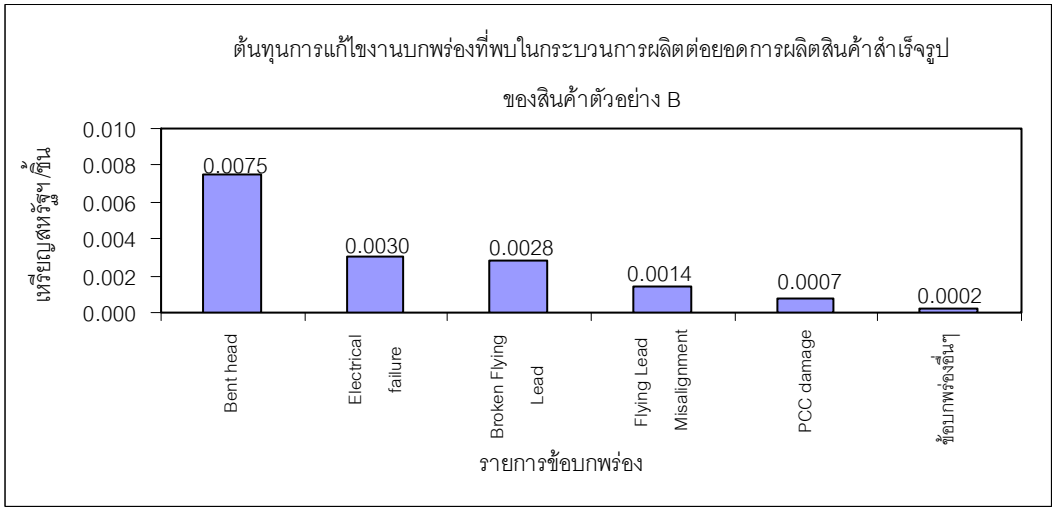


รูปที่ 4.16 ลักษณะข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตสินค้าตัวอย่าง B

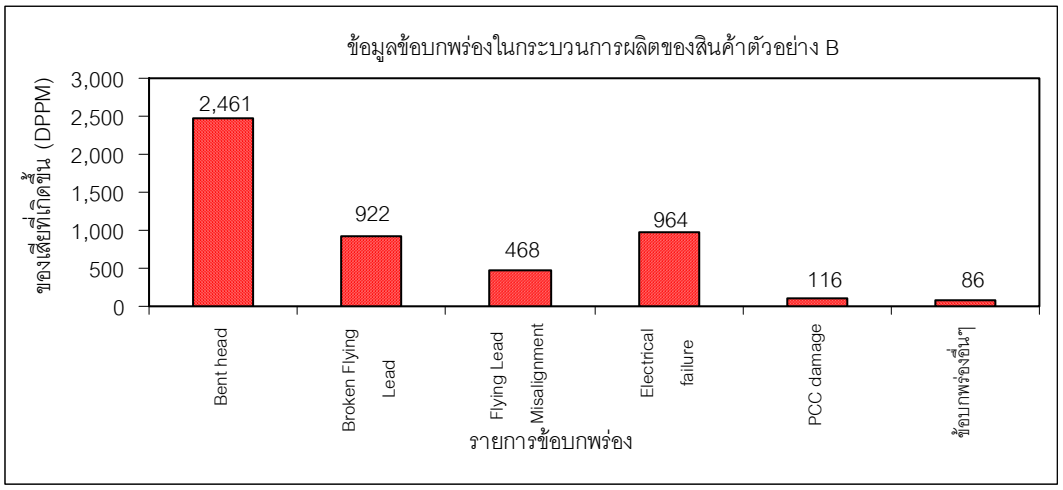


รูปที่ 4.17 พาเรโตต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานตามรายการข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตสินค้าตัวอย่าง B

ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตเทียบกับยอดการผลิตสินค้าสำเร็จรูป และข้อบกพร่องที่พบของสินค้าตัวอย่าง B แสดงดังรูปที่ 4.18 และรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.18 ต้นทุนการแก้ไขงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง B



รูปที่ 4.19 ข้อบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง B

A203 ต้นทุนการทดสอบชิ้นงานเพิ่มเติมเมื่อผลการทดสอบเชิงสถิติออกนอกเส้นควบคุม

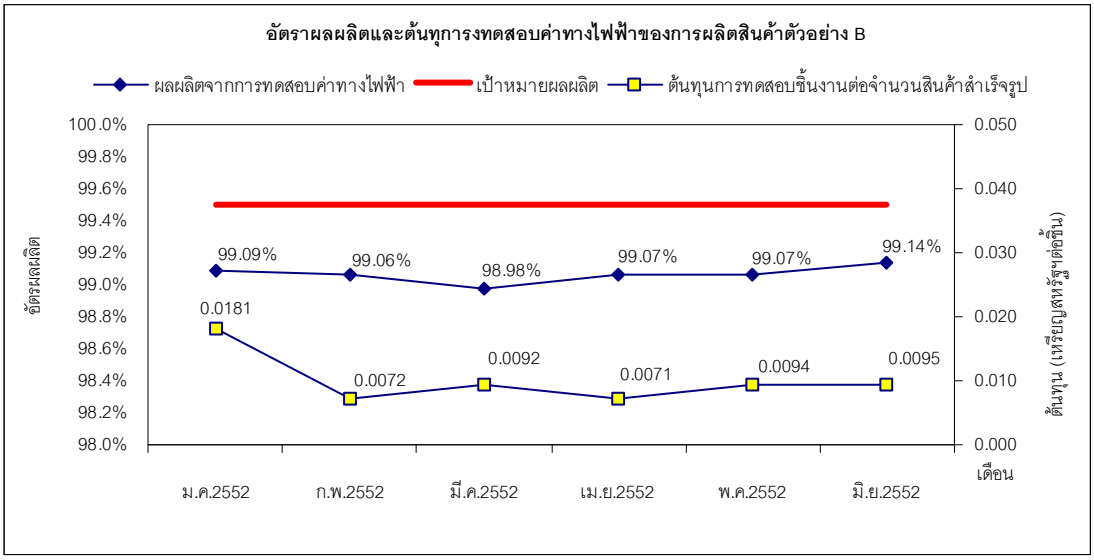
การทดสอบคุณภาพชิ้นงานของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง B ปัจจุบันใช้วิธีการทดสอบทดสอบเต็มความสามารถเครื่องทดสอบที่มีอยู่หรือ 100% ตามคำสั่งการผลิต เนื่องจากข้อกำหนดคุณภาพของโรงงานกรณีศึกษากำหนดว่า ปัจจัยตัวแปรใดๆจะใช้วิธีการควบคุมด้วยวิธีการเชิงสถิติได้เมื่อค่าสมรรถนะของกระบวนการของปัจจัยตัวแปรนั้นๆมีค่ามากกว่า 1.33 ติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง 4 สัปดาห์ ดังนั้นจึงรวมต้นทุนการทดสอบคุณภาพชิ้นงานที่ยังไม่สามารถใช้การควบคุมด้วยวิธีเชิงสถิติได้ไว้ในรายการนี้ เมื่อพิจารณาปัจจัยตัวแปรต่างๆ ดังตารางที่ 4.3 ซึ่งพบว่า ยังไม่ผ่านตามข้อกำหนดทางด้านคุณภาพของโรงงานกรณีศึกษา ทำให้ต้องมีการจัดหาเครื่องจักรที่ใช้ในการทดสอบให้เพียงพอต่อแผนการผลิต การทดสอบค่าปัจจัยตัวแปร PSA, RSA และ HAL ของสินค้าตัวอย่างจะถูกทดสอบด้วยเครื่องเดียวกันและสามารถทดสอบทุกปัจจัยภายในครั้งเดียว ถึงแม้ว่าค่าสมรรถนะของปัจจัยตัวแปร HAL และ RSA จะผ่านตามเงื่อนไขที่กำหนดและสามารถเปลี่ยนวิธีการควบคุมเป็นการควบคุมคุณภาพด้วยวิธีการเชิงสถิติได้แล้วแต่ค่าปัจจัยตัวแปร PSA ยังไม่ผ่านตามเงื่อนไข จึงยังคงต้องทดสอบชิ้นงานเต็มความสามารถของเครื่องทดสอบที่มีอยู่ต่อไป ส่วนค่าสมรรถนะของปัจจัยตัวแปร Gramload ยังไม่ผ่านตามข้อกำหนด ดังนั้นจึงยังคงต้องทดสอบเต็มความสามารถเครื่องทดสอบที่มีอยู่เช่นกัน

ตารางที่ 4.5 ค่าใช้จ่ายในการทดสอบชิ้นงานของปัจจัยตัวแปรต่อจำนวนชิ้นงานสำเร็จรูปของสินค้าตัวอย่าง B

ค่าปัจจัย	ต้นทุนการทดสอบต่อชิ้นงานสำเร็จรูปงานที่ผลิต (เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น)
Gramload	0.0030
PSA/RSA/HAL	0.0091

A202 ต้นทุนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า

พิจารณาการทดสอบค่าทางไฟฟ้าของการผลิตสินค้าตัวอย่าง B เครื่องทดสอบค่าทางไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบันมีทั้งหมด 2 เครื่อง โดยมีพนักงานทดสอบประจำ 1 คน/เครื่อง ทดสอบชิ้นงานด้วยวิธีทดสอบชิ้นงานด้วยแผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่องประเภทที่ 1 (Continuous Sampling plan1: CSP-1) มีการกำหนดขีดจำกัดคุณภาพผ่านออก (Average Outgoing Quality Limit: AOQL) ไว้ที่ระดับ 0.65% จากข้อมูลการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน 2552 ดังรูปที่ 4.20 พบว่า ผลผลิตที่ได้จากการทดสอบมีค่าต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนด โดยมีต้นทุนการทดสอบมีค่าประมาณ 0.0091 เหรียญสหรัฐ ฯต่อชิ้น



รูปที่ 4.20 ผลผลิตและต้นทุนการทดสอบค่าทางไฟฟ้าของการผลิตสินค้าตัวอย่าง B

บทที่ 5
การปรับปรุงและการนำเสนอทางเลือก
เพื่อการลดต้นทุนคุณภาพรวม

การปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนคุณภาพรวมของสินค้าตัวอย่างเริ่มจากวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนคุณภาพด้วยผังก้างปลาหรือผังแสดงเหตุและผล (Cause and effect diagram) ร่วมกับการใช้เทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Modes and Effects Analysis: MEA) เพื่อประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number: RPN) สำหรับคัดเลือกสาเหตุของปัญหาและนำไปดำเนินการปรับปรุงตามลำดับความสำคัญ ส่วนของการนำเสนอทางเลือกเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพรวมนั้นจะเป็นการแสดงทางเลือกสำหรับวิธีการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของชุดหัวอ่านเพื่อเป็นแนวทางสำหรับองค์กรนำไปพิจารณาเลือกใช้ตามความเหมาะสม

5.1 การลดต้นทุนคุณภาพของสินค้า A

จากบทที่ 4 รายการต้นทุนคุณภาพที่ส่งผลต่อต้นทุนคุณภาพรวมของสินค้า A ที่เลือกมาดำเนินการปรับปรุง 3 รายการ ในบทนี้จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดย

- กลุ่มที่ 1 เป็นต้นทุนคุณภาพที่เกี่ยวกับงานบกพร่องซึ่งจะดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุ ระบุปัญหา ดำเนินการปรับปรุงคุณภาพและวัดผลหลังดำเนินการปรับปรุง ได้แก่ F204 ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานที่ส่งคืนจากลูกค้าและ A202ต้นทุนการแก้ไขงานบกพร่องในกระบวนการผลิต

- กลุ่มที่ 2 เป็นต้นทุนคุณภาพเกี่ยวกับการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของชุดหัวอ่าน ซึ่งจะเป็นการเสนอทางเลือกในการสุ่มตรวจสอบหรือทดสอบและแสดงต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพของแต่ละวิธีเพื่อให้องค์กรพิจารณาเลือกใช้ตามความเหมาะสม ได้แก่ A202 ต้นทุนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า

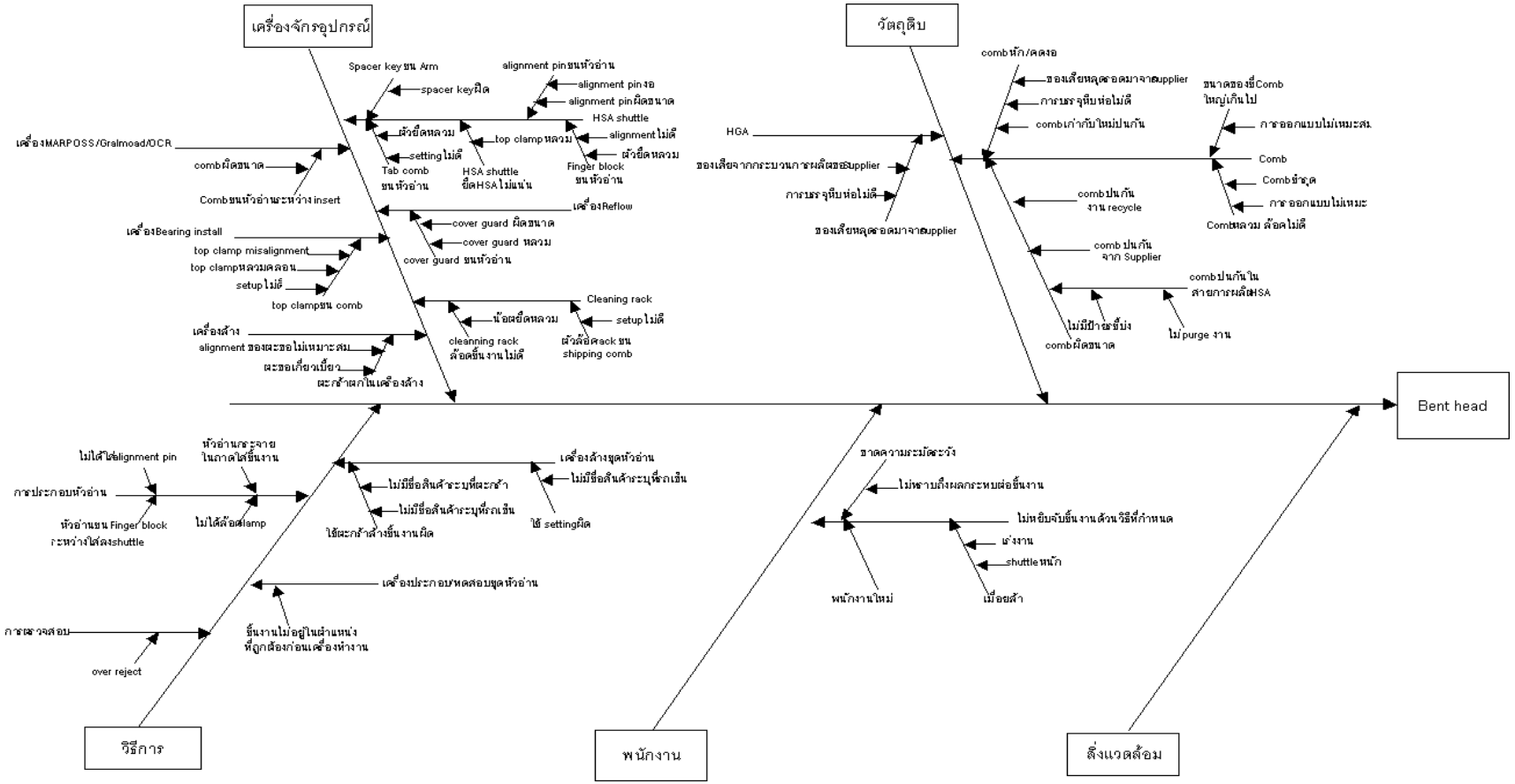
5.1.1 การปรับปรุงคุณภาพของสินค้า A

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา จะอธิบายแยกตามรายการต้นทุนคุณภาพและรายการปัญหาที่พบเพื่อคัดเลือกสาเหตุของปัญหา จากนั้นทีมงานร่วมกันพิจารณาจัดกลุ่มรายการปัญหาและสาเหตุเพื่อนำไปวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบ คัดเลือกสาเหตุ กำหนดแนวทางดำเนินการและนำเสนอการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

5.1.1.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

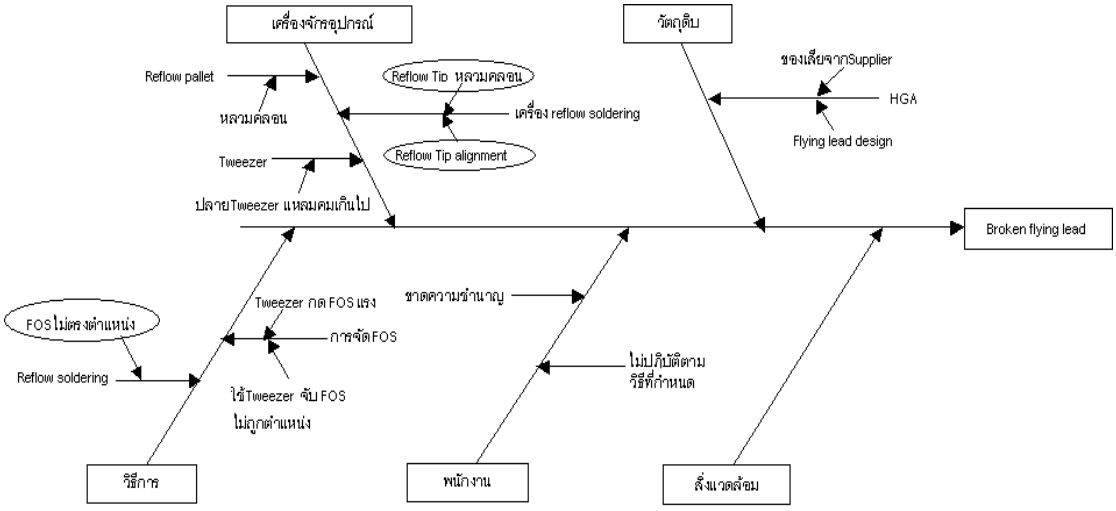
F102 ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิต

จาก รูปที่ 4.5 พาเรโตแสดงต้นทุนการแก้ไขงานบกพร่องในกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่าง A สามารถวิเคราะห์สาเหตุแยกตาม รายการข้อบกพร่องได้ดังต่อไปนี้



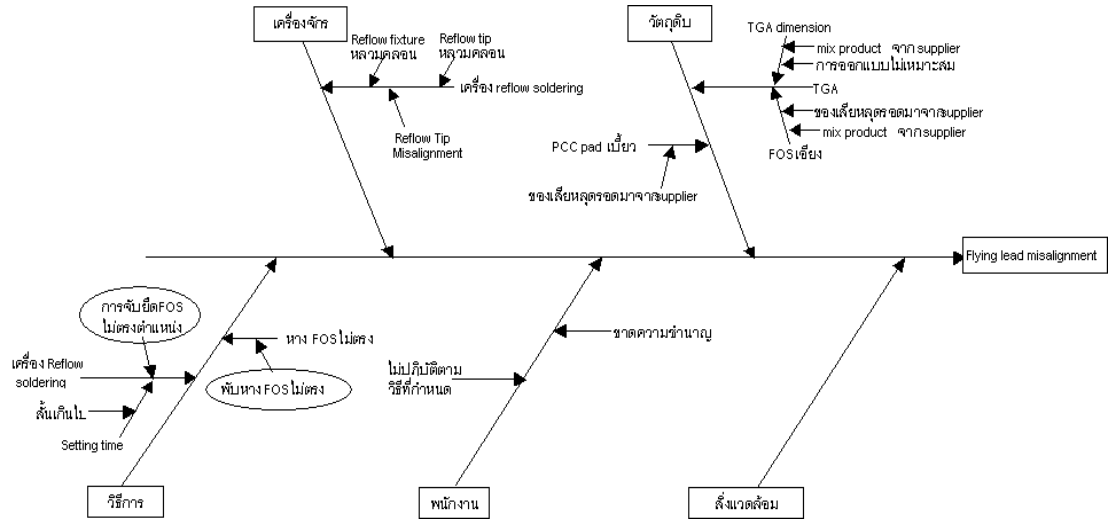
รูปที่ 5.1 แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของหัวอ่านเสียรูป (Bent head)

● หัวอ่านเสียรูป (Bent head) สามารถเกิดได้จากหลายปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบ เช่น ปัญหาจากหัวอ่านและตัวป้องกันหัวอ่าน ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ เช่น ชุดจับยึดที่ขั้นตอนประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน, เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า, Cleaning rackและตะกร้าใส่ชิ้นงาน, เครื่องล้าง, เครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดแขนของหัวอ่าน, เครื่องวัดค่า PSA/RSA /HAL และเครื่องวัดGramload ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการหยิบจับชิ้นงานที่ขั้นตอนต่างๆ และปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากผังก้างปลาสามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบได้ 7 สาเหตุได้แก่ การหยิบจับชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนไม่เหมาะสม, ไม่ได้ล็อก clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน, หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน, ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน, alignment pin งอหรือผิดขนาดและตัวป้องกันหัวอ่านชำรุด ดังรูปที่ 5.1



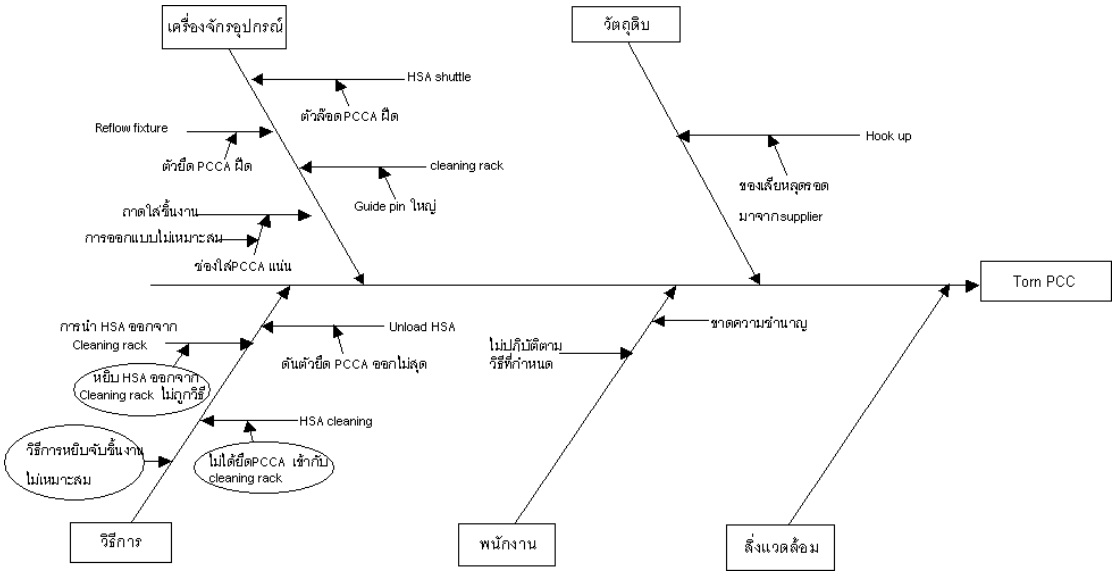
รูปที่ 5.2 แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Broken flying lead

● Broken flying lead หางเส้นไฟบริเวณที่เชื่อมติดเข้ากับ PCC มีรอยแตกออก สามารถเกิดได้จากปัจจัยต่างๆได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบซึ่งเป็นปัญหาจากหัวอ่าน ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้าและชุดจับยึดชิ้นงานที่เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ การจัดเรียงเส้นไฟที่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้า, ปัจจัยด้านพนักงานได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากผังก้างปลาสามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบได้ 3 สาเหตุ ได้แก่ การจัด flying lead อยู่ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน, Reflow tip หลวมคลอนและ Reflow tip misalignment ดังรูปที่ 5.2



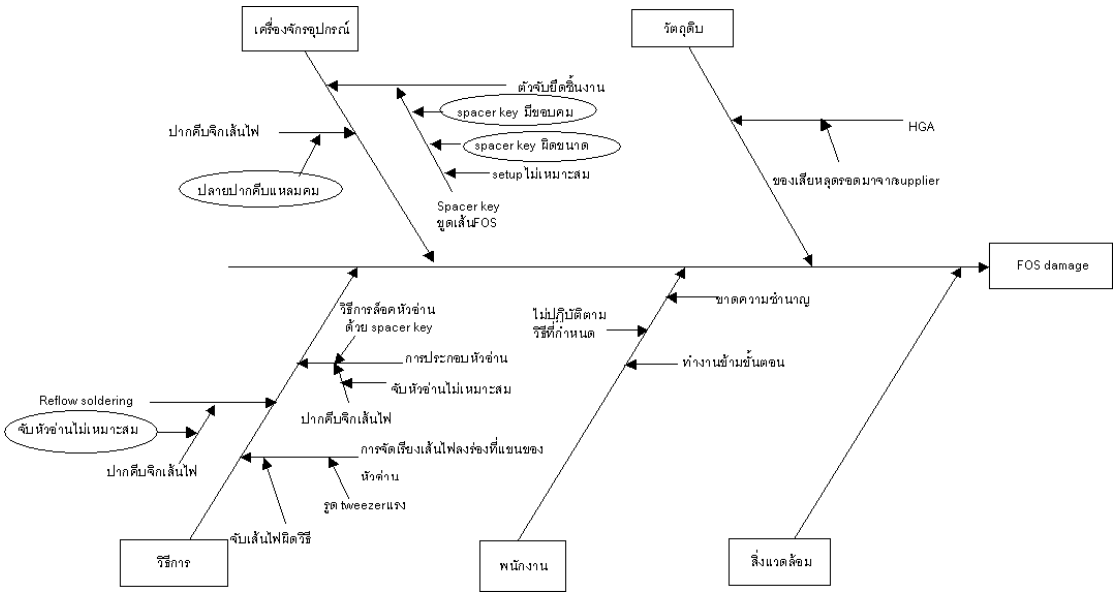
รูปที่ 5.3 แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Flying lead misalignment

- Flying lead misalignment หางเส้นไฟที่เชื่อมเข้ากับ PCC (Print Circuit Cable) ไม่ตรงแนว สามารถเกิดได้จากปัจจัยต่างๆได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบซึ่งเป็นปัญหาจากหัวอ่าน, ปัญหาจากแขนของหัวอ่าน, ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้าและชุดจับยึดชิ้นงานที่เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านวิธีทำงาน ได้แก่ การจัดเรียงเส้นไฟที่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านพนักงานได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากผังก้างปลาสามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบได้ 2 สาเหตุ ได้แก่ การจัดเรียง Flying lead ได้ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน และพับหางเส้นไฟ (Flex on Suspension :FOS) ไม่ตรงตำแหน่ง ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.4 แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Torn PCC (Print Circuit Cable)

● Torn PCC (Print Circuit Cable) แผงเส้นไฟเกิดรอยฉีกขาด สามารถเกิดได้จากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบ ซึ่งเป็นปัญหาจากแขนของหัวอ่าน ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ ชุดจับยึดชิ้นงานที่ขั้นตอนประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน, ชุดจับยึดชิ้นงานที่เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการประกอบหัวอ่าน, วิธีการจัดเรียงเส้นไฟ, การจับยึดเส้นไฟก่อนเชื่อมวงจร cleaning rack และถาดใส่ชิ้นงาน ปัจจัยด้านพนักงานได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์ผังก้างปลาสามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบได้ 3 สาเหตุ ได้แก่ วิธีการหยิบชุดแขนของหัวอ่านออกจาก cleaning rack ไม่ถูกวิธี, การหยิบจับชิ้นงานไม่เหมาะสมและไม่ได้ล็อก PCC เข้ากับ cleaning rack ดังรูปที่ 5.4



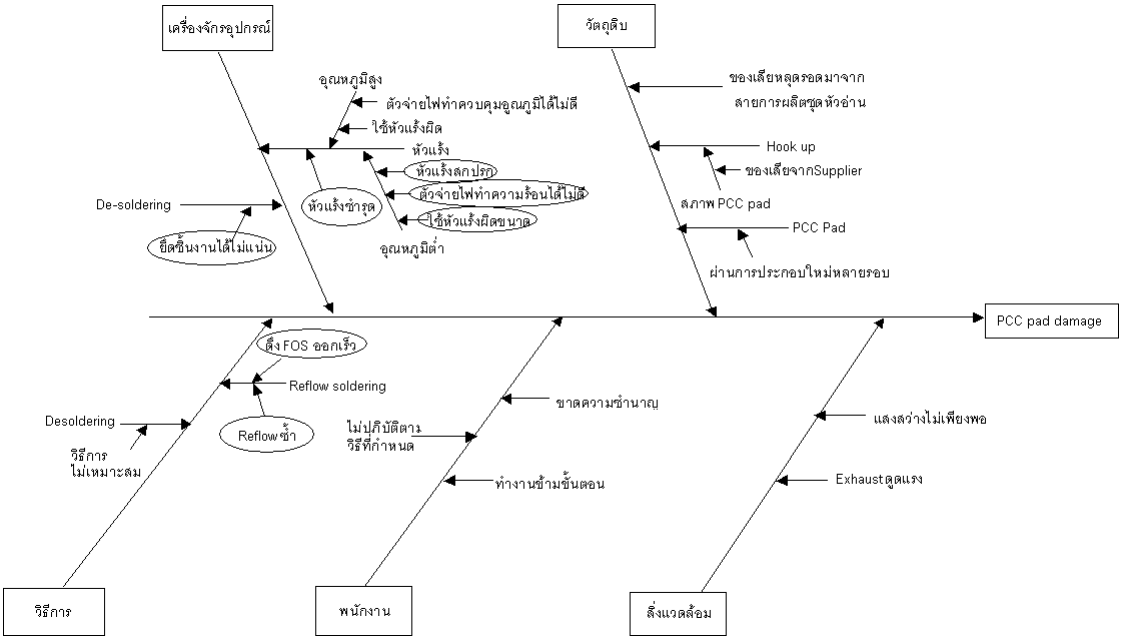
รูปที่ 5.5 แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Damaged FOS (Flex on Suspension)

● Damaged FOS (Flex on Suspension) เส้นไฟของหัวอ่านมีรอยชำรุดเสียหาย สามารถเกิดได้จากปัจจัยต่างๆได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบซึ่งเป็นปัญหาจากหัวอ่าน ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ ชุดจับยึดที่ขั้นตอนประกอบ, หัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน, ปากคีบจับหัวอ่าน ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการประกอบหัวอ่าน, วิธีการจัดเรียงเส้นไฟ, การจับยึดเส้นไฟก่อนเชื่อมวงจร ปัจจัยด้านพนักงานได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากผังก้างปลาสามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบได้ 4 สาเหตุ ได้แก่ Spacer key มีขอบคม, จับหัวอ่านผิดตำแหน่ง, spacer key ผิดขนาด และปลายปากคีบแหลมคม ดังรูปที่ 5.5

F204 ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้า รูปที่ 4.9 พาเรโตแสดง ต้นทุนการแก้ไขงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง A สามารถวิเคราะห์สาเหตุโดยแยกตามรายการ ข้องบกพร่องได้ดังต่อไปนี้

- PCC damage สามารถแบ่งย่อยตามลักษณะของข้อบกพร่องได้เป็น 2 ปัญหาได้แก่

ปัญหา Torn PCC คือ แผงเส้นไฟเกิดรอยฉีกขาด สามารถเกิดได้จากปัจจัยต่างๆได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบซึ่งเป็นปัญหาจากแขนของหัวอ่าน ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ ชุดจับยึดที่ขั้นตอนประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน, ชุดจับยึดชิ้นงานที่เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการประกอบหัวอ่าน, วิธีการจัดเรียงเส้นไฟ, การจับยึดเส้นไฟก่อนเชื่อมวงจร, การหยิบชุดหัวอ่านออกจาก Cleaning rackและการหยิบชุดหัวอ่านออกจากถาดใส่ชิ้นงาน ปัจจัยด้านพนักงานได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาสามารถสรุปสาเหตุหลักได้ 3 สาเหตุ ได้แก่ การหยิบชุดหัวอ่านออกจาก cleaning rack ไม่ถูกวิธี, การหยิบจับชิ้นงานไม่เหมาะสมและไม่ได้ล็อก PCC เข้ากับ cleaning rack

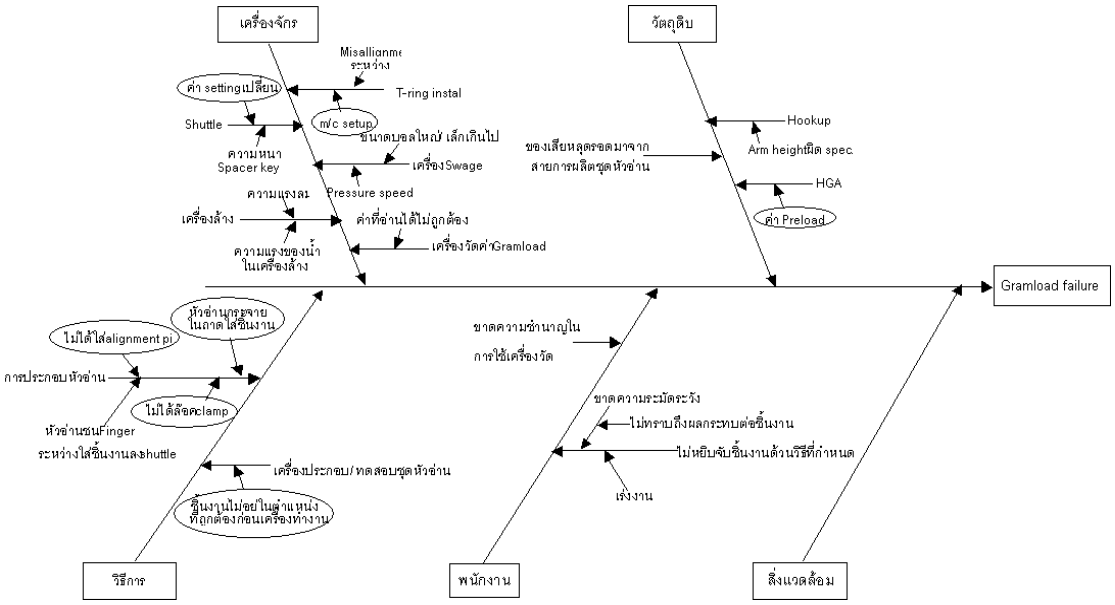


รูปที่ 5.6 แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ PCC pad damage

ปัญหา PCC pad damage พบว่า Pad สำหรับเชื่อมต่อหางของเส้นไฟเข้ากับ PCCA หลุดหรือเป็นรอยไหม้ สามารถเกิดได้จากปัจจัยต่างๆได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบซึ่งเป็นปัญหาจากแขนของหัวอ่าน ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ ชุดจับยึดชิ้นงานที่เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการจัดเรียงเส้นไฟ, การจับยึดเส้นไฟก่อนเชื่อมวงจร ปัจจัยด้านพนักงานได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาสามารถสรุปสาเหตุหลักได้ 7 สาเหตุ ได้แก่ การดึงหางเส้นไฟออกจาก Pad เร็วเกินไป, Reflow ซ้ำ, หัวแร้งสกปรก, De-soldering fixture ยึดชิ้นงานได้ไม่แน่น, ใช้หัวแร้งผิดขนาด, ตัวจ่ายไฟควบคุมอุณหภูมิได้ไม่ดีและหัวแร้งชำรุด ดังรูปที่ 5.6

- Bent head หัวอ่านมีลักษณะบิดเบี้ยวเสียรูป สามารถเกิดได้จากหลายปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบ ได้แก่ ปัญหาจากหัวอ่านและตัวป้องกันหัวอ่าน ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ ชุดจับยึดที่ ขั้นตอนประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน, ชุดจับยึดที่เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า, cleaning rack และตะกร้าใส่ชิ้นงานเพื่อนำไปล้าง, เครื่องล้าง, เครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดแขนของหัวอ่านและเครื่องวัดปัจจัยตัวแปร ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการหยิบจับชิ้นงานที่ขั้นตอนต่างๆ และปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาสามารถสรุปสาเหตุหลักได้ 7 สาเหตุได้แก่ การหยิบจับชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนไม่เหมาะสม, ไม่ได้ล็อก clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน,หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน, ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน, Alignment pin งอหรือผิดขนาดและตัวป้องกันหัวอ่านชำรุด ดังรูปที่ 5.1

- Gramload failure ค่า Gramload ของชุดหัวอ่านที่ผลิตไม่ผ่านตามข้อกำหนด สามารถเกิดได้จากหลายปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางด้านวัตถุดิบ เช่น แขนของหัวอ่าน HGA ตัวป้องกันหัวอ่าน ปัจจัยด้านเครื่องจักร ได้แก่ ตัวจับยึดหัวอ่าน, เครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับแขนของหัวอ่าน, เครื่องยึดหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน, เครื่องล้างชิ้นงาน และเครื่องวัดค่า Gramload ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการทำงานที่ขั้นตอนการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน, วิธีการตรวจสอบ, การทดสอบที่ไม่เพียงพอ, การเตรียมชิ้นงานก่อนการทดสอบและการประกอบหัวอ่านเข้าไปในไดร์ฟ ปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ ความชำนาญในการใช้เครื่องทดสอบ, การไม่ปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนด จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา สามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบ 8 สาเหตุ ได้แก่ ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน, ค่า Setting ของตัวจับยึดหัวอ่านเปลี่ยนไปจากปกติ, ไม่ได้ล็อก Clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน, ไม่ใส่ alignment pin , หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน, การปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับแขนของหัวอ่านไม่เหมาะสม, ค่า Preload จากกระบวนการผลิต HGA ไม่ได้ตามข้อกำหนดและ Misalignment ระหว่างกระบวนการประกอบตลับลูกปืนเข้ากับแขนของหัวอ่าน ดังรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Gramload Failure

จากวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาแยกตามประเภทของข้อบกพร่องที่พบและลงความเห็นร่วมกันภายในทีมงานที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปรายการสาเหตุเพื่อนำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไปได้ดังนี้

ตารางที่ 5.1 รายการข้อบกพร่องและสาเหตุของปัญหาของการประกอบชุดหัวอ่านสินค้าตัวอย่าง A

รายการข้อบกพร่อง	สาเหตุของปัญหา
1. Bent head	1.1 ไม่ได้ใส่ Alignment pin
	1.2 ไม่ได้ล็อก Clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน
	1.3 หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน
	1.4 ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน
	1.5 Alignment pin งอ, alignment pin ผิดขนาด
	1.6 ตัวป้องกันหัวอ่าน ชำรุด
2. Broken flying lead	2.1 หัว Reflow tip หลวมคลอน
	2.2 การจัด Flying lead อยู่ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน
	2.3 Reflow tip misalignment
3. Flying lead misalignment	3.1 การจัดเรียง flying lead ได้ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน
	3.2 HGA พับหาง FOS มาไม่ดี
4. FOS damage	4.1 Spacer key มีขอบคม
	4.2 จับหัวอ่านผิดตำแหน่ง
	4.3 Spacer key ผิดขนาด
	4.4 ปลายปากคีบแหลมคม

ตารางที่ 5.1 รายการข้อบกพร่องและสาเหตุของปัญหาของการประกอบชุดหัวอ่านสินค้าตัวอย่าง A (ต่อ)

รายการข้อบกพร่อง	สาเหตุของปัญหา
5. Torn PCC	5.1 หยิบชุดหัวอ่านออกจาก cleaning rack ไม่ถูกวิธี
	5.2 การหยิบจับชิ้นงานไม่เหมาะสม
	5.3 ไม่ได้ล็อก PCC เข้ากับ cleaning rack
6. Gramload failure	6.1 ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน
	6.2 ค่า Setting ของ HSA shuttle เปลี่ยนไปจากปกติ
	6.3 ไม่ได้ล็อก Clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน
	6.4 ไม่ได้ใส่ Alignment pin
	6.5 หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน
	6.6 เร่งงานมากเกินไป
	6.7 การปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกขึ้นเข้ากับ Hook up ไม่เหมาะสม
	6.8 ค่า Preload จากกระบวนการผลิต HGA ไม่ได้ตาม spec.
7.PCC pad damage	7.1 ดึง FOS ออกจาก Pad เร็วเกินไป
	7.2 Reflow ซ้ำ
	7.3 หัวแร้งสกปรก
	7.4 De-soldering fixture ยึดชิ้นงานได้ไม่แน่น

5.1.1.2 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบ

หลังจากที่ได้พิจารณาเลือกสาเหตุของปัญหาจากผังก้างปลามาได้แล้ว ในขั้นตอนนี้จะเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบในการประเมินค่าความรุนแรงของปัญหา (Severity: S) โอกาสในการเกิดปัญหา (Occurrence :O) และค่าความสามารถในการตรวจจับ (Detection: D) และคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number: RPN) ของแต่ละสาเหตุซึ่งเป็นผลคูณระหว่างค่าความรุนแรงของปัญหา โอกาสในการเกิดปัญหา และค่าความสามารถในการตรวจจับ สำหรับใช้ในการจัดลำดับความสำคัญเพื่อเลือกไปดำเนินการแก้ไขปัญหาในขั้นตอนต่อๆไป การให้คะแนนแต่ละปัจจัยในงานวิจัยนี้ จะให้คะแนนที่มีระยะห่างเป็นช่วง ได้แก่ 1, 3, 5, 7,9 และ 10 เพื่อให้ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำที่คำนวณออกมาได้ แสดงความแตกต่างอย่างชัดเจน

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง A

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
1.1	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	แขนของหัวอ่านขยับระหว่างการประกอบหัวอ่าน	Bent head	7	การหยิบจับชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนไม่เหมาะสม	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	175	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
1.2	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	แขนของหัวอ่านขยับระหว่างการประกอบหัวอ่าน	Bent head	7	ไม่ได้ล็อก clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
1.3	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	หัวอ่านถูกกระทบกระแทกเสียรูป	Bent head	7	หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
1.4	กระบวนการวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ	หัวอ่านถูกกระทบกระแทกเสียรูป	Bent head	7	ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
1.5	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	Alignment pin ของ HSA shuttle ชนหัวอ่าน	Bent head	7	Alignment pin งอ, alignment pin ผิดขนาด	3	การตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน	3	63	
1.6	กระบวนการวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ	หัวอ่านถูกกระทบกระแทกเสียรูป	Bent head	7	ตัวป้องกันหัวอ่านชำรุด	3	การตรวจสอบ comb ก่อนใช้งาน	3	63	

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง A (ต่อ)

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
2.1	กระบวนการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า	Reflow tip กดทับขอบ pad	Broken flying lead	7	หัว Reflow tip หลวมคลอน	5	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	175	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
2.2	กระบวนการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า	Reflow tip กดทับขอบ pad	Broken flying lead	7	การจัด Flying lead อยู่ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน	5	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	175	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
2.3	กระบวนการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า	Reflow tip กดทับขอบ pad	Broken flying lead	7	Reflow tip misalignment	3	การตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน, Weekly PM	3	63	
3.1	กระบวนการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า	จัดเรียบตำแหน่งหาง FOS ยังไม่ตรงตำแหน่งก่อนเครื่อง Reflow soldering ทำงาน	Flying lead misalignment	7	การจัดเรียง flying lead ได้ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน	5	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	175	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
3.2	กระบวนการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า	FOS ไม่ตรงตำแหน่ง	Flying lead misalignment	7	HGA พับหาง FOS มาไม่ดี	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง A (ต่อ)

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
4.1	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	Spacer key ขูดเส้นไฟ	FOS damage	7	Spacer key มีขอบคม	3	ไม่มี	10	210	เพิ่มการตรวจสอบความคมของ Spacer key ก่อนนำไปใช้ในสายการผลิต
4.2	การประกอบหัวอ่าน	ปากคีบ จิกเส้นไฟ	FOS damage	7	จับหัวอ่านผิดตำแหน่ง	3	ไม่มี	10	210	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
4.3	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	Spacer key แน่นเกินไป	FOS damage	7	Spacer key ผิดขนาด	3	Weekly PM	3	63	
4.4	การประกอบหัวอ่าน	ปากคีบ จิกเส้นไฟ	FOS damage	7	ปลายปากคีบแหลมคม	3	การตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน	3	63	
5.1	กระบวนการล้างชิ้นงาน	ชิ้นส่วนของชุดของหัวอ่านเกี่ยวกับ cleaning rack ระหว่างหยิบชิ้นงานออก	Torn PCC	7	หยิบชุดหัวอ่านออกจาก cleaning rack ไม่ถูกวิธี	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
5.2	Generic	Torn PCC	Torn PCC	7	การหยิบจับชิ้นงานไม่เหมาะสม	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
5.3	กระบวนการล้างชิ้นงาน	PCC หลุดห้อยออกจาก cleaning rack ระหว่างอยู่ในเครื่องล้าง	Torn PCC	7	ไม่ได้ล็อก PCC เข้ากับ cleaning rack	3	Interlock mechanism	1	21	

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง A (ต่อ)

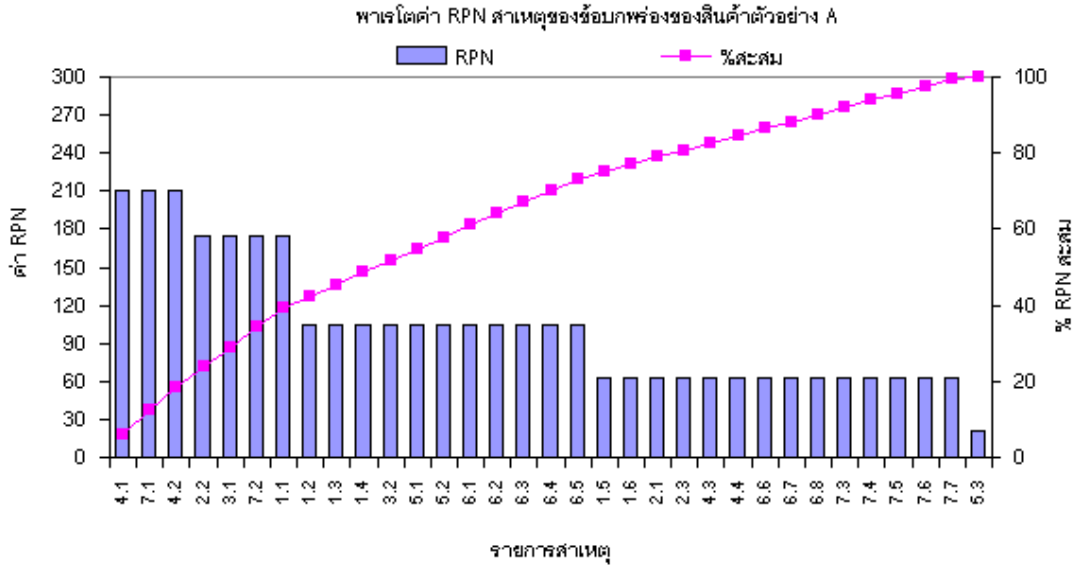
Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
6.1	กระบวนการวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ (PSA/RSA/HAL / Gramload)	เกิดแรงกระทำกับหัวอ่านทำให้ ค่า Gramload ของชุดหัวอ่านไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด	Gramload failure	7	ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
6.2	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	การจัดเรียงหัวอ่านลงในแขนของหัวอ่านไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง	Gramload failure	7	ค่า setting ของ HSA shuttle เปลี่ยนไปจากปกติ	5	Weekly PM	3	105	เพิ่มรายงานค่าสมรรถนะของปัจจัยตัวแปรสำหรับตัวจับยึดที่ใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อคัดแยกตัวงานที่มีปัญหาออกมาการแก้ไขปรับปรุง
6.3	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	ชุดหัวอ่านขยับระหว่างใส่หัวอ่านทำให้หัวอ่านเสียรูป	Gramload failure	7	ไม่ได้ล็อก clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
6.4	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	หัวอ่านขยับหรือ / อยู่ไม่ตรงตำแหน่งขณะยิงลูกบอลเพื่อยึดหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน	Gramload failure	7	ไม่ได้ใส่ Alignment pin	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง A (ต่อ)

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
6.5	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	หัวอ่านถูกกระทบกระแทกทำให้เสียรูป	Gramload failure	7	หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
6.6	การหยิบจับชิ้นงาน	ไม่หยิบจับชิ้นงานด้วนวิธีที่กำหนดจากความเมื่อยล้า	Gramload failure	7	เร่งงานมากเกินไป	3	การวางแผนการผลิตประจำวันตาม capacity ของสายการผลิต	3	63	
6.7	กระบวนการประกอบตลับลูกปืน	ค่า Gramload ของชุดหัวอ่านไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด	Gramload failure	7	การปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับ Hook up ไม่เหมาะสม	3	ไม่มี	10	210	ทบทวนการปรับตั้งและกำหนดค่าในการปรับตั้งที่เหมาะสมพร้อมทั้งจัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงาน ข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
7.1	การลอกหาง FOSออกจากแขนของชุดหัวอ่าน	PCC pad เสียหาย	PCC pad damage	7	ดึง FOS ออกจาก Pad เร็วเกินไป	3	ไม่มี	10	210	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน
7.2	การลอกหาง FOSออกจากแขนของชุดหัวอ่าน	PCC pad เสียหาย	PCC pad damage	7	Reflow ซ้ำ	5	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	5	175	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังอบรมให้กับพนักงาน

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง A (ต่อ)

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
7.3	การลอกหาง FOSออกจากชุดหัวอ่าน	หัวแร้งอุณหภูมิสูง/ต่ำเกินไป	PCC pad damage	7	หัวแร้งสกปรก	3	การตรวจสอบก่อนปฏิบัติงานและระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน Process instruction	3	63	
7.4	การลอกหาง FOSออกจากชุดหัวอ่าน	ชิ้นงานขยับระหว่างการลอกหาง FOSออกจาก Hook up	PCC pad damage	7	De-soldering fixture ยึดชิ้นงานได้ไม่แน่น	3	Weekly PM	3	63	
7.5	การลอกหาง FOSออกจากชุดหัวอ่าน	หัวแร้งอุณหภูมิสูง/ต่ำเกินไป	PCC pad damage	7	ใช้หัวแร้งผิดขนาด	3	กำหนดขนาดของหัวแร้งลงในรายการเครื่องมือ/อุปกรณ์และ Process instruction	3	63	
7.6	การลอกหาง FOSออกจากชุดหัวอ่าน	หัวแร้งอุณหภูมิสูงเกินไป	PCC pad damage	7	ตัวจ่ายไฟควบคุมอุณหภูมิได้ไม่ดี	3	Weekly PM	3	63	
7.7	การลอกหาง FOSออกจากชุดหัวอ่าน	อุณหภูมิไม่สม่ำเสมอ	PCC pad damage	7	หัวแร้งชำรุด	3	การตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน	3	63	



รูปที่ 5.8 พาเรโตจัดลำดับค่าความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ของสาเหตุของข้อบกพร่องสินค้าตัวอย่าง A

จากการวิเคราะห์ลักษณะของข้อบกพร่องและผลกระทบสามารถทำให้ได้ค่าความเสี่ยงชี้นำเพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุเพื่อนำไปดำเนินการจัดการ โรงงานกรณีศึกษาได้เลือกรายการ ข้อบกพร่องที่มีค่าความเสี่ยงชี้นำมากกว่า 100 ขึ้นไปมาดำเนินการ ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีรายการสาเหตุของข้อบกพร่องที่มีค่าความเสี่ยงชี้นำมากกว่า 100 รวม 18 รายการจากทั้งหมด 33 รายการ คิดเป็น 72.1% ของรายการสาเหตุของข้อบกพร่องทั้งหมด โดยมีรายการสาเหตุดังนี้

ตารางที่ 5.3 รายการสาเหตุของข้อบกพร่องเพื่อนำไปดำเนินการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

รายการข้อบกพร่อง	สาเหตุของปัญหา
1. Bent head	1.1 การหยิบจับชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนไม่เหมาะสม
	1.2 ไม่ได้ล็อก Clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน
	1.3 หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน
	1.4 ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน
2. Broken flying lead	2.2 การจัด Flying lead อยู่ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน
3. Flying lead misalignment	3.1 การจัดเรียง flying lead ได้ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน
	3.2 HGA พับหาง FOS มาไม่ดี
4. FOS damage	4.1 Spacer key มีขอบคม
	4.2 จับหัวอ่านผิดตำแหน่ง
5. Torn PCC	5.1 หยิบชุดหัวอ่านออกจาก cleaning rack ไม่ถูกวิธี
	5.2 การหยิบจับชิ้นงานไม่เหมาะสม

ตารางที่ 5.3 รายการสาเหตุของข้อบกพร่องเพื่อนำไปดำเนินการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A (ต่อ)

รายการข้อบกพร่อง	สาเหตุของปัญหา
6. Gramload failure	6.1 ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน
	6.2 ค่า Setting ของ HSA shuttle เปลี่ยนไปจากปกติ
	6.3 ไม่ได้ล็อก Clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน
	6.4 ไม่ได้ใส่ Alignment pin
	6.5 หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน
7.desoldering defect	7.1 ดึง FOS ออกจาก Pad เร็วเกินไป
	7.3 Reflow ซ้ำ

5.1.1.3 การปรับปรุงคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A

การปรับปรุงคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A ของรายการสาเหตุของข้อบกพร่อง 18 รายการ สามารถอธิบายโดยแยกตามปัญหาและสาเหตุได้ดังนี้

1. Bent head

1.1 การหยิบจับชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนไม่เหมาะสม

ในแต่ละกระบวนการมีการหยิบจับชิ้นงานที่ถูกส่งมาจากกระบวนการผลิตก่อนหน้าออกจากถาดใส่ชิ้นงานเพื่อนำชิ้นงานมาเข้าสู่กระบวนการผลิตของขั้นตอนนั้นๆ จากการสุ่มตรวจวิธีการหยิบจับชิ้นงานของพนักงานแต่ละคนในแต่ละขั้นตอนพบว่ามีวิธีการหยิบชิ้นงานที่แตกต่างกัน ซึ่งบางวิธีมีโอกาสจับโดนหัวอ่านหรืออาจกระแทกกับส่วนอื่นๆทำให้หัวอ่านเกิดความเสียหายได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการหยิบจับชิ้นงานที่ถูกต้องสำหรับการทำงานในแต่ละขั้นตอนโดยมีตัวอย่างวิธีการหยิบจับที่ชัดเจนเพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องตรงกัน รวมถึงใช้ในการอบรมพนักงานใหม่ก่อนเริ่มปฏิบัติงานในสายการผลิตจริง

1.2 ไม่ได้ล็อก Clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน

ในกระบวนการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน มี HSA shuttle เป็นตัวจับยึดแขนของหัวอ่านและมี Clamp เป็นตัวล็อกแขนของหัวอ่านให้อยู่กับที่ เพื่อป้องกันการเคลื่อนหรือบิดหมุนของแขนของหัวอ่านระหว่างที่พนักงานประกอบหัวอ่านแต่ละหัวเข้ากับแขนของหัวอ่าน ซึ่งจะทำให้หัวอ่านขยับหรือไปกระทบกับส่วนอื่นๆของ Shuttle ทำให้หัวอ่านเกิดการเสียรูปได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการประกอบหัวอ่านโดยเพิ่มรายละเอียดเรื่องความสำคัญของการล็อก Clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน และมีตัวอย่างวิธีทำงานที่ถูกต้องเพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

1.3 หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน

ในขั้นตอนการประกอบหัวอ่านมี HGA เป็นวัตถุดิบโดยจะอยู่ในถาดพลาสติกวางซ้อนเรียงกัน มีฝาปิดด้านบนล่างและมีคลิปล็อกซ้ายขวา ก่อนที่จะนำมาใช้พนักงานต้องถอดคลิปล็อกและนำฝาปิดออกและนำถาดใส่หัวอ่านไปไว้บริเวณที่ปฏิบัติงาน และหยิบหัวอ่านจากถาดไปประกอบเข้ากับแขนของหัวอ่าน เมื่อหัวอ่านในถาดหมดก็จะนำถาดด้านบนออกเพื่อใช้หัวอ่านจากถาดชั้นถัดไป ในขั้นตอนการถอดถาดงานหากการดึงถาดออกไม่ถูกวิธีจะทำให้ถาดล็อกติดกับถาดด้านล่างทำให้ดึงออกยาก และถ้าดึงแรงจะทำให้เกิดแรงทำให้หัวอ่านที่อยู่ในถาดด้านล่างกระเด็นออกจากหมุดยึดหัวอ่านกระจัดกระจายในถาดทำให้หยิบชิ้นงานยากและทำให้ชิ้นงานเกี่ยวกับส่วนต่างๆของถาดใส่ชิ้นงานเกิดปัญหาหัวอ่านบิดเบี้ยวเสียรูปได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการประกอบหัวอ่านโดยเพิ่มรายละเอียดขั้นตอนการถอดถาดชิ้นงานที่ถูกต้องเพื่อป้องกันปัญหาหัวอ่านกระจายในถาดรวมถึงวิธีการจัดการเมื่อเกิดปัญหาหัวอ่านกระจายพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

1.4ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน

ในกระบวนการทดสอบค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆของชุดหัวอ่านจะใช้เครื่องทดสอบเป็นตัววัดชุดหัวอ่านที่เข้าสู่กระบวนการนี้เป็นหัวอ่านที่อยู่ในรูปสินค้าสำเร็จรูปโดยมีตัวป้องกันหัวอ่านเป็นตัวล็อกหัวอ่านไม่ให้หัวอ่านแต่ละหัวชนกัน รวมถึงป้องกันการชนกับสิ่งอื่นๆในระหว่างกระบวนการผลิต ที่ขั้นตอนการทดสอบเมื่อนำชิ้นงานวางที่จุดวางชิ้นงานและกดปุ่มเพื่อให้เครื่องทำงาน ขั้นตอนแรกจะมีตัวดันตัวป้องกันหัวอ่านออกจากชุดหัวอ่านเพื่อทำการทดสอบค่าปัจจัยตัวแปรเมื่อเครื่องทำการทดสอบเสร็จที่ขั้นตอนสุดท้าย ตัวป้องกันหัวอ่านที่ถูกดันออกไปนั้นจะถูกดันกลับเข้ามาอยู่ที่ตำแหน่งเดิม หากการวางชุดหัวอ่านไม่ตรงตำแหน่งในตอนแรกจะทำให้ตัวดันตัวป้องกันหัวอ่านดันผิดตำแหน่งซึ่งทำให้หัวอ่านเสียหายได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการทดสอบค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆโดยเครื่องทดสอบโดยเพิ่มรายละเอียดขั้นตอนการวางชุดหัวอ่านที่ถูกต้องเพื่อป้องกันปัญหาชิ้นงานเสียหายในระหว่างการทดสอบชิ้นงานเพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

2. Broken flying lead

2.2 การจัด flying lead อยู่ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน

ที่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้า ต้องนำชุดหัวอ่านยึดเข้ากับ Reflow shuttle และพนักงานจะต้องตรวจสอบแนวของหางเส้นไฟให้อยู่ตรงตำแหน่งกับ pad หรือจุดเชื่อมวงจรบน PCC (Print Circuit Cable) ที่ติดอยู่กับแขนของหัวอ่าน หากไม่ตรงตำแหน่งพนักงานต้องใช้ปากคีบจัดตำแหน่งให้ตรง จากนั้นจึงส่งคำสั่งให้เครื่องทำงาน โดยจะมี reflow tip เป็นตัวจ่ายผ่านความร้อนกดทับลงมาที่หางเส้นไฟ ซึ่งจะทำให้ดีบุกที่อยู่ที่ pad ด้านล่างหลอมละลายขึ้นมาคลุมหางเส้นไฟ เมื่อเชื่อมเสร็จ reflow tip จะเลื่อนขึ้นและ reflow shuttle จะเคลื่อน

ที่เพื่อให้ pad ของหัวอ่านหัวถัดไปอยู่ตรงตำแหน่งของ reflow tip และจะลงมาโดยอัตโนมัติซึ่งจะเป็นเช่นนี้จนเชื่อมครบทุกหัวอ่าน ปัญหาที่พบ คือ การจับยึดเส้นไฟด้วยปากคีบโดยใช้มือเดียวขณะเชื่อมเส้นไฟนั้น ทำได้ยาก มีโอกาสทำให้หางเส้นไฟอยู่ไม่ตรงตำแหน่ง เมื่อ reflow tip เคลื่อนลงมาจะไปทับแนวเชื่อมของหางเส้นไฟ ทำให้เกิดปัญหาเส้นไฟแตกได้

แนวทางดำเนินการ : เปลี่ยนวิธีการทำงานโดยเพิ่มปากคีบให้พนักงานจับยึดหางเส้นไฟ ด้วยปากคีบทั้ง 2 ข้างและจัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนเชื่อมวงจรไฟฟ้า โดยเพิ่มรายละเอียดเรื่องการจัดหางเส้นไฟให้อยู่ตำแหน่งที่ถูกต้อง เพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

3. Flying lead misalignment

3.1 การจัดเรียง flying lead ได้ไม่ตรงตำแหน่งก่อน reflow tip ทำงาน

ที่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้า ต้องนำชุดหัวอ่านยึดเข้ากับ reflow tip และพนักงานจะต้องตรวจสอบแนวการจัดเรียงตัวของ Flying lead บริเวณหางของเส้นไฟให้อยู่ตรงตำแหน่งกับจุดเชื่อมวงจรที่ PCC pad บนแขนของหัวอ่าน หากไม่ตรงตำแหน่งพนักงานต้องใช้ปากคีบจัดตำแหน่งให้ตรง จากนั้นจึงส่งคำสั่งให้เครื่องทำงาน ปัญหาที่พบ คือ การจับยึดหางเส้นไฟด้วยปากคีบโดยใช้มือเดียวขณะที่เครื่องจักรทำงานทำได้ยาก มีโอกาสทำให้ flying lead อยู่ไม่ตรงตำแหน่ง เมื่อหัว reflow ลงมากดจะไปโดน pad ที่ flying lead ทำให้เกิดเส้นไฟแตกได้ ตำแหน่งการเชื่อม flying lead ไม่ตรงทำให้ความแข็งแรงของวงจรที่เชื่อมลดลงอาจขึ้งอาจหลุดหรือแยกออกได้ภายหลังและนอกจากนี้อาจเกิดปัญหาเส้นไฟไม่ครบวงจร ทำให้กลายเป็นสินค้าชำรุดได้

แนวทางดำเนินการ : เปลี่ยนวิธีการทำงานโดยเพิ่มปากคีบให้พนักงานจับยึด flying lead ด้วยปากคีบทั้ง 2 ข้าง และจัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนเชื่อมวงจรไฟฟ้า โดยเพิ่มรายละเอียดเรื่องการจัด flying lead บริเวณหางเส้นไฟให้อยู่ตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

3.2 HGA พับหาง FOS มาไม่ดี

เมื่อหัวอ่านถูกประกอบเข้ากับแขนของหัวอ่านแล้ว ก่อนที่จะถูกส่งเข้าสู่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรจะต้องผ่านขั้นตอนการพับหางของเส้นไฟลงมาที่ PCC pad บนแขนของหัวอ่าน โดยใช้ปากคีบกดบริเวณขอบด้านบนของ flying lead พับลงมาเป็นมุม หากตำแหน่งมุมพับสูงหรือต่ำไปจะส่งผลต่อการเชื่อมวงจรทำให้ flying lead อยู่ไม่ตรงตำแหน่งกับ PCC pad ได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานวิธีการพับ flying lead ที่ปลายของเส้นไฟโดยกำหนดตำแหน่งการพับ flying lead ที่เหมาะสมและอธิบายเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้พนักงานเข้าใจและใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

4. FOS damage

4.1 Spacer key มีขอบคม

ปัจจุบันก่อนที่จะนำ HSA shuttle และ spacer key เข้ามาใช้ในสายการผลิตจะต้องผ่านขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของขนาดและการปรับตั้งก่อนนำมาใช้งานได้ แต่จากการตรวจสอบชุดแขนหัวอ่านที่พบปัญหา FOS damage หรือเส้นไฟชำรุดเสียหาย พบว่า ชุดแขนของหัวอ่านบางตัวเกิดจากการขูดเสียดสีกับ Spacer key ที่ขั้นตอนการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านและเมื่อตรวจสอบพบว่า ขอบมุมของ spacer key ของ shuttle ที่พบปัญหามีขอบคมมากกว่า spacer key ของ shuttle ตัวอื่นๆที่ใช้งานอยู่ในสายการผลิต

แนวทางดำเนินการ : เพิ่มการตรวจสอบความคมของ spacer key เข้าไปในขั้นตอนการตรวจสอบ shuttle ก่อนนำมาใช้งานในสายการผลิต

4.2 จับหัวอ่านผิดตำแหน่ง

จากการสุ่มตรวจการจับหัวอ่านที่ขั้นตอนการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านและขั้นตอนการจัดเรียงเส้นไฟ พบว่า พนักงานมีวิธีการหยิบชิ้นงานที่แตกต่างกัน ซึ่งบางวิธีมีโอกาสที่จะทำให้ปลายปากคีบไปชนกับขอบของเส้นไฟส่งผลให้เกิดปัญหาเส้นไฟฉีกขาดเสียหายได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานวิธีการจับหัวอ่านที่ถูกต้องสำหรับแต่ละขั้นตอนการทำงานและอธิบายเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้พนักงานเข้าใจ และใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานจริง

5. Torn PCC

5.1 หยิบชุดหัวอ่านออกจาก cleaning rack ไม่ถูกวิธี

ในการล้างชุดหัวอ่านจะต้องนำชุดหัวอ่านใส่เข้าไปที่ Cleaning rack โดยมีหมุดยึดชุดแขนของหัวอ่านและหมุดยึด PCCA ไว้ใกล้ๆกัน เพื่อนำไปล้างทำความสะอาดที่เครื่องล้าง หลังจากนั้นจะกลับเข้ามาสู่สายการประกอบชุดหัวอ่านอีกครั้ง โดยจะมีพนักงานทำหน้าที่ย้ายชุดหัวอ่านออกจาก cleaning rack เข้ามาวางไว้ในถาดใส่ชิ้นงาน เนื่องจากตัวชุดแขนของหัวอ่านและ PCCA มีหมุดยึดแยกกัน หากพนักงานดึงชุดแขนของหัวอ่านออกจาก cleaning rack โดยไม่ระวังจะทำให้ PCCA ค้างติดอยู่กับหมุดที่ cleaning rack และเมื่อดึงจะทำให้เกิดแรงตึงที่ PCC ทำให้เกิดปัญหาฉีกขาดได้ง่าย

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานวิธีการเคลื่อนย้ายชุดหัวอ่านออกจาก cleaning rack และอธิบายเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้พนักงานเข้าใจ ใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

5.2 การหยิบจับชิ้นงานไม่เหมาะสม

ในกระบวนการส่งชุดหัวอ่านจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่ขั้นตอนถัดไปจะต้องนำชุดหัวอ่านใส่ในถาดชิ้นงานเพื่อส่งชุดหัวอ่านไปยังขั้นตอนถัดไป จากนั้นพนักงานขั้นตอนถัดไปก็จะหยิบชิ้นงานออกจากถาดเข้าสู่การผลิตที่ขั้นตอนนั้นๆ ลักษณะของถาดจะมีช่องใส่ชุดหัวอ่านและ PCCA (Print Circuit Cable Assembly) แยกจากกัน จากการสุ่มตรวจสอบพบว่า การหยิบจับชิ้นงานออกจากถาดของพนักงานมีหลายวิธี ซึ่งบางวิธีมีโอกาสทำให้เกิดปัญหา Torn PCC ได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานวิธีการหยิบจับชุดหัวอ่านที่ถูกต้อง และอธิบายเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้พนักงานเข้าใจและใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

6. Gramload failure

6.1 ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน

ในกระบวนการทดสอบค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆของชุดหัวอ่านจะใช้เครื่องทดสอบเป็นตัววัดชุดหัวอ่านที่เข้าสู่กระบวนการนี้เป็นหัวอ่านที่อยู่ในรูปสินค้าสำเร็จรูป โดยมีตัวป้องกันหัวอ่านเป็นตัวล็อกหัวอ่านไม่ให้หัวอ่านแต่ละหัวชนกัน รวมถึงป้องกันการชนกับสิ่งอื่นๆในระหว่างการผลิต ที่ขั้นตอนการทดสอบเมื่อนำชิ้นงานวางที่จุดวางชิ้นงานและกดปุ่มเพื่อให้เครื่องทำงาน ขั้นตอนแรกจะมีตัวดันตัวป้องกันหัวอ่านออกจากชุดหัวอ่านเพื่อทำการทดสอบค่าปัจจัยตัวแปร เมื่อเครื่องทำการทดสอบเสร็จที่ขั้นตอนสุดท้ายตัวป้องกันหัวอ่านที่ถูกดันออกไปนั้นจะถูกดันกลับเข้ามาอยู่ที่ตำแหน่งเดิม หากการวางชุดหัวอ่านไม่ตรงตำแหน่งในตอนแรกจะทำให้ตัวดันตัวป้องกันหัวอ่านดันผิดตำแหน่ง อาจชนกับหัวอ่านทำให้ค่า Gramload ของหัวอ่านนั้นๆเปลี่ยน และอาจทำให้หัวอ่านบิดเบี้ยวเสียหายได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการทดสอบค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆโดยเครื่องทดสอบ โดยเพิ่มรายละเอียดขั้นตอนการวางชุดหัวอ่านที่ถูกต้องเพื่อป้องกันปัญหาชิ้นงานเสียหายในระหว่างการทดสอบชิ้นงาน เพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

6.2 ค่า setting ของ HSA shuttle เปลี่ยนไปจากปกติ

ในกระบวนการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน มี HSA shuttle เป็นตัวจับยึดแขนของหัวอ่านและจะมี spacer key เป็นตัวช่วยในการจัดเรียงหัวอ่านให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการยึดหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน หาก shuttle เกิดการหลวมคลอนเนื่องจากการใช้งาน จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของชุดหัวอ่านได้ เมื่อตรวจสอบข้อมูลโดยแยกตามหมายเลขของ shuttle พบว่า ค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆที่ได้มีความแตกต่างกัน ในขณะที่มีการบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่กำหนด

แนวทางดำเนินการ : จัดทำรายการค่าปัจจัยตัวแปรที่ได้จาก HSA shuttle ใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต เมื่อพบว่า HSA shuttle มีปัญหาให้ดำเนินการแยกออกไปเพื่อนำไปแก้ไขก่อนนำเข้ามาใช้ใหม่

6.3 ไม่ได้ล็อก clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน

ในกระบวนการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน มี HSA shuttle เป็นตัวจับยึดแขนของหัวอ่านและมี Clamp เป็นตัวล็อกแขนของหัวอ่านให้อยู่กับที่ เพื่อป้องกันการเคลื่อนหรือ บิดหมุนของแขนของหัวอ่านระหว่างที่พนักงานประกอบหัวอ่านแต่ละหัวเข้ากับแขนของหัวอ่าน ซึ่งจะทำให้หัวอ่านขยับหรือไปกระทบกับส่วนอื่นๆของ Shuttle ทำให้ค่าปัจจัยตัวแปรของชุดหัวอ่านเปลี่ยนไปและหัวอ่านเกิดการเสียรูปได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการประกอบหัวอ่านโดยเพิ่มรายละเอียดเรื่องความสำคัญของการล็อก Clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน และมีตัวอย่างวิธีทำงานที่ถูกต้องเพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

6.4 ไม่ได้ใส่ Alignment pin

ในกระบวนการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน มี HSA shuttle เป็นตัวจับยึดแขนของหัวอ่านและมี Clamp เป็นตัวล็อกแขนของหัวอ่านให้อยู่กับที่ เพื่อป้องกันการเคลื่อนหรือบิดหมุนของแขนของหัวอ่านระหว่างที่พนักงานประกอบหัวอ่านและเมื่อใส่หัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านครบทุกหัวแล้ว พนักงานจะต้องใส่ Alignment pin เพื่อร้อยหัวอ่านตั้งแต่หัวอ่านแรกจนถึงหัวอ่านสุดท้ายให้อยู่ในตำแหน่งเดียวกันและป้องกันการเคลื่อนที่ของหัวอ่านที่ขั้นตอนการยึดหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านขณะที่ลูกบอลวิ่งผ่าน หากไม่ใส่ Alignment pin จะทำให้หัวอ่านขยับระหว่างลูกบอกวิ่งผ่านซึ่งจะส่งผลให้ค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆเปลี่ยนไป

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการประกอบหัวอ่านโดยเพิ่มรายละเอียดเรื่องความสำคัญของการใส่ alignment ที่หัวอ่านก่อนส่งไปที่ขั้นตอนการยึดหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน และมีตัวอย่างวิธีทำงานที่ถูกต้องเพื่อใช้ในการอบรมพนักงานให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง และใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

6.5 หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน

ในขั้นตอนการประกอบหัวอ่านมี HGA เป็นวัตถุดิบโดยจะอยู่ในถาดพลาสติกวางซ้อนเรียงกัน โดยมีฝาปิดด้านบนล่างและมีคลิปล็อกซ้ายขวา ก่อนที่จะนำมาใช้พนักงานต้องถอดคลิปล็อกและนำฝาปิดออกและนำถาดใส่หัวอ่านไปไว้บริเวณที่ปฏิบัติงาน และหยิบหัวอ่านจากถาดไปประกอบเข้ากับแขนของหัวอ่าน เมื่อหัวอ่านในถาดหมดก็จะนำถาดด้านบนออกเพื่อใช้หัวอ่านจากถาดชั้นถัดไป ในขั้นตอนการถอดถาดงานหากการดึงถาดออกไม่ถูกวิธีจะทำให้ถาดล็อกติดกับถาดด้านล่างทำให้ดึงออกยาก และถ้าดึงแรงจะทำให้เกิดแรงทำให้หัวอ่านที่อยู่ในถาดด้านล่างกระเด็นออกจากหมุดยึดหัวอ่านกระจัดกระจายในถาดทำให้หยิบชิ้นงานยากและทำให้ชิ้นงานเกี่ยวกับส่วนต่างๆของถาดใส่ชิ้นงานเกิดปัญหาค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆของหัวอ่านเปลี่ยนได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการประกอบหัวอ่านโดยเพิ่มรายละเอียดขั้นตอนการถอดถาดชิ้นงานที่ถูกกต้องเพื่อป้องกันปัญหาหัวอ่านกระจายในถาดรวมถึงวิธีการจัดการเมื่อเกิดปัญหาหัวอ่านกระจายเพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

7.Desoldering defect

7.1 ดึงหางเส้นไฟ (Flex on Suspension: FOS) ออกจาก Pad เร็วเกินไป

ในกรณีที่พบชิ้นงานบกพร่องโดยคุณภาพของหัวอ่านไม่เป็นไปตามข้อกำหนดซึ่งสามาถแก้ไขได้โดยการเปลี่ยนหัวอ่านที่พบปัญหาออกและนำไปผ่านเข้าสู่การประกอบใหม่ ในขั้นตอนการนำหัวอ่านที่พบปัญหาออกจะมีขั้นตอนการแยกเส้นไฟบริเวณ Flying lead ออกจาก PCC pad โดยใช้หัวแร้งเป็นตัวทำความร้อนให้ดีบุกละลายดีแล้วจึงดึง Flying lead ออกจาก PCC pad จากการเก็บข้อมูลพบว่า มีชิ้นงานบางส่วนเสียหายเพิ่มขึ้นเนื่องจากดึง Flying lead ออกจาก PCC pad เร็วเกินไปดีบุกยังละลายไม่ดี ทำให้ pad ที่ PCC หลุดติดออกมาและทำให้ชุดแขนของหัวอ่านนั้นกลายเป็นของเสียไม่สามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการดึง Flying lead ออกจาก PCC pad โดยเพิ่มรายละเอียดวิธีการดึง Flying lead ออกจาก PCC pad ที่ถูกต้องรวมถึงข้อควรระวังเพื่อป้องกันปัญหา PCC pad เสียหาย ใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

7.3 Reflow ซ้ำ

ที่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้า ต้องนำชุดหัวอ่านยึดเข้ากับ Reflow shuttle และพนักงานจะต้องตรวจสอบ Alignment หางของเส้นไฟให้อยู่ตรงตำแหน่งกับ pad หรือจุดเชื่อมวงจรที่ PCC ที่ติดอยู่กับแขนของหัวอ่าน หากไม่ตรงตำแหน่งพนักงานต้องใช้ปากคีบจัดตำแหน่งให้ตรง จากนั้นจึงส่งคำสั่งให้เครื่องทำงาน ปัญหาที่พบ คือ การจับยึดหางของเส้นไฟด้วยปากคีบโดยใช้มือเดียวขณะที่เครื่องจักรทำงานทำได้ยากมีโอกาสทำให้หางของเส้นไฟลอยขึ้นขณะหัว reflow กดลงมา ส่งผลให้การละลายของดีบุกที่บาง pad ไม่ดีและไม่ไหลมาคลุม pad ที่หางของเส้นไฟ และพบว่าบางกรณีพนักงานจะสั่งให้เครื่องทำงานซ้ำอีกครั้งเพื่อให้ดีบุกละลายแต่จะพบปัญหาว่า pad อื่นๆที่ละลายดีแล้วเกิดความเสียหายได้

แนวทางดำเนินการ : การเปลี่ยนวิธีการทำงานโดยเพิ่มปากคีบให้พนักงานจับหางเส้นไฟด้วยปากคีบทั้ง 2 ข้างและจัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนเชื่อมวงจรไฟฟ้าในส่วนของการจัดหางเส้นไฟให้อยู่ตำแหน่งที่ถูกต้องและเพิ่มข้อกำหนดเมื่อพบปัญหาจากการเชื่อมวงจร ให้แยกชิ้นงานออกเพื่อทำการแก้ไขภายหลังเพื่อลดโอกาสเกิดของเสีย เพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานจริง

5.1.2 ผลปรับปรุงคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A

งานวิจัยนี้ได้นำแนวทางดำเนินการที่กำหนดเข้าไปใช้ในกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง A ตามความพร้อมของแต่ละกิจกรรม โดยเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม 2553 จากการเก็บข้อมูลผลการปรับปรุงตั้งแต่เดือนมกราคม – กันยายน 2553 สามารถแสดงผลการปรับปรุงได้ดังต่อไปนี้

5.1.2.1 ข้อมูลคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

ตารางที่ 5.4 แสดงสมรรถนะของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านหลังดำเนินการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A พบว่า ค่าปัจจัยตัวแปร Gramload, Head alignment (HAL), Pitch Static Attitude (PSA) และ Roll Static Attitude (RSA) มีค่า Cpk $\geq$ 1.00 เมื่อพิจารณาสัดส่วนของปัจจัยตัวแปรที่มีค่า Cpk $\geq$ 1.33 โดยคำนวณจากจำนวนของค่าปัจจัยตัวแปรที่มากกว่า 1.33 ต่อจำนวนของค่าปัจจัยตัวแปรทั้งหมด พบว่า หลังการปรับปรุงคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A สัดส่วนของปัจจัยตัวแปรที่มีค่า Cpk $\geq$ 1.33 มีค่าเท่ากับ 91.67% มากกว่าเป้าหมายที่กำหนด (สัดส่วนปัจจัยตัวแปรที่มีค่า Cpk $\geq$ 1.00 ไม่ต่ำกว่า 90%)

ตารางที่ 5.4 สมรรถนะของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

สมรรถนะของปัจจัยตัวแปร (Cpk)	เดือนมกราคม – กันยายน 2553								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gramload									
HAL									
PSA									
RSA									

Cpk มากกว่า1.33 Cpk อยู่ระหว่าง 1.00 -1.33 Cpk ต่ำกว่า 1.00

5.1.2.2 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

จากข้อมูลรายการต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ดังภาคผนวก ค ตารางที่ ค-6 ถึงตารางที่ ค-8 เมื่อคำนวณต้นทุนคุณภาพแยกตามองค์ประกอบเทียบกับมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป พบว่า ต้นทุนคุณภาพรวมหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A มีค่า 1.34% ของมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป โดยแบ่งออกเป็นต้นทุนการป้องกัน 0.74% ต้นทุนการตรวจสอบ การวัด และการประเมินคุณภาพ 0.33% และต้นทุนความล้มเหลว 0.27% ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนความล้มเหลวภายใน 0.11% และต้นทุนความล้มเหลวภายนอก 0.16% เมื่อพิจารณาสัดส่วนขององค์ประกอบต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุง พบว่า ต้นทุนการป้องกัน 55% ต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพ 25% และต้นทุนความล้มเหลว 20%

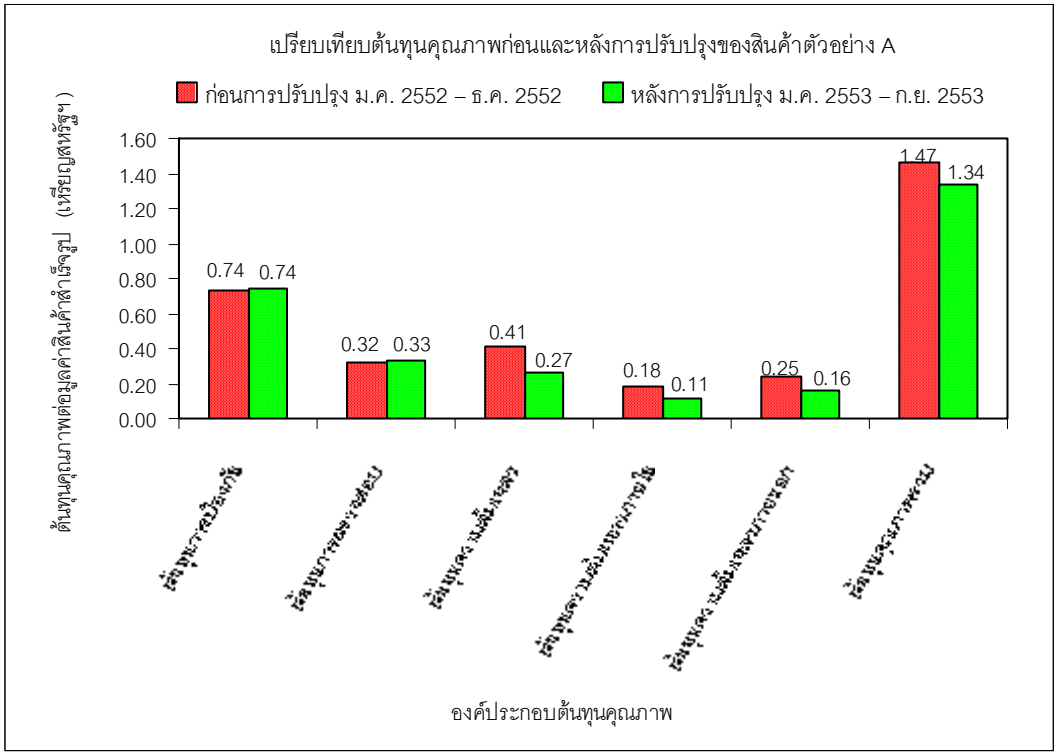
ตารางที่ 5.5 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

ข้อมูล	สินค้าสำเร็จรูป (ชิ้น)	ต้นทุนคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปของสินค้าตัวอย่าง A					
		ต้นทุนการป้องกัน (%)	ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพ (%)	ต้นทุนความล้มเหลว (%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายใน(%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก(%)	ต้นทุนคุณภาพรวม(%)
ม.ค.2553	508,463	0.34	0.16	0.16	0.08	0.08	1.36
ก.พ. .2553	525,180	0.36	0.16	0.14	0.06	0.08	1.31
มี.ค. .2553	512,184	0.36	0.18	0.17	0.06	0.10	1.42
เม.ย. .2553	492,965	0.33	0.16	0.10	0.05	0.06	1.25

ตารางที่ 5.5 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A (ต่อ)

ข้อมูล	สินค้าสำเร็จรูป (ชิ้น)	ต้นทุนคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปของสินค้าตัวอย่าง A					
		ต้นทุนการป้องกัน (%)	ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพ (%)	ต้นทุนความล้มเหลว (%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายใน(%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก(%)	ต้นทุนคุณภาพรวม(%)
พ.ค. .2553	493,388	0.35	0.15	0.13	0.05	0.09	1.35
มิ.ย. .2553	503,340	0.32	0.16	0.15	0.05	0.10	1.30
ก.ค. 2553	452,647	0.35	0.14	0.08	0.04	0.05	1.32
ส.ค. 2553	469,258	0.42	0.15	0.09	0.03	0.06	1.45
ก.ย. 2553	489,150	0.34	0.15	0.11	0.06	0.06	1.29
ต้นทุนคุณภาพ		0.74	0.33	0.27	0.11	0.16	1.34
สัดส่วนต้นทุนคุณภาพ		55	25	20			100

ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A เทียบระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงแยกตามองค์ประกอบของต้นทุนคุณภาพแสดงดังรูปที่ 5.9 โดยสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้



รูปที่ 5.9 ต้นทุนคุณภาพก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

- ต้นทุนคุณภาพรวมของการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง A ลดลงจาก 1.47% เหลือ 1.34% ลดลงจากเดิม 8.90%

- ต้นทุนการป้องกันของการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง A มีค่าเท่ากับ 0.74% ไม่มีความแตกต่าง ซึ่งพบว่า เป็นผลเนื่องจากกิจกรรมที่เพิ่มเติมเข้าไป เช่น การทบทวนและกำหนดวิธีการปฏิบัติ

การดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบสินค้านั้นๆและไม่มีการลงทุนเครื่องมือหรือเครื่องจักรใหม่ จึงไม่กระทบต่อต้นทุนคุณภาพที่เกิดขึ้น

- ต้นทุนด้านการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพของการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง A หลังการปรับปรุงพบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.32% เป็น 0.33% เพิ่มขึ้นจากเดิม 3.13% ซึ่งพบว่าค่าที่ได้แตกต่างจากก่อนการปรับปรุงเพียงเล็กน้อย เนื่องจากกิจกรรมที่เพิ่มเติมเข้าไป เช่น การจัดทำรายการค่าปัจจัยตัวแปรที่ได้จาก HSA shuttle ใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต ดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบสินค้านั้นๆและไม่มีการลงทุนเครื่องมือหรือเครื่องจักรใหม่ จึงไม่กระทบต่อต้นทุนคุณภาพมากนัก

- ต้นทุนความล้มเหลวลดลงจาก 0.41% เหลือ 0.27% ลดลงจากเดิม 35.61% โดยต้นทุนความล้มเหลวภายในลดลงจาก 0.18% เหลือ 0.11% ลดลงจากเดิม 39.04% และต้นทุนความล้มเหลวภายนอกลดลงจาก 0.25% เหลือ 0.16% ลดลงจากเดิม 36.19% เนื่องจากต้นทุนความล้มเหลวที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ เป็นผลมาจากข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเนื่องจากวิธีการปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสม หลังจากที่มีการทบทวนและกำหนดวิธีการทำงานที่ถูกต้องชัดเจน ช่วยให้พนักงานเกิดความเข้าใจและตระหนักถึงข้อควรระวังช่วยให้ต้นทุนที่เกิดขึ้นลดลงไปอย่างเห็นได้ชัด

5.1.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต้นทุนคุณภาพ

เมื่อนำข้อมูลต้นทุนคุณภาพ ดังตารางที่ 5.5 มาหาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนความล้มเหลวกับต้นทุนการป้องกันและต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพ เพื่อพิจารณาว่า ต้นทุนการป้องกัน และต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพ มีผลต่อต้นทุนความล้มเหลวที่เกิดขึ้นอย่างไร ด้วยวิธีการวิเคราะห์สมการถดถอย โดยกำหนดให้ต้นทุนการป้องกันและต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพเป็นตัวแปรอิสระ และให้ต้นทุนความล้มเหลวเป็นตัวแปรตาม โดยผลการวิเคราะห์แสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 5.6 ผลการวิเคราะห์การถดถอยสำหรับตัวแปรอิสระ PC, AC และตัวแปรตาม FC หลังการปรับปรุงของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านของสินค้า A

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	P-value
Intercept	-0.1319	0.1503	-0.88	0.4138
PC(%)	-0.2414	0.2647	-0.91	0.397
AC(%)	2.1862	0.6777	3.23	0.018

RMSE 0.021, R^2 = 67%, R^2_{Adj} = 56% ,Durbin-Watson Statistic 1.93

จากการวิเคราะห์สมการถดถอยดังตารางที่ 5.6 ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนความล้มเหลว คือ ปัจจัยที่มีค่า P-value น้อยกว่า 0.05 ดังนั้นจึงอธิบายได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนความล้มเหลวของสินค้าตัวอย่าง A ได้แก่ ต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและการประเมินคุณภาพ ดังนั้นสามารถนำมาเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนความล้มเหลวและต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพได้ดังสมการที่ 5.1

$$FC=2.1862AC \quad (5.1)$$

โดย FC คือ % ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป
AC คือ % ต้นทุนการตรวจสอบ การวัด และการประเมินคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป

แต่อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาค่า R^2_{Ad} ที่ได้มีค่าเท่ากับ 56% ค่าที่ได้ ไม่สามารถนำสมการที่ได้จากการวิเคราะห์สมการถดถอยดังกล่าว มาใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและการประเมินคุณภาพ และต้นทุนการป้องกันที่มีผลต่อต้นทุนความล้มเหลวภายหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A นี้ได้ซึ่งอาจเป็นผลจากจำนวนชุดข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด

5.1.2.4 รูปแบบทางเศรษฐศาสตร์ของต้นทุนคุณภาพ

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคุณภาพกับระดับคุณภาพ (Quality of Conformance) โดยสร้างกราฟความสัมพันธ์ ซึ่งประกอบด้วย กราฟความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคุณภาพรวม (TCOQ) ของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านกับระดับคุณภาพ, กราฟความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนความล้มเหลว (FC) กับระดับคุณภาพ และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนควบคุมคุณภาพ (Cost of Quality Control: CQC) ที่ได้จากผลรวมระหว่างต้นทุนการป้องกันและต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพกับระดับคุณภาพ โดยระดับคุณภาพของกระบวนการผลิตคำนวณจากเปอร์เซ็นต์ของจำนวนสินค้าที่ผลิตได้ตามคุณภาพที่กำหนดเทียบกับจำนวนสินค้าที่ผลิตทั้งหมดดังแสดงในสมการที่ (5.2)

$$\text{ระดับคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนสินค้าที่ได้คุณภาพตามที่กำหนด}}{\text{จำนวนสินค้าที่ผลิตทั้งหมด}} \times 100 \quad (5.2)$$

จากข้อมูลต้นทุนคุณภาพของการประกอบชุดหัวอ่านหลังการปรับปรุงดังตารางที่ 5.5 และข้อมูลระดับคุณภาพของกระบวนการผลิตแสดงได้ดังตารางที่ 5.7

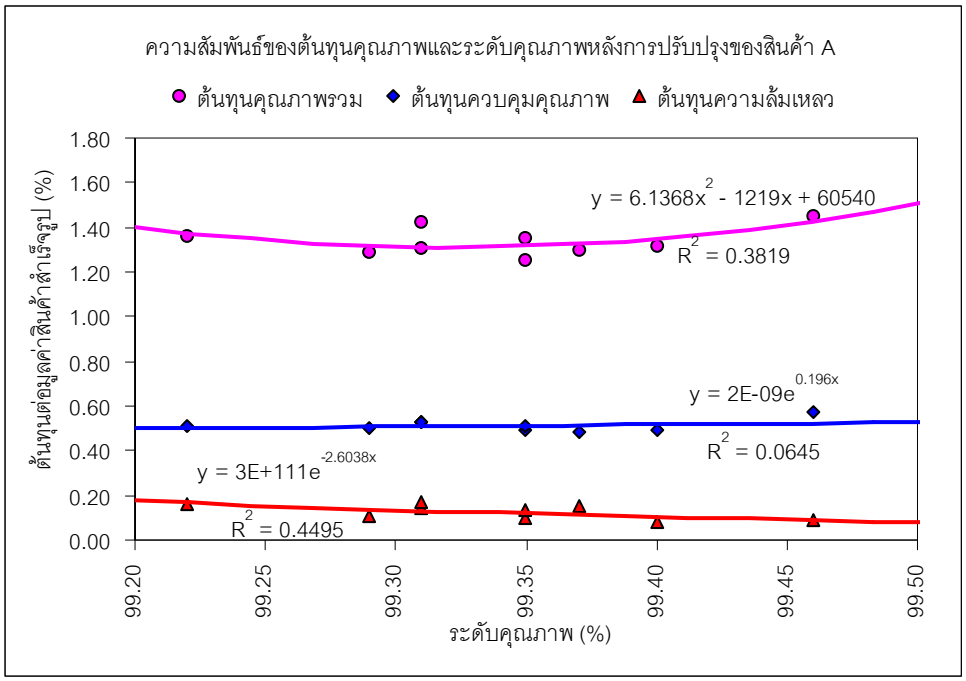
ตารางที่ 5.7 ต้นทุนคุณภาพและระดับคุณภาพของการประกอบชุดหัวอ่านหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

ข้อมูล	ระดับคุณภาพ (%)	ต้นทุนคุณภาพรวม TCOQ (%)	ต้นทุนความล้มเหลว FC (%)	ต้นทุนควบคุมคุณภาพ PC+AC (%)
ม.ค.2553	99.22	1.36	0.16	0.51
ก.พ.2553	99.31	1.31	0.14	0.53
มี.ค.2553	99.31	1.42	0.17	0.53
เม.ย.2553	99.35	1.25	0.1	0.49
พ.ค.2553	99.35	1.35	0.13	0.51
มิ.ย.2553	99.37	1.30	0.15	0.48

ตารางที่ 5.7 ต้นทุนคุณภาพและระดับคุณภาพของการประกอบชุดหัวอ่านหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

ข้อมูล	ระดับคุณภาพ (%)	ต้นทุนคุณภาพรวม TCOQ (%)	ต้นทุนความล้มเหลว FC (%)	ต้นทุนควบคุมคุณภาพ PC+AC (%)
ก.ค.2553	99.40	1.32	0.08	0.49
ส.ค.2553	99.46	1.45	0.09	0.57
ก.ย.2553	99.29	1.29	0.11	0.50

เมื่อนำข้อมูลต้นทุนคุณภาพและระดับคุณภาพหลังการปรับปรุงมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ต่างๆ ดังรูปที่ 5.10 พบว่า ค่า R^2 ที่ได้จากสมการของกราฟความสัมพันธ์จากชุดข้อมูลที่ได้ระหว่างการดำเนินงายวิจัยยังมีค่าต่ำ ซึ่งไม่สามารถสมการความสัมพันธ์ที่ได้ไปใช้ในการประเมินต้นทุนคุณภาพรวม, ต้นทุนควบคุมคุณภาพและต้นทุนความล้มเหลวที่ระดับคุณภาพต่างๆได้



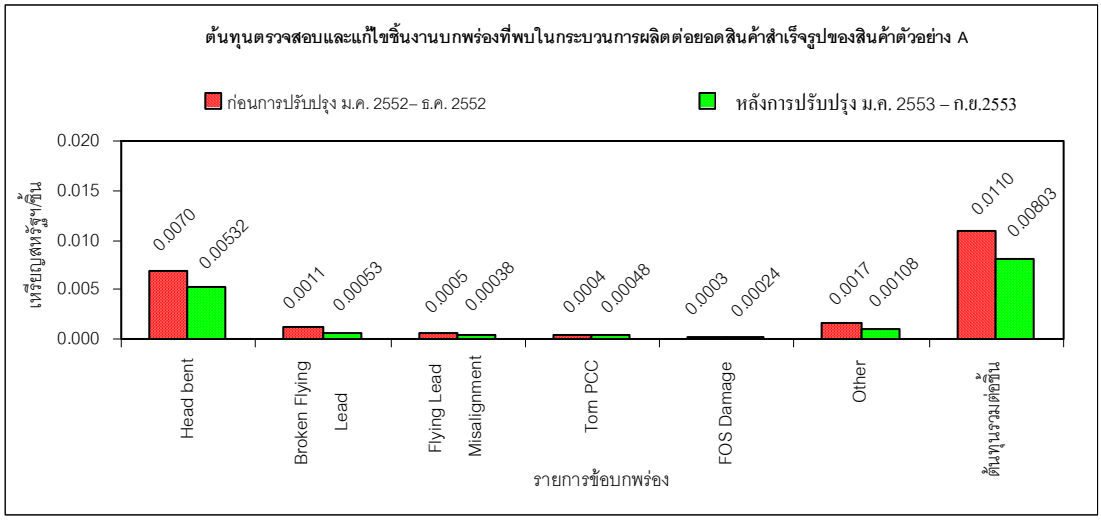
รูปที่ 5.10 ความสัมพันธ์ของระดับต้นทุนคุณภาพและระดับคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

5.1.2.5 ผลการปรับปรุงแยกตามรายการต้นทุนคุณภาพ

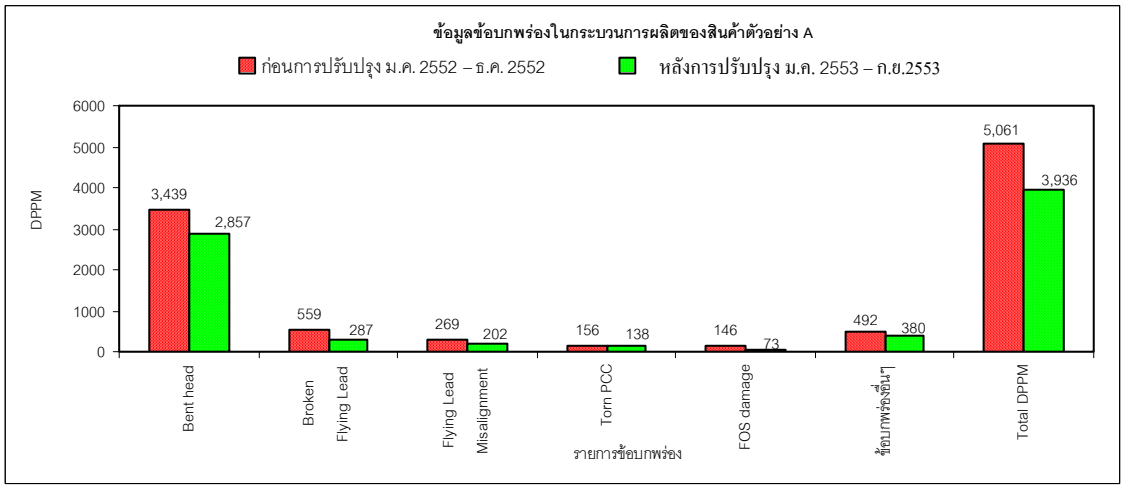
เนื่องจากยอดการผลิตและระยะเวลาในการเก็บข้อมูลช่วงก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่เท่ากัน หากรายงานเป็นต้นทุนรวมจะไม่สามารถแสดงให้ทราบถึงผลการปรับปรุงที่เกิดขึ้นได้ชัดเจนนัก ดังนั้นจึงนำเสนอผลการปรับปรุงออกมาในรูปของต้นทุนที่เกิดขึ้นเทียบกับจำนวนชิ้นงานสินค้าสำเร็จรูปที่ผลิตได้และ DPPM ของของเสียที่เกิดขึ้น

F102 ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิต

จากการปรับปรุงคุณภาพตามแนวทางดำเนินการที่กำหนดพบว่า ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงลดลงจาก 0.011 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น เหลือ 0.008 เหรียญสหรัฐฯ ต่อชิ้นคิดเป็น 24.54% ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตที่เกิดจากปัญหา head bent ลดลงจาก 0.007 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น เหลือ 0.0053 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตที่เกิดจากปัญหา Broken flying lead ลดลงจาก 0.0011 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น เหลือ 0.0005 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น และต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตที่เกิดจากปัญหาอื่นๆลดลงจาก 0.0017 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น เหลือ 0.0001 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 5.12 เมื่อพิจารณาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พบว่า หลังการปรับปรุงปริมาณข้อบกพร่องลดลงจาก 5,061 DPPM เหลือ 3,936 DPPM ลดลงจากเดิมเท่ากับ 1,125 DPPM หรือคิดเป็น 22.23%



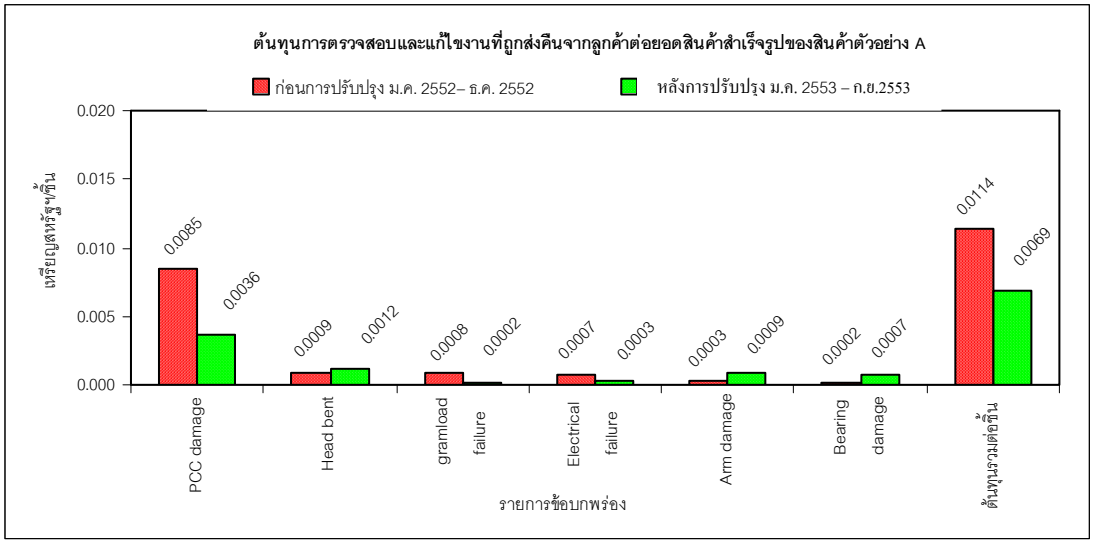
รูปที่ 5.11 ต้นทุนการแก้ไขข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A



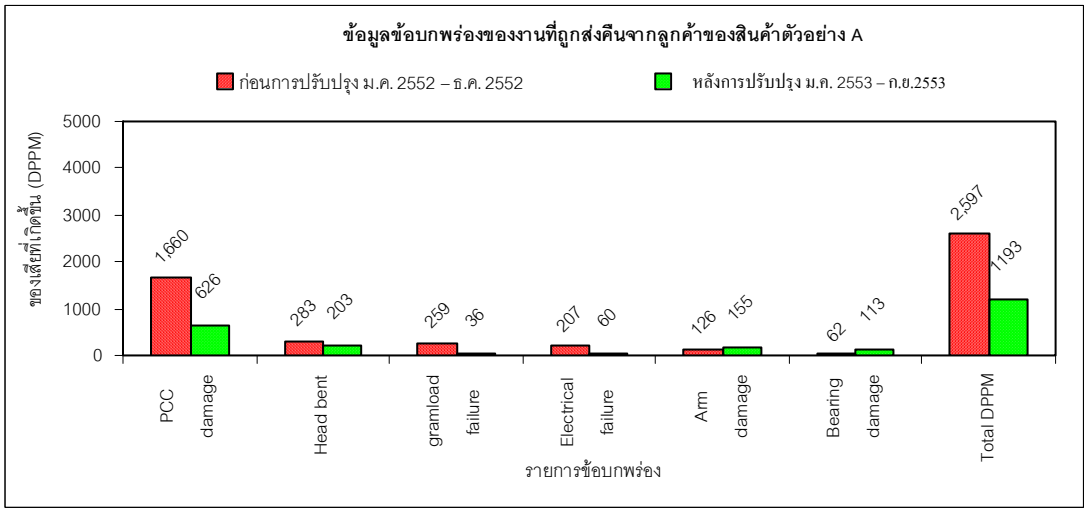
รูปที่ 5.12 ข้อมูลข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

F204 ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้า

จากการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิตตามวิธีการที่กำหนดพบว่า ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องของงานที่ส่งคืนจากลูกค้าต่อจำนวนสินค้าสำเร็จรูป ลดจาก 0.0114 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น เหลือ 0.0069 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น คิดเป็น 39.4% พิจารณาแยกตามรายการข้อบกพร่องพบว่า ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่เกิดจากปัญหา Print circuit cable (PCC) damage ลดลงจาก 0.0085 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น เหลือ 0.0036 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่อง เมื่อพิจารณาปริมาณข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พบว่าหลังการปรับปรุงปริมาณข้อบกพร่องลดลงจาก 2,597 DPPM เหลือ 1,193 DPPM ลดลงจากเดิมเท่ากับ 1,404 DPPM หรือคิดเป็น 54.06%



รูปที่ 5.13 ต้นทุนการแก้ไขงานที่ส่งคืนจากลูกค้าก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A



รูปที่ 5.14 ข้อมูลข้อบกพร่องของงานที่ส่งคืนจากลูกค้าก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

5.1.3 การนำเสนอทางเลือกเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพของสินค้า A

การนำเสนอทางเลือกเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพของสินค้า A สำหรับ A202 ต้นทุนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า โดยนิยามค่าปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

i คือ จำนวนเฉลี่ยที่ต้องตรวจสอบในการตรวจพินิจ 100% (initiation)

f คือ จำนวนชิ้นงานที่ตรวจสอบแบบสัดส่วน (Frequency)

p คือ สัดส่วนของเสียของกระบวนการ

q คือ สัดส่วนของดีของกระบวนการ

u คือ จำนวนเฉลี่ยที่ต้องตรวจสอบในการตรวจพินิจ 100%

v คือ จำนวนเฉลี่ยของตัวอย่างที่ต้องตรวจสอบในระหว่างการตรวจสอบ

AFI คือ สัดส่วนเฉลี่ยของจำนวนที่ต้องตรวจสอบเทียบกับผลผลิตทั้งหมด (Average Fraction Inspection)

AOQ คือ ค่าคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality)

AQL คือ ระดับคุณภาพที่ยอมรับ (Acceptance Quality Level)

P_a คือ สัดส่วนเฉลี่ยของจำนวนที่ผ่านการชักตัวอย่าง

จากปัจจัยต่างๆที่กล่าวข้างต้น สามารถแสดงวิธีการคำนวณค่าปัจจัยต่างๆที่สำคัญได้ดังนี้

เมื่อ p คือ สัดส่วนของเสียของกระบวนการ สัดส่วนของดีของกระบวนการ คำนวณได้จาก

$$q = 1 - p \tag{5.3}$$

จำนวนเฉลี่ยที่ต้องตรวจสอบในการตรวจพินิจ 100% คำนวณได้จาก

$$u = \frac{1 - q^i}{p \cdot q^i} \tag{5.4}$$

จำนวนเฉลี่ยของตัวอย่างที่ต้องตรวจสอบในระหว่างการตรวจสอบโดยอัตราสัดส่วน

$$v = \frac{1}{fp} \tag{5.5}$$

สัดส่วนเฉลี่ยของจำนวนที่ต้องตรวจสอบเทียบกับผลผลิตทั้งหมด (Average fraction inspection: AFI)

$$AFI = \frac{u + fv}{u + v} \tag{5.6}$$

ค่าคุณภาพผ่านออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality : AOQ)

$$AOQ = p(1 - AFI) \tag{5.7}$$

จำนวนชิ้นงานที่ถูกนำมาทดสอบค่าทางไฟฟ้าคำนวณได้จาก

$$= \text{AFI x จำนวนชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด} \tag{5.8}$$

ต้นทุนการทดสอบค่าทางไฟฟ้า

= จำนวนชิ้นงานที่ถูกทดสอบ x 0.002 (5.9)

จากข้อมูลปัจจุบันของการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของสินค้าตัวอย่าง A ซึ่งเป็นสายการผลิตแบบต่อเนื่อง มีการทดสอบค่าทางไฟฟ้าในสายการผลิตนั้นๆ โดยพนักงานระดับปฏิบัติการเป็นผู้ดำเนินการ ทดสอบชิ้นงานถูกส่งต่อจากขั้นตอนก่อนหน้า โดยใส่ถาดชิ้นงานถาดละ 15 ชิ้นซ้อนกัน 4 ถาด ใช้วิธีการทดสอบโดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่องประเภทที่ 1 (Continuous Sampling plan1: CSP-1) และมีการกำหนดขีดจำกัดคุณภาพผ่านออก (Average Outgoing Quality Limit: AOQL) ของการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของสินค้าไว้ที่ระดับ AOQL = 0.65% กำหนดจำนวนการตรวจพินิจ 100% เท่ากับ 91 ชิ้น ($i = 91$) และการสุ่มตรวจสอบแบบสัดส่วนทุกๆ 5 ชิ้น ($f = 1/5$)

สำหรับการกำหนดแนวทางเลือกในการสุ่มตรวจสอบควรเลือกวิธีการที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งวิธีการสุ่มตรวจสอบแบบ CSP-1 ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นวิธีที่เหมาะสม ขั้นต่อไป คือ พิจารณาต้นทุนคุณภาพสำหรับจำนวนการสุ่มตรวจสอบโดยในการพิจารณามีการกำหนดเงื่อนไข ต่างๆดังนี้

1. กำหนดระดับ AOQL = 0.65%
2. สัดส่วนของเสียของกระบวนการ (p) มีค่าเท่ากับ 0.003
3. เพื่อให้การกำหนดแนวทางการสุ่มตรวจสอบสามารถเข้าใจได้ง่าย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะอ้างอิงแผนการสุ่มตรวจสอบจากตารางค่า i ของ CSP-1 จำนวนการผลิต 17,500 ชิ้นต่อสายการผลิตต่อวันอักษรรหัสที่ใช้ได้ คือ A- I
4. แต่ละสายการผลิตมีเครื่องทดสอบค่าทางไฟฟ้า 1 เครื่องต่อสายการผลิตซึ่งสามารถรองรับปริมาณการทดสอบสินค้าที่ระดับคุณภาพปัจจุบันได้ สมมติให้ค่าใช้จ่ายแปรผันสำหรับการทดสอบค่าทางไฟฟ้าเท่ากับ 0.002 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น

ตารางที่ 5.8 แสดงต้นทุนการทดสอบค่าทางไฟฟ้าแต่ละทางเลือกของสินค้าตัวอย่าง A จากยอดการผลิตเฉลี่ยที่ 621,219 ชิ้นต่อเดือน โดยคำนวณที่ระดับ AQL=0.53% และ 0.79% จาตารางพบว่า %AQL ที่ได้จากแต่ละแนวทางมีค่าน้อยกว่าระดับที่กำหนด เมื่อระดับการสุ่มมีสัดส่วนที่สูงขึ้น ชิ้นงานที่ถูกนำมาตรวจสอบมีจำนวนลดลง ช่วยให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการทดสอบในส่วนของต้นทุนผันแปรที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นในการกำหนดแนวทางในการสุ่มตัวอย่างโรงงานกรณีศึกษาสามารถ พิจารณาระดับคุณภาพผ่านออก ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นและความสะดวกในการทำงานของพนักงานเพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้

ตารางที่ 5.8 ต้นทุนการทดสอบค่าทางไฟฟ้าแต่ละทางเลือกของสินค้าตัวอย่าง A

AQL	*i*	*f*	*AFI*	*AOQ*	ชิ้นงานที่ทดสอบ (ชิ้น)	ชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิต(ชิ้น)	ชิ้นงานบกพร่องที่รวมในสินค้าสำเร็จรูป(ชิ้น)	ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ (เหรียญสหรัฐฯ)	ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขงานบกพร่อง (เหรียญสหรัฐฯ)	ค่าใช้จ่ายรวม (เหรียญสหรัฐฯ)	ค่าใช้จ่ายรวมต่อชิ้นงานสำเร็จรูป (เหรียญสหรัฐฯ/ชิ้น)
0.53%	113	1/4	32%	0.20%	198,070	594.21	1,269.45	396.14	3,466.40	3,862.54	0.0006
	135	1/5	27%	0.22%	169,441	508.32	1,355.33	338.88	3,466.40	3,805.28	0.0005
	168	1/7	22%	0.24%	134,407	403.22	1,460.43	268.81	3,466.40	3,735.22	0.0004
	207	1/10	17%	0.25%	106,516	319.55	1,544.11	213.03	3,466.40	3,679.43	0.0003
	255	1/15	13%	0.26%	82,750	248.25	1,615.41	165.50	3,466.40	3,631.90	0.0003
	315	1/25	10%	0.27%	60,224	180.67	1,682.98	120.45	3,466.40	3,586.85	0.0002
	400	1/50	6%	0.28%	39,488	118.46	1,745.19	78.98	3,466.40	3,545.38	0.0001
0.79%	76	1/4	30%	0.21%	183,383	550.15	1,313.51	366.77	3,466.40	3,833.17	0.0006
	91	1/5	25%	0.23%	153,648	460.95	1,402.71	307.30	3,466.40	3,773.70	0.0005
	113	1/7	19%	0.24%	117,818	353.45	1,510.20	235.64	3,466.40	3,702.04	0.0004
	138	1/10	14%	0.26%	89,444	268.33	1,595.32	178.89	3,466.40	3,645.29	0.0003
	170	1/15	11%	0.27%	66,084	198.25	1,665.41	132.17	3,466.40	3,598.57	0.0002
	210	1/25	7%	0.28%	45,114	135.34	1,728.32	90.23	3,466.40	3,556.63	0.0001
	270	1/50	4%	0.29%	27,281	81.84	1,781.82	54.56	3,466.40	3,520.96	0.0001

5.2 การลดต้นทุนคุณภาพของสินค้า B

รายการต้นทุนคุณภาพที่ส่งผลต่อต้นทุนคุณภาพรวมของสินค้า B ที่เลือกมาดำเนินการมี 4 รายการ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดย

กลุ่มที่ 1 เป็นต้นทุนคุณภาพที่เกี่ยวกับการตรวจสอบและแก้ไขงานบกพร่องซึ่งจะดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุ ระบุปัญหา ดำเนินการปรับปรุงและวัดผลการปรับปรุง ได้แก่ F204 ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานที่ส่งคืนจากลูกค้า A202 ต้นทุนการแก้ไขงานบกพร่องในกระบวนการผลิตและ A203 ต้นทุนการตรวจสอบเมื่อกระบวนการออกนอกการควบคุม

กลุ่มที่ 2 เป็นต้นทุนคุณภาพเกี่ยวกับการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของชุดหัวอ่าน ซึ่งจะนำเสนอแนวทางเลือกในการสุ่มตรวจสอบหรือทดสอบและแสดงต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพของแต่ละวิธี เพื่อให้องค์กรพิจารณาตามความเหมาะสม ได้แก่ A202 ต้นทุนการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า

5.2.1 การปรับปรุงคุณภาพของสินค้า B

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา อธิบายแยกตามรายการต้นทุนคุณภาพและรายการปัญหาที่พบเพื่อคัดเลือกสาเหตุของปัญหา จากนั้นทีมงานร่วมกันพิจารณาจัดกลุ่มรายการปัญหาและสาเหตุเพื่อนำไปวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบหาค่าความเสี่ยงชี้นำสำหรับใช้ในการคัดเลือกสาเหตุที่สำคัญ กำหนดแนวทางการปรับปรุงและนำไปดำเนินการและแสดงผลปรียบเทียบข้อมูลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

5.2.1.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

F204 ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานที่ส่งคืนจากลูกค้า

จากพาเรโตแสดงต้นทุนการแก้ไขงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าของสินค้าตัวอย่าง B ดังรูปที่ 4.13 รายการข้อบกพร่องที่นำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในส่วนนี้ ได้แก่ damaged PCC(Print Circuit Cable), damaged head, damaged arm, Gramload failures และ damaged baring โดยแยกตามรายการข้อบกพร่องได้ดังนี้

- Damaged PCC (Print Circuit Cable) สามารถแยกได้ออกเป็น 2 ปัญหา คือแผงเส้นไฟเกิดรอยฉีกขาดและรอยไหม้ที่แนวเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าบน PCC (Print Circuit Cable) ซึ่งไม่สามารถนำไปประกอบใหม่ได้

แผงเส้นไฟเกิดรอยฉีกขาด สามารถเกิดได้จากปัจจัยต่างๆได้แก่ ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์, ชุดจับยึดที่ขั้นตอนประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน} ชุดจับยึดชิ้นงานที่เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการประกอบหัวอ่าน, วิธีการจัดเรียงเส้นไฟ, การจับยึดเส้นไฟก่อนเชื่อมวงจร การหยิบชิ้นงานเข้าหรือออกจาก Cleaning rack และถาดใส่ชิ้นงาน, กระบวนการถอดประกอบชุดหัวอ่านออกจากไดร์ฟ ปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์สาเหตุด้วยผังก้างปลาสามารถสรุปสาเหตุหลักได้ 3 ปัจจัย ได้แก่ หยิบชุดหัวอ่านออกจาก cleaning rack ไม่ถูกวิธี, การหยิบจับชิ้นงานไม่เหมาะสมและไม่ได้ล็อก PCCเข้ากับ cleaning rack ดังรูปที่ 5.4

PCC Pad หรือแผ่นรองเชื่อมวงจรที่ PCC เสียหายจากรอยไหม้หรือหลุดออกจาก PCC จนไม่สามารถนำไปประกอบใหม่ได้ สามารถเกิดได้จากปัจจัยต่างๆ เช่น ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่

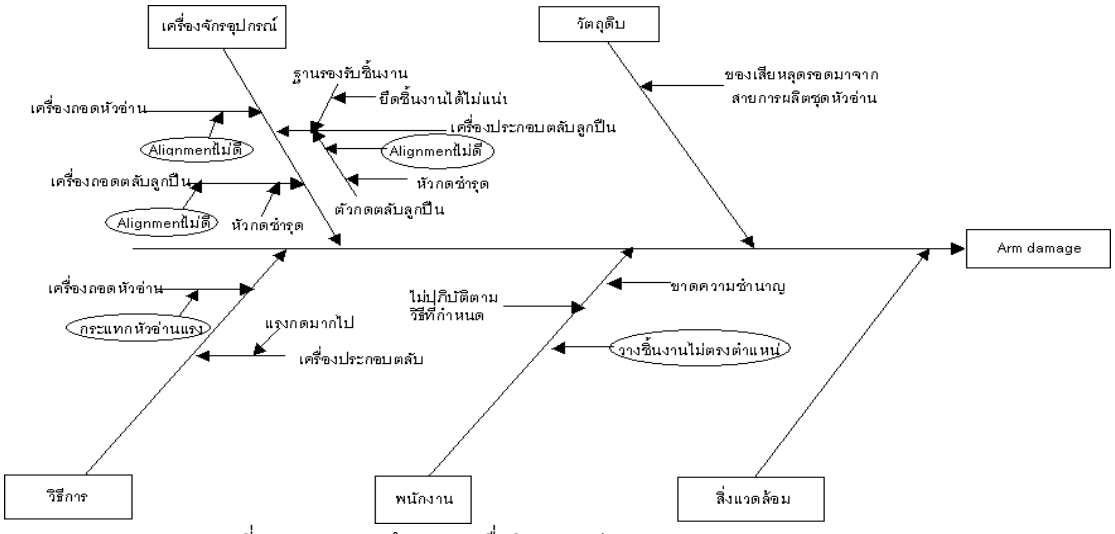
อุณหภูมิที่ใช้ในการเชื่อมวงจรไฟฟ้า, ความร้อนของหัวแร้งที่ใช้ในการลอกหางเส้นไฟออก ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการเชื่อมวงจรไฟฟ้า, วิธีการลอกเส้นไฟ ปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์สาเหตุด้วยผังก้างปลาสามารถสรุปสาเหตุหลักได้ 7 ปัจจัย ได้แก่ การดึงหาเส้นไฟออกจาก Pad เร็วเกินไป, Reflow ซ้ำ, หัวแร้งสกปรก, De-soldering fixture ยึดชิ้นงานได้ไม่แน่น, ใช้หัวแร้งผิดขนาด, ตัวจ่ายไฟควบคุมอุณหภูมิได้ไม่ดี และหัวแร้งชำรุด ดังรูปที่ 5.6

- Damaged head สามารถแยกได้ออกเป็น 3 ปัญหา คือ Bent head ปัญหาหัวอ่านเสียรูป Broken flying lead ปัญหารอยแตกที่หางเส้นไฟบริเวณรอยเชื่อมทำให้ต้องมีการเปลี่ยนหัวอ่านใหม่ และ Flying lead misalignment ปัญหาที่หางเส้นไฟไม่ตรงแนวเชื่อม

Bent head หัวอ่านมีลักษณะบิดเบี้ยวเสียรูป สามารถเกิดได้จากหลายปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบ ได้แก่ หัวอ่านและตัวป้องกันหัวอ่าน ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ ชุดจับยึดที่ขั้นตอนประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน, เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า, cleaning rack และตะกร้าใส่ชิ้นงานเพื่อนำไปล้าง, เครื่องล้าง, เครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดแขนของหัวอ่านและเครื่องวัด PSA/RSA/HAL และ เครื่องวัดค่า Gramload ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน วิธีการหยิบจับชิ้นงานที่ขั้นตอนต่างๆ และปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์สาเหตุด้วยผังก้างปลาสามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบได้ 6 สาเหตุได้แก่ ไม่ได้ใส่ Alignment pin, ไม่ได้ล็อก clamp ยึดชุดหัวอ่าน, หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน, ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน, Alignment pin งอหรือผิดขนาดและตัวป้องกันหัวอ่านชำรุด ดังรูปที่ 5.1

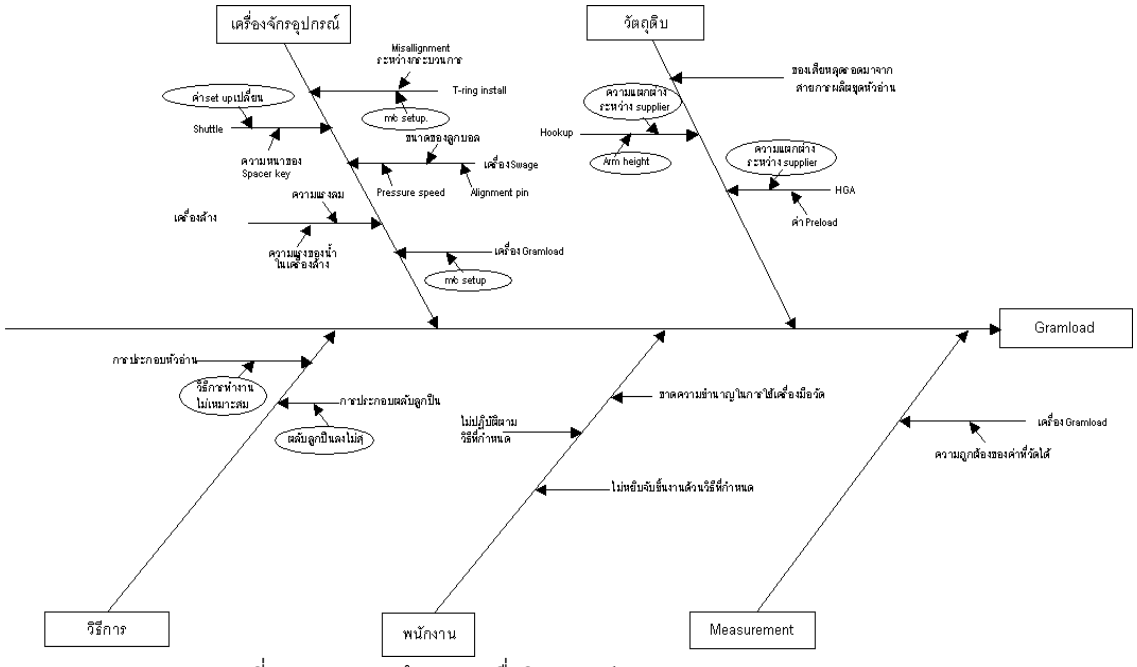
Broken flying lead ที่หางเส้นไฟบริเวณที่เชื่อมติดเข้ากับ PCC มีรอยแตกของเส้นไฟ สามารถเกิดได้จากปัจจัยต่างๆได้แก่ ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้าและชุดจับยึดชิ้นงานที่เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ การจัดเรียงเส้นไฟที่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Broken flying lead สามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบได้ 4 สาเหตุ ได้แก่ Alignment ของ reflow tip ไม่ตรงตำแหน่ง, การจัดเรียง flying lead ได้ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน, การไม่ปฏิบัติตามวิธีที่กำหนดและหัว Reflow tip หลวมคลอน ดังรูปที่ 5.2

Flying lead misalignment หางเส้นไฟที่เชื่อมเข้ากับ PCC ไม่ตรงแนว สามารถเกิดได้จากปัจจัยด้านวัตถุดิบซึ่งเป็นปัญหาจากหัวอ่าน, ปัญหาจากแขนของหัวอ่าน ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้าและชุดจับยึดชิ้นงานที่เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ การจัดเรียงเส้นไฟที่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านพนักงานได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะ ในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Flying lead misalignment สามารถสรุปสาเหตุหลักได้ 4 ปัจจัย ได้แก่ การจัดเรียง Flying lead ได้ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน, การไม่ปฏิบัติตามวิธีที่กำหนด, Setting time ของเครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้าไม่เหมาะสมและ การพับหางเส้นไฟมาไม่ดี ดังรูปที่ 5.3



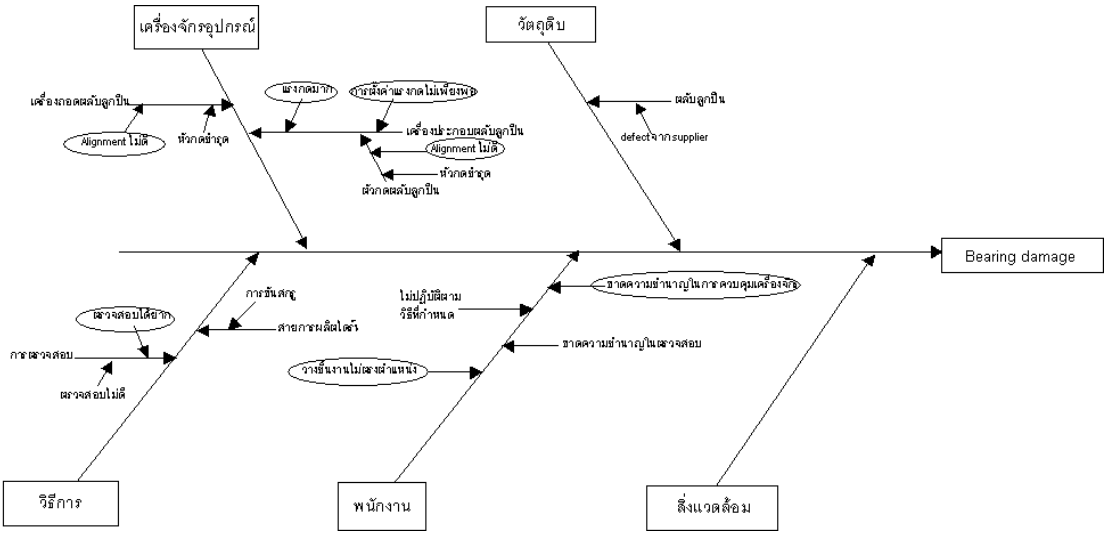
รูปที่ 5.15 แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Damaged Arm

- Damaged Arm มีรอยขูด มีเสี้ยนที่ผิวชิ้นงาน หรือแขนของหัวอ่านเสียรูป สามารถเกิด ได้จาก ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ เช่น เครื่องถอดหัวอ่านออกจากแขนของหัวอ่าน, เครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับแขนของหัวอ่าน, เครื่องถอดตลับลูกปืนออกจากชุดหัวอ่าน ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน เช่น วิธีการถอดหัวอ่านออกจากแขนของหัวอ่าน, การวางชุดแขนของหัวอ่านที่เครื่องก่อนเครื่องจักรทำงาน ปัจจัยด้านพนักงาน เช่น การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาสามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบได้ 5 สาเหตุ ได้แก่ Alignment ของชุดประกอบตลับลูกปืนเข้ากับแขนของหัวอ่าน, Alignment ของชุดถอดตลับลูกปืนออกจากแขนของหัวอ่าน, Alignment ของเครื่องถอดหัวอ่าน, วิธีการถอดหัวอ่านออกจากแขนของหัวอ่านและการวางชิ้นงานก่อนเครื่องจักรทำงาน ดังรูปที่ 5.15



รูปที่ 5.16 แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของค่า Gramload

- Gramload failure คือ ค่า Gramload ของชุดหัวอ่านไม่ผ่านตามข้อกำหนด สามารถเกิดได้จากปัจจัยด้านวัตถุดิบ ได้แก่ HGA ไม่ผ่านตามข้อกำหนด แขนของหัวอ่านไม่ผ่านตามข้อกำหนด ตัวป้องกันหัวอ่านชำรุด ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ ตัวจับยึดหัวอ่าน, เครื่องยึดหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน, เครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับแขนของหัวอ่าน, เครื่องล้างและเครื่องวัดค่าGramload ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการทำงานที่ขั้นตอนการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน, วิธีการตรวจสอบการเตรียมชิ้นงานก่อนการทดสอบและการประกอบหัวอ่านเข้าไปในไดร์ฟ ปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ ความชำนาญในการใช้เครื่องทดสอบ, การไม่ปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนด จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาสามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบ 5 สาเหตุ ได้แก่ ความแตกต่างระหว่าง supplier, ค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงานเคลื่อนไปจากปกติ, การปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับแขนของหัวอ่าน, ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน, วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านไม่เหมาะสม ดังรูปที่ 5.16



รูปที่ 5.17 แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ Damaged bearing

- Bearing damage สามารถแบ่งออกเป็น 3 ปัญหาได้แก่ ปัญหารอยกระแทกหรือรอยขูดที่ตลับลูกปืน, ปัญหาสิ่งปนเปื้อน และปัญหาการประกอบลูกปืนเข้าไปไม่สุด

ปัญหารอยกระแทกที่ตลับลูกปืน สามารถเกิดได้จากหลายปัจจัย ปัจจัยด้านวัตถุดิบ ได้แก่ ตลับลูกปืน ปัจจัยด้านเครื่องจักร ได้แก่ เครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับหัวอ่าน, เครื่องขันสกรูในสายการผลิตไดร์ฟ ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดแขนของหัวอ่าน, วิธีการหยิบจับตลับลูกปืน, วิธีการหยิบจับชุดหัวอ่านระหว่างกระบวนการประกอบชุดหัวอ่าน ปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ การปฏิบัติตามวิธีที่กำหนด ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดในการตรวจสอบชิ้นงาน

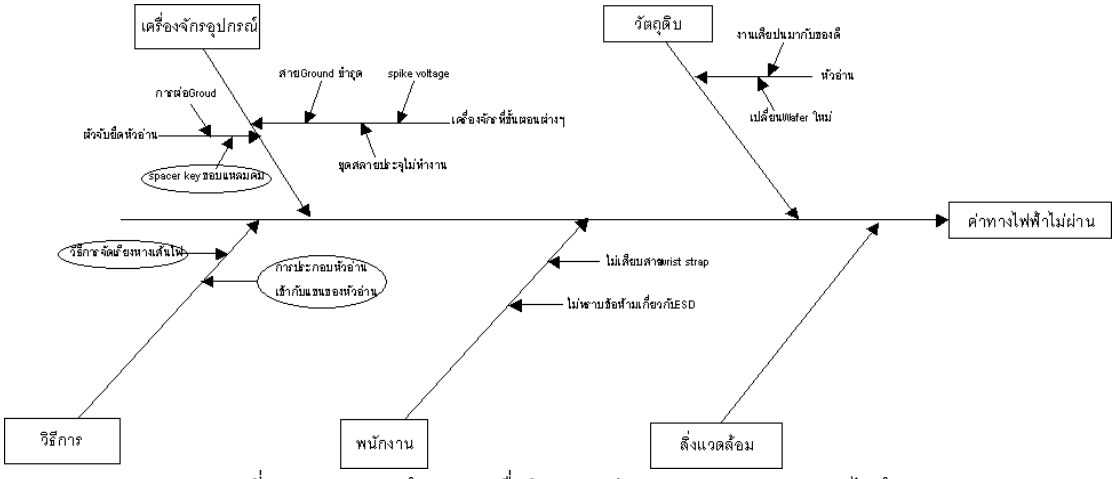
ปัญหาสิ่งปนเปื้อนหรือมีเศษโลหะติดอยู่ที่ตลับลูกปืนสามารถเกิดได้จากหลายปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบ เช่น ตลับลูกปืน ปัจจัยด้านเครื่องจักร ได้แก่ เครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับหัวอ่าน,

เครื่องขันสกรูในสายการผลิตไดร์ฟ ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดแขนของหัวอ่าน ปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ การปฏิบัติตามวิธีที่กำหนด ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดในการตรวจสอบ ปัญหาการประกอบลูกปืนเข้าไปไม่สุด สามารเกิดได้จากหลายปัจจัย ปัจจัยด้านวัตถุดิบ ได้แก่ ตลับลูกปืน, วงแหวนที่ใช้ในการประกอบลูกปืน ปัจจัยด้านเครื่องจักร ได้แก่ เครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับหัว ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดแขนของหัวอ่าน ปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ การปฏิบัติตามวิธีที่กำหนดและความเข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดในการตรวจสอบชิ้นงาน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Bearing damage สามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบได้ 5 สาเหตุได้แก่ Alignment ของตัวกดตลับลูกปืน, แรงกดที่ใช้มากเกินไป, แรงกดที่ใช้ไม่เพียงพอ, การตรวจสอบทำได้ยากและ การวางชิ้นงานที่เครื่องประกอบไม่ตรงตำแหน่ง ดังรูปที่ 5.17

F102 **ต้นทุนการแก้ไขงานชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิต**

จากรูปที่ 4.17 พาเรโตแสดงต้นทุนการแก้ไขงานชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิต ในส่วนนี้จะเป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาต่างๆ ได้แก่ หัวอ่านเสียรูป, ค่าทางไฟฟ้าที่ไม่ผ่านตามข้อกำหนด, ปัญหารอยแยกบริเวณหางเส้นไฟ, ปัญหาการจัดเส้นไฟไม่ตรงแนวและปัญหา PCC ฉีกขาด โดยสามารถวิเคราะห์สาเหตุตามรายการข้องบกพร่องได้ดังนี้

- Bent head หัวอ่านมีลักษณะบิดเบี้ยวเสียรูป สามารถเกิดได้จากหลายปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบ ได้แก่ ปัญหาจากหัวอ่านและ Comb ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ ชุดจับยึดที่ขั้นตอนประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน ซึ่งเป็นตัวจับยึดในขั้นตอนการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า, cleaning rack และตะกร้าใส่ชิ้นงาน, เครื่องล้าง, เครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดแขนของหัวอ่านและเครื่องวัดปัจจัยตัวแปร ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ การหยิบจับชิ้นงานที่ขั้นตอนต่างๆ ปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา สามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบได้ 7 สาเหตุได้แก่ การหยิบจับชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนไม่เหมาะสม, ไม่ได้ล็อก clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน, หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน, ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน, Alignment pin งอ, alignment pin ผิดขนาด และ Comb ชำรุด



รูปที่ 5.18 แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาค่าทางไฟฟ้า

● Electrical failure ค่าทางไฟฟ้าของหัวอ่านไม่ผ่านตามข้อกำหนดโดยปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นปัญหาเกี่ยวกับค่าความต้านทานของหัวอ่าน เนื่องจากวงจรภายในมีขนาดเล็กมากและสามารถถูกทำลายได้ง่ายเมื่อเกิดการถ่ายเทประจุไฟฟ้าผ่านไปที่ตัวชิ้นงานจากการเสียดสีระหว่างกระบวนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรและอุปกรณ์หรือปัญหาการขีดข่วนที่เส้นไฟ ปัญหาค่าทางไฟฟ้าไม่ผ่านตามข้อกำหนดเกิดได้จากหลายสาเหตุ ได้แก่ ปัจจัยทางด้านวัตถุดิบ, ความแตกต่างกันของหัวอ่านแต่ละรอบการผลิต ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องยึดหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน, ตัวยึดชิ้นงานที่ขั้นตอนต่างๆ, เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า เครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับหัวอ่าน เครื่องทดสอบค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆ ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน, การตรวจสอบเครื่องจักรก่อนการทำงาน, การหยิบจับงาน ปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ การปฏิบัติตามวิธีการทำงานที่กำหนด จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาสามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไป วิเคราะห์ผลกระทบได้ 5 สาเหตุได้แก่ การต่อสายดินที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ การเปลี่ยน wafer ใหม่, วิธีการจัดเรียงหางเส้นไฟ, การประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน และไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดของพนักงานปฏิบัติการดังรูปที่ 5.18

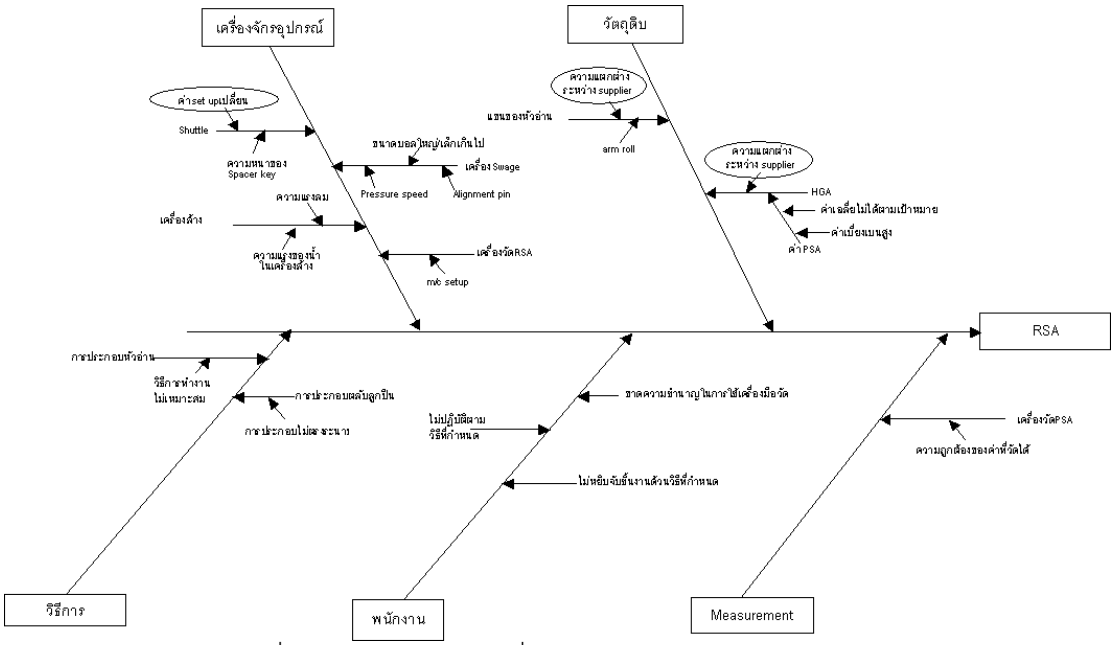
● Broken flying lead ที่หางเส้นไฟบริเวณที่เชื่อมติดเข้ากับ PCC มีรอยแตกออกจากเส้นไฟ สามารถเกิดได้จากปัจจัยต่างๆได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบซึ่งเป็นปัญหาจากหัวอ่าน ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้าและชุดจับยึดชิ้นงานที่เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ การจัดเรียงเส้นไฟที่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านพนักงานได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Broken flying lead สามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบได้ 4 สาเหตุ ได้แก่ Alignment ของ reflow tip ไม่ตรงตำแหน่ง, การจัดเรียง flying lead ได้ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน, การไม่ปฏิบัติตามวิธีที่กำหนด หัว Reflow tip หลวม คลอน เช่นเดียวกับรูปที่ 5.2

● Flying lead misalignment หางเส้นไฟที่เชื่อมเข้ากับ PCC ไม่ตรงแนว สามารถเกิดได้จากปัจจัยต่างๆได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบซึ่งเป็นปัญหาจากหัวอ่าน ปัญหาจากแขนของหัวอ่าน ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้าและชุดจับยึดชิ้นงานที่เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ การจัดเรียงเส้นไฟที่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านพนักงานได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Flying lead misalignment สามารถสรุปสาเหตุหลักได้ 5 สาเหตุ ได้แก่ การจัดเรียง flying lead ได้ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน, ของเสียหลุดรอดมาจาก supplier, การไม่ปฏิบัติตามวิธีที่กำหนด, setting time ของเครื่อง reflow soldering ไม่เหมาะสม, การจัดเรียง flying lead ได้ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน และการพับหางเส้นไฟมาไม่ดี เช่นเดียวกับรูปที่ 5.3

● Damaged Print Circuit Cable (PCC) แผงเส้นไฟเกิดรอยฉีกขาด สามารถเกิดได้จากปัจจัยต่างๆได้แก่ ปัจจัยด้านวัตถุดิบซึ่งเป็นปัญหาจากแขนของหัวอ่าน ปัจจัยด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ ชุดจับยึดที่ขั้นตอนประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน, ชุดจับยึดชิ้นงานที่เครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้า ปัจจัยด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ วิธีการประกอบหัวอ่าน, วิธีการจัดเรียงเส้นไฟ, การจับยึดเส้นไฟก่อนเชื่อมวงจร, cleaning rack และถาดใส่ชิ้นงาน ปัจจัยด้านพนักงานได้แก่ การปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนดและทักษะในการปฏิบัติงาน จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา Torn PCC สามารถสรุปสาเหตุหลักได้ 3 สาเหตุ ได้แก่ หยิบชุดหัวอ่านออกจาก cleaning rack ไม่ถูกวิธี, การหยิบจับชิ้นงานไม่เหมาะสมและไม่ได้ล็อก PCC เข้ากับ cleaning rackดังรูปที่ 5.4

A203 ต้นทุนการทดสอบชิ้นงานเพิ่มเติมเมื่อผลการทดสอบเชิงสถิติออกนอกเส้นควบคุม

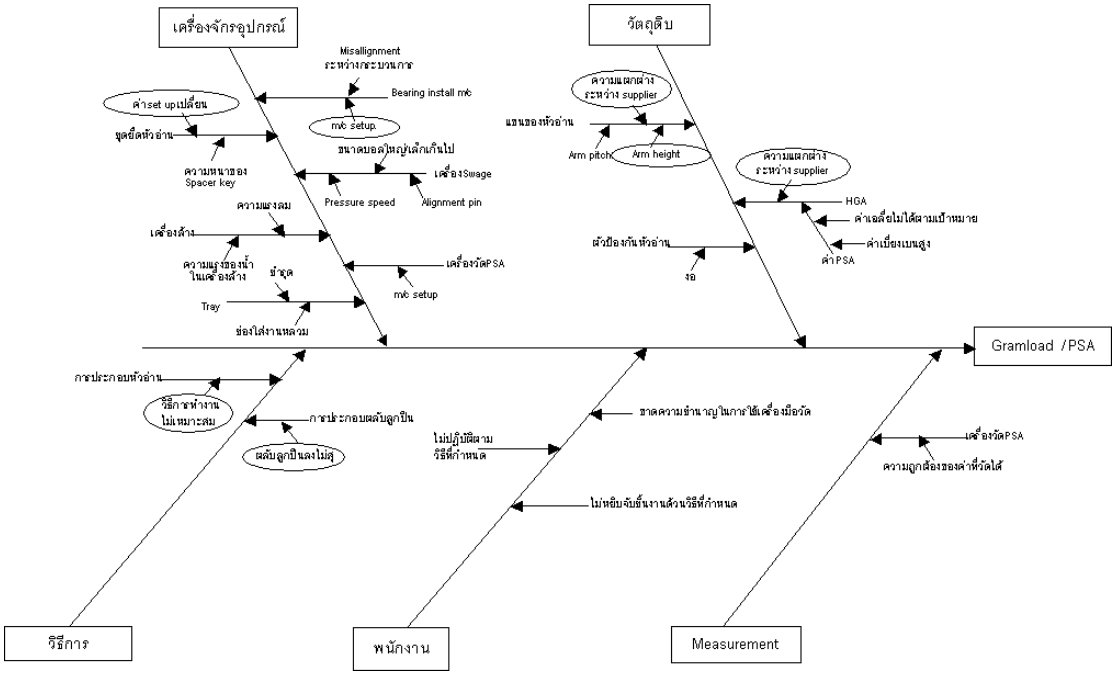
ปัญหาที่ทำให้ต้นทุนการทดสอบชิ้นงานเพิ่มเติมเมื่อผลการทดสอบเชิงสถิติออกนอกเส้นควบคุมสูงเนื่องมาจากสมรรถนะของค่าปัจจัยตัวแปร PSA RSA และ Gramload ยังไม่ได้ตามข้อกำหนด ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆ ได้เริ่มจากการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดสำหรับเครื่องทดสอบและพนักงานที่ทำหน้าที่ในการทดสอบค่าปัจจัยตัวแปร Gramload, PSA, RSA และค่า HAL ในส่วนของการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ส่งผลกระทบแยกตามปัจจัยตัวแปรสามารถอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 5.19 แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาค่า RSA

● RSA ค่าสมรรถนะของค่า RSA ที่ไม่ได้ตามกำหนด (ค่าสมรรถนะมากกว่าหรือเท่ากับ 1.33) พบว่ามีผลจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เมื่อพิจารณาองค์ประกอบที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของชุดหัวอ่านซึ่งแยกตามปัจจัยได้แก่ ปัจจัยทางด้านวัตถุดิบ เช่น RSA ของหัวอ่านจากแต่ละ supplier, ค่า RSA ของ HGA ที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตแต่ละลอต, แขนของหัวอ่านแต่ละ supplier ปัจจัยด้านเครื่องจักร

อุปกรณ์ ได้แก่ ความแตกต่างของตัวยึดหัวอ่านที่ขั้นตอนประกอบหัวอ่าน ด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ การเตรียมชิ้นงานก่อนการทดสอบ ปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ การไม่ปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนด จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาสามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบ 3 สาเหตุ ได้แก่ ค่า RSA ของหัวอ่านจากแต่ละ supplier แขนของหัวอ่านแต่ละ supplier และค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงาน ดังรูปที่ 5.19



รูปที่ 5.20 แผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาค่า Gramload และ PSA

- PSA ค่าสมรรถนะของค่า PSA ที่ไม่ได้ตามกำหนด (ค่าสมรรถนะมากกว่าหรือเท่ากับ 1.33) จากข้อมูล พบว่ามีผลจากค่าเฉลี่ยที่ได้จากกระบวนการผลิตมีค่าสูงกว่าค่ากลางที่กำหนด เมื่อพิจารณากระบวนการประกอบชุดหัวอ่านจะพบว่ามีหลายองค์ประกอบที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของค่า PSA ของชุดหัวอ่าน ซึ่งสามารถระบุสาเหตุของปัญหาแยกตามปัจจัย โดยพบว่า ปัจจัยทางด้านวัตถุดิบที่มีผลกระทบต่อค่า PSA ได้แก่ คุณลักษณะของหัวอ่านที่รับมาจากแต่ละ supplier, ค่า PSA ของหัวอ่านที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตแต่ละลอตและคุณลักษณะของแขนของหัวอ่านแต่ละ supplier ปัจจัยทางด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีผลกระทบต่อค่า PSA ได้แก่ ความแตกต่างของชุดยึดหัวอ่านที่ขั้นตอนประกอบหัวอ่าน, เครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดหัวอ่าน ปัจจัยทางด้านวิธีการทำงานที่มีผลกระทบต่อค่า PSA ได้แก่ การเตรียมชิ้นงานก่อนการทดสอบ, วิธีการประกอบหัวอ่านไม่เหมาะสม ปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ การไม่ปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนด จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาสามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบ 5 สาเหตุ ได้แก่ ค่า PSA ของหัวอ่านจากแต่ละ supplier, ค่า Arm height ของแขนของหัวอ่านจากแต่ละ supplier, วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านที่ไม่เหมาะสม, ค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงานและการปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับแขนของหัวอ่าน ดังรูปที่ 5.20

- Gramload ค่าสมรรถนะของค่า Gramload ไม่ได้ตามที่กำหนด (ค่าสมรรถนะมากกว่าหรือเท่ากับ 1.33) มีผลจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เมื่อพิจารณากระบวนการประกอบชุดหัวอ่านจะพบว่ามีหลายองค์ประกอบที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของค่า Gramload ของชุดหัวอ่าน ซึ่งสามารถระบุสาเหตุของปัญหาแยกตามปัจจัย ปัจจัยทางด้านวัตถุดิบที่มีผลกระทบต่อค่า Gramload ได้แก่ คุณลักษณะของหัวอ่านที่รับมาจากแต่ละ supplier, ค่า Gramload ของหัวอ่านที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิตแต่ละลอตและคุณลักษณะของแขนของหัวอ่านแต่ละ supplier ปัจจัยทางด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ ได้แก่ ความแตกต่างของชุดยึดหัวอ่านที่ขั้นตอนประกอบหัวอ่าน, เครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดหัวอ่าน ปัจจัยทางด้านวิธีการทำงาน ได้แก่ การเตรียมชิ้นงานก่อนการทดสอบ, วิธีการประกอบหัวอ่านไม่เหมาะสม ปัจจัยด้านพนักงาน ได้แก่ การไม่ปฏิบัติงานตามวิธีการที่กำหนด จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาสามารถระบุสาเหตุหลักเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลกระทบ 5 สาเหตุ ได้แก่ ค่า Gramload ของหัวอ่านจากแต่ละ supplier, ค่า Arm height ของแขนของหัวอ่านจากแต่ละ supplier, วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านที่ไม่เหมาะสม, ค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงาน และการปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกปืนเข้ากับแขนของหัวอ่าน ดังรูปที่ 5.20

จากวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาแยกตามประเภทของข้อบกพร่องที่พบ และลงความเห็นร่วมกันภายในทีมงานที่เกี่ยวข้องสามารถจัดกลุ่มของปัญหาและสรุปรายการสาเหตุเพื่อนำไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไปได้ดังนี้

ตารางที่ 5.9 รายการข้อบกพร่องและสาเหตุของปัญหาในการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง B

รายการข้อบกพร่อง	สาเหตุของปัญหา
1. แผงเส้นไฟเกิดรอยฉีกขาด	1.1 หยิบชุดหัวอ่านออกจาก cleaning rack ไม่ถูกวิธี
	1.2 การหยิบจับชิ้นงานไม่เหมาะสม
	1.3 ไม่ได้ล็อก PCC เข้ากับ cleaning rack
2. PCC pad เสียหาย	2.1 การดึงหาเส้นไฟออกจาก Pad เร็วเกินไป
	2.2 Reflow ซ้ำ
	2.3 หัวแร้งสกปรก
	2.4 De-soldering fixture ยึดชิ้นงานได้ไม่แน่น
	2.5 ใช้หัวแร้งผิดขนาด
	2.6 ตัวจ่ายไฟควบคุมอุณหภูมิได้ไม่ดี
	2.7 หัวแร้งชำรุด
3. Bent head	3.1 ไม่ได้ใส่ Alignment pin
	3.2 ไม่ได้ล็อก Clamp ยึดชุดหัวอ่าน
	3.3 หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน
	3.4 ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน
	3.5 Alignment pin งอหรือผิดขนาด
	3.6 ตัวป้องกันหัวอ่านชำรุด

ตารางที่ 5.9 รายการข้อบกพร่องและสาเหตุของปัญหาในการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง B (ต่อ)

รายการข้อบกพร่อง	สาเหตุของปัญหา
4. Broken flying lead	4.1 Alignment ของ reflow tip ไม่ตรงตำแหน่ง
	4.2 Flying lead ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน
	4.3 หัว Reflow tip หลวมคลอน
5. Flying lead misalignment	5.1 การจัดเรียง Flying lead ได้ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน
	5.2 การไม่ปฏิบัติตามวิธีที่กำหนด
	5.3 Setting time ของเครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้าไม่เหมาะสม
	5.4 การพับหางเส้นไฟมาไม่ดี
6. Arm damage	6.1 Alignment ของชุดประกอบตลับลูกปืนกับแขนของหัวอ่าน
	6.2 Alignment ของชุดถอดตลับลูกปืนออกจากแขนของหัวอ่าน
	6.3 วิธีการถอดหัวอ่านออกจากแขนของหัวอ่าน
	6.4 การวางชิ้นงานก่อนเครื่องจักรทำงาน
7. Bearing damage	7.1 Alignment ของตัวกดตลับลูกปืน
	7.2 แรงกดที่ใช้มากเกินไป
	7.3 แรงกดที่ใช้ไม่เพียงพอ
	7.4 การตรวจสอบทำได้ยาก
	7.5 การวางชิ้นงานที่เครื่องประกอบไม่ตรงตำแหน่ง
8. Electrical failure	8.1 การต่อสายดินที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ
	8.2 การเปลี่ยน Wafer ใหม่
	8.3 วิธีการจัดเรียงหางเส้นไฟ
	8.4 การประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน
	8.5 การไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดของพนักงานปฏิบัติการ
9. PSA	9.1 ค่า PSA ของ HGA
	9.2 Arm height ของแขนของหัวอ่าน
	9.3 วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านที่ไม่เหมาะสม
	9.4 ค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงาน
	9.5 การปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกปืน
10. RSA	10.1 ค่า RSA ของ HGA
	10.2 แขนของหัวอ่าน
	10.3 ค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงานเคลื่อนไปจากปกติ
11. Gramload	11.1 ค่า Preload ของ HGA
	11.2 Arm height ของแขนของหัวอ่าน
	11.3 วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านที่ไม่เหมาะสม
	11.4 ค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงาน
	11.5 การปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกปืน

5.2.1.2 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบ

หลังจากที่ได้พิจารณาเลือกสาเหตุของปัญหาจากผังก้างปลาได้แล้ว ในขั้นตอนนี้จะเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบในการประเมินค่าความรุนแรงของปัญหา (Severity: S) โอกาสในการเกิดปัญหา (Occurrence :O) และค่าความสามารถในการตรวจจับ (Detection: D) และคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ของแต่ละสาเหตุสำหรับใช้ในการจัดลำดับความสำคัญเพื่อเลือกไปดำเนินการแก้ไขปัญหาในขั้นตอนต่อๆไป การให้คะแนนแต่ละปัจจัยในงานวิจัยนี้ จะให้คะแนนที่มีระยะห่างเป็นช่วงเพื่อให้ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำที่คำนวณออกมาได้ แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างชัดเจน

ตารางที่ 5.10 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง B

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
1.1	กระบวนการล้างชิ้นงาน	ชิ้นส่วนของชุดของหัวอ่านเกี่ยวกับ cleaning rack ระหว่างหยิบชิ้นงานออก	แผงเส้นไฟเกิดรอยฉีกขาด	7	หยิบชุดหัวอ่านออกจาก Cleaning rack ไม่ถูกวิธี	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
1.2	Generic	Operator ทำ PCC ขาด	แผงเส้นไฟเกิดรอยฉีกขาด	7	การหยิบจับชิ้นงานไม่เหมาะสม	5	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	175	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
1.3	กระบวนการล้างชิ้นงาน	PCC หลุดห้อยออกจาก cleaning rack ระหว่างอยู่ในเครื่องล้าง	แผงเส้นไฟเกิดรอยฉีกขาด	7	ไม่ได้ล็อก PCC เข้ากับ cleaning rack	3	Interlock mechanism	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
2.1	กระบวนการลอกหาง FOS ออกจากแขนของชุดหัวอ่าน	PCC pad เสียหาย	PCC pad เสียหาย	7	ดึง FOS ออกจาก Pad เร็ว	5	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	175	กำหนดวิธีการทำงานที่เหมาะสมและจัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
2.2	กระบวนการลอกหาง FOS ออกจากแขนของชุดหัวอ่าน	หาง FOS และ PCC pad เสียหาย	PCC pad เสียหาย	7	Reflow ซ้ำ	5	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	175	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน

ตารางที่ 5.10 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง B (ต่อ)

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
2.3	กระบวนการลอกหาง FOS ออกจากแขนของชุดหัวอ่าน	หัวแร้งอุณหภูมิสูง/ต่ำเกินไป	PCC pad เสียหาย	7	หัวแร้งสกปรก	5	กำหนดวิธีการทำความสะอาดหัวแร้งใน PI (Process instruction)	3	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
2.4	กระบวนการลอกหาง FOS ออกจากแขนของชุดหัวอ่าน	ชิ้นงานขยับระหว่างการลอกหาง FOSออกจาก Hook up	PCC pad เสียหาย เกิดรอยไหม้บน PCC ที่แนวเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า	7	De-soldering fixture ยึดชิ้นงานได้ไม่แน่น	3	Weekly PM	3	63	
2.5	กระบวนการลอกหาง FOS ออกจากแขนของชุดหัวอ่าน	หัวแร้งอุณหภูมิสูง/ต่ำเกินไป	PCC pad เสียหาย เกิดรอยไหม้บน PCC ที่แนวเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า	7	ใช้หัวแร้งผิดขนาด	3	การตรวจสอบด้วยสายตา	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
2.6	กระบวนการลอกหาง FOS ออกจากแขนของชุดหัวอ่าน	หัวแร้งอุณหภูมิสูงเกินไป	PCC pad เสียหาย เกิดรอยไหม้บน PCC ที่แนวเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า	7	ตัวจ่ายไฟควบคุมอุณหภูมิได้ไม่ดี	5	Weekly PM	3	105	
2.7	กระบวนการลอกหาง FOS ออกจากแขนของชุดหัวอ่าน	อุณหภูมิไม่สม่ำเสมอ	PCC pad เสียหาย เกิดรอยไหม้บน PCC ที่แนวเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า	7	หัวแร้งชำรุด	5	การตรวจสอบด้วยสายตา	3	105	

ตารางที่ 5.10 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง B (ต่อ)

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
3.1	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	แขนของหัวอ่านไม่ขยับระหว่างการประกอบหัวอ่าน	Head bent	7	ไม่ได้ใส่ Alignment pin	5	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	175	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
3.2	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	แขนของหัวอ่านขยับระหว่างการประกอบหัวอ่าน	Head bent	7	ไม่ได้ล็อก clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน	5	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	175	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
3.3	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	หัวอ่านถูกกระทบกระแทกเสียรูป	Head bent	7	หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน	5	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	175	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
3.4	กระบวนการวัดค่าพารามิเตอร์	หัวอ่านถูกกระทบกระแทกเสียรูป	Head bent	7	ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน	5	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	175	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
3.5	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	Alignment pin ของ HSA shuttle ชนหัวอ่าน	Head bent	7	Alignment pin งอ/ผิดขนาด	3	การตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน	3	63	
3.6	กระบวนการประกอบหัวอ่าน	Combหลวม ล็อกไม่ดี	Head bent	7	ตัวป้องกันหัวอ่านชำรุด	3	การตรวจสอบ comb ก่อนใช้งาน	3	63	
4.1	Reflow Soldering	หัว Tip กดไม่ตรงตำแหน่ง	Broken flying lead	7	Reflow tip misalignment	3	การตรวจสอบเครื่องจักรก่อนปฏิบัติงาน	3	63	

ตารางที่ 5.10 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง B (ต่อ)

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
4.2	Reflow Soldering	หัว Tip กดทับขอบ pad	Broken flying lead	7	การจัดเรียง Flying lead ได้ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
4.3	Reflow Soldering	หัว Tip กดไม่ตรงตำแหน่ง	Broken flying lead	7	หัว Reflow tip หลวมคลอน	3	การตรวจสอบเครื่องจักรก่อนปฏิบัติงาน/ Weekly PM	3	63	
5.1	กระบวนการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า	หัว Tip กดทับขอบ pad	Flying lead misalignment	7	Operator จัด flying lead ไม่ตรงตำแหน่ง	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
5.2	การเตรียมชิ้นงานก่อนเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า	จัดเรียงตำแหน่งหาง FOS ยังไม่ตรงตำแหน่งก่อนเครื่อง Reflow soldering ทำงาน	Flying lead misalignment	7	Setting time ของเครื่องเชื่อมวงจรไฟฟ้าไม่เหมาะสม	3	ติดตั้ง Timer ที่เครื่อง Reflow soldering	1	21	
5.3	กระบวนการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า	FOS ไม่ตรงตำแหน่ง	Flying lead misalignment	7	HGA พับหาง FOS มาไม่ดี	5	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	175	กำหนดวิธีการทำงานที่เหมาะสมและจัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
6.1	การประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดหัวอ่าน	ตัวกดตลับลูกปืนกระแทกแขนของหัวอ่าน	Arm damage	7	Alignment ของชุดประกอบตลับลูกปืนเข้ากับแขนของหัวอ่าน	5	การตรวจสอบเครื่องจักรก่อนปฏิบัติงาน/ Weekly PM	3	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน

ตารางที่ 5.10 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง B (ต่อ)

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
6.2	การถอดตลับลูกปืนออกจากชุดหัวอ่าน	ตัวกดตลับลูกปืนกระแทกแขนของหัวอ่าน	Arm damage	7	Alignment ของชุดถอดตลับลูกปืนออกจากแขนของหัวอ่าน	3	การตรวจสอบเครื่องจักรก่อนปฏิบัติงาน/ Weekly PM	3	63	
6.3	การนำหัวอ่านออกจากชุดหัวอ่าน	ตัวดัน HGA กระแทกชนแขนของหัวอ่าน	Arm damage	7	Alignment ของเครื่องถอดหัวอ่าน	3	การตรวจสอบเครื่องจักรก่อนปฏิบัติงาน/ Weekly PM	3	63	
6.4	การประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดหัวอ่าน	ตัวกดตลับลูกปืนกระแทกแขนของหัวอ่าน	Arm damage	7	การวางชิ้นงานไม่ตรงตำแหน่งก่อนตัวกดตลับลูกปืนทำงาน	5	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	175	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
7.1	การประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดหัวอ่าน	ตัวกดตลับลูกปืนกระแทกตลับลูกปืน	Bearing damage	7	Alignment ของตัวกดตลับลูกปืน	3	Weekly PM	3	63	
7.2	การประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดหัวอ่าน	ตัวกดตลับลูกปืนกดทับตลับลูกปืน	Bearing damage	7	แรงกดที่ใช้มากเกินไป	3	Weekly PM	3	63	
7.3	การประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดหัวอ่าน	ตัวกดตลับลูกปืนดันตลับลูกปืนได้ไม่สุด	Bearing damage (ดันลงไม่สุด)	7	แรงกดที่ใช้ไม่เพียงพอ	3	Weekly PM	3	63	

ตารางที่ 5.10 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง B (ต่อ)

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
7.4	การประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดหัวอ่าน	ตัวกดตลับลูกปืนดันตลับลูกปืนได้ไม่สุด	Bearing damage (ดันลงไม่สุด)	7	การตรวจสอบทำได้ยาก	3	Sensor ตรวจสอบระยะ	3	63	
7.5	การประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดหัวอ่าน	ตัวกดตลับลูกปืนดันตลับลูกปืนได้ไม่สุด	Bearing damage (ดันลงไม่สุด)	7	การวางชิ้นงานที่เครื่องประกอบไม่ตรงตำแหน่ง	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	105	จัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
8.1	การประกอบหัวอ่าน	เส้นไฟของหัวอ่านชำรุด	Electrical failure	7	spacer key ขอบแหลมคม	3	ไม่มี	10	210	ลบขอบคมที่ spacer key ก่อนนำมาใช้ในสายการผลิต
8.2	การประกอบหัวอ่าน	เกิด Electro Static Discharge	Electrical failure	7	วิธีการจัดเรียงหางเส้นไฟ	3	ระบุวิธีการทำงานตามขั้นตอนลงใน PI (Process Instruction)	5	105	ทบทวนวิธีการจัดเรียงหางเส้นไฟและจัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
8.3	การประกอบหัวอ่าน	เกิด Electro Static Discharge	Electrical failure	7	วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านที่ไม่เหมาะสม	3	ไม่มี	10	210	ทบทวนวิธีการจัดเรียงหางเส้นไฟและจัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
9.1	การประกอบหัวอ่าน	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	7	ค่า PSA ของ HGA	3	Mean and sigma trend monitoring	3	63	

ตารางที่ 5.10 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง B (ต่อ)

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
9.2	การประกอบหัวอ่าน	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	7	Arm height ของแขนของหัวอ่าน	3	ข้อมูลคุณภาพของแขนของหัวอ่านแต่ละลอต	3	63	
9.3	การประกอบหัวอ่าน	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	7	วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านที่ไม่เหมาะสม	3	ไม่มี	10	210	ทบทวนและกำหนดวิธีการประกอบหัวอ่านที่เหมาะสมพร้อมทั้งจัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
9.4	การประกอบหัวอ่าน	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	7	ค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงานเคลื่อนไปจากปกติก่อนกำหนดการบำรุงรักษา	3	ไม่มี	10	210	กำหนดวิธีการทำงานที่เหมาะสมและจัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
9.5	การประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดหัวอ่าน	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	7	การปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกปืนก่อนการใช้งานไม่เหมาะสม	3	ไม่มี	10	210	ทบทวนแและกำหนดค่าในการปรับตั้งที่เหมาะสมพร้อมทั้งจัดจัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน

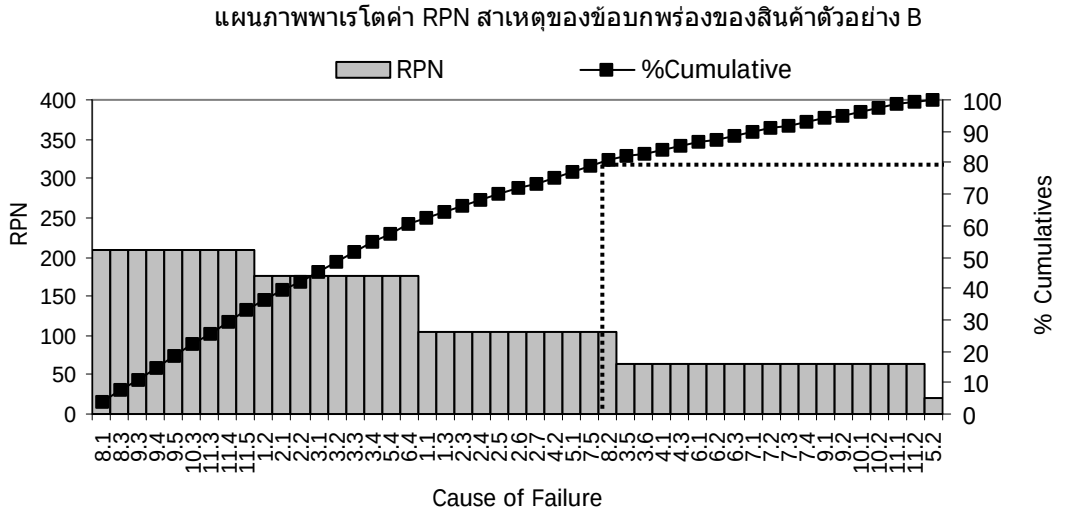
ตารางที่ 5.10 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง B (ต่อ)

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
10.1	การประกอบหัวอ่าน	ค่า RSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ RSA สูง	7	ค่า RSA ของ HGA	3	Mean and sigma trend monitoring	5	105	
10.2	การประกอบหัวอ่าน	ค่า RSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ RSA สูง	7	Arm roll ของแขนของหัวอ่าน	3	ข้อมูลคุณภาพของแขนของหัวอ่านแต่ละลอต	3	63	
10.3	การประกอบหัวอ่าน	ค่า RSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ RSA สูง	7	ค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงานเคลื่อนไปจากปกติก่อนกำหนดการบำรุงรักษา	3	ไม่มี	10	210	เพิ่มรายงานค่าสมรรถนะของปัจจัยตัวแปรสำหรับตัวจับยึดที่ใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อคัดแยกตัวจับยึดที่มีปัญหาออกมาดำเนินการแก้ไขปรับปรุง
11.1	การประกอบหัวอ่าน	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	7	ค่า PSA ของ HGA	3	Mean and sigma trend monitoring	3	63	
11.2	การประกอบหัวอ่าน	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	7	Arm height ของแขนของหัวอ่าน	3	ข้อมูลคุณภาพของแขนของหัวอ่านแต่ละลอต	3	63	
11.3	การประกอบหัวอ่าน	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	7	วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านที่ไม่เหมาะสม	3	ไม่มี	10	210	ทบทวนและกำหนดวิธีการประกอบหัวอ่านที่เหมาะสม พร้อมทั้งจัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน

ตารางที่ 5.10 การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบของสินค้าตัวอย่าง B (ต่อ)

Item	Task / Function	Potential Failure Mode	Potential Failure Effects	SEV	Potential Causes	OCC	Current Controls	DET	RPN	Actions Recommended
11.4	การประกอบหัวอ่าน	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	7	ค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงานเปลี่ยนก่อนกำหนด PM	3	ไม่มี	10	210	กำหนดวิธีการทำงานที่เหมาะสมและจัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงานและข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน
11.5	การประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดหัวอ่าน	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	ค่า PSA ของชุดหัวอ่านไม่ได้ตามเป้าหมาย	7	การปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกปืน	3	ไม่มี	10	210	ทบทวนการปรับตั้งแและกำหนดค่าในการปรับตั้งที่เหมาะสม พร้อมทั้งจัดทำเอกสารเทคนิควิธีการทำงาน ข้อควรระวังและอบรมให้กับพนักงาน

จากการวิเคราะห์ลักษณะของข้อบกพร่องและผลกระทบทำให้ได้ค่าความเสี่ยงชี้นำเพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุเพื่อนำไปดำเนินการจัดการ โดยทางโรงงานกรณีศึกษาได้เลือกรายการข้อบกพร่องที่มีค่าความเสี่ยงชี้นำมากกว่า 100 ขึ้นไปมาดำเนินการ



รูปที่ 5.21 พาเรโตจัดลำดับค่าความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ของสาเหตุของข้อบกพร่องสินค้าตัวอย่าง B

ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีรายการสาเหตุของข้อบกพร่องที่มีค่าความเสี่ยงชี้นำมากกว่า 100 **รวม** 29 **รายการจากทั้งหมด** 47 **รายการ หรือคิดเป็น** 80.88% ของรายการสาเหตุของข้อบกพร่องทั้งหมด โดยมีรายการสาเหตุดังนี้

ตารางที่ 5.11 รายการสาเหตุของข้อบกพร่องสำหรับนำไปดำเนินการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B

รายการข้อบกพร่อง	สาเหตุของปัญหา
1. แผงเส้นไฟเกิดรอยฉีกขาด	1.1 หยิบชุดหัวอ่านออกจาก cleaning rack ไม่ถูกวิธี
	1.2 การหยิบจับชิ้นงานไม่เหมาะสม
	1.3 ไม่ได้ล็อก PCC เข้ากับ cleaning rack
2. PCC pad เสียหาย	2.1 ดึงหางเส้นไฟออกจาก Pad เร็วเกินไป
	2.2 Reflow ซ้ำ
	2.3 หัวแร้งสกปรก
	2.4 De-soldering fixture ยึดชิ้นงานได้ไม่แน่น
	2.5 ใช้หัวแร้งผิดขนาด
	2.6 ตัวจ่ายไฟควบคุมอุณหภูมิได้ไม่ดี
	2.7 หัวแร้งชำรุด

ตารางที่ 5.11 รายการสาเหตุของข้อบกพร่องสำหรับนำไปดำเนินการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B (ต่อ)

รายการข้อบกพร่อง	สาเหตุของปัญหา
3. Bent head	3.1 ไม่ได้ใส่ Alignment pin
	3.2 ไม่ได้ล็อก Clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน
	3.3 หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน
	3.4 ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน
4. Broken flying lead	4.2 การจัดเรียง flying lead ไม่ตรงตำแหน่ง
5. Flying lead misalignment	5.1 การจัดเรียง flying lead ไม่ตรงตำแหน่ง
	5.3 HGA พับหาง FOS มาไม่ดี
6. Arm damage	6.4 การวางชิ้นงานไม่ตรงตำแหน่งก่อนตัวกดตลับลูกปืนทำงาน
7. Bearing damage	7.5 การวางชิ้นงานไม่ตรงตำแหน่งก่อนตัวกดตลับลูกปืนทำงาน
8. Electrical failure	8.1 Spacer key ขอบแหลมคม
	8.2 วิธีการจัดเรียงหางเส้นไฟ
	8.3 วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านที่ไม่เหมาะสม
9. PSA (Pitch Static Attitude)	9.3 วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านที่ไม่เหมาะสม
	9.4 ค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงานเคลื่อนไปจากปกติก่อนกำหนดการบำรุงรักษา
	9.5 การปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกปืน
10. RSA (Roll Static Attitude)	10.3 ค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงานเคลื่อนไปจากปกติก่อนกำหนดการบำรุงรักษา
11. Gramload	11.3 วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านที่ไม่เหมาะสม
	11.4 ค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงานเคลื่อนไปจากปกติก่อนกำหนดการบำรุงรักษา
	11.5 การปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกปืน

5.2.1.3 แนวการปรับปรุงคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B

จากรายการสาเหตุของข้อบกพร่อง 29 รายการสามารถนำมาจัดกลุ่มตามปัญหาและสาเหตุของปัญหาโดยอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

3. แผงเส้นไฟเกิดรอยฉีกขาด

3.1 1.1 หยิบชุดหัวอ่านออกจาก cleaning rack ไม่ถูกวิธี

ในการล้างชุดหัวอ่านจะต้องนำชุดหัวอ่านใส่เข้าไปที่ Cleaning rack โดยยึดชุดแขนของหัวอ่านกับแกนกลางและ ยึด PCCA (Print Circuit Cable Assembly) เข้ากับหมุดยึด เพื่อนำเข้าไปทำความสะอาดในเครื่องล้าง จากนั้นจะกลับเข้ามาสู่สายการประกอบชุดหัวอ่านอีกครั้ง โดยจะมีพนักงานทำหน้าที่ถอดชุดหัวอ่านออกจาก cleaning rack เข้ามาวางไว้ในถาดใส่ชิ้นงาน เนื่องจากตัวชุดแขนของหัวอ่านและ PCCA มี

หมุดยึดแยกกัน หากพนักงานดึงชุดแขนของหัวอ่านออกจาก cleaning rack โดยไม่ระวังจะทำให้ PCCA ติดอยู่กับหมุดที่ cleaning rack และเมื่อดึงจะทำให้เกิดแรงตึงที่ PCC ทำให้เกิดปัญหาฉีกขาดได้ง่าย

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานวิธีการเคลื่อนย้ายชุดหัวอ่านออกจาก cleaning และอธิบายเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้พนักงานเข้าใจ ใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง

1.2 การหยิบจับชิ้นงานไม่เหมาะสม

ในกระบวนการส่งชุดหัวอ่านจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่ขั้นตอนถัดไปจะต้องนำชุดหัวอ่านใส่ในถาดใส่ชิ้นงานเพื่อส่งชุดหัวอ่านไปยังขั้นตอนถัดไป จากนั้นพนักงานขั้นตอนถัดไปก็จะหยิบชิ้นงานออกจากถาดเพื่อเข้าสู่การผลิตที่ขั้นตอนนั้นๆ ลักษณะของชิ้นงานที่อยู่ในถาดจะเป็นช่องแยกระหว่างชุดหัวอ่านและ PCCA จากการสุ่มตรวจสอบ พบว่า การหยิบจับชิ้นงานออกจากถาดของพนักงานมีหลายวิธี ซึ่งบางวิธีมีโอกาสทำให้เกิดปัญหา Torn PCC ได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานวิธีการหยิบจับชุดหัวอ่านที่ถูกต้อง และอธิบายเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้พนักงานเข้าใจ และใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

1.3 ไม่ได้ล็อก PCC เข้ากับ cleaning rack

ในการล้างชุดหัวอ่านจะต้องนำชุดหัวอ่านไปแขวนเข้ากับ Cleaning rack โดยนำชุดหัวอ่านใส่เข้าไปในแกนยึดที่ cleaning rack และนำส่วนของ PCCA ยึดไว้ที่หมุดยึดเพื่อป้องกัน PCCA แกว่งระหว่างการเคลื่อนย้ายชิ้นงานและระหว่างการทำความสะอาดในเครื่องล้าง หากพนักงานละเลยการยึด PCCA เข้ากับหมุดมีโอกาสทำให้ PCCA หลุดห้อยออกมาและเกิดปัญหา PCC ขาดได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานวิธีการนำชิ้นงานใส่ cleaning rack และอธิบายเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้พนักงานเข้าใจ ใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง

4. PCC pad เสียหาย

4.1 2.1 ดึงหางเส้นไฟออกจาก Pad เร็วเกินไป

ในกรณีที่พบชิ้นงานบกพร่องซึ่งสามาถแก้ไขได้โดยการเปลี่ยนหัวอ่านที่พบปัญหาออกและนำไปเข้าสู่การประกอบใหม่ ในขั้นตอนการนำหัวอ่านที่พบปัญหาออก จะมีการแยกเส้นไฟบริเวณหางเส้นไฟออกจาก PCC pad โดยใช้หัวแร้งเป็นตัวทำความร้อนให้ดีบุกละลายดีแล้วจึงดึงหางเส้นไฟออกจาก PCC pad จากการเก็บข้อมูลพบว่า มีชิ้นงาน บางส่วนเสียหายเพิ่มขึ้นเนื่องจากการดึงหางเส้นไฟออกจาก PCC pad เร็วเกินไป ดีบุกยังละลายไม่ดี ทำให้ pad บน PCC หลุดติดออกมาและทำให้ชุดแขนของหัวอ่านนั้นกลายเป็นของเสียไม่สามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการดึงหางเส้นไฟออกจาก PCC pad โดยเพิ่มรายละเอียดวิธีการดึงหางเส้นไฟออกจาก PCC pad ที่ถูกต้องรวมถึงข้อควรระวังเพื่อป้องกันปัญหา PCC pad เสียหาย ใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

2.2 Reflow ซ้ำ

ที่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้า ต้องนำชุดหัวอ่านยึดเข้ากับ Reflow shuttle และพนักงานจะต้องตรวจสอบการจัดเรียงหางของเส้นไฟให้อยู่ตรงตำแหน่งกับ pad หรือจุดเชื่อมวงจรที่แขนของหัวอ่าน หากไม่ตรงตำแหน่งพนักงานต้องใช้ปากคีบจัดตำแหน่งให้ตรง จากนั้นจึงส่งคำสั่งให้เครื่องทำงาน ปัญหาที่พบ คือ การจับยึดหางของเส้นไฟด้วยปากคีบโดยใช้มือเดียวขณะที่เครื่องจักรทำงานนั้นทำได้ยาก มีโอกาสทำให้หางของเส้นไฟลอยขึ้นขณะ reflow tip กดลงมา ส่งผลให้การละลายของดีบุกที่บาง pad ไม่ดีไหลมาคลุมหางของเส้นไฟได้ไม่หมด และพบว่าบางกรณีพนักงานจะสั่งให้เครื่องทำงานซ้ำอีกครั้งเพื่อให้ดีบุกละลาย ซึ่งจะส่งผลให้พบปัญหาว่า pad อื่นๆที่ดีบุกละลายดีแล้วเกิดความเสียหายได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนเชื่อมวงจรไฟฟ้าโดยเพิ่มข้อกำหนดกรณีพบปัญหาจากการเชื่อมวงจร ให้แยกชิ้นงานออกและนำไปทำการแก้ไขภายหลังเพื่อลดโอกาสเกิดของเสีย และนำมาตรฐานที่กำหนดอบรมให้กับพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง

2.3 หัวแร้งสกปรก

ในกรณีที่พบชิ้นงานบกพร่องที่สามาถแก้ไขได้โดยการเปลี่ยนหัวอ่านที่พบปัญหาออกและนำไปเข้าสู่การประกอบใหม่ ในขั้นตอนการนำหัวอ่านที่พบปัญหาออก จะมีขั้นตอนการแยกหางเส้นไฟออกจาก PCC pad โดยใช้หัวแร้งเป็นตัวทำความร้อนให้ดีบุกละลายดีแล้วจึงดึงหางเส้นไฟออกจาก PCC pad กรณีที่หัวแร้งที่ใช้สกปรกหรือมีคราบดีบุกติดอยู่ที่ปลายมาก จะทำให้การส่งผ่านความร้อนไปยังดีบุกที่หางเส้นไฟไม่เพียงพอ ส่งผลให้การลอกหางเส้นไฟออกจาก PCC pad ทำได้ยากและเกิดความเสียหายได้ง่าย

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการดึงหางเส้นไฟออกจาก PCC pad โดยเพิ่มรายละเอียดระบุความถี่ในการทำความสะอาดหัวแร้งรวมถึงข้อควรระวังเพื่อป้องกันปัญหา PCC pad เสียหาย ใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

2.4 De-soldering fixture ยึดชิ้นงานได้ไม่แน่น

การนำหัวอ่านที่พบปัญหาออกจะมีขั้นตอนการแยกหางเส้นไฟออกจาก PCC pad โดยเริ่มจากการนำชิ้นงานยึดกับชุดจับยึดชิ้นงาน (De-soldering fixture) จากนั้นจึงลอกหางเส้นไฟออกโดยใช้หัวแร้งทำความร้อนเพื่อละลายดีบุก กรณีที่ตัวจับยึดชิ้นงานยึดได้ไม่แน่น มีโอกาสทำให้ชิ้นงานขยับระหว่างใช้หัวแร้งจี้และมีโอกาสที่หัวแร้งจี้ถูกตำแหน่งอื่นส่งผลให้เกิดรอยไหม้เสียหายได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการดึงหางเส้นไฟออกจาก PCC pad โดยเพิ่มการตรวจสอบชุดจับยึดชิ้นงานก่อนเริ่มปฏิบัติงาน หากพบปัญหาให้พนักงานแจ้งเจ้าหน้าที่ดำเนินการแก้ไขทันที และอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง

2.5 ใช้หัวแร้งผิดขนาด

การนำหัวอ่านที่พบปัญหาออกจะมีขั้นตอนการแยกเส้นไฟบริเวณหางเส้นไฟออกจาก PCC pad โดยใช้หัวแร้งเป็นตัวทำความร้อนให้ดีบุกละลายดีแล้วจึงดึงหางเส้นไฟออกจาก PCC pad กรณีที่ใช้หัวแร้งผิดขนาดจะส่งผลให้เกิดความร้อนที่มากเกินไปทำให้ PCC pad ไหม้หรือได้รับความร้อนไม่เพียงพอส่งผลให้การลอกหางเส้นไฟออกจาก PCC pad ทำได้ยากและเกิดความเสียหายได้ง่าย

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการดึงหางเส้นไฟออกจาก PCC pad โดยเพิ่มรายละเอียดโดยระบุขนาดของหัวแล้งที่เหมาะสมรวมถึงข้อควรระวังเพื่อป้องกันปัญหา PCC pad เสียหาย ใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

2.6 ตัวจ่ายไฟควบคุมอุณหภูมิได้ไม่ดี

การนำหัวอ่านที่พบปัญหาออกจะมีขั้นตอนการแยกเส้นไฟบริเวณหางเส้นไฟออกจาก PCC pad โดยใช้หัวแร้งเป็นตัวทำความร้อนให้ดีบุกละลายดีแล้วจึงดึงหางเส้นไฟออกจาก PCC pad กรณีที่อุณหภูมิของหัวแร้งไม่ได้ตามที่กำหนดจะทำให้จะส่งผลให้การลอกหางเส้นไฟออกจาก PCC pad ทำได้ยากและเกิดความเสียหายได้ง่าย

แนวทางดำเนินการ : กำหนดลักษณะปัญหาต่างๆที่พบ พร้อมทั้งแนวทางปฏิบัติสำหรับขั้นตอนการลอกเส้นไฟออกจาก PCC รวมถึงข้อควรระวังเพื่อป้องกันปัญหา PCC pad เสียหาย ใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันใและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

2.7 หัวแร้งชำรุด

การนำหัวอ่านที่พบปัญหาออกจะมีขั้นตอนการแยกเส้นไฟบริเวณหางเส้นไฟออกจาก PCC pad โดยใช้หัวแร้งเป็นตัวทำความร้อนให้ดีบุกละลายดีแล้วจึงดึงหางเส้นไฟออกจาก PCC pad กรณีที่หัวแร้งที่ใช้ ชำรุดจะทำให้การส่งผ่านความร้อนไปยังดีบุกที่หางเส้นไฟไม่เพียงพอ ส่งผลให้การลอกหางเส้นไฟออกจาก PCC pad ทำได้ยากและเกิดความเสียหายได้ง่าย

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการดึงหางเส้นไฟออกจาก PCC pad โดยเพิ่มรายละเอียดระบุแสดงตัวอย่างหัวแร้งชำรุดที่ไม่ควรนำมาใช้งานรวมถึงข้อควรระวังเพื่อป้องกันปัญหา PCC pad เสียหาย ใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

5. Bent head

5.13.1 การหยิบจับชิ้นงานในแต่ละขั้นตอนไม่เหมาะสม

ในแต่ละกระบวนการมีการหยิบจับชิ้นงานที่ถูกส่งมาจากกระบวนการผลิตก่อนหน้าออกจากถาดใส่ชิ้นงานเพื่อนำชิ้นงานมาเข้าสู่กระบวนการผลิตของขั้นตอนนั้นๆ จากการสุ่มตรวจวิธีการหยิบจับชิ้นงานของพนักงานแต่ละคนในแต่ละขั้นตอนพบว่ามีวิธีการหยิบชิ้นงานที่แตกต่างกัน ซึ่งบางวิธีมีโอกาสจับโดนหัวอ่านหรืออาจกระแทกกับส่วนอื่นๆทำให้หัวอ่านเกิดความเสียหายได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการหยิบจับชิ้นงานที่ถูกต้องสำหรับการทำงานในแต่ละขั้นตอนโดยมีตัวอย่างวิธีการหยิบจับที่ชัดเจนเพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องตรงกันรวมถึงใช้ในการ อบรมพนักงานใหม่ก่อนเริ่มปฏิบัติงานในสายการผลิตจริง

3.2ไม่ได้ล็อก Clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน

ในกระบวนการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน มี HSA shuttle เป็นตัวจับยึดแขนของหัวอ่านและมี Clamp เป็นตัวล็อกแขนของหัวอ่านให้อยู่กับที่เพื่อป้องกันการเคลื่อนหรือบิดหมุนของแขนของหัวอ่านระหว่างที่พนักงานประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน ซึ่งจะทำให้หัวอ่านขยับหรือไปกระทบกับส่วนอื่นๆของ shuttle ทำให้หัวอ่านเกิดการเสียรูปได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการประกอบหัวอ่านโดยเพิ่มรายละเอียดเรื่องความสำคัญของการล็อก Clamp ยึดตัวชุดหัวอ่าน และมีตัวอย่างวิธีทำงานที่ถูกต้องเพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

3.3 หัวอ่านกระจายในถาดใส่ชิ้นงาน

ในขั้นตอนการประกอบหัวอ่านมีหัวอ่านเป็นวัตถุดิบโดยจะอยู่ในถาดพลาสติกวางซ้อนเรียงกัน มีฝาปิดด้านบนล่างและมีคลิปล็อกซ้ายขวา ก่อนที่จะนำหัวอ่านมาใช้พนักงานต้องถอดคลิปล็อกและเปิดฝาออกจากนั้นนำถาดใส่หัวอ่านไว้บริเวณที่ปฏิบัติงาน เมื่อหยิบหัวอ่านจากถาดไปประกอบเข้ากับแขนของหัวอ่านหมดแล้วก็จะนำถาดด้านบนออกเพื่อใช้หัวอ่านจากถาดชั้นถัดไป ในขั้นตอนการถอดถาดเปล่าด้านบนออก หากดึงไม่ถูกวิธีจะทำให้ถาดล็อกติดกันและดึงออกยาก ถ้าดึงแรงจะทำให้หัวอ่านที่อยู่ในถาดด้านล่างกระเด็นออกจากหมุดยึดหัวอ่านกระจัดกระจายในถาด ทำให้หยิบชิ้นงานยากและเกิดปัญหาหัวอ่านบิดเบี้ยวเสียรูปได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการประกอบหัวอ่านโดยเพิ่มรายละเอียดขั้นตอนการถอดถาดชิ้นงานที่ถูกกต้องเพื่อป้องกันปัญหาหัวอ่านกระจายในถาดรวมถึงวิธีการจัดการเมื่อเกิดปัญหาหัวอ่านกระจายพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่ให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

3.4 ชิ้นงานไม่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนเครื่องทำงาน

ในกระบวนการทดสอบค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆของชุดหัวอ่านจะใช้เครื่องทดสอบเป็นตัววัดค่าชุดหัวอ่านที่เข้าสู่กระบวนการนี้จะอยู่ในรูปของสินค้าสำเร็จรูป มีตัวป้องกันหัวอ่านเป็นตัวกั้นไม่ให้หัวอ่านชนกันรวมถึงป้องกันการชนกับสิ่งอื่นๆในระหว่างกระบวนการผลิต ที่ขั้นตอนการทดสอบเมื่อนำชิ้นงานวางที่จุดวางชิ้นงานและกดปุ่มเพื่อให้เครื่องทำงาน ขั้นตอนแรกจะมีตัวดันตัวป้องกันหัวอ่านออกจากชุดหัวอ่านเพื่อก่อนทำการทดสอบค่าปัจจัยตัวแปร เมื่อเครื่องทำการทดสอบเสร็จที่ขั้นตอนสุดท้าย ตัวป้องกันหัวอ่านจะถูกดันกลับเข้ามาอยู่ที่ตำแหน่งเดิม หากวางชุดหัวอ่านไม่ตรงตำแหน่งในตอนแรกจะทำให้ตัวดันตัวป้องกันหัวอ่านดันผิดตำแหน่งซึ่งทำให้หัวอ่านเสียหายได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการทดสอบค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆ โดยเครื่องทดสอบ ด้วยการเพิ่มรายละเอียดขั้นตอนการวางชุดหัวอ่านที่ถูกต้องเพื่อป้องกันปัญหาชิ้นงานเสียหายในระหว่างการทดสอบชิ้นงานเพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

6. Broken flying lead

4.2 การจัด flying lead อยู่ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน

ที่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้าต้องนำชุดหัวอ่านยึดเข้ากับ Reflow shuttle และพนักงานจะต้องตรวจสอบ Alignment ของ flying lead ที่บริเวณหางของเส้นไฟให้อยู่ตรงตำแหน่งกับ pad หรือจุดเชื่อมวงจรที่ PCC ที่ติดอยู่กับแขนของหัวอ่าน หากไม่ตรงตำแหน่งพนักงานต้องใช้ปากคีบจัดตำแหน่งให้ตรง จากนั้นจึงส่งคำสั่งให้เครื่องทำงานโดยจะมีหัว reflow เป็นตัวจ่ายผ่านความร้อนกดทับลงมาที่ Flying lead และหลอมดีบุกที่อยู่ที่ PCC ด้านล่างละลายขึ้นมาคลุม flying lead เมื่อเชื่อมเสร็จหัว Reflow จะเลื่อนขึ้นและตัวจับยึดชิ้นงานจะเคลื่อนที่เพื่อให้ pad ของหัวอ่านหัวถัดไปอยู่ตรงตำแหน่งของหัว reflow และจะลงมาโดยอัตโนมัติซึ่งจะเป็นเช่นนี้จนเชื่อมครบทุกหัวอ่าน ปัญหาที่พบ คือ การจับยึดเส้นไฟด้วยปากคีบโดยใช้มือเดียวขณะที่เครื่องจักรทำงานทำได้ยากมีโอกาสทำให้ flying lead อยู่ไม่ตรงตำแหน่งเมื่อ Reflow tip ลงมากดจะไปโดน pad ที่ flying lead ทำให้เกิดเส้นไฟแตกได้

แนวทางดำเนินการ : เปลี่ยนวิธีการทำงานโดยเพิ่มปากคีบให้พนักงานจับยึด flying lead ด้วยปากคีบทั้ง 2 ข้างและจัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนเชื่อมวงจรไฟฟ้า โดยเพิ่มรายละเอียดเรื่องจากจัด flying lead บริเวณหางเส้นไฟให้อยู่ตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

7. Flying lead misalignment

5.1 การจัดเรียง flying lead ได้ไม่ตรงตำแหน่งก่อน Reflow tip ทำงาน

ที่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้า ต้องนำชุดหัวอ่านยึดเข้ากับตัวจับยึดชิ้นงานที่ขั้นตอนการเชื่อมวงจรไฟฟ้าและพนักงานจะต้องตรวจสอบ Alignment ของ flying lead บริเวณหางของเส้นไฟให้อยู่ตรงตำแหน่งกับ pad หรือจุดเชื่อมวงจรที่ PCC ที่ติดอยู่กับแขนของหัวอ่าน หากไม่ตรงตำแหน่งพนักงานต้องใช้ปากคีบจัดตำแหน่งให้ตรง จากนั้นจึงส่งคำสั่งให้เครื่องทำงาน ปัญหาที่พบ คือ การจับยึด flying lead ด้วยปากคีบโดยใช้มือเดียวขณะที่เครื่องจักรทำงานทำได้ยากมีโอกาสทำให้ flying lead อยู่ไม่ตรงตำแหน่ง เมื่อหัว reflow ลงมากดจะไปโดน pad ที่ flying lead ทำให้เกิดเส้นไฟแตกได้ กรณีตำแหน่งการเชื่อม flying lead ไม่ตรงกับ pad จะทำให้ความแข็งแรงของการวงจรที่เชื่อมลดลงอาจซึ่งอาจหลุดหรือแยกออกได้ภายหลังซึ่งอาจเกิดปัญหาเส้นไฟแยกทำให้ไม่ครบวงจรทำให้กลายเป็นสินค้าชำรุดหรือหากเส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของสินค้า

แนวทางดำเนินการ : เปลี่ยนวิธีการทำงานโดยเพิ่มปากคีบให้พนักงานใช้จับยึด flying lead ด้วยปากคีบทั้ง 2 ข้าง และจัดทำมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนเชื่อมวงจรไฟฟ้า โดยเพิ่มรายละเอียดเรื่องการจัด flying lead บริเวณหางเส้นไฟให้อยู่ตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องและใช้ในการอบรมพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องก่อนเริ่มปฏิบัติงานผลิตจริง

5.3 HGA พับหาง FOS มาไม่ดี

เมื่อหัวอ่านถูกประกอบเข้ากับแขนของหัวอ่านแล้ว จะต้องผ่านขั้นตอนการพับหางของเส้นไฟลงมาที่ pad บน PCC โดยใช้ปากคีบกดบริเวณขอบด้านบนของ flying lead พับลงมาเป็นมุม หากตำแหน่งมุมพับสูงหรือต่ำไปจะส่งผลต่อการเชื่อมวงจรทำให้ flying lead อยู่ไม่ตรงตำแหน่งกับ pad ที่ PPC

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานวิธีการพับ flying lead โดยกำหนดตำแหน่งการพับ Flying lead ที่เหมาะสมและอธิบายเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้พนักงานเข้าใจ ใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง

6. Arm damage

6.1 การวางชิ้นงานไม่ตรงตำแหน่งก่อนตัวกดตลับลูกปืนทำงาน

ขั้นตอนการประกอบตลับลูกปืนเข้ากับหัวอ่าน พนักงานต้องนำตลับลูกปืนวางลงตำแหน่งที่กำหนดและวางชิ้นงานไว้ด้านบนโดยมีฐานรองรับชุดหัวอ่าน เมื่อตัวกดชุดหัวอ่านเคลื่อนที่ลงมากดชุดหัวอ่าน ฐานรองรับจะเคลื่อนที่ลงตามแรงกดตามระยะที่กำหนด กรณีที่วางชิ้นงานไม่ตรงตำแหน่งมีโอกาสทำให้ชิ้นงานเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งที่กำหนด ชุดหัวอ่านถูกกดผิดตำแหน่งและเกิดรอยชำรุดเสียหายที่แขนของหัวอ่านได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานวิธีทำงานพร้อมข้อควรระวังที่ขั้นตอนการประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดหัวอ่าน อธิบายเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้พนักงานเข้าใจ ใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง

7. Bearing damage

7.5 การวางชิ้นงานไม่ตรงตำแหน่งก่อนตัวกดตลับลูกปืนทำงาน

ขั้นตอนการประกอบตลับลูกปืนเข้ากับหัวอ่าน พนักงานต้องนำตลับลูกปืนวางลงตำแหน่งที่กำหนดและวางชิ้นงานไว้ด้านบนโดยมีฐานรองรับชุดหัวอ่าน เมื่อตัวกดชุดหัวอ่านเคลื่อนที่ลงมากดชุดหัวอ่าน ฐานรองรับจะเคลื่อนที่ลงตามแรงกดตามระยะที่กำหนด กรณีที่วางตลับลูกปืนไม่ตรงตำแหน่งมีโอกาสทำให้ตัวกดชุดหัวอ่านกดโดนตลับลูกปืนส่งผลให้ตลับลูกปืนชำรุดได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำมาตรฐานการทำงานวิธีทำงานพร้อมข้อควรระวังที่ขั้นตอนการประกอบตลับลูกปืนเข้ากับชุดหัวอ่าน อธิบายเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้พนักงานเข้าใจ ใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง

8. Electrical failure

8.1 Spacer key ขอบแหลมคม

ปัจจุบันก่อนที่นำ HSA shuttle และ spacer key เข้าใช้มาในสายการผลิตจะต้องผ่านการตรวจสอบความถูกต้องของขนาดและการปรับตั้งก่อนนำมาใช้งานได้ แต่จากการตรวจสอบชุดแขนหัวอ่านที่พบปัญหาเส้นไฟชำรุดเสียหายพบว่า ชุดแขนของหัวอ่านบางตัวเกิดจากการขูดเสียดสีกับ Spacer key ที่ขั้นตอน

การประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน เมื่อตรวจสอบพบว่า ขอบมุมของ spacer key ของ shuttle ที่พบปัญหามีขอบคมมากกว่า spacer key ของ shuttle ตัวอื่นๆที่ใช้งานอยู่ในสายการผลิต

แนวทางดำเนินการ : เพิ่มการตรวจสอบความคมของของของ spacer key เข้าไปในขั้นตอนการตรวจสอบ shuttle ก่อนนำมาใช้งานในสายการผลิต

8.2 วิธีการจัดเรียงหางเส้นไฟ

เมื่อหัวอ่านถูกประกอบเข้ากับแขนของหัวอ่านแล้ว จะต้องผ่านขั้นตอนการจัดเรียงเส้นไฟเพื่อจัดเรียงเส้นไฟลงร่องแขนของหัวอ่านและพับบริเวณปลายหางของเส้นไฟเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเชื่อมเส้นไฟเข้ากับ PCC pad ที่แขนของหัวอ่าน การจัดเรียงเส้นไฟสามารถทำให้เกิดความเสียหายทางไฟฟ้าได้หากเกิดการเสียดสีที่ตัวชิ้นงานซึ่งมีโอกาสเกิดการส่งถ่ายประจุผ่านหัวอ่านทำให้วงจรไฟฟ้าภายในหัวอ่านเกิดความเสียหายได้

แนวทางดำเนินการ : กำหนดมาตรฐานการทำงานที่ขั้นตอนการจัดเรียงเส้นไฟ โดยกำหนดวิธีการจัดเรียงเส้นไฟที่เหมาะสมและอธิบายเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้พนักงานเข้าใจ ใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง

9. PSA

9.3 วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านที่ไม่เหมาะสม

เนื่องจากในขั้นตอนการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน เป็นการนำหัวอ่านจัดเรียงลงไปที่แขนของหัวอ่านโดยมีตัวจับยึดช่วยในการยึดหัวอ่านให้อยู่ในตำแหน่งที่วางลงไป วิธีการจัดวางหัวอ่านเข้ากับชุดจับยึดหัวอ่านที่ต่างกันจะส่งผลต่อค่า PSA ของชุดหัวอ่านได้

แนวทางดำเนินการ : ออกแบบวิธีการประกอบชุดหัวอ่านที่เหมาะสม กำหนดมาตรฐานการทำงานและข้อควรระวังพร้อมอธิบายเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้พนักงานเข้าใจ และใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง

9.4 ค่า Setting ของตัวจับยึดชิ้นงานเคลื่อนไปจากปกติก่อนกำหนดการบำรุงรักษา

ในขั้นตอนการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน เป็นการนำหัวอ่านจัดเรียงลงไปที่แขนของหัวอ่านโดยมีตัวจับยึดช่วยในการยึดหัวอ่านให้อยู่ในตำแหน่งที่วางลงไป กรณีที่ค่าปรับตั้งที่ชุดจับยึดหัวอ่านเปลี่ยนไป เนื่องจากการใช้งานทำให้ชิ้นส่วนต่างๆขยับหรือหลวมคลอนส่งผลต่อค่า PSA ของชุดหัวอ่านได้

แนวทางดำเนินการ : จัดทำรายงานค่าสมรรถนะปัจจัยตัวแปรต่างๆของชุดจับยึดหัวอ่านแต่ละชุดสำหรับการตรวจติดตาม และสามารถคัดแยกชุดจับยึดหัวอ่านที่ไม่ดีออกเพื่อนำไปดำเนินการแก้ไขได้

9.5 การปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกปืน

เนื่องจากค่า PSA เป็นค่ามุมกดของหัวอ่านที่ระดับแนวความสูงมาตรฐานค่าหนึ่ง หากค่าความสูงของชิ้นงานไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด จะส่งผลต่อค่า PSA ที่ได้ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ดังนั้นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่า PSA ที่วัดได้ส่วนหนึ่งมีผลจากขั้นตอนการประกอบตลับลูกปืนเข้ากับหัวอ่าน

แนวทางดำเนินการ : ออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าการปรับตั้งเครื่องประกอบตลับลูกปืนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ค่า PSA ตามข้อกำหนด

11. Gramload

11.3 วิธีการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่านที่ไม่เหมาะสม

เนื่องจากในขั้นตอนการประกอบหัวอ่านเข้ากับแขนของหัวอ่าน เป็นการนำหัวอ่านจัดเรียงลงไปที่แขนของหัวอ่านโดยมีตัวจับยึดช่วยในการยึดหัวอ่านให้อยู่ในตำแหน่งที่วางลงไป วิธีการจัดวางหัวอ่านเข้ากับชุดจับยึดหัวอ่านที่ต่างกันจะส่งผลต่อค่า Gramload ของชุดหัวอ่านที่อ่านได้

แนวทางดำเนินการ : ออกแบบวิธีการประกอบชุดหัวอ่านที่เหมาะสม กำหนดมาตรฐานการทำงานและข้อควรระวังพร้อมอธิบายเหตุและผลที่จะเกิดขึ้นเพื่อให้พนักงานเข้าใจ และใช้ในการอบรมพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่เพื่อให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง

5.2.2 ผลปรับปรุงคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B

งานวิจัยนี้ได้นำแนวทางดำเนินการที่กำหนดเข้าไปใช้ในกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง B ตามความพร้อมของแต่ละกิจกรรม โดยเริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2552 จากการเก็บข้อมูลผลการปรับปรุงตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2552 – กันยายน 2553 สามารถแสดงผลการปรับปรุงได้ดังต่อไปนี้

5.2.2.1 ข้อมูลคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B

ตารางที่ 5.12 แสดงสมรรถนะของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านหลังดำเนินการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B พบว่า ค่าปัจจัยตัวแปร Gramload, Head alignment (HAL), Pitch Static Attitude (PSA) และ Roll Static Attitude (RSA) มีค่า Cpk $\geq$ 1.00 เมื่อพิจารณาสัดส่วนของปัจจัยตัวแปรที่มีค่า Cpk $\geq$ 1.33 โดยคำนวณจากจำนวนของค่าปัจจัยตัวแปรที่มากกว่า 1.33 ต่อจำนวนของค่าปัจจัยตัวแปรทั้งหมด พบว่า หลังการปรับปรุงคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B สัดส่วนของปัจจัยตัวแปรที่มีค่า Cpk $\geq$ 1.00 ทั้งหมดซึ่งสูงกว่าเป้าหมายที่กำหนด และมีสัดส่วนของปัจจัยตัวแปรที่มีค่าCpk $\geq$ 1.33 มีค่าเท่ากับ 90% (สัดส่วนปัจจัยตัวแปรที่มีค่า Cpk $\geq$ 1.00 ไม่ต่ำกว่า 90%)

ตารางที่ 5.12 สมรรถนะของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B

สมรรถนะของปัจจัยตัวแปร (Cpk)	เดือน														
	ก.ค.2552	ส.ค.2552	ก.ย.2552	ต.ค.2552	พ.ย.2552	ธ.ค.2552	ม.ค.2553	ก.พ.2553	มี.ค.2553	เม.ย.2553	พ.ค.2553	มิ.ย.2553	ก.ค.2553	ส.ค.2553	ก.ย.2553
Gramload															
HAL															
PSA															
RSA															

Cpk มากกว่า1.33 Cpk อยู่ระหว่าง 1.00 -1.33 Cpk ต่ำกว่า 1.00

5.2.2.2 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง B

จากข้อมูลรายการต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ดังภาคผนวก ค ตารางที่ ค-14 ถึงตารางที่ ค-17 นำมาคำนวณต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงโดยแยกตามองค์ประกอบเทียบกับมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป พบว่า ต้นทุนคุณภาพรวมหลังการปรับปรุงมีค่าอยู่ที่ 1.08% ประกอบด้วย ต้นทุนการป้องกัน 0.52% ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ 0..23% และต้นทุนความล้มเหลว 0.33%

สัดส่วนขององค์ประกอบต้นทุนประกอบด้วยต้นทุนการป้องกัน 48% ต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพ 21% และต้นทุนความล้มเหลว 31% ดังตารางที่ 5.13

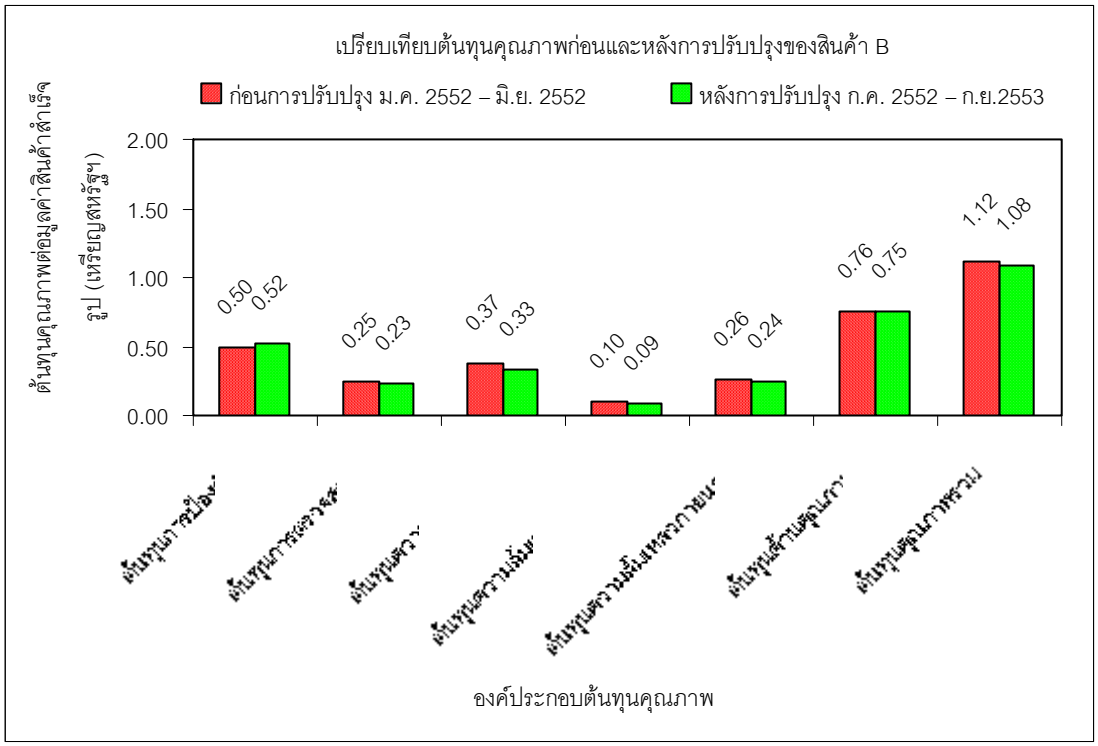
ตารางที่ 5.13 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B

ข้อมูล	สินค้าสำเร็จรูป (ชิ้น)	ต้นทุนคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B					
		ต้นทุนการป้องกัน (%)	ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพ (%)	ต้นทุนความล้มเหลว (%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายใน(%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก(%)	ต้นทุนคุณภาพรวม(%)
ก.ค.2552	313,477	0.67	0.23	0.34	0.08	0.20	1.24
ส.ค.2552	327,400	0.55	0.23	0.35	0.09	0.26	1.13
ก.ย.2552	379,292	0.44	0.23	0.42	0.10	0.32	1.09
ต.ค.2552	365,208	0.57	0.23	0.40	0.10	0.30	1.20
พ.ย.2552	412,188	0.41	0.23	0.38	0.12	0.27	1.02
ธ.ค.2552	375,800	0.56	0.23	0.33	0.06	0.27	1.12
ม.ค.2553	398,640	0.41	0.22	0.30	0.09	0.21	0.94
ก.พ.2553	374,087	0.43	0.23	0.32	0.08	0.23	0.97
มี.ค.2553	352,315	0.44	0.23	0.37	0.09	0.27	1.03
เม.ย.2553	282,856	0.50	0.23	0.37	0.09	0.29	1.10
พ.ค.2553	268,330	0.54	0.23	0.31	0.08	0.23	1.08
มิ.ย.2553	262,521	0.69	0.22	0.27	0.07	0.20	1.18

ตารางที่ 5.13 ข้อมูลต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B (ต่อ)

ข้อมูล	สินค้าสำเร็จรูป (ชิ้น)	ต้นทุนคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปของสินค้าตัวอย่าง A					
		ต้นทุนการป้องกัน (%)	ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพ (%)	ต้นทุนความล้มเหลว (%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายใน(%)	ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก(%)	ต้นทุนคุณภาพรวม(%)
ก.ค.2553	211,342	0.61	0.23	0.27	0.07	0.20	1.11
ส.ค. 2553	469,258	0.57	0.22	0.23	0.08	0.15	1.03
ก.ย. 2553	489,150	0.63	0.22	0.21	0.07	0.14	1.07
ต้นทุนคุณภาพ		0.52	0.23	0.33	0.09	0.24	1.08
สัดส่วนต้นทุนคุณภาพ		48	21	31			100

เมื่อพิจารณาต้นทุนคุณภาพเทียบระหว่างก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงแยกตามองค์ประกอบ ดังรูปที่ 5.22 สามารถอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 5.22 ต้นทุนคุณภาพก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B

● ต้นทุนคุณภาพรวมของการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง B ลดลงจาก 1.11% เหลือ 1.08% ลดลงจากเดิม 2.70%

● ต้นทุนการป้องกันของการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง B ต้นทุนด้านการป้องกันเพิ่มขึ้นจาก 0.50% เป็น 0.52% เพิ่มขึ้นจากเดิม 4% ซึ่งพบว่า ค่าที่ได้แตกต่างจากก่อนการปรับปรุงเพียงเล็กน้อยเนื่องจากกิจกรรมที่เพิ่มเติมเข้าไป เช่น การทบทวนและกำหนดวิธีการปฏิบัติการดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบสินค้านั้นๆและไม่มีการลงทุนเครื่องมือหรือเครื่องจักรใหม่ จึงไม่กระทบต่อต้นทุนคุณภาพที่เกิดขึ้นมากนัก

● ต้นทุนด้านการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพของการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง B หลังการปรับปรุง ลดลงจาก 0.25% เหลือ 0.23% ลดลงจากเดิม 8% ซึ่งพบว่า ค่าที่ได้แตกต่างจากก่อนการปรับปรุง เนื่องจากกิจกรรมที่เพิ่มเติมเข้าไป เช่น การจัดทำรายการค่าปัจจัยตัวแปรที่ได้จาก HSA shuttle ใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต ดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบสินค้านั้นๆและไม่มีการลงทุนเครื่องมือหรือเครื่องจักรใหม่ จึงไม่กระทบต่อต้นทุนคุณภาพมากนัก

● ต้นทุนความล้มเหลวของการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง B หลังการปรับปรุงลดลงจาก 0.37% เหลือ 0.33% ลดลงจากเดิม 10.81% โดยต้นทุนความล้มเหลวภายในลดลงจากเดิม 0.10% เหลือ 0.09% ลดลงจากเดิม 10% และต้นทุนความล้มเหลวภายนอกลดลงจากเดิม 0.26% เหลือ 0.24% ลดลงจากเดิม 7.69% เนื่องจากต้นทุนความล้มเหลวที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ เป็นผลมาจากข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเนื่องจากวิธีการปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสม หลังจากที่มีการทบทวนและกำหนดวิธีการทำงานที่ถูกต้องชัดเจน ช่วยให้พนักงานเกิดความเข้าใจและตระหนักถึงข้อควรระวังช่วยให้ต้นทุนที่เกิดขึ้นลดลงไปอย่างเห็นได้ชัด

5.2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต้นทุนคุณภาพ

เมื่อนำข้อมูลต้นทุนคุณภาพ ดังตารางที่ 5.13 มาหาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนความล้มเหลวกับต้นทุนการป้องกันและต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพ เพื่อพิจารณาว่า ต้นทุนการป้องกัน และต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพ มีผลต่อต้นทุนความล้มเหลวที่เกิดขึ้นอย่างไร ด้วยวิธีการวิเคราะห์สมการถดถอย โดยกำหนดให้ต้นทุนการป้องกันและต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพเป็นตัวแปรอิสระ และให้ต้นทุนความล้มเหลวเป็นตัวแปรตาม โดยผลการวิเคราะห์แสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 5.14 ผลการวิเคราะห์การถดถอยสำหรับตัวแปรอิสระ PC, AC และตัวแปรตาม FC หลังการปรับปรุงของกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านของสินค้า B

Term	Estimate	Std Error	t Ratio	P-value
Intercept	-1.5323	0.5575	-2.75	0.0177
PC	-0.2130	0.1160	-1.84	0.0913
AC	8.6693	2.3643	3.67	0.0032

RMSE 0.0389, R^2 64.76%, R^2_{Adj} 58.89%, Durbin-Watson Statistic 1.87

จากตารางที่ 5.14 ปัจจัยที่มีผลต่อทุนความล้มเหลวสำหรับสินค้าตัวอย่าง B ได้แก่ ต้นทุนการป้องกันและต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและการประเมินผลคุณภาพ ซึ่งมีค่า P-value น้อยกว่า 0.05 ดังนั้นจึงอธิบายได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนความล้มเหลวของสินค้าตัวอย่าง B ได้แก่ ต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและการประเมินคุณภาพ ซึ่งสามารถนำมาสร้างสมการความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ (5.10)

$$FC = -1.5323 + 8.6693AC \qquad (5.10)$$

โดย FC คือ % ต้นทุนความบกพร่องด้านคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป

AC คือ % ต้นทุนการตรวจสอบ การวัด และการประเมินคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป

แต่อย่างไรก็ดีเมื่อพิจารณาค่า R^2_{Adj} ที่ได้มีค่าเท่ากับ 56% ค่าที่ได้ ไม่สามารถนำสมการที่ได้จากการวิเคราะห์สมการถดถอยดังกล่าว มาใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและการประเมินคุณภาพ และต้นทุนการป้องกันที่มีผลต่อต้นทุนความล้มเหลวภายหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A นี้ได้ซึ่งอาจเป็นผลจากจำนวนชุดข้อมูลที่มีอยู่อย่างจำกัด

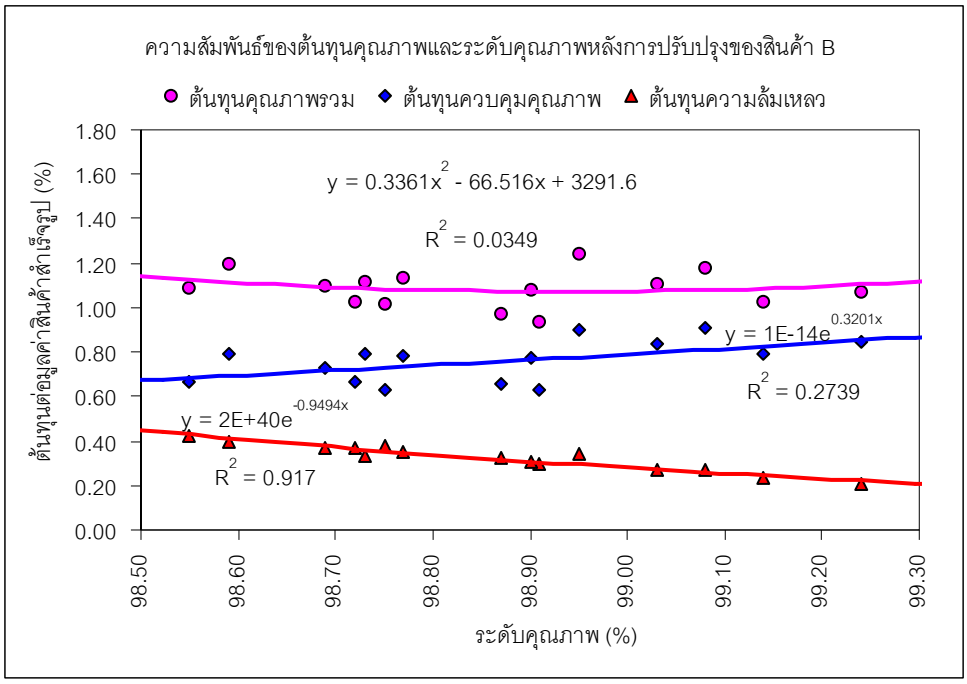
5.2.2.4 รูปแบบทางเศรษฐศาสตร์ของต้นทุนคุณภาพ

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคุณภาพกับระดับคุณภาพ (Quality of Conformance) โดยสร้างกราฟความสัมพันธ์ ซึ่งประกอบด้วย กราฟความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคุณภาพรวม (TCOQ) ของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านกับระดับคุณภาพ, กราฟความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนความล้มเหลว (FC) กับระดับคุณภาพ และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนควบคุมคุณภาพ (Cost of Quality Control: CQC) ที่ได้จากผลรวมระหว่างต้นทุนการป้องกันและต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพกับระดับคุณภาพ โดยระดับคุณภาพของกระบวนการผลิตคำนวณจากเปอร์เซ็นต์ของจำนวนสินค้าที่ผลิตได้ตามคุณภาพที่กำหนดเทียบกับจำนวนสินค้าที่ผลิตทั้งหมดดังแสดงในสมการที่ (5.2)

ตารางที่ 5.15 ต้นทุนคุณภาพและระดับคุณภาพของการประกอบชุดหัวอ่านหลังปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B

ข้อมูล	ระดับคุณภาพ (%)	ต้นทุนคุณภาพรวม TCOQ (%)	ต้นทุนความล้มเหลว FC (%)	ต้นทุนควบคุมคุณภาพ PC+AC (%)
ก.ค.2552	98.95	1.24	0.34	0.9
ส.ค.2552	98.77	1.13	0.35	0.78
ก.ย.2552	98.55	1.09	0.42	0.67
ต.ค.2552	98.59	1.20	0.40	0.79
พ.ย.2552	98.75	1.02	0.38	0.63
ธ.ค.2552	98.73	1.12	0.33	0.79
ม.ค.2553	98.91	0.94	0.30	0.63
ก.พ.2553	98.87	0.97	0.32	0.66
มี.ค.2553	98.72	1.03	0.37	0.67
เม.ย.2553	98.69	1.10	0.37	0.73
พ.ค.2553	98.90	1.08	0.31	0.77
มิ.ย.2553	99.08	1.18	0.27	0.91
ก.ค.2553	99.03	1.11	0.27	0.84
ส.ค.2553	99.14	1.03	0.23	0.79
ก.ย.2553	99.24	1.07	0.21	0.85

เมื่อนำข้อมูลต้นทุนคุณภาพและระดับคุณภาพหลังการปรับปรุงมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ต่างๆ ดังรูปที่ 5.23 พบว่า ค่า R^2 ที่ได้จากสมการของกราฟความสัมพันธ์จากชุดข้อมูลที่ได้ระหว่างการดำเนินงายวิจัยยังมีค่าต่ำ ซึ่งไม่สามารถสมการความสัมพันธ์ที่ได้ไปใช้ในการประเมินต้นทุนคุณภาพรวม, ต้นทุนควบคุมคุณภาพและต้นทุนความล้มเหลวที่ระดับคุณภาพต่างๆได้



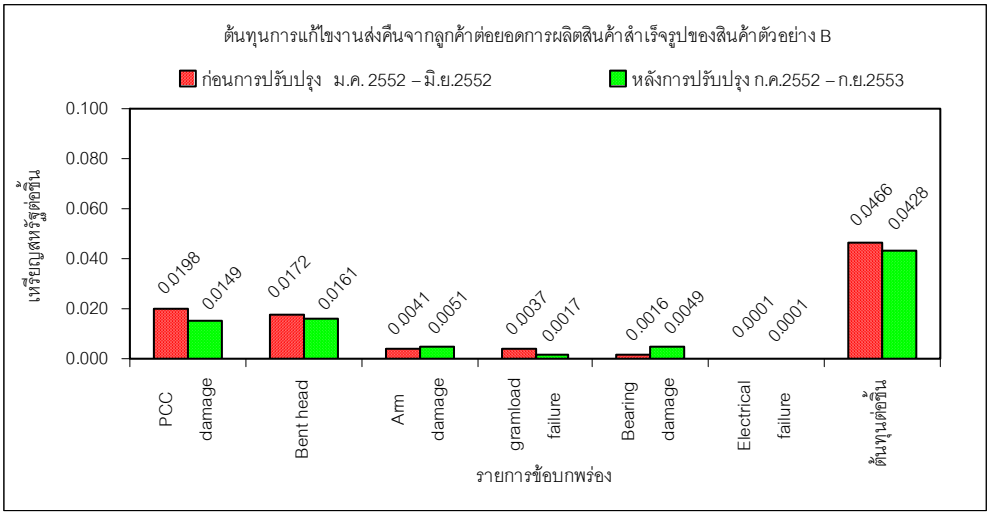
รูปที่ 5.23 ความสัมพันธ์ของระดับต้นทุนคุณภาพและระดับคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B

5.2.2.5 ข้อมูลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

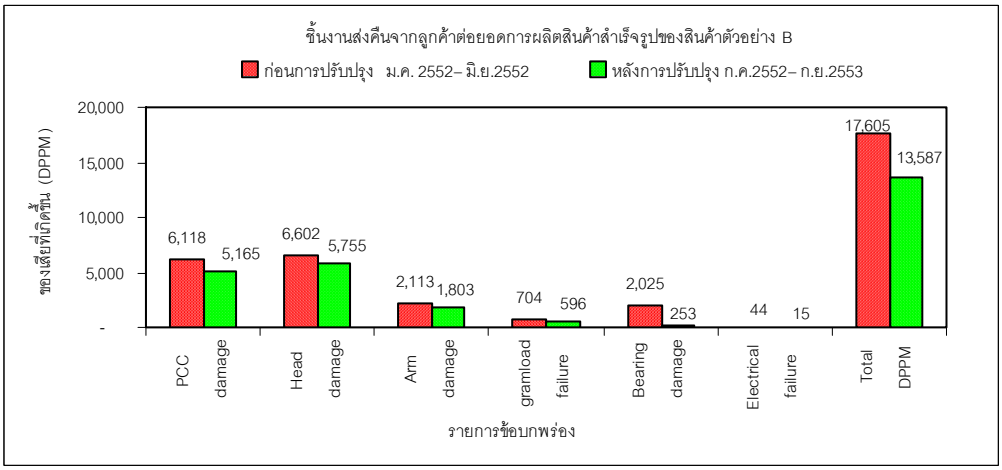
เนื่องจากยอดการผลิตและระยะเวลาในการเก็บข้อมูลอช่วงก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงไม่เท่ากันหากรายงานเป็นต้นทุนรวมจะไม่สามารถแสดงให้ทราบถึงผลการปรับปรุงที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงนำเสนอผลการปรับปรุงออกมาในรูปของต้นทุนที่เกิดขึ้นเทียบกับจำนวนชิ้นงานสินค้าสำเร็จรูปที่ผลิตได้และ DPPM ของของเสียที่เกิดขึ้น

F204 ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้า

จากการปรับปรุงคุณภาพตามแนวทางดำเนินการที่กำหนดพบว่า ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าหลังการปรับปรุงลดลงจาก 0.0466 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น เหลือ 0.0428 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้นคิดเป็น 8.17% ต้นทุนการแก้ไขงานบกพร่องที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าที่เกิดจากปัญหา PCC damaged ลดลงจาก 0.0198 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น เหลือ 0.0149 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าที่เกิดจากปัญหา Bent head ลดลงจาก 0.0172 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น เหลือ 0.01605 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 5.24 โดยหลังการปรับปรุงปริมาณข้อบกพร่องลดลงจาก 17,605 DPPM เหลือ 13,587 DPPM ลดลงจากเดิมเท่ากับ 4,018 DPPM หรือคิดเป็น 22.82% ดังรูปที่ 5.25



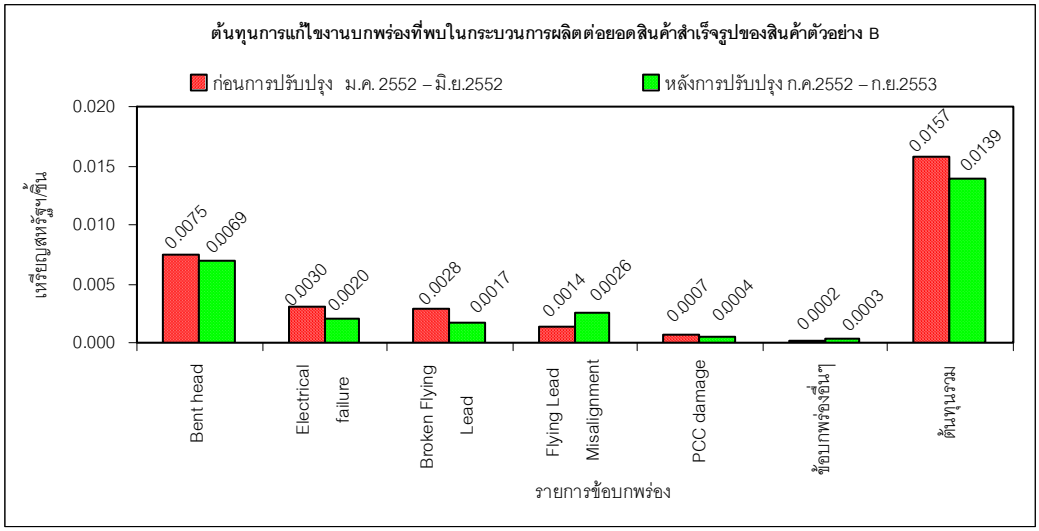
รูปที่ 5.24 ต้นทุนการแก้ไขงานที่ส่งคืนจากลูกค้าก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B



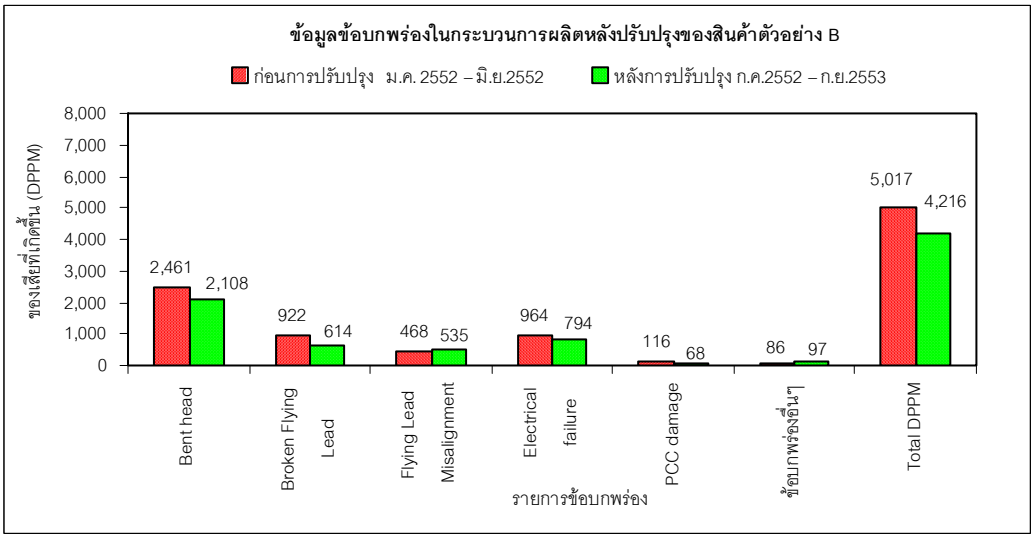
รูปที่ 5.25 ข้อมูลข้อบกพร่องของงานที่ส่งคืนจากลูกค้าก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B

F102 ต้นทุนการแก้ไขงานชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิต

จากการปรับปรุงคุณภาพตามแนวทางดำเนินการที่กำหนด พบว่า ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงลดลงจาก 0.0157 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น เหลือ 0.0139 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้นคิดเป็น 24.54% ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตที่เกิดจากปัญหา head bent ลดลงจาก 0.007 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น เหลือ 0.0053 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น ต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตที่เกิดจากปัญหา Broken flying lead ลดลงจาก 0.0011 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น เหลือ 0.0005 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น และต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบในกระบวนการผลิตที่เกิดจากปัญหาอื่นๆ ลดลงจาก 0.0017 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น เหลือ 0.0001 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 5.26 เมื่อพิจารณาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พบว่า หลังการปรับปรุงปริมาณข้อบกพร่องลดลงจาก 5,061 DPPM เหลือ 3,936 DPPM ลดลงจากเดิมเท่ากับ 1,125 DPPM หรือคิดเป็น 22.23% ดังรูปที่ 5.27



รูปที่ 5.26 ต้นทุนการแก้ไขข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B



รูปที่ 5.27 ข้อมูลข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B

A203 ต้นทุนการทดสอบชิ้นงานเพิ่มเติมเมื่อผลการทดสอบเชิงสถิติออกนอกเส้นควบคุม

หลังจากที่มีการดำเนินการปรับปรุงปัจจัยนำเข้าที่มีผลต่อค่า PSA, RSAและค่า Gramload แล้วพบว่า ค่าสมรรถนะปัจจัยตัวแปรมีค่ามากกว่า 1.33 ติดต่อกัน 4 สัปดาห์ และเป็นไปตามเงื่อนไขคุณภาพของโรงงานกรณีศึกษาดังนั้นจึงสามารถ เปลี่ยนวิธีการควบคุมระบวนการ จากการทดสอบค่าปัจจัยตัวแปรของชุดหัวอ่านเต็มกำลังเครื่องทดสอบเป็นการควบคุมโดยกระบวนการเชิงสถิติ ทำให้ต้นทุนการทดสอบชิ้นงานมีค่าลดลงแสดงดังตารางที่ 5.16

ตารางที่ 5.16 เปรียบเทียบต้นทุนการทดสอบค่าปัจจัยตัวแปรของสินค้าตัวอย่าง B

การทดสอบ	ต้นทุนการทดสอบต่องานสำเร็จรูป ($)	
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
Gramload	0.0103	0.0004
PSA/RSA/HAL	0.0194	0.0020

5.2.3 การนำเสนอทางเลือกเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพของสินค้า B

การนำเสนอทางเลือกเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพของสินค้า B ของรายการต้นทุนคุณภาพ A202 ต้นทุนการการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า ดังนี้

A202 ต้นทุนการการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า

เนื่องจากสายการผลิตเป็นการผลิตแบบต่อเนื่อง มีการทดสอบค่าทางไฟฟ้าในสายการผลิตนั้นๆ โดยพนักงานระดับปฏิบัติการเป็นผู้ดำเนินการ ชิ้นงานถูกส่งต่อจากขั้นตอนการทำงานก่อนหน้าโดยใสถาดชิ้นงานถาดละ 15 ชิ้นซ้อนกัน 4 ถาด สำหรับการกำหนดแนวทางเลือกในการสุ่มตรวจสอบควรเลือกวิธีการที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งวิธีการสุ่มตรวจสอบแบบ CSP-1 ที่โรงงานกรณีศึกษามีการนำไปใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นวิธีที่เหมาะสม ขั้นต่อไปคือ พิจารณาต้นทุนคุณภาพสำหรับจำนวนการสุ่มตรวจสอบโดยในการพิจารณามีการกำหนดเงื่อนไข ต่างๆดังนี้

1. กำหนดระดับ AOQL = 0.65% และสัดส่วนของเสียของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 0.01
2. เพื่อให้การกำหนดแนวทางการสุ่มตรวจสอบสามารถเข้าใจได้ง่าย จะอ้างอิงแผนการสุ่มตรวจสอบจากตารางค่า i ของ CSP-1 จำนวนการผลิต 10,300 ชิ้นต่อสายการผลิตต่อวัน อักษรรหัสที่ใช้ได้ คือ A- I
3. แต่ละสายการผลิตมีเครื่องทดสอบค่าทางไฟฟ้า 2 เครื่องต่อสายการผลิตซึ่งสามารถรองรับปริมาณการทดสอบสินค้าที่ระดับคุณภาพปัจจุบันได้ กำหนดให้ค่าใช้จ่ายแปรผันสำหรับการทดสอบค่าทางไฟฟ้าเท่ากับ 0.003 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้น และให้ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขชิ้นงานบกพร่องที่พบเท่ากับ 3.02 เหรียญสหรัฐฯต่อชิ้นสำหรับการคำนวณค่าใช้จ่าย

จากนั้นทำการคำนวณค่า AFI, AOQ และต้นทุนการแก้ไขชิ้นงานจากสมการที่ (5.1) ถึงตารางที่ (5.7) ซึ่งผลการคำนวณแสดงได้ดังตารางที่ 5.17 แสดงต้นทุนการทดสอบค่าทางไฟฟ้าแต่ละทางเลือกของ สินค้าตัวอย่าง B จากยอดการผลิตเฉลี่ยที่ 318,222 ชิ้นต่อเดือน โดยคำนวณที่ระดับ AQL=0.53% และ 0.79% จาตารางพบว่า การสุ่มตรวจสอบที่ระดับ AQL = 0.53% มีค่า %AOQ ที่ได้ต่ำกว่าที่กำหนดในทุกๆแผนการสุ่ม ส่วนการสุ่มตรวจสอบที่ระดับ AQL = 0.79% พบว่า ระดับ %AOQ สามารถเลือกวิธีสุ่มตรวจสอบที่ f มากที่สุด คือ 1/5 และจากการคำนวณพบว่า เมื่อระดับการสุ่มมีสัดส่วนที่สูงขึ้น ชิ้นงานที่ถูกนำมาตรวจสอบมีจำนวนลดลง ช่วยให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการทดสอบในส่วนของต้นทุนผันแปรที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นในการกำหนดแนวทางการสุ่มตัวอย่างโรงงานกรณีศึกษาสามารถ พิจารณาระดับคุณภาพผ่านออก ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นและความสะดวกในการทำงานของพนักงานเพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้

ตารางที่ 5.17 ต้นทุนการทดสอบค่าทางไฟฟ้าแต่ละทางเลือกของสินค้าตัวอย่าง B

AQL	*i*	*f*	*AFI*	*AOQ*	ชิ้นงานที่ทดสอบ (ชิ้น)	ชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิต (ชิ้น)	ชิ้นงานบกพร่องที่รวมในสินค้าสำเร็จรูป(ชิ้น)	ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ (เหรียญสหรัฐฯ)	ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขงานบกพร่อง (เหรียญสหรัฐฯ)	ค่าใช้จ่ายรวม (เหรียญสหรัฐฯ)	ค่าใช้จ่ายรวมต่อชิ้นงานสำเร็จรูป (เหรียญสหรัฐฯ/ชิ้น)
0.53%	113	1/4	51%	0.49%	162,060	1,620.60	1,561.62	486.18	9,610.30	10,096.49	0.0015
	135	1/5	49%	0.51%	156,764	1,567.64	1,614.58	470.29	9,610.30	10,080.60	0.0015
	168	1/7	47%	0.53%	150,900	1,509.00	1,673.22	452.70	9,610.30	10,063.00	0.0014
	207	1/10	47%	0.53%	149,829	1,498.29	1,683.93	449.49	9,610.30	10,059.79	0.0014
	255	1/15	48%	0.52%	153,050	1,530.50	1,651.72	459.15	9,610.30	10,069.45	0.0014
	315	1/25	50%	0.50%	158,141	1,581.41	1,600.81	474.42	9,610.30	10,084.73	0.0015
0.79%	76	1/4	42%	0.58%	132,723	1,327.23	1,854.99	398.17	9,610.30	10,008.47	0.0013
	91	1/5	38%	0.62%	122,264	1,222.64	1,959.58	366.79	9,610.30	9,977.10	0.0012
	113	1/7	34%	0.66%	108,712	1,087.12	2,095.10	326.14	9,610.30	9,936.44	0.0010
	138	1/10	31%	0.69%	97,959	979.59	2,202.63	293.88	9,610.30	9,904.18	0.0009
	170	1/15	28%	0.72%	90,001	900.01	2,282.21	270.00	9,610.30	9,880.31	0.0008
	210	1/25	26%	0.74%	81,427	814.27	2,367.95	244.28	9,610.30	9,854.59	0.0008

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

บทนี้จะกล่าวถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการวัดต้นทุนคุณภาพกับการประกอบชุดหัวอ่านและผลจากการปรับปรุงกระบวนการ พร้อมทั้งกล่าวถึงข้อจำกัดในการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะสำหรับการดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับต้นทุนคุณภาพและการลดต้นทุนคุณภาพในอนาคต

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 การประยุกต์ใช้ต้นทุนคุณภาพกับกระบวนการประกอบชุดหัวอ่าน

ในการประยุกต์ใช้เทคนิคการวัดต้นทุนคุณภาพกับกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ผู้วิจัยได้ศึกษากับสินค้าที่มียอดการผลิตสูงมีอัตราผลผลิตและระดับคุณภาพแตกต่างกัน ได้แก่ สินค้าตัวอย่าง A ซึ่งเป็นสินค้าที่มีอัตราผลผลิตและคุณภาพได้ตามเป้าหมาย และสินค้าตัวอย่าง B ซึ่งเป็นสินค้าที่มีอัตราผลผลิตและคุณภาพของกระบวนการต่ำกว่าเป้าหมาย งานวิจัยเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีทำความเข้าใจเกี่ยวกับต้นทุนคุณภาพและการสำรวจผลงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงนำหลักการต่างๆที่ได้มาประยุกต์ใช้กับกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1) การศึกษากระบวนการประกอบชุดหัวอ่าน เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพ

2) กำหนดปัจจัยที่จะนำมาคำนวณต้นทุนคุณภาพรวมของการประกอบชุดหัวอ่านซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนด้านการป้องกัน ต้นทุนด้านการตรวจสอบ การวัดและการประเมินคุณภาพและ ต้นทุนความล้มเหลวรวมถึงแนวทางการคำนวณต้นทุนของรายการต้นทุนที่กำหนด

3) การเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพและข้อมูลต้นทุนคุณภาพ การคำนวณต้นทุนคุณภาพของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านปัจจุบันของสินค้าตัวอย่าง

6.1.2 การลดต้นทุนคุณภาพของของสินค้าตัวอย่าง

การลดต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A มีการดำเนินงานแบ่งเป็นขั้นตอนหลักๆได้ดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนคุณภาพเพื่อคัดเลือกปัญหา ได้จากการจัดลำดับความสำคัญของรายการต้นทุนคุณภาพตามผลกระทบที่มีต่อต้นทุนคุณภาพโดยรวม ซึ่งพบว่า รายการต้นทุนด้านการป้องกันมีผลกระทบต่อต้นทุนคุณภาพรวมมากที่สุด ดังนั้นจึงได้ระดมความเห็นร่วมกันของทีมงานเพื่อสรุปรายการต้นทุนคุณภาพเพื่อนำไปดำเนินการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุง ซึ่งได้เลือกดำเนินการรายการต้นทุนที่เกิดจากปัญหาข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตและการแก้ไขสินค้าที่ถูกส่งคืนโดยจำแนกย่อยเป็นรายการข้อบกพร่องที่พบ

2) การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ผังก้างปลาร่วมกับการวิเคราะห์สาเหตุและผลกระบทเพื่อหาค่าความเสี่ยงชี้นำสำหรับคัดกรองรายการสาเหตุที่สำคัญมาดำเนินการ

3) การดำเนินการปรับปรุงได้จากการหาแนวทางดำเนินการเพื่อลดโอกาสในการเกิดปัญหาและเพิ่มความสามารถในการตรวจจับปัญหาที่จะเกิดขึ้น

4) จากนั้นดำเนินการการเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพต้นทุนคุณภาพและคำนวณต้นทุนคุณภาพของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านหลังการดำเนินการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A และสินค้าตัวอย่าง B

6.1.3 ผลการปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนคุณภาพของของสินค้าตัวอย่าง

จากการประยุกต์ใช้เทคนิคการวัดต้นทุนคุณภาพกับสินค้าตัวอย่าง A และสินค้าตัวอย่าง B และการดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนคุณภาพโดยรวม สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1) สินค้าตัวอย่าง A

- สมรรถนะของกระบวนการ จากค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆที่สำคัญของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านซึ่งมีเป้าหมายค่าสมรรถนะของกระบวนการสูงกว่า 1.33 หลังการปรับปรุงกระบวนการพบว่า สัดส่วนของค่าสมรรถนะที่มีค่ามากกว่า 1.00 ได้ตามเป้าหมายเท่ากับ 91.67% เทียบกับก่อนปรับปรุง 72.91%
- ต้นทุนคุณภาพรวมของการผลิตชุดหัวอ่าน A หลังการปรับปรุงสามารถลดลงได้ 8.84% จากเดิมมีค่าเท่ากับ 1.47% ของมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป ลดลงเหลือ 1.34%ของมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป
- ต้นทุนการป้องกันของการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่าง A มีค่าเท่ากับ 0.74% ไม่มีความแตกต่าง ซึ่งพบว่า เป็นผลเนื่องจากกิจกรรมที่เพิ่มเติมเข้าไป เช่น การทบทวนและกำหนดวิธีการปฏิบัติการดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบสินค้านั้นๆและไม่มีการลงทุนเครื่องมือหรือเครื่องจักรใหม่ จึงไม่กระทบต่อต้นทุนคุณภาพที่เกิดขึ้น
- ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพภายหลังการปรับปรุงมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 3.13% โดยก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.32%ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูป ภายหลังการปรับปรุงมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 0.33% ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูป
- ต้นทุนความล้มเหลวภายหลังการปรับปรุงสามารถลดลงได้ 34.15% ซึ่งก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.41% ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูป หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 0.27% ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูป โดยต้นทุนความล้มเหลวภายนอกลดลง จากเดิมมีค่าเท่ากับ 0.25%ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูปลดลง เหลือ 0.16%ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูปลดลงได้ 36% และต้นทุนความล้มเหลวภายในลดลง จากเดิมมีค่าเท่ากับ 0.18%ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูปลดลง เหลือ 0.11%ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูป ลดลงได้ 38.89%

2) สินค้าตัวอย่าง B

- สมรรถนะของกระบวนการ จากค่าปัจจัยตัวแปรต่างๆที่สำคัญของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านซึ่งมีเป้าหมายค่าสมรรถนะของกระบวนการสูงกว่า 1.33 หลังการปรับปรุงกระบวนการพบว่า สัดส่วนของค่าสมรรถนะได้ตามเป้าหมายเท่ากับ 90% เทียบกับก่อนปรับปรุง 20.83%
- ต้นทุนคุณภาพรวมของการผลิตชุดหัวอ่าน B หลังการปรับปรุงสามารถลดลงได้ 3.57% จากเดิมมีค่าเท่ากับ 1.12% ของมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป ลดลงเหลือ 1.08%ของมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป
- ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกัน เพิ่มขึ้นเท่ากับ 4.00% จากเดิมที่มีต้นทุนด้านการป้องกันเท่ากับ 0.50% ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูป ภายหลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็น 0.52%

- ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพภายหลังการปรับปรุงมีค่าลดลงจากเดิม 8.004% โดยก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.25% ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูป ภายหลังการปรับปรุงมีค่าลดลงเป็น 0.23% ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูป
- ต้นทุนความล้มเหลวภายหลังการปรับปรุงสามารถลดลงได้เท่ากับ 10.81% ซึ่งก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.37% ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูป หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 0.33% ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูป โดยต้นทุนความล้มเหลวภายนอกลดลง จากเดิมมีค่าเท่ากับ 0.26%ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูปลดลง เหลือ 0.24% ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูป และต้นทุนความล้มเหลวภายในลดลง จากเดิมมีค่าเท่ากับ 0.10%ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูปลดลง เหลือ 0.09%ของมูลค้าสินค้าสำเร็จรูป

6.2 ข้อจำกัดและอุปสรรคของงานวิจัย

การวัดต้นทุนคุณภาพรวมของการประกอบชุดหัวอ่านที่ได้จากงานวิจัยนี้ ได้จากการพิจารณาตามกระบวนการผลิตของสินค้าตัวอย่างที่เลือกมาดำเนินการเท่านั้น ซึ่งรายการต้นทุนคุณภาพที่นำมาพิจารณานี้ได้คัดเลือกรายการต้นทุนในส่วนที่สามารถเจาะจงกับสินค้าแต่ละชนิดได้อย่างชัดเจน เนื่องจากยังมีรายการต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของการประกอบหัวอ่านบางส่วนที่เกี่ยวข้องกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านของทุกสินค้าที่มีอยู่ทั้งหมด ซึ่งยังไม่สามารถจำแนกเข้ามาในสินค้าตัวอย่างที่เลือกได้อย่างชัดเจนนักเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านทรัพยากรบุคคลและระบบข้อมูล

แนวทางการดำเนินการปรับปรุงเพื่อการลดต้นทุนคุณภาพรวมสำหรับงายวิจัยนี้ ได้จำกัดอยู่ในส่วนของต้นทุนด้านความล้มเหลวและต้นทุนการตรวจสอบซึ่งเป็นรายการต้นทุนที่มีสัดส่วนเป็นอันดับที่สองและอันดับที่สามรองจากต้นทุนด้านการป้องกันเนื่องจากเป็นการดำเนินการที่สามารถทำได้ทันทีและไม่มีผลต่อคุณภาพหรือการจัดการที่เกี่ยวกับกับสินค้าชนิดอื่นๆ

เนื่องจากงานวิจัยนี้ ได้จัดเก็บข้อมูลของสินค้า 2 ชนิดและแยกพิจารณา โดยแบ่งออกเป็นสินค้าตัวอย่าง A ซึ่งมีของเสียน้อยและสินค้าตัวอย่าง B ซึ่งมีของเสียมาก โดยอ้างอิงจากอัตราผลผลิตและสมรรถนะของกระบวนการที่ได้ และคาดหมายว่า จะสามารถดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนคุณภาพรวมของสินค้าตัวอย่าง B ได้มาก หลังจากดำเนินงานวิจัยแล้วพบว่า สามารถลดต้นทุนคุณภาพรวมของสินค้า B ได้เพียงเล็กน้อย เนื่องจากมีปัจจัยด้านลักษณะเฉพาะของสินค้าที่เลือกทำให้ผลที่ได้ไม่เด่นชัดนัก สำหรับแนวทางการเลือกสินค้าเพื่อศึกษาต้นทุนคุณภาพ ผู้วิจัยอาจจัดแบ่งชุดข้อมูลตามรูปแบบของสินค้าเพื่อสามารถนำผลจากการศึกษาไปประยุกต์ใช้ประเมินต้นทุนคุณภาพได้อย่างแม่นยำ

สำหรับการประยุกต์ใช้รายการต้นทุนคุณภาพกับชุดหัวอ่านที่มีกระบวนการประกอบที่แตกต่างออกไปหรือการนำไปใช้กับสินค้าในประเภทอื่นๆ ควรมีการพิจารณารายการต้นทุนคุณภาพที่ครอบคลุมสำหรับสินค้าประเภทนั้นๆ เพื่อให้สามารถคำนวณต้นทุนคุณภาพที่เกิดขึ้นจริงได้อย่างถูกต้องแม่นยำและสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกรายการปัญหาเพื่อการดำเนินการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

6.3 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานวิจัยในโรงงานกรณีศึกษา ได้พบข้อจำกัดและปัญหาต่างๆในการดำเนินโครงการ เพื่อให้การวัดต้นทุนคุณภาพของกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านมีความชัดเจนและการดำเนินการปรับปรุงลดต้นทุนคุณภาพโดยรวมสามรถดำเนินการได้ผลดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้สรุปเป็นข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1) สำหรับแนวทางการเลือกสินค้าเพื่อศึกษาต้นทุนคุณภาพ ผู้วิจัยอาจจัดแบ่งชุดข้อมูลตามรูปแบบของสินค้าเพื่อสามารถนำผลจากการศึกษาไปประยุกต์ใช้ประเมินต้นทุนคุณภาพได้อย่างแม่นยำ

2) การเก็บข้อมูลต้นทุนคุณภาพของสินค้าแต่ละชนิด ควรเริ่มดำเนินการตั้งแต่ช่วงแรกๆของการผลิตสินค้าเพื่อให้ข้อมูลต้นทุนคุณภาพที่ได้มีความครอบคลุมมากขึ้น ซึ่งจะทำให้สามารถนำสมการที่ได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับคุณภาพและต้นทุนคุณภาพมาใช้ในการประเมินต้นทุนคุณภาพได้แม่นยำมากขึ้น

3) ควรมีการทบทวนลักษณะของข้อบกพร่องของสินค้าส่งคืนและสินค้าที่เป็นข้อบกพร่องที่เกิดจากลูกค้าออกจากกันอย่างชัดเจน เนื่องจากอาจจะส่งผลต่อการคำนวณต้นทุนคุณภาพที่เกิดขึ้น

4) เนื่องจากกระบวนการประกอบชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่างเป็นสายการประกอบโดยใช้พนักงานเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นควรระบุวิธีการทำงานรวมถึงการกำหนดข้อควรระวังต่างๆที่ชัดเจน จะทำให้พนักงานเกิดความเข้าใจและมีความระมัดระวังในการทำงานมากขึ้น

5) การกำหนดแนวทางการจัดการเพื่อลดข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับสินค้า ควรมีการนำเทคนิคป้องกันความผิดพลาดเข้ามาใช้ในสายการผลิตหรือการระดมสมองร่วมกันเพื่อหาแนวทางการดำเนินการที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้ค่าความเสี่ยงชี้นำมีค่าเป็นศูนย์หรือมีค่าเข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด

6) การพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ในการรวบรวมข้อมูลคุณภาพและข้อมูลต้นทุนคุณภาพเพื่อให้สามารถแสดงรายงานต้นทุนคุณภาพที่มีความถูกต้องและแม่นยำ ช่วยให้การจัดทำรายงานต้นทุนในรูปแบบต่างๆทำได้ง่ายขึ้นและสามารถเลือกดึงข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็วขึ้น

รายการอ้างอิง

[1] Komo, M. A history of storage cost. [Online]. 2010. available from : http://www.mkomo.com/cost-per-gigabyte [2010,December 10]

[2] Uyar, A. An exploratory study on quality costs in Turkish manufacturing companies. International Journal of Quality & Reliability Management 25 (2008): 604-620.

[3] Schiffauerova, A., and Thomson, V. A review of research on cost of quality models and best practices. International Journal of Quality & Reliability Management 23 (2006): 647-669.

[4] British Standards Institute. BS 6143: Parts2. Guide to the economics of quality. U.K.: British Standards Institute, 1990.

[5] Sandoval-Chavez, D.A., and Beruvides, M.G. Using opportunity costs to determine the cost of quality: A case study in a continuous-process industry. The Engineering Economist 43 (1998): 107-124.

[6] ณัฐกา โยคะกุล. การหาจุดเหมาะสมด้านต้นทุนคุณภาพสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก:กรณีศึกษาอุตสากกรรมการผลิตของขบเคี้ยวสุนัข. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

[7] จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์. การวิเคราะห์ต้นทุนอุตสาหกรรมและการจัดทำงบประมาณ. 1500 เล่ม, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

[8] Crosby, P. Quality is free. The art of making quality certain. Singapore: B&J enterprise, 1986.

[9] กังวาน ชยุติมันต์กุล. การวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพสำหรับโรงงานหล่อโลหะ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[10] นวพัทธ์ กีรติวรนันท์. กรประยุกต์ใช้ระบบฐานข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ต้นทุนคุณภาพ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550.

[11] ดำรง ทวีแสงสกุลไทย. การควบคุณภาพสำหรับนักบริหารและกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: เอเซียเพรส, 2533.

[12] กำพล กิจชระภูมิ และ สุชาติ ยุวรี. Cost of Quality ลดต้นทุน ไม่ลดคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพมหานคร: ซิโน ดีไซน์, 2546.

[13] Sandoval-Chavez, D. A., and Beruvides, M. G. Using opportunity costs to determine the cost of quality: A case study in a continuous-process Industry. The Engineering Economist 43 2 (1998): 107-124.

[14] Bamford, D. R., and Land, N. The application and use of the PAD quality costing model within a footwear company. International Journal of Quality and Reliability Management 23, 3 (2006): 265-278.

[15] Desai, D.A. Cost of quality in small- and medium-sized enterprises: case of an Indian engineering company. Production Planning & Control 19 1 (2008): 25-34.

[16] วัสชัย ลิมปนวาร. ต้นทุนคุณภาพในกระบวนการผลิตเครื่องครัว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

[17] ภัทรวุฒิ พลอาสา. ต้นทุนคุณภาพในการลดของเสียในกระบวนการผลิต ฝาปิดฮารดดิสก์ไดร์ฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2548.

[18] Oppermann, M., Sauer, W., Wohlrabe, H. and Zerna, T. New quality cost Model to optimize inspection strategies. IEEE Transactions of Electronics Packaging Manufacturing, 26 4(2003): 328-337

[19] Jaju, S. B., Lakhe, R. R., and Bhaggade, S. S. Mathematical study of failure cost with other components of quality cost for a manufacturing industry. Production ENGG, 88 (2007)

[20] Abdelsalam, H. M.E., and Gad, M. M. Cost of quality in Dubai; An analytical case study of residential construction projects. International Journal of Project management, 27 (2008): 501–511

[21] Campanella, J. (Ed.) Principles of Quality Costs: Principle, Implementation and Use, 3rd ed., Milwaukee: ASQC Quality Press, 1999

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เกณฑ์สำหรับการประเมิน FMEA

ตารางที่ ก -1 เกณฑ์การประเมินผลความรุนแรง

Effect	Criteria: Severity of Effect Defined	Ranking
Hazardous: Without Warning	May endanger operator. Failure mode affects safe vehicle operation and / or involves noncompliance with government regulation. Failure will occur **WITHOUT** warning.	10
Hazardous: With Warning	May endanger operator. Failure mode affects safe vehicle operation and / or involves noncompliance with government regulation. Failure will occur **WITH** warning.	9
Very High	Major disruption to production line. 100% of product may have to be scrapped. Vehicle / item inoperable, loss of primary function. Customer very dissatisfied.	8
High	Minor disruption to production line. Product may have to be sorted and a portion (less than 100%) scrapped. Vehicle operable, but at a reduced level of performance. Customer dissatisfied.	7
Moderate	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) may have to be scrapped (no sorting). Vehicle / item operable, but some comfort / convenience item(s) inoperable. Customers experience discomfort.	6
Low	Minor disruption to production line. 100% of product may have to be reworked. Vehicle / item operable, but some comfort / convenience item(s) operable at reduced level of performance. Customer experiences some dissatisfaction.	5
Very Low	Minor disruption to production line. The product may have to be sorted and a portion (less than 100%) reworked. Fit / finish / squeak / rattle item does not conform. Defect noticed by most customers.	4
Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on-line but out-of-station. Fit / finish / squeak / rattle item does not conform. Defect noticed by average customers.	3
Very Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100%) of the product may have to be reworked on-line but in-station. Fit / finish / squeak / rattle item does not conform. Defect noticed by discriminating customers.	2
None	No effect.	1

ตารางที่ ก -2 เกณฑ์การประเมินโอกาสในการเกิดปัญหา

Probability of Failure	Possible Failure Rates	Cpk	Ranking
Very High:	≥ 1 in 2	< 0.33	10
Failure is almost inevitable	1 in 3	≥ 0.33	9
High: Generally associated with processes similar to previous	1 in 8	≥ 0.51	8
processes that have often failed	1 in 20	≥ 0.67	7
Moderate: Generally associated with processes similar to	1 in 80	≥ 0.83	6
previous processes which have	1 in 400	≥ 1.00	5
experienced occasional failures, but not in major proportions	1 in 2,000	≥ 1.17	4
Low: Isolated failures associated with similar processes	1 in 15,000	≥ 1.33	3
Very Low: Only isolated failures associated with almost identical processes	1 in 150,000	≥ 1.5	2
Remote: Failure is unlikely. No failures ever associated with almost identical processes	≤ 1 in 1,500,000	≥ 1.67	1

ตารางที่ ก -3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจจับ

Detection	Criteria: Liklihood the existence of a defect will be detected by test content before product advances to next or subsequent process	Ranking
Almost Impossible	Test content detects < 80 % of failures	10
Very Remote	Test content must detect 80 % of failures	9
Remote	Test content must detect 82.5 % of failures	8
Very Low	Test content must detect 85 % of failures	7
Low	Test content must detect 87.5 % of failures	6
Moderate	Test content must detect 90 % of failures	5
Moderately High	Test content must detect 92.5 % of failures	4
High	Test content must detect 95 % of failures	3
Very High	Test content must detect 97.5 % of failures	2
Almost Certain	Test content must detect 99.5 % of failures	1

ภาคผนวก ข
การพิจารณารายการต้นทุนคุณภาพเพื่อการปรับปรุง

ตารางที่ ข -1 การพิจารณารายการต้นทุนคุณภาพเพื่อการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A

รายการต้นทุนคุณภาพ		ผลการพิจารณาเพื่อการปรับปรุง	เหตุผล
P301	ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต	✗	การผลิตชุดหัวอ่านประกอบไปด้วยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำสูง เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำและรักษาระดับคุณภาพของสินค้าจึงยังคงใช้วิธีการ รวมถึงระยะเวลาการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักรไว้ตามวิธีการปัจจุบัน
P302	การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต	✗	การผลิตชุดหัวอ่านประกอบไปด้วยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำสูง เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำและรักษาระดับคุณภาพของสินค้าจึงยังคงใช้วิธีการ รวมถึงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรไว้ตามวิธีการปัจจุบัน
P101	ต้นทุนการวางแผนดำเนินงานทางคุณภาพ	✗	เนื่องจากเป็นค่าใช้จ่ายจากการประชุมติดตามงานด้านผลผลิตและคุณภาพสินค้าของทีมงานจากหน่วยงานต่างๆ เพื่อการหาแนวทางการจัดการปัญหาทางด้านผลผลิตและคุณภาพ สามารถลดลงได้เมื่อมีการควบคุมกระบวนการให้อยู่ภายใต้การดำเนินการจัดการที่เหมาะสม
F102	ต้นทุนการแก้ไขงานชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิต	✓	เนื่องจากเป้าหมายการผลิต คือ การผลิตสินค้าออกมาแล้วได้เป็นของดีสร้างมูลค่าให้กับผู้ผลิต แต่การผลิตสินค้าแล้วได้เป็นของเสียออกมาก เป็นความสูญเสียที่ไม่ควรเกิดขึ้นหรือควรจะเกิดขึ้นน้อยดังนั้นจึงเลือกนำไปพิจารณาเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงต่อไป
P601	ต้นทุนทางการบริหาร	✗	เป็นค่าใช้จ่ายสำหรับเจ้าหน้าที่ระดับบริหารซึ่งควบคุมดูแลคุณภาพและกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่างและสินค้าอื่นๆการจัดการต้องคำนึงถึงกำลังคนให้เหมาะสมกับการผลิตในปัจจุบันและอนาคต

หมายเหตุ : ✓ คือ นำรายการต้นทุนคุณภาพนั้นๆไปพิจารณาเพื่อดำเนินการปรับปรุง

✗ คือ ยังไม่นำรายการต้นทุนคุณภาพนั้นๆไปพิจารณาเพื่อดำเนินการปรับปรุง

ตารางที่ ข -1 การพิจารณารายการต้นทุนคุณภาพเพื่อการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A (ต่อ)

รายการต้นทุนคุณภาพ		ผลการพิจารณาเพื่อการปรับปรุง	เหตุผล
F204	ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้า	✓	การส่งสินค้าที่ไม่ดีไปถึงมือลูกค้าย่อมส่งผลกระบทต่อความน่าเชื่อถือซึ่งมีผลต่อยอดการสั่งซื้อและต้นทุนการผลิตสินค้า การพิจารณาปัญหาและการปรับปรุงสามารถทำได้ทันที จึงนำไปพิจารณาหาแนวทางการปรับปรุงในขั้นตอนต่อไป
F203	ต้นทุนการจัดการจัดส่งสินค้าทดแทน	×	ต้นทุนนี้ เป็นผลจากการส่งสินค้าที่ไม่ได้ตามคุณภาพที่กำหนดไปถึงลูกค้า เมื่อมีการ ปรับปรุงคุณภาพสินค้าให้ดีขึ้นก็จะส่งผลให้ต้นทุนนี้ลดลงได้ จึงไม่นำในขั้นตอนต่อไป
A203	ต้นทุนการการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า	✓	การทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันใช้วิธีการทดสอบแบบต่อเนื่องด้วยจำนวนตัวอย่างและความถี่ที่กำหนด ซึ่งสามารถนำไปพิจารณากำหนดจำนวนชิ้นงานที่นำไปทดสอบและความถี่ให้เหมาะสมกับคุณภาพของสินค้าในขั้นตอนต่อไปได้
A201	ต้นทุนการตรวจสอบชิ้นงานของพนักงานผลิต	×	คุณภาพของชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการผลิตอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความสามารถของกระบวนการและการจัดการของแต่ละสินค้า แต่อย่างไรก็ดีการตรวจสอบนี้ซึ่งเป็นการตรวจสอบด้วยสายตา 100% เพื่อป้องกันสินค้าที่ไม่ผ่านตามข้อกำหนดหลุดรอดไปยังลูกค้าจึงยังไม่เลือกหัวข้อนี้ไปพิจารณาหาแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนในขั้นตอนต่อไป
A201	ต้นทุนการตรวจสอบเครื่องจักรที่ใช้ตามแผนการตรวจสอบประจำวัน (TSPC)	×	การผลิตชุดหัวอ่านประกอบไปด้วยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำสูง เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อรักษาระดับคุณภาพของสินค้าจึงยังคงใช้วิธีการตรวจสอบครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตไว้ตามวิธีการปัจจุบัน

หมายเหตุ : ✓ คือ นำรายการต้นทุนคุณภาพนั้นๆไปพิจารณาเพื่อดำเนินการปรับปรุง

× คือ ยังไม่นำรายการต้นทุนคุณภาพนั้นๆไปพิจารณาเพื่อดำเนินการปรับปรุง

ตารางที่ ข -2 การพิจารณารายการต้นทุนคุณภาพเพื่อการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B

รายการต้นทุนคุณภาพ		ผลการพิจารณาเพื่อการปรับปรุง	เหตุผล
P301	ต้นทุนการสอบเทียบในกระบวนการผลิต	✗	การผลิตชุดหัวอ่านประกอบไปด้วยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำสูง เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำและรักษาระดับคุณภาพของสินค้าจึงยังคงใช้วิธีการ รวมถึงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรไว้ตามวิธีการปัจจุบัน
F204	ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงาน	✓	การส่งสินค้าที่ไม่ดีไปถึงมือลูกค้าย่อมส่งผลกระบทต่อความน่าเชื่อถือซึ่งมีผลต่อยอดการสั่งซื้อและต้นทุนการผลิตสินค้า การพิจารณาปัญหาและการปรับปรุงสามารถทำได้ทันที จึงนำไปพิจารณาหาแนวทางการปรับปรุงในขั้นตอนต่อไป
P101	ต้นทุนการวางแผนดำเนินงานทางคุณภาพ	✗	เนื่องจากเป็นค่าใช้จ่ายจากการประชุมติดตามงานด้านผลผลิตและคุณภาพสินค้าของทีมงานจากหน่วยงานต่างๆ เพื่อการหาแนวทางการจัดการปัญหาทางด้านผลผลิตและคุณภาพ สามารถลดลงได้เมื่อมีการควบคุมกระบวนการให้อยู่ภายใต้การดำเนินการจัดการที่เหมาะสม
P302	การบำรุงรักษาในกระบวนการผลิต	✗	การผลิตชุดหัวอ่านประกอบไปด้วยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำสูง เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำและรักษาระดับคุณภาพของสินค้าจึงยังคงใช้วิธีการ รวมถึงระยะเวลาการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรไว้ตามวิธีการปัจจุบัน
P601	ต้นทุนทางการบริหาร	✗	เป็นค่าใช้จ่ายสำหรับเจ้าหน้าที่ระดับบริหารซึ่งควบคุมดูแลคุณภาพและกระบวนการผลิตชุดหัวอ่านของสินค้าตัวอย่างและสินค้าอื่นๆการจัดการต้องคำนึงถึงกำลังคนให้เหมาะสมกับการผลิตในปัจจุบันและอนาคต

หมายเหตุ : ✓ คือ นำรายการต้นทุนคุณภาพนั้นๆไปพิจารณาเพื่อดำเนินการปรับปรุง

✗ คือ ยังไม่นำรายการต้นทุนคุณภาพนั้นๆไปพิจารณาเพื่อดำเนินการปรับปรุง

ตารางที่ ข -2 การพิจารณารายการต้นทุนคุณภาพเพื่อการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B (ต่อ)

รายการต้นทุนคุณภาพ		ผลการพิจารณาเพื่อการปรับปรุง	เหตุผล
F102	ต้นทุนการแก้ไขงานชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการผลิต	✓	เนื่องจากเป้าหมายการผลิต คือ การผลิตสินค้าออกมาแล้วได้เป็นของดีสร้างมูลค่าให้กับผู้ผลิต แต่การผลิตสินค้าแล้วได้เป็นของเสียออกมาก เป็นความสูญเสียที่ไม่ควรเกิดขึ้นหรือควรจะเกิดขึ้นน้อยดังนั้นจึงเลือกนำไปพิจารณาเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงต่อไป
A203	ต้นทุนการทดสอบชิ้นงานเพิ่มเติมเมื่อกระบวนการออกนอกเส้นควบคุม	✓	ปัญหากระบวนการออกนอกเส้นควบคุม ส่งผลต่อต้นทุนการทดสอบสินค้าที่เพิ่มมากขึ้นโดยสาเหตุของปัญหาสามารถเกิดได้จากหลายปัจจัย อย่างไรก็ดีปัญหานี้สามารถนำไปหาแนวทางการจัดการและวัดผลออกมาได้อย่างชัดเจนดังนั้นจึงนำไปพิจารณาในขั้นตอนต่อไป
A402	ต้นทุนการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน	×	เนื่องจากเป็นการตรวจสอบและทดสอบเครื่องจักรที่ใช้ในการทดสอบสินค้าที่ได้จากกระบวนการผลิต และเพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องจักรที่ใช้ทำงานได้ถูกต้องเพื่อป้องกันผลที่อาจกระทบต่อคุณภาพสินค้าที่ผลิตจึงไม่นำไปพิจารณาในขั้นตอนต่อไป
P401	ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักร	×	การผลิตชุดหัวอ่านประกอบไปด้วยเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำสูง เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำและรักษาระดับคุณภาพของสินค้าจึงยังคงใช้วิธีการ รวมถึงระยะเวลาการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักรไว้ตามวิธีการปัจจุบัน

หมายเหตุ : ✓ คือ นำรายการต้นทุนคุณภาพนั้นๆไปพิจารณาเพื่อดำเนินการปรับปรุง

× คือ ยังไม่นำรายการต้นทุนคุณภาพนั้นๆไปพิจารณาเพื่อดำเนินการปรับปรุง

ภาคผนวก ค
ข้อมูลต้นทุนคุณภาพ

ตารางที่ ค-1 ต้นทุนคุณภาพก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552

ต้นทุนคุณภาพ	องค์ประกอบต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552												
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
ต้นทุนการป้องกัน	P10X ต้นทุนด้านวิศวกรรมคุณภาพและวิศวกรรมควบคุมกระบวนการ	9,482.83	9,570.76	9,586.26	9,517.35	9,498.85	9,479.02	9,519.17	9,391.10	9,335.75	9,305.15	9,360.44	9,491.13	113,537.80
	P20X ต้นทุนการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์	8,502.45	8,502.45	8,502.45	8,502.45	8,502.45	8,502.45	8,502.45	8,502.45	8,502.45	8,502.45	8,502.45	8,502.45	102,029.41
	P30X ต้นทุนการสอบเทียบและการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.25	24.51	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	281.86
	P40X ต้นทุนการสอบเทียบและการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของสินค้า	16,667.60	22,268.78	22,420.88	20,906.34	17,739.68	20,063.70	18,720.51	18,921.20	18,986.22	8,412.22	19,212.90	19,201.19	223,521.23
	P50X ต้นทุนการฝึกอบรมพนักงาน	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	30,518.50
	P60X ต้นทุนการดำเนินงาน การตรวจสอบและการปรับปรุง	375.51	691.74	375.51	375.51	691.74	375.51	691.74	375.51	691.74	375.51	691.74	691.74	6,403.51
ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ	A10Y ต้นทุนการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ	4,619.39	4,620.19	4,631.55	4,618.25	4,629.03	4,638.50	4,624.14	4,623.72	4,622.94	4,623.28	4,623.50	4,620.78	55,495.25
	A20Y ต้นทุนการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพสินค้า	1,625.58	1,254.02	1,254.02	1,625.58	1,300.46	1,207.57	975.35	1,300.46	1,486.24	1,300.46	1,300.46	1,625.58	16,255.78
	A30Y ต้นทุนการสุ่มตรวจชิ้นงานสำเร็จรูป	10,724.99	6,477.36	8,219.86	6,712.97	6,144.76	5,763.32	5,255.18	5,480.36	5,469.76	7,214.13	5,835.83	5,687.44	78,985.96
	A40Y ต้นทุนการเตรียมเพื่อการตรวจสอบและการทดสอบคุณภาพของสินค้า	1,190.92	1,087.73	1,085.28	1,210.55	882.28	660.92	426.09	489.83	386.41	658.22	580.19	683.70	9,342.12
	A50Y ต้นทุนการรวบรวมข้อมูล การรายงานผลการตรวจสอบและการทดสอบ	7,178.05	2,897.59	5,191.90	2,897.59	4,680.27	4,680.27	1,260.58	2,897.59	1,514.78	5,666.41	2,897.59	2,897.59	44,660.21
ต้นทุนความล้มเหลว	F10Z ต้นทุนความล้มเหลวภายใน	10,031.95	6,925.14	7,238.51	10,047.74	9,443.20	9,157.23	6,253.30	8,370.32	5,607.92	9,824.68	8,900.65	9,759.51	101,560.16
	F20Z ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก	24,199.37	11,252.02	15,623.44	10,085.35	10,878.29	11,146.27	4,226.77	5,954.55	7,294.91	14,559.03	11,043.18	13,310.79	139,573.97

ตารางที่ ค-2 ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกันก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552

รายการต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกันก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552 (เหรียญสหรัฐฯ)												
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
P101 ต้นทุนการวางแผนดำเนินงานทางคุณภาพ	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	90,382.35
P102 ต้นทุนการดำเนินการควบคุมกระบวนการผลิต	970.59	970.59	970.59	970.59	970.59	970.59	970.59	970.59	970.59	970.59	970.59	970.59	11,647.06
P202 ต้นทุนการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.25	24.51	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	281.86
P301 ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต	6,921.57	13,892.16	13,892.16	12,303.92	9,656.86	12,303.92	11,421.57	11,421.57	11,421.57	392.16	11,421.57	11,421.57	126,470.59
P302 การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต	9,746.03	8,376.62	8,528.73	8,602.42	8,082.82	7,759.78	7,298.95	7,499.63	7,564.65	8,020.06	7,791.33	7,779.62	97,050.64
P401 ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักร	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	16,404.53
P402 การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักร	1,176.16	1,176.16	1,176.16	1,176.16	1,176.16	1,176.16	1,176.16	1,176.16	1,176.16	1,176.16	1,176.16	1,176.16	14,113.97
P501 ต้นทุนการฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติการ	375.51	691.74	375.51	375.51	691.74	375.51	691.74	375.51	691.74	375.51	691.74	691.74	6,403.51
P601 ต้นทุนทางการบริหาร Manager clerk 6 product	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	53,529.41
P602 ต้นทุนการสุ่มตรวจพนักงานปฏิบัติการ	1.86	3.75	2.28	0.72	2.11	2.94	1.14	1.11	1.75	1.97	1.58	1.08	22.31
P603 ต้นทุนสุ่มตรวจสภาวะของสายการผลิต	156.74	155.66	168.49	156.74	166.13	174.77	162.21	161.82	160.41	160.52	161.13	158.91	1,943.53
ต้นทุนการป้องกันรวม	32,708.16	38,626.37	38,473.61	36,945.76	34,106.11	36,135.63	35,106.56	35,015.11	35,395.58	24,505.68	35,622.81	35,608.38	418,249.77
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	7,460,671.46	5,264,825.01	5,522,697.52	5,521,543.73	4,750,947.68	4,234,279.63	3,453,047.06	3,761,902.76	3,808,898.15	4,644,157.02	4,256,273.79	4,125,913.32	56,805,157.13
ต้นทุนการป้องกันต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์)	0.44	0.73	0.69	0.67	0.71	0.85	1.02	0.93	0.93	0.53	0.84	0.86	0.74

ตารางที่ ค-3 ต้นทุนคุณภาพด้านการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552

รายการต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพด้านการตรวจสอบการวัดและประเมินคุณภาพก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552 (เหรียญสหรัฐฯ)												
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
A101 ต้นทุนการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ	1,625.58	1,254.02	1,254.02	1,625.58	1,300.46	1,207.57	975.35	1,300.46	1,486.24	1,300.46	1,300.46	1,625.58	16,255.78
A201 ต้นทุนการตรวจสอบชิ้นงานของพนักงานผลิต	4,179.95	2,435.50	2,554.43	2,553.91	2,197.83	1,958.49	1,597.96	1,742.72	1,764.54	2,148.30	1,969.20	1,909.23	27,012.08
A202 ต้นทุนการการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า	3,403.41	3,137.36	3,265.02	3,213.34	3,124.56	3,065.52	3,042.75	3,073.63	3,033.77	3,152.98	3,123.73	3,056.13	37,692.20
A203 การนำเทคนิคเชิงสถิติมาใช้ในการควบคุมกระบวนการ	980.38	1,068.30	1,083.81	1,014.90	996.40	976.57	1,016.71	888.65	833.30	802.69	857.99	988.68	11,508.38
A203 ต้นทุนการตรวจสอบเพิ่มเติมเมื่อกระบวนการออกนอการควบคุม	1,885.72	0.00	1,454.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,107.87	0.00	0.00	4,448.29
A204 ต้นทุนการตรวจสอบข้อมูลสินค้าสำเร็จรูป	1,255.91	904.49	945.71	945.71	822.36	739.31	614.48	664.00	671.45	804.98	742.90	722.08	9,833.39
A301 การสุ่มตรวจชิ้นงานที่ขั้นตอนสุดท้าย	1,021.66	927.24	924.78	1,043.58	726.45	504.41	266.03	336.97	232.34	500.07	420.70	516.51	7,420.72
A302 การสุ่มตรวจสอบชิ้นงานสำเร็จรูป	169.26	160.48	160.50	166.97	155.83	156.52	160.07	152.86	154.08	158.15	159.50	167.19	1,921.41
A401 ต้นทุนการทดสอบและการตรวจประเมินครื่องจักรก่อนการผลิต	5,090.77	810.31	3,104.62	810.31	2,592.99	2,592.99	0.00	810.31	0.00	3,579.13	810.31	810.31	21,012.05
A402 ต้นทุนการตรวจสอบเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตและตรวจประเมินตามแผนการตรวจสอบประจำวัน (TSPC)	2,087.28	2,087.28	2,087.28	2,087.28	2,087.28	2,087.28	1,260.58	2,087.28	1,514.78	2,087.28	2,087.28	2,087.28	23,648.16
A501 ต้นทุนการรายงานผลการตรวจสอบและทดสอบโดยเจ้าหน้าที่ฝ่ายผลิต	1,286.76	992.65	992.65	1,286.76	1,029.41	955.88	735.29	1,029.41	919.12	1,029.41	1,029.41	1,286.76	12,573.53
ต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพ	23,758.74	14,373.23	18,423.11	15,520.40	15,651.23	14,818.07	10,110.39	12,703.95	11,161.09	17,288.98	13,119.13	13,941.81	180,870.11
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	7,460,671.46	5,264,825.01	5,522,697.52	5,521,543.73	4,750,947.68	4,234,279.63	3,453,047.06	3,761,902.76	3,808,898.15	4,644,157.02	4,256,273.79	4,125,913.32	56,805,157.13
ต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์)	0.32	0.27	0.33	0.28	0.33	0.35	0.29	0.34	0.29	0.37	0.31	0.34	0.32

ตารางที่ ค-4 ต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลวก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552

รายการต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลวก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552 (เหรียญสหรัฐฯ)												
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
F101 ต้นทุนของเสีย	788.54	108.00	35.38	76.34	78.20	20.48	9.31	59.58	202.96	1,308.99	440.24	496.06	3,624.08
F102 ต้นทุนการแก้ไขงาน	7,702.74	5,796.41	7,131.88	9,771.78	8,779.13	7,990.47	6,184.79	8,296.51	5,208.01	8,487.00	5,651.14	5,216.19	86,216.04
F103 ต้นทุนการตรวจสอบซ้ำ	1,540.67	1,020.73	71.25	199.62	585.87	1,146.28	59.21	14.23	196.95	28.70	106.16	82.68	5,052.35
F202 ต้นทุนการจัดการสินค้าส่งคืน / การเรียกสินค้ากลับคืน	316.83	176.28	200.10	174.69	128.64	146.11	69.88	76.23	88.93	161.99	138.17	123.79	1,801.63
F203 ต้นทุนการจัดการจัดส่งสินค้าทดแทน	14,386.34	2,668.14	3,634.44	3,172.93	3,894.05	3,317.15	1,057.64	1,153.79	1,615.31	3,677.71	4,182.50	5,621.13	48,381.14
F204 ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงาน	9,496.20	8,407.60	11,788.90	6,737.73	6,855.60	7,683.01	3,099.25	4,724.53	5,590.66	10,719.33	6,722.52	7,565.86	89,391.20
ต้นทุนความล้มเหลว	34,231.33	18,177.16	22,861.95	20,133.09	20,321.49	20,303.50	10,480.07	14,324.87	12,902.83	24,383.71	17,240.71	19,105.72	234,466.44
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	7,460,671.46	5,264,825.01	5,522,697.52	5,521,543.73	4,750,947.68	4,234,279.63	3,453,047.06	3,761,902.76	3,808,898.15	4,644,157.02	4,256,273.79	4,125,913.32	56,805,157.13
ต้นทุนความล้มเหลวต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์)	0.46	0.35	0.41	0.36	0.43	0.48	0.30	0.38	0.34	0.53	0.41	0.46	0.41

ตารางที่ ค-5 ต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน 2553

ต้นทุนคุณภาพ	องค์ประกอบต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน 2553 (เหรียญสหรัฐฯ)									
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	รวม
ต้นทุนการป้องกัน	P10X ต้นทุนด้านวิศวกรรมคุณภาพและวิศวกรรมควบคุมกระบวนการ	9,474.88	9,484.04	9,254.90	9,245.72	9,257.50	9,260.35	9,256.32	9,252.42	9,247.83	83,733.96
	P20X ต้นทุนการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์	49.02	143.14	143.14	143.14	143.14	143.14	143.14	143.14	143.14	1,194.14
	P30X ต้นทุนการสอบเทียบและการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต	9,293.42	10,629.27	10,422.26	8,557.60	10,323.69	7,737.58	10,151.07	14,927.41	9,442.60	91,484.90
	P40X ต้นทุนการสอบเทียบและการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของสินค้า	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	2,543.21	22,888.89
	P50X ต้นทุนการฝึกอบรมพนักงาน	375.51	375.51	375.51	375.51	375.51	375.51	375.51	375.51	375.51	3,379.59
	P60X ต้นทุนการดำเนินงาน การตรวจสอบและการปรับปรุง	4,545.61	4,544.67	4,507.83	4,506.60	4,506.88	4,509.02	4,505.02	4,499.77	4,500.41	40,625.81
ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ	A10Y ต้นทุนการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ	1,300.46	1,300.46	1,625.58	1,300.46	1,300.46	1,625.58	1,300.46	1,300.46	1,625.58	12,679.50
	A20Y ต้นทุนการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพสินค้า	5,845.21	5,854.21	4,535.18	4,053.80	4,200.19	4,682.69	4,097.31	4,088.77	4,554.78	41,912.14
	A30Y ต้นทุนการสุ่มตรวจชิ้นงานสำเร็จรูป	821.58	840.39	816.04	763.44	868.52	815.58	750.83	1,844.55	526.06	8,046.99
	A40Y ต้นทุนการเตรียมเพื่อการตรวจสอบและการทดสอบคุณภาพของสินค้า	1,871.65	1,871.65	3,612.44	3,565.27	2,718.46	1,918.82	1,871.65	1,871.65	1,918.82	21,220.41
	A50Y ต้นทุนการรวบรวมข้อมูล การรายงานผลการตรวจสอบและการทดสอบ	1,647.06	1,647.06	2,058.82	1,647.06	1,647.06	2,058.82	1,647.06	1,647.06	2,058.82	16,058.82
ต้นทุนความล้มเหลว	F10Z ต้นทุนความล้มเหลวภายใน	5,807.14	4,507.14	4,842.05	3,455.51	3,508.92	3,570.11	2,671.05	2,266.27	4,296.64	34,924.83
	F20Z ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก	6,307.52	5,691.00	7,540.58	4,220.83	6,516.20	7,777.70	3,604.30	4,315.68	4,268.25	50,242.06

ตารางที่ ค-6 ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกันหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน 2553

รายการต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกันหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน 2553 (เหรียญสหรัฐฯ)									
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	รวม
P101 ต้นทุนการวางแผนดำเนินงานทางคุณภาพ	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	67,786.74
P102 ต้นทุนการควบคุมกระบวนการผลิต	1,192.09	1,192.09	970.59	970.59	970.59	970.59	970.59	970.59	970.59	9,178.31
P103 การนำเทคนิคเชิงสถิติมาใช้ในการควบคุมกระบวนการ	750.93	760.09	752.45	743.27	755.05	757.90	753.87	749.97	745.38	6,768.91
P201 ต้นทุนการออกแบบเครื่องจักรอุปกรณ์ใหม่	0.00	94.12	94.12	94.12	94.12	94.12	94.12	94.12	94.12	752.96
P202 ต้นทุนการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	49.02	441.18
P301 ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต	2,254.91	3,431.37	4,068.63	2,303.93	4,068.64	1,421.58	4,068.64	8,774.51	3,186.28	33,578.49
P302 การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต	7,038.51	7,197.90	6,353.63	6,253.67	6,255.05	6,316.00	6,082.43	6,152.90	6,256.32	57,906.41
P401 ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักร	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	1,367.04	12,303.36
P402 การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักร	1,176.17	1,176.17	1,176.17	1,176.17	1,176.17	1,176.17	1,176.17	1,176.17	1,176.17	10,585.53
P501 ต้นทุนการฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติการ	375.51	375.51	375.51	375.51	375.51	375.51	375.51	375.51	375.51	3,379.59
P601 ต้นทุนทางการบริหาร	4,460.79	4,460.79	4,460.79	4,460.79	4,460.79	4,460.79	4,460.79	4,460.79	4,460.79	40,147.11
P602 ต้นทุนการสุ่มตรวจพนักงานปฏิบัติการ	1.86	3.75	2.28	0.72	2.11	2.94	1.14	1.11	1.75	17.66
P603 ต้นทุนสุ่มตรวจสภาวะของสายการผลิต	82.96	80.13	44.76	45.09	43.98	45.29	43.09	37.87	37.87	461.04
ต้นทุนการป้องกัน	26,281.65	27,719.84	27,246.85	25,371.78	27,149.93	24,568.81	26,974.27	31,741.46	26,252.70	243,307.29
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	3,664,231	3,785,015	3,690,595	3,553,265	3,555,442	3,626,729	3,262,758	3,382,273	3,525,736	32,046,043
ต้นทุนการป้องกันต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์)	0.70	0.71	0.72	0.69	0.74	0.66	0.80	0.92	0.72	0.74

ตารางที่ ค-7 ต้นทุนคุณภาพด้านการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน 2553

รายการต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพด้านการการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน 2553 (เหรียญสหรัฐฯ)									
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	รวม
A101 ต้นทุนการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ	1,300.46	1,300.46	1,625.58	1,300.46	1,300.46	1,625.58	1,300.46	1,300.46	1,625.58	1,625.58
A201 ต้นทุนการตรวจสอบชิ้นงานของพนักงานผลิต	3,360.00	3,360.00	2,100.00	1,680.00	1,680.00	2,100.00	1,680.00	1,680.00	2,100.00	2,100.00
A202 ต้นทุนการการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า	1,101.35	1,090.87	1,047.12	1,007.64	1,153.78	1,204.95	1,097.68	1,070.02	1,093.02	1,093.02
A203 ต้นทุนการตรวจสอบเพิ่มเติมเมื่อกระบวนการออกนอกเส้นควบคุม	735.36	735.42	735.41	735.35	735.39	735.35	735.40	735.39	735.37	735.37
A204 ต้นทุนการตรวจสอบข้อมูลของสินค้าสำเร็จรูป	648.50	667.92	652.65	630.81	631.02	642.39	584.23	603.36	626.39	626.39
A301 การสุ่มตรวจชิ้นงานที่ขั้นตอนสุดท้าย	616.33	598.73	590.49	581.15	653.26	617.27	580.86	1,632.62	376.99	376.99
A302 การสุ่มตรวจสอบชิ้นงานสำเร็จรูป	205.25	241.66	225.55	182.29	215.26	198.31	169.97	211.93	149.07	149.07
A401 ต้นทุนการทดสอบและการตรวจประเมินเครื่องจักรก่อนการผลิต	0.00	0.00	1,693.62	1,693.62	846.81	0.00	0.00	0.00	0.00	4,234.05
A402 ต้นทุนการตรวจสอบเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตและตรวจประเมินตามแผนการตรวจสอบประจำวัน	1,871.65	1,871.65	1,918.82	1,871.65	1,871.65	1,918.82	1,871.65	1,871.65	1,918.82	16,986.36
A501 ต้นทุนการรายงานผลการตรวจสอบและทดสอบโดยเจ้าหน้าที่ฝ่ายผลิต	1,029.41	1,029.41	1,286.76	1,029.41	1,029.41	1,286.76	1,029.41	1,029.41	1,286.76	10,036.74
A502 ต้นทุนการรายงานของเจ้าหน้าที่ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ	617.65	617.65	772.06	617.65	617.65	772.06	617.65	617.65	772.06	6,022.08
ต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพ	11,485.96	11,513.77	12,648.06	11,330.03	10,734.69	11,101.49	9,667.31	10,752.49	10,684.06	43,985.65
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	3,664,231	3,785,015	3,690,595	3,553,265	3,555,442	3,626,729	3,262,758	3,382,273	3,525,736	32,046,043
ต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์)	0.33	0.32	0.36	0.34	0.32	0.33	0.32	0.34	0.32	0.33

ตารางที่ ค-8 ต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลวหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน 2553

รายการต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลวหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง A ระหว่างเดือนมกราคม – กันยายน 2553 (เหรียญสหรัฐฯ)									
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	รวม
F101 ต้นทุนของเสีย	187.48	244.97	193.79	121.39	81.91	173.94	174.65	148.61	273.91	1,600.65
F102 ต้นทุนการแก้ไขงาน	4,926.38	4,249.59	4,017.16	3,282.53	3,427.01	3,367.23	2,496.40	2,117.66	3,883.06	31,767.02
F103 ต้นทุนการตรวจสอบซ้ำ	693.28	12.58	631.10	51.59	0.00	28.94	0.00	0.00	139.67	1,557.16
F202 ต้นทุนการจัดการสินค้าส่งคืน / การเรียกสินค้ากลับคืน	52.80	47.64	63.13	35.34	54.55	65.11	30.17	36.13	35.73	420.60
F203 ต้นทุนการจัดการจัดส่งสินค้าทดแทน	2,397.72	2,163.36	2,866.45	1,604.49	2,477.05	2,956.59	1,370.13	1,640.55	1,622.52	19,098.86
F204 ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงาน	3,857.00	3,480.00	4,611.00	2,581.00	3,984.60	4,756.00	2,204.00	2,639.00	2,610.00	30,722.60
ต้นทุนความล้มเหลว	12,114.66	10,198.14	12,382.63	7,676.34	10,025.12	11,347.81	6,275.35	6,581.95	8,564.89	85,166.89
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	3,664,231	3,785,015	3,690,595	3,553,265	3,555,442	3,626,729	3,262,758	3,382,273	3,525,736	32,046,043
ต้นทุนความล้มเหลวต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์)	0.33	0.27	0.34	0.22	0.28	0.31	0.19	0.19	0.24	0.27

ตารางที่ ค-9 เปรียบเทียบต้นทุนคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้า A

ข้อมูล	เหรียญสหรัฐฯ		เปอร์เซ็นต์ต้นทุนต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป		เปอร์เซ็นต์การปรับปรุง
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	56,805,157	32,046,043			
ต้นทุนการป้องกัน	418,250	243,307	0.74	0.74	0.00%
ต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพ	180,870	106,687	0.32	0.33	-3.13%
ต้นทุนความล้มเหลว	234,466	85,167	0.41	0.27	34.15%
ต้นทุนคุณภาพโดยรวม	833,586	435,161	1.47	1.34	8.84%

ตารางที่ ค -10 ต้นทุนคุณภาพก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2552

ต้นทุนคุณภาพ	องค์ประกอบต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนมกราคม–มิถุนายน 2552 (เหรียญสหรัฐฯ)						
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	รวม
ต้นทุนการป้องกัน	P10X ต้นทุนด้านวิศวกรรมคุณภาพและวิศวกรรมควบคุมกระบวนการ	8,541.67	8,478.92	8,478.92	8,541.67	8,486.76	8,607.29	51,135.23
	P20X ต้นทุนการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	P30X ต้นทุนการสอบเทียบและการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต	5,610.41	7,088.28	15,936.68	17,558.06	4,778.90	6,002.50	56,974.83
	P40X ต้นทุนการสอบเทียบและการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของสินค้า	4,018.59	3,009.64	3,675.36	2,871.16	3,675.36	2,871.16	20,121.27
	P50X ต้นทุนการฝึกอบรมพนักงาน	1,569.92	1,569.92	1,569.92	1,569.92	1,569.92	1,569.92	9,419.53
	P60X ต้นทุนการดำเนินงาน การตรวจสอบและการปรับปรุง	4,619.86	4,620.16	4,634.11	4,619.14	4,630.66	4,647.86	27,771.79
ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ	A10Y ต้นทุนการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ	2,089.80	1,612.13	1,612.13	2,089.80	1,671.84	1,552.42	10,628.11
	A20Y ต้นทุนการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพสินค้า	8,116.81	7,526.99	7,376.25	8,325.20	7,683.62	7,777.85	46,806.73
	A30Y ต้นทุนการสุ่มตรวจชิ้นงานสำเร็จรูป	461.91	438.50	497.04	537.06	430.29	434.61	2,799.42
	A40Y ต้นทุนการเตรียมเพื่อการตรวจสอบและการทดสอบคุณภาพของสินค้า	3,241.91	2,841.68	2,841.68	3,241.91	2,891.71	2,791.65	17,850.53
	A50Y ต้นทุนการรวบรวมข้อมูล การรายงานผลการตรวจสอบและการทดสอบ	2,058.82	1,588.24	1,588.24	2,058.82	1,647.06	1,529.41	10,470.59
ต้นทุนความล้มเหลว	F10Z ต้นทุนความล้มเหลวภายใน	6,101.71	7,620.22	6,292.39	6,142.69	5,180.41	5,709.34	37,046.76
	F20Z ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก	11,869.12	17,131.00	17,519.66	15,008.31	13,782.53	17,639.25	92,949.86

ตารางที่ ค-11 ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกันก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนมกราคม –มิถุนายน 2552

รายการต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกันก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนมกราคม –มิถุนายน 2552 (เหรียญสหรัฐฯ)						
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	รวม
P101 ต้นทุนการวางแผนดำเนินงานทางคุณภาพ	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	45,191.18
P102 ต้นทุนการดำเนินการควบคุมกระบวนการผลิต	1,009.80	947.06	947.06	1,009.80	954.90	939.22	5,807.84
P103 การนำเทคนิคเชิงสถิติมาใช้ในการควบคุมกระบวนการ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	136.21	136.21
P201 ต้นทุนการออกแบบเครื่องจักรอุปกรณ์ใหม่	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P202 ต้นทุนการปรับปรุงเครื่องจักรอุปกรณ์	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P301 ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต	0.00	2,329.41	10,270.59	11,800.00	0.00	647.06	25,047.06
P302 การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต	5,610.41	4,758.87	5,666.09	5,758.06	4,778.90	5,355.44	31,927.77
P401 ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักร	2,570.06	1,812.34	2,414.33	1,812.34	2,414.33	1,812.34	12,835.74
P402 การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักร	1,448.53	1,197.30	1,261.03	1,058.82	1,261.03	1,058.82	7,285.54
P501 ต้นทุนการฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติการ	1,569.92	1,569.92	1,569.92	1,569.92	1,569.92	1,569.92	9,419.53
P601 ต้นทุนทางการบริหาร	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	26,764.71
P602 ต้นทุนการสุ่มตรวจพนักงานปฏิบัติการ	3.42	4.03	3.44	0.67	2.11	2.50	16.17
P603 ต้นทุนสุ่มตรวจสภาวะของสายการผลิต	155.66	155.35	169.88	157.69	167.77	184.57	990.92
ต้นทุนการป้องกันรวม	24,360.44	24,766.93	34,294.99	35,159.95	23,141.60	23,698.74	165,422.66
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	5,391,645.54	5,576,557.77	6,387,539.28	6,515,806.36	5,234,266.70	5,531,583.62	34,637,399.28
ต้นทุนการป้องกันต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์)	0.45	0.44	0.54	0.54	0.44	0.43	0.48

ตารางที่ ค-12 ต้นทุนคุณภาพด้านการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนมกราคม –มิถุนายน 2552

รายการต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพด้านการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนมกราคม –มิถุนายน 2552 (เหรียญสหรัฐฯ)						
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	รวม
A101 ต้นทุนการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ	2,089.80	1,612.13	1,612.13	2,089.80	1,671.84	1,552.42	10,628.11
A201 ต้นทุนการตรวจสอบชิ้นงานของพนักงานผลิต	1,228.80	1,035.61	911.33	1,471.25	1,169.93	1,285.36	7,102.29
A202 ต้นทุนการการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า	2,355.37	2,215.86	2,135.91	2,247.43	2,226.84	2,253.58	13,434.99
A203 ต้นทุนการตรวจสอบเพิ่มเติมเมื่อกระบวนการออกนอกเส้นควบคุม	4,117.18	3,848.38	3,848.38	4,117.18	3,881.98	3,814.78	23,627.86
A204 ต้นทุนการตรวจสอบข้อมูลของสินค้าสำเร็จรูป	415.45	427.15	480.63	489.34	404.88	424.13	2,641.59
A301 การสุ่มตรวจชิ้นงานที่ขั้นตอนสุดท้าย	296.82	302.94	347.08	360.91	292.97	305.22	1,905.94
A302 การสุ่มตรวจสอบชิ้นงานสำเร็จรูป	165.09	135.57	149.97	176.15	137.33	129.39	893.49
A401 ต้นทุนการทดสอบและการตรวจประเมินเครื่องจักรก่อนการผลิต	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A402 ต้นทุนการตรวจสอบเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตและตรวจประเมินตามแผนการตรวจสอบประจำวัน (TSPC)	3,241.91	2,841.68	2,841.68	3,241.91	2,891.71	2,791.65	17,850.53
A501 ต้นทุนการรายงานผลการตรวจสอบและทดสอบโดยเจ้าหน้าที่ฝ่ายผลิต	1,286.76	992.65	992.65	1,286.76	1,029.41	955.88	6,544.12
A502 ต้นทุนการรายงานของเจ้าหน้าที่ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ	772.06	595.59	595.59	772.06	617.65	573.53	3,926.47
ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ	15,969.25	14,007.54	13,915.33	16,252.79	14,324.52	14,085.95	88,555.38
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	5,391,645.54	5,576,557.77	6,387,539.28	6,515,806.36	5,234,266.70	5,531,583.62	34,637,399.28
ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์)	0.30	0.25	0.22	0.25	0.27	0.25	0.26

ตารางที่ ค-13 ต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลวก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนมกราคม –มิถุนายน 2552

รายการต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลวก่อนปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนมกราคม –มิถุนายน 2552 (เหรียญสหรัฐฯ)						
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	รวม
F101 ต้นทุนของเสีย	631.34	1,736.19	420.90	736.57	754.12	420.91	4,700.03
F102 ต้นทุนการแก้ไขงาน	5,104.99	5,856.33	5,713.70	5,394.24	4,409.93	4,500.60	30,979.79
F103 ต้นทุนการตรวจสอบซ้ำ + ship hold	365.38	27.70	157.80	11.88	16.36	787.83	1,366.94
F104 ต้นทุนการแก้ไขปัญหา / การวิเคราะห์ความบกพร่อง	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F201 ต้นทุนการจัดการข้อร้องเรียนของลูกค้า (QAN)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F202 ต้นทุนการจัดการสินค้าส่งคืน / การเรียกสินค้ากลับคืน	157.62	227.50	232.66	199.31	183.03	234.25	1,234.36
F203 ต้นทุนการจัดการจัดส่งสินค้าทดแทน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
F204 ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงาน	11,711.50	16,903.50	17,287.00	14,809.00	13,599.50	17,405.00	91,715.50
ต้นทุนความล้มเหลว	17,970.83	24,751.22	23,812.05	21,151.00	18,962.94	23,348.59	129,996.62
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	5,391,645.54	5,576,557.77	6,387,539.28	6,515,806.36	5,234,266.70	5,531,583.62	34,637,399.28
ต้นทุนความล้มเหลวต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์)	0.33	0.44	0.37	0.32	0.36	0.42	0.38

ตารางที่ ค-14 ต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 – กันยายน 2553

ประเภทของต้นทุน	องค์ประกอบต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 – กันยายน 2553 (เหรียญสหรัฐฯ)															
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	รวม
ต้นทุนการป้องกัน	P10X ต้นทุนด้านวิศวกรรมคุณภาพและวิศวกรรมควบคุมกระบวนการ	10,150.04	12,089.71	11,238.73	11,207.35	11,207.35	11,262.25	11,207.35	11,207.35	11,262.25	11,208.35	11,209.35	11,265.25	11,211.35	11,212.35	11,268.25	168,207.31
	P30X ต้นทุนการสอบเทียบและการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต	17,181.08	10,926.83	10,761.54	16,787.36	10,638.86	17,467.01	10,518.97	11,125.22	7,757.91	8,106.28	7,873.81	13,115.32	4,701.37	6,392.62	8,245.78	161,599.96
	P40X ต้นทุนการสอบเทียบและการบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพของสินค้า	3,195.23	2,215.53	2,785.18	1,980.99	2,785.18	1,980.99	2,162.41	1,182.71	1,848.42	985.75	1,789.94	985.75	2,103.93	1,124.23	1,789.94	28,916.19
	P50X ต้นทุนการฝึกอบรมพนักงาน	1,569.92	1,569.92	0.00	1,569.92	0.00	1,569.92	0.00	0.00	1,569.92	0.00	0.00	1,569.92	0.00	0.00	1,569.92	10,989.45
	P60X ต้นทุนการดำเนินงาน การตรวจสอบและการปรับปรุง	4,626.69	4,632.61	4,629.22	4,629.86	4,633.14	4,629.41	4,624.77	4,622.91	4,628.04	4,619.86	4,620.16	4,634.11	4,619.14	4,630.66	4,647.86	69,428.44
ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพ	A10Y ต้นทุนการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ	1,552.42	1,671.84	1,910.67	1,671.84	1,671.84	2,089.80	1,671.84	1,671.84	2,089.80	1,671.84	1,671.84	2,089.80	1,671.84	1,671.84	2,089.80	26,868.81
	A20Y ต้นทุนการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพสินค้า	3,617.89	3,334.13	4,361.86	4,213.29	4,979.02	4,267.14	4,187.88	4,190.52	4,166.30	4,017.97	2,750.59	3,480.90	3,240.05	3,232.57	3,659.84	57,699.95
	A30Y ต้นทุนการสุ่มตรวจชิ้นงานสำเร็จรูป	492.19	451.97	561.28	468.97	540.28	505.04	366.97	418.21	473.38	319.18	337.11	341.60	327.97	395.55	317.80	6,317.51
	A40Y ต้นทุนการเตรียมเพื่อการตรวจสอบและการทดสอบคุณภาพของสินค้า	4,816.55	5,087.74	6,022.82	5,706.80	6,646.31	5,146.35	6,990.73	6,068.04	4,373.46	2,727.29	3,455.36	1,599.77	692.88	1,426.55	866.10	61,626.75
	A50Y ต้นทุนการรวบรวมข้อมูล การรายงานผลการตรวจสอบและการทดสอบ	1,176.47	1,647.06	1,470.59	1,647.06	1,647.06	2,058.82	1,647.06	1,647.06	2,058.82	1,647.06	1,647.06	2,058.82	1,647.06	1,647.06	2,058.82	25,705.88
ต้นทุนความล้มเหลว	F10Z ต้นทุนความล้มเหลวภายใน	4,876.42	5,478.48	7,063.82	6,396.14	8,304.03	6,444.92	6,181.56	5,532.62	5,700.61	4,252.16	3,751.96	3,271.20	2,606.25	3,265.39	3,208.43	76,334.00
	F20Z ต้นทุนความล้มเหลวภายนอก	11,032.00	15,217.59	21,525.86	19,642.35	19,642.35	18,087.70	15,098.00	15,307.28	17,131.00	14,320.68	10,942.31	9,148.49	7,414.46	6,368.07	6,218.58	207,096.71

ตารางที่ ค-15 ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกันหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 – กันยายน 2553

รายการต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพด้านการป้องกันหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 – กันยายน 2553 (เหรียญสหรัฐฯ)															
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	รวม
P101 ต้นทุนการวางแผนดำเนินงานทางคุณภาพ	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	7,531.86	112,977.94
P102 ต้นทุนการดำเนินการควบคุมกระบวนการผลิต	2,618.17	4,557.84	3,706.86	3,675.49	3,675.49	3,730.39	3,675.49	3,675.49	3,730.39	3,676.49	3,677.49	3,733.39	3,679.49	3,680.49	3,736.39	55,229.37
P301 ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต	13,035.29	5,976.47	6,035.29	12,388.24	5,329.41	12,388.24	5,976.47	5,976.47	4,447.06	5,329.41	4,447.06	10,058.82	2,117.65	3,000.00	5,094.12	101,600.00
P302 การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต	4,145.79	4,950.36	4,726.25	4,399.12	5,309.45	5,078.77	4,542.50	5,148.75	3,310.85	2,776.87	3,426.75	3,056.50	2,583.72	3,392.62	3,151.66	59,999.96
P401 ต้นทุนการสอบเทียบเครื่องมือเครื่องจักร	2,540.82	1,812.34	2,318.27	1,716.29	2,318.27	1,716.29	1,508.00	779.52	1,381.51	721.04	1,323.03	721.04	1,449.52	721.04	1,323.03	22,350.01
P402 การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักร	654.41	403.19	466.91	264.71	466.91	264.71	654.41	403.19	466.91	264.71	466.91	264.71	654.41	403.19	466.91	6,566.18
P501 ต้นทุนการฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติการ	1,569.92	1,569.92	0.00	1,569.92	0.00	1,569.92	0.00	0.00	1,569.92	0.00	0.00	1,569.92	0.00	0.00	1,569.92	10,989.45
P601 ต้นทุนทางการบริหาร	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	4,460.78	66,911.76
P602 ต้นทุนการสุ่มตรวจพนักงานปฏิบัติการ	1.42	3.00	2.94	2.56	2.89	2.83	2.17	2.03	1.75	3.42	4.03	3.44	0.67	2.11	2.50	37.75
P603 ต้นทุนสุ่มตรวจสภาวะของสายการผลิต	164.49	168.82	165.49	166.52	169.46	165.80	161.82	160.09	165.51	155.66	155.35	169.88	157.69	167.77	184.57	2,478.93
ต้นทุนการป้องกันรวม	36,722.97	31,434.59	29,414.67	36,175.48	29,264.53	36,909.59	28,513.51	28,138.19	27,066.55	24,920.24	25,493.27	31,570.35	22,635.79	23,359.87	27,521.75	439,141.35
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	5,481,330.78	5,719,363.19	6,620,152.70	6,375,920.89	7,199,818.54	6,563,954.75	6,968,888.69	6,537,990.92	6,153,496.58	4,939,501.45	4,689,710.34	4,590,467.32	3,695,473.86	4,101,170.67	4,377,179.90	84,014,420.58
ต้นทุนการป้องกันต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์)	0.67	0.55	0.44	0.57	0.41	0.56	0.41	0.43	0.44	0.50	0.54	0.69	0.61	0.57	0.63	0.52

ตารางที่ ค-16 ต้นทุนคุณภาพด้านการการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 – กันยายน 2553

รายการต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพด้านการการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 – กันยายน 2553 (เหรียญสหรัฐฯ)															
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	รวม
A101 ต้นทุนการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการ	1,552.42	1,671.84	1,910.67	1,671.84	1,671.84	2,089.80	1,671.84	1,671.84	2,089.80	1,671.84	1,671.84	2,089.80	1,671.84	1,671.84	2,089.80	26,868.81
A201 ต้นทุนการตรวจสอบชิ้นงานของพนักงานผลิต	1,043.35	784.42	1,583.23	1,469.67	2,034.75	1,497.99	1,317.70	1,452.27	1,402.86	1,348.89	340.87	960.11	811.29	759.85	964.33	17,771.56
A202 ต้นทุนการการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า	2,153.09	2,112.95	2,283.03	2,263.96	2,410.24	2,276.93	2,350.95	2,247.48	2,298.21	2,283.71	2,040.51	2,157.95	2,124.82	2,141.90	2,346.46	33,492.19
A203 การนำเทคนิคเชิงสถิติมาใช้ในการควบคุมกระบวนการ	793.18	773.50	765.78	764.21	774.60	768.33	745.83	750.49	749.98	757.57	768.93	757.48	745.51	763.26	769.70	11,448.36
A204 ต้นทุนการตรวจสอบข้อมูลสินค้าสำเร็จรูป	421.45	436.76	495.60	479.66	534.04	492.22	519.23	490.78	465.22	385.38	369.22	362.84	303.94	330.82	349.05	6,436.20
A301 การสุ่มตรวจชิ้นงานที่ขั้นตอนสุดท้าย	309.57	312.42	422.31	350.63	391.62	363.95	224.50	232.51	290.24	182.44	131.60	193.67	181.86	227.58	141.44	3,956.35
A302 การสุ่มตรวจสอบชิ้นงานสำเร็จรูป	182.62	139.55	138.97	118.33	148.66	141.09	142.48	185.70	183.14	136.74	205.52	147.93	146.11	167.97	176.36	2,361.16
A401 ต้นทุนการทดสอบและการตรวจประเมินเครื่องจักรก่อนการผลิต	3,529.77	3,701.98	5,230.96	5,013.92	5,953.43	4,280.25	6,297.85	5,375.16	3,507.36	2,034.41	2,762.48	733.67	0.00	733.67	0.00	49,154.92
A402 ต้นทุนการตรวจสอบเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตและตรวจประเมินตามแผนการตรวจสอบประจำวัน	1,286.78	1,385.76	791.86	692.88	692.88	866.10	692.88	692.88	866.10	692.88	692.88	866.10	692.88	692.88	866.10	12,471.84
A501 ต้นทุนการรายงานผลการตรวจสอบและทดสอบโดยเจ้าหน้าที่ฝ่ายผลิต	735.29	1,029.41	919.12	1,029.41	1,029.41	1,286.76	1,029.41	1,029.41	1,286.76	1,029.41	1,029.41	1,286.76	1,029.41	1,029.41	1,286.76	16,066.18
A502 ต้นทุนการรายงานของเจ้าหน้าที่ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ	441.18	617.65	551.47	617.65	617.65	772.06	617.65	617.65	772.06	617.65	617.65	772.06	617.65	617.65	772.06	9,639.71
ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพรวม	12,448.70	12,966.23	15,093.00	14,472.16	16,259.10	14,835.48	15,610.32	14,746.16	13,911.74	11,140.91	10,630.89	10,328.37	8,325.30	9,136.83	9,762.06	189,667.26
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	5,481,330.78	5,719,363.19	6,620,152.70	6,375,920.89	7,199,818.54	6,563,954.75	6,968,888.69	6,537,990.92	6,153,496.58	4,939,501.45	4,689,710.34	4,590,467.32	3,695,473.86	4,101,170.67	4,377,179.90	84,014,420.58
ต้นทุนการตรวจสอบการวัดและการประเมินคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.23	0.22	0.22	0.23

ตารางที่ ค-17 ต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลวหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 – กันยายน 2553

รายการต้นทุนคุณภาพ	ต้นทุนคุณภาพด้านความล้มเหลวหลังการปรับปรุงของสินค้าตัวอย่าง B ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2552 – กันยายน 2553 (เหรียญสหรัฐฯ)																
	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	รวม	
F101 ต้นทุนของเสีย	420.89	350.75	1,157.57	561.22	719.05	894.41	491.05	298.15	438.45	140.31	333.22	543.66	140.30	333.21	561.19	7,383.40	
F102 ต้นทุนการแก้ไขงาน	4,399.37	4,658.61	5,843.66	5,825.96	5,858.50	5,504.74	5,681.12	5,226.30	5,253.48	4,111.85	3,418.74	2,727.55	2,465.95	2,932.18	2,647.24	66,555.26	
F103 ต้นทุนการตรวจสอบซ้ำ	56.16	469.12	62.60	8.96	1,726.47	45.78	9.40	8.17	8.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,395.34	
F202 ต้นทุนการจัดการสินค้าส่งคืน / การเรียกสินค้ากลับคืน	146.50	202.09	285.86	260.85	260.85	240.20	200.50	203.28	227.50	190.18	145.31	121.49	98.46	84.57	82.58	2,750.21	
F204 ต้นทุนการตรวจสอบและแก้ไขชิ้นงาน	10,885.50	15,015.50	21,240.00	19,381.50	19,381.50	17,847.50	14,897.50	15,104.00	16,903.50	14,130.50	10,797.00	9,027.00	7,316.00	6,283.50	6,136.00	204,346.50	
ต้นทุนความล้มเหลวรวม	15,908.43	20,696.07	28,589.68	26,038.49	27,946.38	24,532.62	21,279.56	20,839.89	22,831.61	18,572.84	14,694.27	12,419.69	10,020.71	9,633.46	9,427.01	283,430.71	
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	5,481,330.78	5,719,363.19	6,620,152.70	6,375,920.89	7,199,818.54	6,563,954.75	6,968,888.69	6,537,990.92	6,153,496.58	4,939,501.45	4,689,710.34	4,590,467.32	3,695,473.86	4,101,170.67	4,377,179.90	84,014,420.58	
ต้นทุนความล้มเหลวต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป (เปอร์เซ็นต์)	0.29	0.36	0.43	0.41	0.39	0.37	0.31	0.32	0.37	0.38	0.31	0.27	0.27	0.23	0.22	0.34	

ตารางที่ ค-18 เปรียบเทียบต้นทุนคุณภาพต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูปก่อนและหลังการปรับปรุงของสินค้า B

ข้อมูล	เหรียญสหรัฐฯ		เปอร์เซ็นต์ต้นทุนต่อมูลค่าสินค้าสำเร็จรูป		เปอร์เซ็นต์การปรับปรุง
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	
มูลค่าสินค้าสำเร็จรูป	34,637,399	84,014,421			
ต้นทุนการป้องกัน	165,423	439,141	0.50	0.52	-4.00%
ต้นทุนการตรวจสอบ การวัดและประเมินคุณภาพ	88,555	189,667	0.25	0.23	8.00%
ต้นทุนความล้มเหลว	129,997	283,431	0.37	0.33	10.81%
ต้นทุนคุณภาพโดยรวม	383,975	912,239	1.12	1.08	3.57%

ภาคผนวก ง
แผนชักตัวอย่าง CSP-1

ตารางที่ ง -1 อักษรรหัสสำหรับแผนชักตัวอย่าง CSP

SAMPLING FREQUENCY CODE LETTERS

Number of Units in Production Interval	Permissible Code Letters
2-8	A,B
9-25	A through C
26-90	A through D
91-500	A through E
501-1200	A through F
1201-3200	A through G
3201-10,000	A through H
10,001-35,000	A through I
35,001-150,000	A through J
150,001-up	A through K

ตารางที่ ง -2 ค่า i สำหรับแผน CSP - 1

Samp Freq Code Ltr	f	AQL* in %															
		.010	.015	.025	.040	.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10.0
A	1/2	1540	840	600	375	245	194	140	84	53	36	23	15	10	6	5	3
B	1/3	2550	1390	1000	620	405	321	232	140	87	59	38	25	16	10	7	5
C	1/4	3340	1820	1310	810	530	420	303	182	113	76	49	32	21	13	9	6
D	1/5	3960	2160	1550	965	630	498	360	217	135	91	58	38	25	15	11	7
E	1/7	4950	2700	1940	1205	790	623	450	270	168	113	73	47	31	18	13	8
F	1/10	6050	3300	2370	1470	965	762	550	335	207	138	89	57	38	22	16	10
G	1/15	7390	4030	2890	1800	1180	930	672	410	255	170	108	70	46	27	19	12
H	1/25	9110	4970	3570	2215	1450	1147	828	500	315	210	134	86	57	33	23	14
I	1/50	11730	6400	4590	2855	1870	1477	1067	640	400	270	175	110	72	42	29	18
J	1/100	14320	7810	5600	3485	2305	1820	1302	790	500	330	215	135	89	52	36	22
K	1/200	17420	9500	6810	4235	2760	2178	1583	950	590	400	255	165	106	62	43	26
		.018	.033	.046	.074	.113	.163	.198	0.33	0.53	0.79	1.22	1.90	2.90	4.94	7.12	11.46
		AOQL in %															

*AQL's are provided as indices to simplify use of this table, but have no other meaning relative to the plans.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววารี ด่านสกุลเจริญกิจ เกิดเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2524 ที่จังหวัดพิจิตร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2545 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา พ.ศ. 2550