การลดของเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋อง
โดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ซิกมา

นางสาว อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-9862-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEFECTIVE REDUCTION IN CAN PRODUCTION PROCESS

BY APPLYING SIX SIGMA APPROACH

MISS USANEE THINKOHKAEW

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-9862-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดของเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋อง โดยประยุกต์ใช้วิธีการ Six Sigma
โดย	นางสาว อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช)

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว : การลดของเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋อง โดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ซิกมา. (DEFECTIVE REDUCTION IN CAN PRODUCTION PROCESS BY APPLYING SIX SIGMA APPROACH) อ.ที่ปรึกษา: ผศ. สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน , จำนวน 150 หน้า. ISBN 974-17-9862-8.

การวิจัยนี้เสนอแนวทางการควบคุมคุณภาพโดยใช้แนวทางของ Six Sigma เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระป๋อง อันเนื่องจากข้อบกพร่องต่างๆ ระบบการดำเนินการคุณภาพตามแนวทางของ Six Sigma จะใช้หลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเป็นสำคัญ ขั้นตอนจะประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนที่ใช้เป็นหลักในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา คือ การวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหา (Measure) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze) การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve) การควบคุมตัวแปรต่างๆ (Control)

ในแต่ละขั้นตอนของการสำรวจผลวิจัยสามารถระบุสาเหตุของปัญหาและทำการแก้ไขซึ่งขั้นตอนเริ่มต้นของการศึกษาได้ทำการศึกษาความแม่นยำและความถูกต้องของระบบการวัดการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาทำโดยแผนภาพแสดงเหตุและผล และเชื่อมโยงเพื่อหาความรุนแรงของปัญหาด้วยวิธีการ FMEA หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์สาเหตุต่างๆเหล่านั้นว่ามีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อสามารถระบุถึงสาเหตุของปัญหาขั้นตอนต่อไป คือ การปรับปรุงเพื่อลดสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้น โดยอาศัยหลักการทางสถิติวิศวกรรมเพื่อการยืนยันผลการทดลอง สุดท้ายคือการจัดทำมาตรการควบคุมและป้องกันปัญหา

จากการดำเนินการคุณภาพตามแนวทางของ Six Sigma ในระยะเวลา 4 เดือนที่ผ่านมา พบว่าสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระป๋อง ลดลงจาก 4,400 DPM เป็น 2,849 DPM หรือเมื่อเปรียบเทียบในระดับ σ สามารถปรับปรุงจากระดับ 2.85 เป็นที่ระดับ 2.986 ทั้งนี้ในแต่ละวันจะมีของเสียที่เกิดจากการตรวจสอบเฉลี่ย 1200 DPM ซึ่งหากลดการตรวจสอบที่ไม่จำเป็นลง จะส่งผลให้ของเสียลดลงได้อีก 50% โดยการประมาณการจะสามารถลดลงเหลือประมาณ 2000 DPM หรือระดับ σ อยู่ที่ 3.092 ซึ่งหากมีการควบคุมอย่างต่อเนื่องประมาณ 6 เดือน จะทำให้ความผันแปรในกระบวนการผลิตลดลงอีก 1.5σ เป็นผลทำให้สัดส่วนของเสียลดลงอยู่ที่ระดับ 4.592σ นอกจากนี้ในการวิจัยนี้ได้นำสาเหตุที่ก่อให้เกิดของเสียมาแก้ไขเพียง 60% แรกของทั้งหมด หากทางทีมงานมีการนำสาเหตุที่เหลือมาทำการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขและปรับปรุงต่อไป สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นก็มีแนวโน้มจะลดลง

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ . ลายมือชื่อนิสิต ....
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ . ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ....
ปีการศึกษา 2545 .

4470727621 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: SIX SIGMS APPROACH/ GR&R / FMEA/ CAN PRODUCTION PROCESS

USANEE THINKOHKAEW: DEFECTIVE REDUCTION IN CAN PRODUCTION PROCESS BY APPLYING SIX SIGMA APPROACH. THESIS ADVISOR: ASSISTANT PROFESSOR SUTHAS RATTANAKUAKANGWAN, 150 pp. ISBN 974-17-9862-8

This research has been performed on defective reduction the can production process by applying Six Sigma approach. The research aims to reduce causes of failure mode. Six Sigma approach is used as a process tools in this research. It consists 4 phases, which are measurement phase, analyze phase, improvement phase and control phase.

In each phase of Six Sigma approach mainly applies the statistical techniques to make decisions. The first phase is to determine the repeatability and reproducibility of attribute Gauge R&R study. Key factors are listed by Cause and effect diagram and FMEA (Failure Mode Effect Analysis). The second phase is to use statistic to analyze the actual root causes. Third part is to improve the entire key factor to reduce defect and control in the acceptance level by control phase.

After 4 months of experiment, the defect has been reduced from 4,400 DPM in September'2002 to 2,849 DPM in February'2003. The σ level improves from 2.85 to be 2.986. In each day, the average defect which occurred from inspection process was around 1,200 DPM. If unnecessary inspection is reduced, the defect will decrease 50% and remain only 2000 DPM or σ level at 3.092. Then the variance of processes will be less than 1.5σ if the controlling becomes consistency during 6 months. Later the variance of processes will be decrease by 1.5σ finally the σ level become 4.592. Because of 60% of failure causes were studied in this research, we can reduce defect from the rest of causes then the defect trends to decline.

Department ....Industrial Engineering....... Student's signature ....

Field of Study ....Industrial Engineering....... Advisor's signature ....

Academic year ....2002..............................

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้ที่คณาจารย์ประสิทธิประสาทวิชา และด้วยความอนุเคราะห์ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งนอกจากให้คำแนะนำแก้ไขที่เป็นประโยชน์กับการทำวิจัยอย่างมากแล้วยังคอยสอบถามความคืบหน้าของงานวิจัยอย่างสม่ำเสมอ ตลอดจนคณาจารย์ที่ร่วมเป็นประธานและคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพาณิช ที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและชัดเจนขึ้น ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้เห็นประโยชน์ของการศึกษา และอยู่เคียงข้างผู้วิจัยโดยตลอด รวมถึงขอขอบคุณความช่วยเหลือและกำลังใจที่ได้รับจากเพื่อนนิสิต และเพื่อนรอบกายของผู้วิจัยทุกท่าน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย....................ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ....................จ

กิตติกรรมประกาศ....................ฉ

สารบัญ....................ช

สารบัญตาราง....................ญ

สารบัญรูป....................ฏ

บทที่ 1 บทนำ....................1

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา....................1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย....................2

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงานวิจัย....................2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน....................2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ....................5

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....................6

2.1 แนวคิดของการดำเนินวิธีการควบคุมคุณภาพแบบซิกซ์ซิกมา…………………..6

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…………………………………………………….....38

บทที่ 3 สภาพปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง…………………………………………......44

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา………………………………......44

3.2 ขอบเขตปัญหา……………………………………………………………........57

บทที่ 4 การวัดเพื่อการกำหนดสาเหตุของปัญหา……………………………………......71

4.1 การวิเคราะห์กระบวนการผลิต………………………………………........71

4.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยผังแสดงเหตุและผล……………………………......74

4.3 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)…………………………......83

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา........94
5.1 บทนำ........94
5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม........95

บทที่ 6 การปรับปรุง........103
6.1 บทนำ........103
6.2 การปรับปรุงกระบวนการผลิต........103

บทที่ 7 การควบคุมกระบวนการผลิต........108
7.1 บทนำ........108
7.2 การตรวจสอบ........108
7.3 การใช้แผนภูมิควบคุมในกระบวนการผลิต........109
7.4 การจัดทำมาตรการป้องกัน........122
7.5 ผลกระทบ........123
7.6 สาเหตุของปัญหา........124
7.7 แนวทางแก้ไขปัญหา........124
7.8 ข้อสรุป........125
7.9 ข้อเสนอแนะ........125

บทที่ 8 บทสรุปและข้อเสนอแนะ........127
8.1 บทนำ........127
8.2 ขอบเขตปัญหา........128
8.3 บทสรุปการวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุปัญหา........129
8.4 บทสรุปการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา........130
8.5 บทสรุปการปรับปรุงการกระบวนการผลิต........131
8.6 บทสรุปการควบคุมกระบวนการผลิต........132
8.7 ข้อจำกัดในการวิจัย........134

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

8.8 อุปสรรค....................134
8.9 ข้อเสนอแนะ....................135

รายการอ้างอิง....................136

ภาคผนวก....................139
ภาคผนวก ก. บันทึกผลผลิตเสียในระหว่างการผลิต ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2545....................139

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์....................150

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความร้ายแรงของปัญหา (SEV)............................12

2.2 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนตามความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (OOC)…………......13

2.3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถของการควบคุม (DET)……….……......13

2.4 ชนิดของข้อมูล..27

2.5 การเลือกแผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลตัวแปรใช้กับกระบวนการเชิงป้องกัน................28

2.6 การเลือกแผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลคุณสมบัติใช้กับกระบวนการเชิงดักปัญหา.........28

2.7 สูตรในการคำนวณขอบเขตควบคุม...30

2.8 ค่าคงที่สำหรับการคำนวณขอบเขตควบคุม...31

3.1 ข้อมูลจากงบดุล ปี 2542 ถึง 2544...58

3.2 ระดับคุณภาพของ Sigma…………………………………………………….……........59

3.3 % ผลผลิตและ %ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตกระป๋อง ปี 2544…………….........61

3.4 การวิเคราะห์ความสูญเสียจากการนำของเสียไปขายเป็นเศษเหล็ก ปี 2544……..…........62

3.5 % ผลผลิตและ %ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตกระป๋องในช่วงปี พ.ศ.2545…......63

3.6 การวิเคราะห์ความสูญเสียจากของเสียไปขายเป็นเศษเหล็กปี พ.ศ.2545………….........64

3.7 ประมาณค่าความสูญเสียสิ้นสุดเดือนกันยายน 2545..66

4.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพงานในระยะสั้น…………………………………………......79

4.2 ผลการประเมินผลประสิทธิผล ……………………………………………......80

4.3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความร้ายแรงของปัญหา (SEV)…………….........86

4.4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนตามความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (OOC)……….......87

4.5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถของการควบคุม (DET)……..……….....87

4.6 แสดงสัดส่วนของเสีย (DPM) เพื่อหาค่า OCC……………………………….…….......88

4.7 แสดงการให้คะแนนระดับความสามารถของการควบคุม (DET)…………….…..….....89

4.8 แสดงผล FAILURE MODE & EFFECT ANALYSIS – PROCESS.............................90

4.8 แสดงผล FAILURE MODE & EFFECT ANALYSIS – PROCESS (ต่อ).....................91

4.9 แสดงค่า RPN ที่วิเคราะห์ได้จาก FMEA...92

7.1 แสดงข้อมูลของเสียที่เกิดจาก Powder ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2545…………………......110

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

7.2 แสดงข้อมูลของเสียที่เกิดจาก Powder ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546……………........112
7.3 แสดงข้อมูลของเสียที่เกิดจาก Scratch ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546……………........114
7.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า σ เปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลอง..............................117
7.5 ระดับคุณภาพของ Sigma………………………………………………………….......119

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 สำหรับวิธีการของการเฝ้าติดตาม....26

2.2 การกระจายของจุดบนแผนภูมิควบคุมที่แสดงความผิดปกติของกระบวนการผลิต….....33

3.1 ผังองค์กรของโรงงาน....45

3.2 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์และขนาดมิติของกระป๋อง....46

3.3 แสดงแผนภาพกระบวนการผลิตกระป๋อง....47

3.4 แสดงแผนภาพกระบวนการผลิตฝากระป๋อง....48

3.5 แสดงผังการวางเครื่องจักรในกระบวนการผลิตกระป๋อง....55

3.6 แผนภูมิแสดง%ของเสียในปีพ.ศ. 2544....60

3.7 แผนภูมิแสดง%ของเสียในปีพ.ศ. 2545....63

3.8 แผนภูมิควบคุม %ของเสียในปีพ.ศ. 2544....68

3.9 แสดงความสามารถของกระบวนการปี พ.ศ. 2544....68

3.10 แผนภูมิควบคุม %ของเสียในปีพ.ศ. 2545....69

3.11 แสดงความสามารถของกระบวนการ ปีพ.ศ. 2545....70

4.1 แสดงข้อบกพร่องที่เกิดในแต่ละขั้นตอนการผลิต....72

4.2 การวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผล....74

4.3 ผลการวิเคราะห์อาการบกพร่องหลัก ด้วย Pareto Chart....93

5.1 การวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผลกรณีผง Powder กระจายไม่สม่ำเสมอ....95

5.2 การวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผลกรณีเกิดการขีดข่วนระหว่างกระบวนการผลิต....99

5.3 การวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผลกรณีเกิดการ Jam ของเครื่อง Seamer....100

5.4 การวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผลกรณีเกิดการขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก....101

5.5 การวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผลกรณีเกิดการ Jam ของเครื่อง VK....102

6.1 แผนภูมิแสดงสัดส่วนของเสียอันมีสาเหตุมาจากรอยตำหนิที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต......104

6.2 แผนภูมิแสดงสัดส่วนของเสียอันมีสาเหตุมาจากการ Jam ที่เครื่อง Seamer....105

6.3 แผนภูมิแสดงสัดส่วนของเสียที่เกิดจากเครื่อง VK....106

6.4 ปริมาณสัดส่วนของเสียตั้งแต่เดือนพ.ค. – พ.ย. 2545....107

7.1 แสดงแผนภูมิสัดส่วนของเสียที่เกิดจาก Powder ประจำเดือนตุลาคม พ.ศ. 2545....111

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

7.2 แสดงแผนภูมิสัดส่วนของเสียที่เกิดจาก Powder ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546........113

7.3 แสดงแผนภูมิสัดส่วนของเสียที่เกิดจาก Scratch ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546……115

7.5 แสดงแผนภูมิร้อยละของเสีย ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545......................................116

7.6 แสดงความสามารถของกระบวนการ เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546..................................116

7.4 แสดงภาพสัดส่วนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง……………………………….…....118

7.7 แสดง σ_{level} ก่อนและหลังการปรับปรุง...119

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในสภาวการณ์ปัจจุบันที่ธุรกิจทุกแขนงต้องแข่งขันกันอย่างมากมายนั้น การเพิ่มอัตราผลผลิตและปรับปรุงการทำงานนั้น จึงเป็นหัวใจที่สำคัญของการอยู่รอดทางธุรกิจและการเติบโตทางอุตสาหกรรม เพื่อให้สามารถยืนหยัดแข่งขันกับผู้อื่นในตลาดโลกได้ต้องมีความสามารถที่จะทำการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นไปตามความต้องการของตลาด โดยมีต้นทุนที่ต่ำที่สุดด้วยประสิทธิภาพที่สูงที่สุดและสามารถที่จะปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ที่ผันผวนอย่างมากในปัจจุบัน อีกทั้งในช่วงที่เศรษฐกิจขยายตัวต่างก็ทำการขยายกำลังการผลิตโดยคาดการณ์ว่าตลาดจะเติบโต แต่ในความเป็นจริงเศรษฐกิจกลับทรุด ทำให้ธุรกิจต่าง ๆ ได้รับผลกระทบจากการลงทุนที่ทำไว้ นอกจากกลายเป็นมีกำลังการผลิตเกินความต้องการ ทำให้สินค้าล้นตลาดแล้ว เครื่องจักรต่าง ๆ ก็เป็นการจัดซื้อจัดหาจากต่างประเทศทำให้ได้รับผลกระทบจากการที่ค่าเงินบาทลอยตัว อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ก็ได้รับผลกระทบในปัจจัยต่าง ๆ ข้างต้นด้วย เนื่องจากในช่วงที่ผ่านมา อุตสาหกรรมในกลุ่มนี้มีการขยายตัวจำนวนมาก เพราะบรรจุภัณฑ์ไม่ได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงอย่างใด เมื่อเกิดภาวะถดถอยทางเศรษฐกิจทำให้กำลังซื้อภายในประเทศลดลง ตลาดเป็นของผู้บริโภคทำให้อำนาจต่อรองของผู้บริโภคมีสูง สามารถต่อรองและเลือกผู้จัดส่งบรรจุภัณฑ์ได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ โดยปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคมีสองปัจจัย คือ ราคาและคุณภาพ ทำให้อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ต้องทำการปรับตัวอย่างมาก จำเป็นต้องอาศัยเทคนิคเหมาะสมมาทำการปรับปรุงสภาพการผลิต ให้ต้นทุนสินค้าต่ำ และมีคุณภาพที่สามารถแข่งขันในตลาดได้ เพื่อให้องค์กรอยู่รอดได้

ความสูญเสียทางการผลิตของบริษัทเริ่มต้นที่การมีการขยายกำลังการผลิตและไม่สามารถหาแหล่งตลาดที่สนองตอบความสามารถทางการผลิตได้มีผลทำให้เกิดกำลังการผลิตส่วนเกินและต้นทุนการผลิตที่สูง ความสูญเสียในทางการผลิตกรณีที่ผลิตไม่ทันและเครื่องจักรหยุดเพราะเหตุใด ๆ ก็ตามจะชัดเจนขึ้นถ้าความต้องการทางผลิตสูงขึ้น อย่างไรก็ตามจะพบว่าความสูญเสียหลักจากการผลิตคือ

ของเสียที่เกิดขึ้น แต่เนื่องจากการผลิตที่มีอัตราความเร็วสูงและปริมาณมากผลิตมาก เปอร์เซ็นต์ความสูญเสียและมูลค่าความสูญจากของเสียจึงไม่สูงมากนักคือ อยู่ในช่วงไม่เกิน 0.5 %

ทั้งนี้ กระบวนการผลิตกระป๋องในปัจจุบันของโรงงานมีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนหลายพันกระป๋องต่อเดือน ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นนี้ไม่คุ้มต่อการนำกลับไปทำใหม่ (Rework) ทางบริษัทจึงต้องขายเป็นเศษเหล็ก นอกจากนี้ยังได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้าในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Defect) คิดเป็น 0.05% ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือเป็นการสูญเสียที่จะสมควรพิจารณาให้ลดน้อยลง จึงควรมีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบมีจำนวนผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพลดน้อยลงให้มากที่สุดหรือแทบไม่มีเลย (Zero Defect)

ทางบริษัทจึงเล็งเห็นว่า การที่จะประสบความสำเร็จในอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันอย่างมากนี้ สิ่งที่จะทำให้ยอดขายของบริษัทเพิ่มขึ้นและนำไปสู่กำไรของบริษัทนั้นคือ การสร้างความพึงพอใจสูงสุดของลูกค้า โดยมีการพัฒนาและปรับปรุงทั้งทางด้านคุณภาพตลอดจนการลดต้นทุนการผลิต การวางแผนเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ และการยกระดับคุณภาพอย่างรวดเร็วนั้นควรที่จะมีการวัดคุณภาพโดยอาศัยวิธีทางสถิติคือ วิธีการซิกซ์ ซิกมา (SIX SIGMA APPROACH) เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นและปรับปรุงกระบวนการผลิตกระป๋องโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือของวิธีการ ซิกซ์ซิกมา

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงานวิจัย

ขอบเขตของการทำงานจะครอบคลุม

1. การวิจัยฉบับนี้ทำการศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์รุ่น **603** ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หลักของบริษัท
2. ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองต่าง ๆ ด้วยเทคนิคทางสถิติโดยใช้โปรแกรม **MINITAB** ช่วยในการคำนวณ

1.4 แนวความคิดเพื่อการวิจัย

จากสภาพการณ์ปัจจุบัน การที่บริษัทจะสามารถยืนหยัดได้ควรที่จะต้องทำการพัฒนาและปรับปรุงทั้งทางด้านคุณภาพ ตลอดจนการลดต้นทุนการผลิตในการวางแผนเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์และการยกระดับคุณภาพอย่างรวดเร็ว การวางกลยุทธ์เพื่อที่จะลดต้นทุนในการผลิต สิ่งที่ทำให้หลายบริษัทโดยเฉพาะอย่างยิ่ง บริษัท Motorola ประสบความสำเร็จ คือการวัดคุณภาพ โดยใช้วิธีทางสถิติเข้ามาเป็นเครื่องมือ ซึ่งเรียกว่า การควบคุมคุณภาพแบบซิกซ์ซิกมา

เนื่องจากสภาวการณ์ของอุตสาหกรรมอาหารบรรจุกระป๋องมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้อุตสาหกรรมกระป๋องมีการขยายตัวตามลำดับเช่นเดียวกับการขยายตัวของอุตสาหกรรม

- การปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์บ่อย เพื่อเป็นไปตามความต้องการของลูกค้า ทำให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตบ่อย ทำให้เกิดของเสียได้ง่าย
- การเพิ่มกำลังการผลิตอย่างรวดเร็ว เพื่อต้องการส่งมอบสินค้าให้ตรงเวลา แต่ถ้ามีการกระทำกิจกรรมทางด้านคุณภาพไม่ดีพอ จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาด้อยคุณภาพ

การดำเนินการทางด้านคุณภาพนั้น มีความจำเป็นและมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมทุกประเภท โรงงานจึงควรที่จะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการดำเนินการด้านคุณภาพเป็นอย่างดี เพื่อจะสามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า มิฉะนั้นจะเกิดความเสียหายทั้งสองฝ่าย สำหรับวิธีการดำเนินการด้านคุณภาพที่สำคัญและจำเป็นต้องใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างหนึ่งคือ การประกันคุณภาพ

ในอุตสาหกรรมทุกประเภทในปัจจุบันมีการแข่งขันที่สูงมาก ซึ่งสิ่งที่จะทำให้ยอดขายของบริษัทเพิ่มขึ้นจะต้องขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก ดังนั้น การที่จะได้ซึ่งความได้เปรียบของบริษัท คือการสร้างความพึงพอใจสูงสุดให้กับลูกค้า การควบคุมคุณภาพในระดับซิกซ์ซิกมาจึงเป็นกลยุทธ์และวิธีการดำเนินงานซึ่งทำให้บริษัทสามารถประสบความสำเร็จในการปฏิบัติงานด้านคุณภาพเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์คือความสามารถในการทำกำไรของบริษัท

การควบคุมคุณภาพในระดับซิกซ์ซิกมา คือ มาตรการซึ่งใช้วัดคุณภาพการดำเนินงาน โดยมีแนวคิด คือ ทำการควบคุมคุณภาพที่ระดับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงมากเท่าไหร่ ก็จะลดค่าความแปรปรวนในการผลิตมีน้อย ส่งผลให้การดำเนินงานยิ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น ขั้นตอนทุกขั้นตอนของการทำงานทุกประเภทจะถูกควบคุมอย่างมีระบบ โดยที่พนักงานจะต้องรู้สึกว่ามิใช่การทำงานหนักยิ่งขึ้น

ส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ คือ การใช้แนวทางด้านการควบคุมคุณภาพในระดับซิกซ์ซิกมา เป็นแนวทางหรือมาตรฐานในการวิเคราะห์แก้ไขปัญหาขององค์กรอย่างเป็นรูปแบบ โดยที่การควบคุมคุณภาพในรูปแบบดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ในงานด้านอื่นๆที่นอกเหนือจากงานด้านวิศวกรรม เช่น งานด้านการวางแผนการผลิต การตลาด ฝ่ายผลิต หรือ งานด้านบริหารบุคลากรของบริษัท

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้ศึกษาได้เลือกเอาปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเป็นกรณีศึกษาเพื่อจะใช้แนวคิดและวิธีปฏิบัติตามขั้นตอนของซิกซ์ซิกมาเพื่อเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ

แนวทางการปฏิบัติด้านแนวคิดการควบคุมคุณภาพในระดับซิกซ์ซิกมาจะใช้หลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเป็นสำคัญ ประกอบไปด้วยขั้นตอนหลักๆ 4 ขั้นตอน ที่ใช้เป็นหลักในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาคือ

1). การวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหา (Measure)
2). การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze)
3). การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve)
4). การควบคุมตัวแปรต่างๆ (Control)

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 8 ขั้นตอน ตามแนวทางของวิธีซิกซ์ซิกมา คือ

(1)สำรวจสภาพการดำเนินงานทางการผลิตและปัญหาที่มีผลกระทบด้านของเสีย

(2) กำหนดแผนงานในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ***(Define Phase)***

- เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต
- พิจารณาความสามารถของกระบวนการผลิตและปริมาณของเสียในปัจจุบัน
- กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

(3) การวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหา ***(Measure Phase)***

- ศึกษากระบวนการผลิตทั้งกระบวนการ
- ระดมความคิดเพื่อแจกแจงสาเหตุและผลกระทบของข้อบกพร่อง (Cause and effect diagram)

- วิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด (Gauge R&R)
- ระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ
  (Failure Mode & Effect Analysis :FMEA)
- สรุปผลและวางแผนขั้นตอนต่อไป

(4) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ***(Analyze)***

- ทดสอบความมีนัยสำคัญด้วยเครื่องมือทางสถิติ เช่น ANOVA , Hypothesis Testing
- วิเคราะห์ผลการทดลองเพื่อเลือกปัจจัยที่สำคัญที่ต้องนำไปทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป
- สรุปผลและวางแผนขั้นตอนต่อไป

(5) การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ ***(Improve Phase)***

- ออกแบบการทดลอง(DOE)
- กำหนดตัวแปร และข้อจำกัดต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อการทดลอง
- กำหนดขั้นตอนการทดลองและวิธีการเก็บข้อมูล
- ทำการทดลองตามแผนการที่วางไว้
- วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

(6) การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ***(Control Phase)***

- พิจารณาเลือกแผนภูมิควบคุมที่เหมาะสมกับตัวแปรนั้น ๆ
- กำหนดวิธีการวัด ขนาดกลุ่มตัวอย่าง และความถี่ในการวัด
- เก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง
- สรุปผลการปรับปรุงที่ได้โดยพิจารณาจากระดับของเสียที่สามารถลดได้

(7) สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

(8) จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1). ลดปริมาณของเสียอันเนื่องมาจากไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพในกระบวนการผลิต

2). กำหนดแนวทางการป้องกันของเสียในอนาคต

3). รับรู้ข้อมูลการผลิตและของเสียโดยต่อเนื่อง ไม่ให้เกิดของเสียจากสาเหตุเดิม ๆ

4). สามารถลดระยะเวลาในการผลิตผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดและสามารถแข่งขันกับคู่แข่ง

5). สามารถกำหนดเป็นแนวทางปฏิบัติในผลิตภัณฑ์รุ่นอื่น ๆ ในอนุกรมที่ลักษณะใกล้เคียงกัน

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิธีการ Six Sigma เป็นมาตรการซึ่งใช้วัดคุณภาพการดำเนินงานโดยมีแนวคิดที่ว่า การควบคุมคุณภาพที่ระดับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงมากเท่าไหร่ก็จะลดค่าความแปรปรวนในการผลิตมีน้อย ส่งผลให้การดำเนินงานยิ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น ขั้นตอนทุกขั้นตอนของการทำงานทุกประเภทจะถูกควบคุมอย่างมีระบบ โดยที่พนักงานจะต้องรู้สึกว่ามิใช่การทำงานหนักยิ่งขึ้น Six Sigma เป็นกลยุทธ์ที่สามารถนำมาใช้ปรับปรุงและพัฒนากระบวนการในทุกระดับ จนถึงระดับปฏิบัติการที่จะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับลูกค้า การประสานกระบวนการในการปรับปรุงและพัฒนาด้วยเครื่องมือ Six Sigma นี้ ถึงแม้จะดูเหมือนกับว่าเทคนิคสถิติที่นำมาใช้จะเป็นเรื่องที่เข้าใจยาก อย่างไรก็ตาม หากเราเข้าใจในหลักการเพียงน้อยนิด ก็จะสามารถทำงานได้อย่างไม่ยากเย็นนัก การนำเอา Six sigma มาประยุกต์ใช้ในองค์การ

หลัก Smarter Six Sigma Solutions (S^4) ของ Forrest W. Breyfogle ได้อธิบายถึงการใช้ Six Sigma และกลวิธีทางสถิติเพื่อเพิ่มศักยภาพของโครงการ โดยประกอบไปด้วยเครื่องมือทางสถิติแบบธรรมดา ไปจนถึงสถิติชั้นสูง โดยผู้ปฏิบัติสามารถทำการคัดเลือกกิจกรรม S^4 เหล่านี้ให้เหมาะแก่สภาพแวดล้อมของแต่ละปัญหาในองค์การ ซึ่งการนำเอา Six Sigma มาประยุกต์ใช้ในองค์การ จะมีกรรมวิธีที่สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ระยะ คือ

(1) ระยะเตรียมการ (Deployment Phase) ซึ่งรวมถึง การกำหนดรายละเอียดและขั้นตอนของโครงการ รวมถึงการหาความต้องการของลูกค้า
(2) ระยะการตรวจวัด (Measurement Phase) เป็นการทำความเข้าใจกับกระบวนการ
(3) ระยะวิเคราะห์ (Analysis Phase) หาสาเหตุหลักๆที่ทำให้เกิดของเสีย
(4) ระยะปรับปรุง (Improvement Phase) เป็นการกำจัดต้นเหตุหลักๆของของเสีย
(5) ระยะควบคุมติดตาม (Control Phase) คงสภาพของการปรับปรุงไว้ให้ต่อเนื่อง

2.1.1 ขั้นตอนการวัดเพื่อระบุสาเหตุของปัญหา (Measure Phase)

1) การกำหนดปัญหา (Problem Statement)

ระบุปัญหาที่ต้องการทำการศึกษาและแก้ไข ซึ่งปัญหานั้น ๆ จะต้องสัมพันธ์ในส่วน ที่มีผลกระทบต่อลูกค้า หรือ ทางด้านคุณภาพ (CTQ's: Critical to Quality)

2) แผนภาพกระบวนการผลิต (Process Map)

ส่วนนี้เป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งในการที่จะหาสาเหตุของปัญหา ซึ่งการสร้างแผนภาพของกระบวนการผลิต จะต้องทำอย่างละเอียดทุกขั้นตอนในการประกอบผลิตภัณฑ์ เพื่อที่จะสามารถระบุตัวแปรสำคัญในกระบวนการผลิต (Process Input) และผลลัพธ์ในกระบวนการผลิต (Process Output) ขั้นตอนนี้จึงเปรียบเสมือนเป็นการตรวจวิเคราะห์ของกระบวนการผลิต ซึ่งอาจจะทำให้เราทราบถึงสิ่งผิดปกติ หรือทราบสาเหตุที่แท้จริงของความบกพร่องในการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งขั้นตอนนี้อาจเป็นขั้นตอนที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหา โดยการทดลอง โดยการตั้งสมมติฐาน หรือโดยการใช้ข้อมูลทางด้านสถิติที่มีการเก็บรวบรวมอย่างถูกวิธี

การสร้างแผนการไหลของผลิตภัณฑ์ต้องใช้การระดมสมอง และทีมงานที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ เพื่อที่จะได้รายละเอียดที่สำคัญและครบถ้วนของกระบวนการผลิต ซึ่งแผนภาพการไหลนั้นจะต้องสามารถบอกถึงสาเหตุแห่งความบกพร่องของผลิตภัณฑ์(Cause of Poor Quality: COPQ)

การสร้างแผนการไหลของผลิตภัณฑ์จำเป็นอย่างยิ่งในการระบุที่มาของข้อบกพร่องและ สิ่งที่ซ่อนในกระบวนการผลิต (Hidden Factory) ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลให้สูญเสียเวลา เงิน ทรัพยากร และพื้นที่ในการจัดเก็บ

3) ผลรวมของสัดส่วนของเสีย (Rolled Throughput Yield)

ได้มาจากการคำนวณของสัดส่วนของเสียครั้งแรกและไม่รวมสัดส่วนของเสียที่ได้มาจากการซ่อมแซมการคำนวณสัดส่วนของเสียก็เพื่อเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการควบคุมกระบวนการผลิต

4) ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

(ฮิโตชิ คุเมะ, ผู้เขียน และ วีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์, ผู้แปล , 2536)

ผังแสดงเหตุและผล คือ ผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยต่าง ๆ (ที่เกี่ยวข้อง) กล่าวคือ คุณลักษณะทางคุณภาพ คือ ผลที่เกิดขึ้นจากเหตุคือ ปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นต้นตอของคุณลักษณะอันนั้น

การสร้างผังแสดงเหตุและผลที่จะเอื้อประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาได้จริง ๆ ไม่ใช่เรื่องง่าย ผู้ที่สามารถสร้างผังก้างปลาได้ถูกต้อง คือ ผู้ที่มีโอกาสแก้ปัญหาทางคุณภาพได้ถูกต้องเช่นเดียวกัน ข้อสังเกตเกี่ยวกับกับผังแสดงเหตุและผลจะต้องทำการแยกแยะและเลือกสรรเพื่อหาปัจจัยอันเป็นสาเหตุแห่งปัญหานั้นควรใช้การปรึกษาหารือในกลุ่มคนหลาย ๆ ความคิดมาร่วมกัน เพราะการละเว้นหรือมองข้ามปัจจัยบางอย่างไปจะก่อผลเสียภายหลังได้ (อาจทำให้การแก้ปัญหาผิดจุดได้) เลือกคุณลักษณะของปัญหาและปัจจัยสาเหตุในรูปของขนาดหรือปริมาณที่สามารถใส่หน่วยวัดลงไปได้ เพราะในที่สุดแล้วผลสรุปจากผังก้างปลาจะต้องนำไปแก้ไขปรับปรุงตัวแปรต่าง ๆ ในการผลิต การนำผังแสดงเหตุและผลไปใช้งานจะต้อง ก่อนสรุปปัญหาควรใส่น้ำหนักหรือคะแนนให้กับปัจจัยสาเหตุแต่ละตัวเพื่อจะได้ใช้การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ซึ่งแนวทางเสนอแนะนี้จะนำไปผังแสดงเหตุและผลที่ได้ไปเชื่อมโยงกับ FMEA

5) การวิเคราะห์ความล้มเหลวในการผลิต (FMEA)

(รศ.ธนากร เกียรติบรรลือ,2543) กล่าวว่า FMEA คือเทคนิคทางวิศวกรรมที่ใช้ในการกำหนดการบ่งชี้และการขจัดปัญหา ความล้มเหลวและความผิดพลาดต่างๆที่อาจเกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นมาแล้วในระบบงานของการออกแบบของกระบวนการและการบริการก่อนที่จะถึงลูกค้า

ก. ลักษณะสำคัญ 3 ประการของ FMEA

(1) จะต้องมีการแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของความล้มเหลว ปัญหา และความผิดพลาดต่างๆที่อาจเกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นแล้วจากระบบงาน การออกแบบ การผลิต และการบริการอย่างชัดเจนและมีการประเมินผล

(2) จะต้องมีการบ่งชี้การกระทำสำหรับการลดหรือขจัดโอกาสของความล้มเหลว ปัญหา และความผิดพลาดนั้นๆที่จะเกิดขึ้นมาอีก

(3) จะต้องมีการบันทึกลงบนแบบฟอร์มมาตรฐาน โดยปกตินิยมใช้ FMEA ชนิด คือ Design FMEA สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีการนำเอาปัญหาสำคัญและข้อบกพร่องต่างๆจากผู้ใช้หรือลูกค้ามาศึกษาและหาวิธีการปรับปรุงแก้ไข และอีกชนิดหนึ่งคือ Process FMEA สำหรับการออกแบบและปรับปรุงกระบวนการผลิตซึ่งมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ เพื่อป้องกันไม่ให้มีของเสียและขจัดหรือลดปัญหาจากการผลิตที่จะส่งต่อไปยังกระบวนการผลิตถัดไปและลูกค้า

ข. ประโยชน์ของ FMEA ช่วยพิจารณาทางเลือกตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งเพิ่มศักยภาพของการผลิตและความเชื่อถือสร้างความมั่นใจว่ารูปแบบของความล้มเหลว ความผิดพลาดและปัญหาต่างๆที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมถึงผลกระทบที่อาจตามมา ได้รับการพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วนมาก่อนแสดงรายการของปัญหาหลักต่างๆและระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานั้นขึ้นมาช่วยแสดงบันทึกผลของการปรับปรุงหลังจากมีมาตรฐานการแก้ไขให้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่งได้ทันทีที่เป็นพื้นฐาน สำหรับการกำหนดรายการทดสอบเพิ่มเติมระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการผลิตช่วยรวบรวมข้อมูลในอดีตสำหรับเป็นเอกสารอ้างอิงในอนาคต โดยนำมาใช้วิเคราะห์รูปแบบของปัญหาหรือความล้มเหลวต่างๆ สำหรับการพิจารณาเรื่องความเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่าการปรับปรุงและพัฒนาต่างๆ มีผู้รับผิดชอบหรือช่วยให้วิศวกรประจำกระบวนการผลิตสร้างระบบการป้องกันปัญหาที่สามารถประเมินผลได้ เมื่อมีการประชุมทบทวนขั้นสุดท้ายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิต

ค. ชนิดของ FMEA และการนำไปใช้งาน Failure Mode and Effect Analysis หรือ FMEA เป็นวิธีการวิเคราะห์ปัญหาหรือความล้มเหลวอย่างเป็นระบบมีขั้นตอนสำหรับการค้นหาสาเหตุของความผิดพลาดก่อนที่จะเกิดขึ้นจริง เพื่อเป็นการป้องกันก่อนที่จะเกิดปัญหารายแรงขึ้นมาภายหลังและเป็นการลดความเสี่ยงของการเกิดปัญหา

โดยทั่วไปแล้ว FMEA สามารถแบ่งตามวิธีการนำไปใช้งานได้หลายอย่างคือ

- **System FMEA** สำหรับการออกแบบหรือปรับปรุงระบบการทำงาน การใช้งานมักจะรวมอยู่ในขั้นตอนของ FMEA ชนิดอื่นได้แก่การสร้างแนวความคิดในการออกแบบและกำหนดรายละเอียดของระบบงาน การออกแบบ การพัฒนา การทดสอบ และการประเมินผลระบบ

- **Design FMEA** นิยมใช้สำหรับการวิเคราะห์ผลและการแก้ไขงานที่มีการทดลองหรือปฏิบัติเป็นครั้งแรก มักจะพิจารณาเกี่ยวข้องกับกลุ่มของการรวมส่วนประกอบต่างๆหรือส่วนย่อยๆเข้าด้วยกันและส่วนของผลิตภัณฑ์ว่ามีหน้าที่การใช้งานตามที่ออกแบบเหมาะสมแล้วหรือไม่ และส่วนใดจะมีปัญหา จะป้องกันหรือลดระดับความเสี่ยงได้มากน้อยแค่ไหน
- **Process FMEA** สำหรับกระบวนการผลิตซึ่งก็มีลักษณะเหมือนกับ Design FMEA แต่มักจะพิจารณาเกี่ยวกับปัจจัยการผลิตที่สำคัญคือ พนักงาน เครื่องจักร วัสดุ วิธีการ การวัด และสภาพแวดล้อมของการผลิต โดยทั่วไปแล้วเครื่องจักรจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด เมื่อจัดทำ Process FMEA
- **Service FMEA** จะเกี่ยวข้องกับการให้บริการเป็นหลักโดยนิยมให้คนเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด เมื่อจัดทำ Service FMEA
- **Machinery FMEA** สำหรับการวิเคราะห์เครื่องจักรอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ โดยแบ่งเป็นส่วนประกอบต่างๆ เช่น โครงสร้างเครื่องจักร เครื่องมือ ส่วนทำความเย็น ส่วนส่งกำลัง ส่วนหล่อลื่น ชุดเกียร์ ตลับลูกปืน ฯลฯ

ง. งานเอกสารของ FMEA การวิเคราะห์ปัญหาหรือความล้มเหลวที่เกิดขึ้นโดยวิธีการ FMEA ถือว่าเป็นการวางระบบเตือนภัยล่วงหน้าและเป็นเทคนิคการป้องกันปัญหาชนิดหนึ่ง ซึ่งมีส่วนช่วยวิศวกรกระบวนการในการศึกษาสาเหตุและผลกระทบต่างๆ ก่อนที่การออกแบบหรือวิธีการกระบวนการผลิตจะสรุปผลขั้นสุดท้ายทุกเรื่อง ทุกด้านที่มีการวิเคราะห์ร่วมกันจะถูกบันทึกลงแบบฟอร์มมาตรฐานของ FMEA เริ่มต้นจากหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่งของกระบวนการผลิตจะถูกนำมาพิจารณาอย่างละเอียดว่ามีชนิด หรือรูปแบบของปัญหา และความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นหรือเคยเกิดขึ้นมาแล้วมีอะไรบ้าง มีสาเหตุมาจากเรื่องใดและจะมีผลกระทบอย่างไรหลังจากนั้นจะมีการประมาณตัวเลขระดับความเสี่ยงหรือที่เรียกกันว่าค่า RPN ซึ่งมาจากคำว่า Risk Priority Number ให้กับแต่ละปัญหา

การคำนวณค่า RPN ได้มาจากผลคูณค่าพารามิเตอร์ 3 ตัว คือ O x S x D เมื่อ

S = Severity คือระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานั้นขึ้น

O = Occurrence คือระดับความเสี่ยงของการเกิดปัญหา ความล้มเหลว หรือความผิดพลาด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

D = Detection คือระดับความสามารถในการตรวจจับปัญหานั้นก่อนที่จะส่งมอบงานหรือผลิตภัณฑ์ไปให้ลูกค้า

ค่า S, O และ D นิยมใช้เป็นตัวเลขจำนวนเต็ม มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 10 ดังนั้นค่าระดับความเสี่ยงต่ำสุดของการเกิดปัญหาคือ ค่า RPN = 1 ซึ่งมาจาก 1 x 1 x 1 หมายความว่า ความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีน้อยมาก และความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานี้มีน้อยมากเช่นกัน และสามารถตรวจจับปัญหานี้ได้ก่อนส่งมอบให้แก่ลูกค้าอย่างสมบูรณ์ ส่วนค่าระดับความเสี่ยงสูงสุดของการเกิดปัญหา คือ ค่า RPN = 1000 ซึ่งมาจาก 10 x 10 x 10 หมายความว่า ความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีมาก เช่นพบทุกวัน และระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานี้ก็มีมาก เช่นกระบวนการผลิตต้องหยุดทั้งหมด หรือลูกค้าต้องยกเลิกสัญญาสั่งซื้อ เป็นต้น และยังไม่มีวิธีการตรวจจับปัญหานี้ได้ก่อนส่งมอบให้แก่ลูกค้าเลย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้วิเคราะห์รูปแบบของการเสียและผลกระทบสำหรับกระบวนการ ซึ่ง **(ดร.ปารเมศ ชุติมา,2545)** ได้อธิบายไว้ว่า FMEA สำหรับกระบวนการ (PFMEA) จะถูกจัดทำขึ้นก่อนที่จะมีการผลิตจริงและเกี่ยวข้องกับการจัดทำรายการของรูปแบบของการเสียหลัก (Failure Mode) พร้อมกับสาเหตุของการเสีย

FMEA จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการกระทำที่จะป้องกันข้อบกพร่อง และไม่ปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ที่อาจจะเสียหรือไม่ตรงตามข้อกำหนดไปถึงมือลูกค้า

วัตถุประสงค์ของ FMEA สำหรับกระบวนการคือ การวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของกระบวนการ เพื่อให้แน่ใจว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นไปตามความต้องการและความคาดหมายของลูกค้า เมื่อรูปแบบของการเสียหลักได้ถูกกำหนดขึ้น กิจกรรมเพื่อการแก้ไขสามารถที่จะขจัดสิ่งเหล่านี้ออกไป หรือทำให้สิ่งเหล่านี้ลดลงอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ FMEA ยังทำให้เกิดการจัดทำเอกสารที่เป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนา กระบวนการผลิต กระบวนการประกอบ หรือโรงงานขึ้นอีกด้วย

ทั้งนี้ในการให้คะแนนค่า S, O และ D ควรที่ประเมินค่าโดยมีการลำดับความสำคัญ ซึ่งในที่นี้สนใจวิเคราะห์ FMEA สำหรับกระบวนการ จึงอ้างอิงเกณฑ์การประเมินคะแนนค่า จากกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ ดังตารางที่ 2.1 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความร้ายแรงของปัญหา (SEV)

ผลกระทบ	เกณฑ์ : ความร้ายแรงของผลกระทบ	จัดอยู่ในชั้น
เต็มไปด้วยอันตรายโดยปราศจากการเตือน	อาจทำให้เกิดอันตรายต่อเครื่องจักรหรือผู้ทำการประกอบมีระดับความร้ายแรงของปัญหาสูง เมื่อความเป็นไปได้ของความผิดพลาดมีผลกระทบกับความปลอดภัยของกระบวนการ และ/หรือไม่เป็นไปตามข้อบังคับทางราชการ ความผิดพลาดจะเกิดขึ้นโดยไม่มีการเตือน	10
เต็มไปด้วยอันตรายโดยมีการเตือนไว้	อาจทำให้เกิดอันตรายต่อเครื่องจักรหรือผู้ทำการประกอบมีระดับความร้ายแรงของปัญหาสูง เมื่อความเป็นไปได้ของความผิดพลาดมีผลกระทบกับความปลอดภัยของกระบวนการและ/ไม่เป็นไปตามข้อบังคับทางราชการ ความผิดพลาดจะเกิดขึ้นโดยมีการเตือนไว้แล้ว	9
สูงมาก	ความยุ่งยากส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดย 100% ของผลิตภัณฑ์ที่ต้องคัดออก เครื่องจักรไม่อาจใช้งานได้ เนื่องจากความสามารถการใช้งานเบื้องต้นสูญเสียไป ลูกค้าไม่พอใจมาก	8
สูง	ความยุ่งยากส่วนน้อยที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมีการคัดเลือกและทิ้ง(น้อยกว่า100%) เครื่องจักรทำงานแต่ความสามารถในการปฏิบัติงานของเครื่องจักรจะมีระดับลดลง ลูกค้าไม่พอใจ	7
พอสมควร	ความยุ่งยากส่วนน้อยที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดยบางส่วน(น้อยกว่า100%)ของผลิตภัณฑ์อาจถูกทิ้ง(ไม่มีการคัดเลือก) เครื่องจักรหรือชิ้นส่วนมีการทำงานแต่บางครั้งไม่สามารถทำงานได้สะดวก ลูกค้าได้รับความไม่สะดวก	6
ต่ำ	ความยุ่งยากส่วนน้อยที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดย100%ของผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกทำใหม่ เครื่องจักร/ชิ้นส่วน มีการทำงานแต่บางครั้งความสะดวกในการทำงานมีระดับลดลง ลูกค้าได้รับความไม่สะดวกในบางครั้ง	5
ต่ำมาก	ความยุ่งยากส่วนน้อยที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์อาจจะต้องถูกคัดแยกและบางส่วน(น้อยกว่า100%)มีการทำใหม่ ชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ มีการร้องเรียนจากลูกค้าส่วนใหญ่	4
น้อย	ความยุ่งยากส่วนน้อยที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์(น้อยกว่า100%) อาจจะมีการทำใหม่ในสายงาน แต่ไม่สามารถควบคุมคุณภาพได้ชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ มีการร้องเรียนจากลูกค้าบ้าง	3
น้อยมาก	ความยุ่งยากส่วนน้อยที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดยส่วน(น้อยกว่า100%)ของผลิตภัณฑ์อาจจะมีการทำใหม่ในสายงาน แต่สามารถควบคุมคุณภาพ ชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ การร้องเรียนจากลูกค้าที่ช่างสังเกต	2
ไม่มี	ไม่มีผลกระทบ	1

ที่มา: FMEA Manual (Chrysler, Ford General Motors Supplier Quality Requirements Task Force)

ตารางที่ 2.2 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนตามความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (OOC)

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาด	ระดับความเป็นไปได้ของความผิดพลาด	จัดอยู่ในชั้น
สูงมาก : ความผิดพลาดนี้ส่วนใหญ่ไม่สามารถจะหลีกเลี่ยงได้	≥ 1 ใน 2 (มากกว่า50%)	10
	1 ใน 3 (33.33%)	9
สูง : โดยทั่วไปมีส่วนเกี่ยวเนื่องกับกระบวนการที่คล้ายกันจนถึงกระบวนการก่อนหน้านี้ซึ่งเกิดขึ้นบ่อย	1 ใน 8 (12.5%)	8
	1 ใน 20 (5%)	7
พอสมควร : โดยทั่วไปมีส่วนเกี่ยวเนื่องกับกระบวนการที่คล้ายกันจนถึงกระบวนการก่อนหน้านี้ซึ่งมีการเกิดขึ้นของความผิดพลาดแต่ไม่ใช่ในสัดส่วนที่มาก	1 ใน 80 (1.25%)	6
	1 ใน 400 (0.25%)	5
	1 ใน 2000 (0.05%)	4
ต่ำ : ความผิดพลาดอย่างเดียวที่มีความเกี่ยวเนื่องกับกระบวนการที่คล้ายกัน	1 ใน 15,000 (0.0067%)	3
ต่ำมาก : ความผิดพลาดเพียงหนึ่งเดียวที่เกี่ยวเนื่องกับกระบวนการที่เหมือนกัน	1 ใน 150,000 (0.00067%)	2
น้อยนิด : ความผิดพลาดที่ไม่น่าเป็นไปได้	1 ใน 1,500,000 (0.000067%)	1

ที่มา: FMEA Manual (Chrysler, Ford General Motors Supplier Quality Requirements Task Force)

ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถของการควบคุม (DET)

การตรวจสอบ	เกณฑ์ : , ข้อบกพร่องที่มีอยู่ในตอนนี้จะถูกตรวจสอบโดยกระบวนการควบคุมก่อนจะไปกระบวนการถัดไปหรือก่อนชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบออกจากสถานที่ทำการผลิตหรือประกอบ	จัดอยู่ในชั้น
เกือบจะเป็นไปไม่ได้	ไม่ทราบว่าจะหาการควบคุมใดมาป้องกันความเสียหาย	10
ไกลมาก	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกไกลมากที่จะป้องกันความผิดพลาด	9
ไกล	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกไกลที่จะป้องกันความผิดพลาด	8
ต่ำมาก	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกต่ำมากที่จะป้องกันความผิดพลาด	7
ต่ำ	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกต่ำที่จะป้องกันความผิดพลาด	6
พอสมควร	การควบคุมในตอนนี้มีพอสมควรที่จะป้องกันความผิดพลาด	5
สูงพอสมควร	การควบคุมในตอนนี้มีสูงพอสมควรที่จะป้องกันความผิดพลาด	4
สูง	การควบคุมในตอนนี้มีสูงที่จะป้องกันความผิดพลาด	3
สูงมาก	การควบคุมในตอนนี้มีสูงมากที่จะป้องกันความผิดพลาด	2
เกือบแน่นอน	การควบคุมตอนนี้ค่อนข้างแน่นอนที่ป้องกันความผิดพลาด และความน่าเชื่อถือของการควบคุมการป้องกันเป็นที่รู้จักในกระบวนการที่คล้ายคลึงกัน	1

ที่มา: FMEA Manual (Chrysler, Ford General Motors Supplier Quality Requirements Task Force)

6) การวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของระบบการวัด (MSA)

ในระบบการวัดมีความสำคัญมาก การวัดเป็นเสมือนกลไกในการควบคุมผลิตภัณฑ์และเป็นการควบคุมกระบวนการ เพื่อเป็นการประกันคุณภาพสู่ลูกค้ากระบวนการวัดมีองค์ประกอบหลักๆคือ เครื่องมือวัด พนักงานวัดซึ่งมีสาเหตุมาจาก ทักษะ ความชำนาญ และระดับการฝึกฝน วิธีการวัด ชิ้นงานที่วัด สิ่งแวดล้อมในการวัดซึ่งมีสาเหตุมาจากอุณหภูมิ ความชื้นและธรรมชาติ เนื่องจากแต่ละองค์ประกอบมีความไม่เท่ากันจึงเกิดความผันแปรในระบบการวัด

การวิเคราะห์ระบบความแม่นยำของเครื่องมือวัดมีความสำคัญมาก เนื่องจากการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพหรือการป้องกันปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องมีความมั่นใจในความเสถียรของเครื่องมือวัด ซึ่งการวิเคราะห์ระบบการวัดมีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของระบบการวัดในกระบวนการผลิตว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้หรือไม่ โดยการวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงสถิติของระบบการวัด เพื่อทำการแยกแหล่งความผันแปรออกเป็นชิ้นงาน (Part – to- Part Variation) พนักงานวัด (Appraiser Variation) ความผันแปรร่วม (Interaction Variation)

(ดำรง ทวีแสงสกุลไทย, 2538) ได้นิยามคำว่า ความแม่นยำและความเที่ยงตรง ดังนี้

- *ความแม่นยำ(Precision)* คือ ความสามารถในการวัดที่ให้ผลค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ค่าไม่กระจัดกระจาย และจะให้ความแม่นยำไม่เปลี่ยนค่ามาก ไม่มีการปรับวิธีการหรือปรับเครื่องมือวัด
- *ความเที่ยงตรง(Accuracy)* คือ ความสามารถในการวัดที่ให้ค่าใกล้ความจริงมาก ผลต่างของค่าจริงและค่าวัดโดยเฉลี่ยน้อยมาก

(กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2542) การวิเคราะห์ความแม่นยำ มุ่งพิจารณา 2 ประเด็นหลัก คือ คุณสมบัติเชิงสถิติและคุณสมบัติด้านความแม่นยำ

- *คุณสมบัติเชิงสถิติ*ของค่าวัดมีความไวต่อเทคนิคของพนักงานวัดหรืออุปกรณ์การวัดหรือไม่ และระบบการวัดที่พิจารณามีความสามารถในการตรวจจับความผันแปรของผลิตภัณฑ์ที่แสดงความผันแปรของกระบวนการผลิตหรือไม่
- *คุณสมบัติด้านความแม่นยำนี้* ถ้าหากมีการจำแนกตามช่วงเวลาที่เกิดขึ้นแล้วจะได้รับการ

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ความสามารถในการทำซ้ำ (repeatability) และความสามารถในการทำเหมือน (reproducibility) โดยที่ความสามารถในการทำซ้ำ ของระบบการวัด หมายถึง ค่าความแตกต่างในการวัดอย่างต่อเนื่องกับชิ้นงานเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกัน และด้วยพนักงานคนเดียวกัน ซึ่งโดยปกติจะใช้ค่าความสามารถในการทำซ้ำ สำหรับการประมาณค่าความผันแปรของระบบการวัดในระยะสั้น (short – term measurement) ส่วนความสามารถในการทำเหมือนของระบบการวัด หมายถึง ค่าความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของการวัดงานชิ้นเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกัน แต่ต่างพนักงานกัน และโดยปกติจะใช้ค่าความสามารถในการทำเหมือนสำหรับการประมาณค่าความผันแปรของระบบการวัดในระยะยาว (long – term measurement) นอกจากนี้ อาจจะกล่าวอย่างสั้น ๆ ได้ว่า ความสามารถในการทำซ้ำคือ ความผันแปรภายในเงื่อนไขการวัดด้วยกัน ในขณะที่ความสามารถในการทำเหมือน คือ ความผันแปรระหว่างเงื่อนไขของการวัด โดยเงื่อนไขที่กล่าวนี้ อาจจะหมายถึง พนักงานวัด กะวาน อุปกรณ์จับยึด (จิ๊กและฟิกซ์เจอร์) และเงื่อนไขของสภาพแวดล้อม เป็นต้น

ในการประเมินผลค่าความสามารถในการทำซ้ำ และความสามารถในการเหมือนของระบบการวัด (GR&R - Gage Repeatability and Reproducibility) จะหมายถึง การประเมินผลค่าผันแปรอันเนื่องมาจากการวัดค่าจริงของงานหนึ่งแบบซ้ำ ๆ ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน แล้วมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขเดียวกันการวางแผนศึกษาความสามารถในการทำซ้ำ และความสามารถในการเหมือนของระบบการวัด วิธีการและเวลาที่จะมีการสอบเทียบเครื่องมือวัด การสอบเทียบเครื่องมือวัดถือเป็นการดำเนิน การที่มีความสำคัญมากต่อการพิจารณาถึง ความคลาดเคลื่อนด้านความถูกต้องในระบบการวัด โดยปกติแล้วจะต้องมีการสอบเทียบก่อนการศึกษาความสามารถในการทำซ้ำ และความสามารถในการเหมือนจะเริ่มต้นขึ้น และไม่ควรจะมีการสอบเทียบใหม่ถ้าหากการศึกษายังไม่สิ้นสุด เพราะถ้าหากมีการสอบเทียบใหม่ในระหว่างการศึกษา จะทำให้เกิดความผันแปรจากการสอบเทียบรวมอยู่กับค่าความสามารถในการทำซ้ำของระบบการวัดด้วย

จำนวนพนักงานวัดที่ใช้สำหรับการศึกษา GR & R ในการกำหนดจำนวนพนักงานวัดที่เหมาะสมสำหรับการศึกษานั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาก่อนว่าในระบบการผลิตมีพนักงานวัด (คือ ผู้ใช้เครื่องมือวัดในการกำหนดค่าตัวเลขกับชิ้นงานเพื่อการตัดสินใจ) ในกรณีที่ระบบการวัดมีพนักงานวัดจำนวนหลายคน ให้ทำการสุ่มพนักงานวัดมาทำการศึกษาอย่างน้อย 2 คน โดยพนักงานวัดทุกคนต้องผ่านการฝึกอบรมและปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานวัดในอุปกรณ์วัดที่ทำการศึกษา

สำหรับงานประจำ

จำนวนสิ่งตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา GR & R จำนวนสิ่งตัวอย่างที่จะใช้ในการศึกษานั้น โดยปกติจะแนะนำไว้ที่ 10 สิ่งตัวอย่าง ซึ่งถ้าหากไม่สามารถดำเนินการได้ จะต้องพยายามให้ (จำนวนของสิ่งตัวอย่าง) x (จำนวนของพนักงานวัด) มากกว่า 15 และถ้าหากไม่สามารถดำเนินการได้ให้เพิ่มจำนวนซ้ำของการวัดในแต่ละสิ่งตัวอย่าง และสิ่งตัวอย่างที่จะใช้ในการวัดนี้ต้องเป็นสิ่งตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และในกรณีที่จะทำให้ระบบการวัดมีคุณภาพด้านความผันแปรเพียงพอต่อการตรวจจับความผันแปรของชิ้นงานในกระบวนการแล้ว จะต้องทำให้ข้อมูลแบ่งแยกได้ไม่ต่ำกว่า 5 กลุ่ม (ชิ้น)

จำนวนครั้งในการวัดซ้ำสำหรับสิ่งตัวอย่างแต่ละชิ้น โดยปกติแล้วมักจะแนะนำให้ทำการวัดซ้ำที่แต่ละสิ่งตัวอย่างด้วยจำนวนซ้ำเท่า ๆ กัน (เรียกการทดลองแบบนี้ว่า balance design) ซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดให้มีการวัดซ้ำสำหรับพนักงานวัดแต่ละคนด้วยจำนวน 2-3 ครั้งต่อชิ้นงานแต่ละชิ้น

วิธีการลดความผันแปรภายในสิ่งตัวอย่างของการศึกษา GR & R ในการศึกษา GR & R บางกรณีนั้น จะไม่สามารถกำจัดความผันแปรภายในสิ่งตัวอย่างออกจากการวัดซ้ำ (หรือการประเมินความสามารถในการทำซ้ำได้) จึงต้องมีความพยายามเลือกงานในล็อตให้มีความใกล้เคียงกันให้มากที่สุด

วิธีการประเมินผลความสามารถในการทำซ้ำ และความสามารถในการเหมือนของระบบการวัด มีทั้งหมด 3 วิธี แต่ในที่นี้จะขออธิบายวิธีอาศัยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ไว้ดังต่อไปนี้

(1) วิธีอาศัยค่าพิสัย (Range Method)
(2) วิธีอาศัยค่าเฉลี่ยและพิสัย (Average and Range Method)
(3) วิธีอาศัยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) วิธีนี้เหมาะกับการวิเคราะห์ผลการศึกษาที่ได้มาจากการออกแบบการทดลองเพื่อพิจารณาว่าพนักงาน และชิ้นงานเป็นสาเหตุความผันแปรอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ และวิธีการนี้จะสามารถแยกความผันแปรจากสาเหตุร่วมระหว่างชิ้นงานและพนักงานวัดออกจากค่าความสามารถในการทำซ้ำได้ แต่อย่างไรก็ดี วิธีการนี้มีข้อเสียตรงที่ยุ่งยากในการคำนวณ แต่ส่วนใหญ่

วิธีการนี้จะใช้กับกรณีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการช่วยคำนวณ

ในการตีความหมายผลการวิเคราะห์จากตาราง ANOVA จะต้องเริ่มจากการวิเคราะห์ความมีนัยสำคัญของอิทธิพลร่วม (interaction effect) ระหว่างพนักงานและชิ้นงานก่อนเสมอ ซึ่งถ้าพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างพนักงานและชิ้นงานมีนัยสำคัญ แสดงว่าเมื่อเปลี่ยนชิ้นงานให้พนักงานคนเดิมทำการวัดแล้ว ผลการวัดจะเปลี่ยนไป ซึ่งจะพบว่าอิทธิพลร่วมมีผลมาก และในกรณีที่อิทธิพลร่วมมีนัยสำคัญนี้ก็ไม่มีความจำเป็นต้องตีความหมายจากอิทธิพลหลัก (main effect) ของพนักงานวัด หรือชิ้นงานอีก เพราะว่าแม้อิทธิพลหลักของพนักงานวัดจะดูเหมือนมีผลอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่แท้จริงแล้วมีอิทธิพลมาก

2.1.2 ขั้นตอนการ การวิเคราะห์เพื่อระบุสาเหตุของปัญหา (Analyze Phase)

1) สถิติและการควบคุมคุณภาพ

(เจริญ สุนทรวาณิชย์, 2539) ได้ให้คำนิยามคำว่า สถิติไว้ดังนี้ สถิติ คือ ศาสตร์แขนงหนึ่งที่ใช้ตัดสินในเหตุการณ์ภายใต้ความผันแปร โดยการตัดสินใจประกอบด้วยการรวบรวม การวิเคราะห์ ตลอดจนการสรุปผลเพื่อดำเนินการจากข้อมูล

2) การตั้งสมมติฐานในการตรวจสอบ (Hypothesis Testing)

จากที่กล่าวมาแล้วในลำดับขั้นตอนการออกแบบการทดลองว่า ในการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้วิธีทางสถิตินั้น จะมีความเสี่ยงเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่เสมอ ดังนั้นการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลจึงต้องอยู่ภายใต้ความเสี่ยงดังกล่าว

การตั้งสมมติฐานในการตรวจสอบ จะตั้งสมมติฐานใน 2 ทางเลือก คือ

Ho: ระดับของปัจจัยไม่มีผลต่อกระบวนการผลิต

H1: ระดับของปัจจัยมีผลต่อกระบวนการผลิต

ทั้งนี้ภายใต้ความเสี่ยง 2 ตัวคือ α และ β

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

α หมายถึง ความเสี่ยงในการไม่ยอมรับสมมุติฐานหลัก (Null Hypothesis) ทั้งที่สมมติฐานหลักเป็นจริงหมายถึง ความเสี่ยงในการยอมรับสมมติฐานหลัก ทั้งที่สมมติฐานหลักไม่เป็นจริงจากความเสี่ยงของทั้ง 2 แบบนี้เอง จึงต้องมีการกำหนดจำนวนซ้ำที่ใช้ในการทดลอง เพื่อให้มีความเชื่อมั่น หรือมีความเสี่ยงตามที่กำหนดไว้ และในการทำการวิเคราะห์ ก็มักจะให้ค่าของ α คงที่ และ ให้ค่า β น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.1.3 ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve Phase)

1) การออกแบบการทดลอง (Design of experiments)

การออกแบบการทดลองเพื่อตรวจดูว่าปัจจัย (Factor) ใดหรือตัวแปร (Input Variable) ใดที่มีผลต่อสิ่งที่ให้ความสำคัญ (หรือความสนใจ) ในผลิตภัณฑ์ที่ออกมา (Output Response) ปัจจัย (Factor) ในการผลิตสามารถแบ่งได้เป็น

- ปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable Factors) หมายถึง ปัจจัยที่สามารถกำหนดค่าของปัจจัยนั้นได้ในการผลิต
- ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrollable Factors) หมายถึง ปัจจัยที่ไม่สามารถกำหนดค่าของปัจจัยนั้นได้ในการผลิต

การออกแบบการทดลองเพื่อวิเคราะห์ได้ว่า ปัจจัยใดมีผลต่อผลิตภัณฑ์หรือไม่ต้องทำการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยอย่างน้อย 2 ระดับ แล้วทำการทดลอง จากนั้นจึงวิเคราะห์ผลการทดลอง

ก. วัตถุประสงค์ของการออกแบบการทดลอง

- เพื่อยืนยันข้อเท็จจริง (Confirmation) คือ การพิสูจน์ถึงข้อเท็จจริง หรือ ความเชื่อจากประสบการณ์ หรือทฤษฎีบางอย่างที่อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการผลิต
- เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง (Exploration) คือ การศึกษาถึงอิทธิพลของเงื่อนไขใหม่ที่มีผลต่อกระบวนการ

ข. คำจำกัดความ (Definition)

- อิทธิพลหรือผล (Effect) หมายถึง ผลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตาม
- ปัจจัย (Factor) หมายถึง สิ่งที่คิดว่ามีอิทธิพลต่อผลการทดลองของคุณสมบัติในตัวผลิตภัณฑ์
- ระดับของปัจจัย (Level of Factor) หมายถึง สภาวะต่าง ๆ ของปัจจัยหนึ่ง ๆ ที่ทำการกำหนดในการทดลอง
- ปัจจัยรบกวน (Noise Factor) หมายถึง ปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบเล็ก ๆ น้อย ๆ และไม่สามารถควบคุมได้

ค. หลักในการออกแบบการทดลอง

(1) <u>การทำแบบสุ่ม</u> (Randomization) คือ การให้โอกาสในการเก็บข้อมูลของข้อมูลแต่ละตัวเท่า ๆ กันเพื่อกระจายผลของปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ให้กับทุกระดับที่ศึกษาให้เท่า ๆ กัน การทำแบบสุ่มยังสามารถแบ่งออกได้อีกเป็น 3 วิธี คือ

- การทำแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete randomization)
- การทำแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple randomization)
- การทำแบบสุ่มแบบสมบูรณ์ภายในบล็อก (Complete randomization within blocks)

(2) <u>การทำซ้ำ</u> (Replication) คือ การทำการทดลองซ้ำในแต่ละข้อมูล เพื่อกำจัดเอาผลของปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ออก

(3) <u>การบล็อก</u> (Blocking) คือ การจัดกลุ่มทำการเก็บข้อมูลเป็นช่วง เพื่อลดผลจากปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ แต่ไม่จำเป็นที่จะต้องมีการทำเสมอไป

ง. ลำดับขั้นการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง

(1) <u>การนิยามปัญหา</u> เป็นการระบุว่า ความต้องการในการผลิตคืออะไร และต้องการรู้อะไรบ้างในการผลิต ซึ่งการนิยามปัญหานี้ จะเกี่ยวโยงไปถึงวัตถุประสงค์ของการทดลองการเลือก

ปัจจัยที่มีผลและระดับปัจจัยเป็นการใช้หลักการทางทฤษฎีและประสบการณ์ที่เคยปฏิบัติมาในการผลิต เพื่อระบุว่า มีปัจจัยใดบ้างที่น่าจะมีผลต่อการทดลอง และในแต่ละปัจจัยนั้น ควรจะมีช่วงในการทดลองเป็นอย่างไร เพื่อระบุระดับของปัจจัยในการทดลอง สุดท้ายคือ ระบุว่าระดับที่ใช้เป็นแบบกำหนด (Fixed levels) , แบบสุ่ม (Random levels) หรือแบบผสม (Mixed levels) ซึ่งสามารถกล่าวโดยสังเขปได้ดังต่อไปนี้

- แบบกำหนด (Fixed levels) หมายถึง ระดับของปัจจัยที่สามารถควบคุม หรือกำหนดค่าได้แน่นอน
- แบบสุ่ม (Random levels) หมายถึง ระดับของปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุม หรือกำหนดค่าของปัจจัยได้แน่นอน
- แบบผสม (Mixed levels) หมายถึง การผสมผสาน ะดับของปัจจัยที่เป็นทั้งแบบกำหนดได้และแบบสุ่ม

(2) <u>การเลือกตัวแปรตอบสนอง</u> (Response variables) ในการเลือกตัวแปรตอบสนอง ผู้ทำการทดลองจะต้องเลือกตัวแปรที่สามรถให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษา และการวัดค่านั้นจะต้องแม่นยำ รวมทั้งความถูกต้องของเครื่องวัดด้วย

(3) <u>การเลือกแบบทดลอง</u> จะต้องพิจารณาถึงจำนวนข้อมูลที่ทำซ้ำในการทดลอง ความเหมาะสม ข้อจำกัดในการสุ่ม (Randomization) และการบล็อก (Blocking) ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ต้องนำมาเกี่ยวโยงกันในด้านความเสี่ยง และต้นทุนที่ใช้ในการทดลองสำหรับการเลือกปัจจัย

(4) <u>การทำการทดลอง</u> ในขณะทำการทดลอง จะต้องปฏิบัติตามหลักการที่ได้ออกแบบไว้ นั่นคือ ต้องมีการสุ่ม การทำซ้ำ ข้อควรระวังในขณะทำการทดลอง คือ ความถูกต้องของเครื่องมือวัดและความสม่ำเสมอในการทดลอง เพื่อให้ความผิดพลาด (Error) ที่ออกมามีน้อยที่สุดการวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิเคราะห์ข้อมูล จะใช้ความรู้ทางด้านสถิติเข้ามาวิเคราะห์และสรุปผล รวมทั้งตัดสินความถูกต้องของข้อมูลที่เกิดขึ้น ก่อนที่จะตีความข้อมูล วิธีทางสถิติไม่สามารถบอกได้ว่าปัจจัยใดมีผล (Effect) เท่าใดได้แน่นอน แต่เป็นเพียงเครื่องมือที่ให้แนวทางในการวิเคราะห์ภายใต้ความเชื่อมั่นเป็นเปอร์เซนต์ในการสรุปผ และข้อเสนอแนะ เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วจะต้องสรุปผลของการวิเคราะห์ ซึ่งอาจแสดงในรูปกราฟ ตาราง แผนภูมิ ฯลฯ

จ. การเลือกแบบการทดลอง

(1) แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomize Design)

ใช้กับการทดลองปัจจัยเดี่ยว (Single factor experiment) ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้มีขนาดไม่โตนัก และไม่มีปัจจัยรบกวนการทดลองจะทำโดยยึดหลักการทำแบบสุ่ม (Randomization) และ การทำซ้ำ (Replication)

ขั้นตอนในการทำการทดลอง

- กำหนดตัวแปรตอบสนอง (Response variable) และปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable factor) ที่สนใจ
- ทำการทดลองโดยสุ่มแบบสมบูรณ์ (Complete random) ในการวัดค่า
- วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

(2) แผนการทดลองแบบบล็อกสุ่ม (Randomize Block Design)

ใช้กับการทดลองปัจจัยเดียวและมีปัจจัยรบกวน (Noise factor) หลักการของแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่ม คือต้องทำการสุ่ม (Randomization) ทุกครั้งต้องทำซ้ำทุกการทดลองต้องทำการบล็อก (Blocking) เพื่อลดปัจจัยรบกวน การบล็อก (Blocking) อาจจะทำมากกว่า 1 บล็อกก็ได้ซึ่งขึ้นกับจำนวนของปัจจัยรบกวน

ขั้นตอนในการทำการทดลอง

- ออกแบบและวางแผนการทดลอง
- เก็บข้อมูล
- วิเคราะห์ผลการทดลอง โดยใช้ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA table) ซึ่งจะต้องมีผลของบล็อก (Block effect) ด้วย

(3) แผนการทดลองแบบแฟคโทเรียล (Factorial Design)

ใช้กับการทดลองที่มีปัจจัยตั้งแต่ 2 ปัจจัย ซึ่งเป็นการทดลองที่มีหลายปัจจัย (Multiple

factor experiment) และเนื่องจากปัจจัย (factor) มากกว่า 1 ปัจจัย ดังนั้นนอกจากจะเกิดอิทธิพลของปัจจัยหลัก (Main effect) ที่สนใจแล้ว ยังอาจเกิดอิทธิพลของปัจจัยร่วม (Interaction effect) ได้ด้วย

อิทธิพลของปัจจัยร่วม (Interaction effect) คือ ผลที่เกิดขึ้นจากการที่ปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปแล้วมีผลทำให้อิทธิพล (effect) ของอีกปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนแปลงด้วย ดังตัวอย่างการเกิดอิทธิพลของปัจจัยร่วมหรือปฏิสัมพันธ์ ซึ่งเมื่อไม่มีอิทธิพลของปัจจัยร่วมแสดงดัง (1) และเมื่อมีอิทธิพลของปัจจัยร่วมแสดงดัง (2) โดย A และ B คือปัจจัย 2 ปัจจัย

เหตุที่ใช้ เนื่องจากการออกแบบ 2k แฟคโทเรียล นั้นเหมาะสมกับรูปแบบ (model) ที่มีความเป็นเส้นตรง (linearity) จึงจะมีความถูกต้องในการตีความข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น หากว่าอิทธิพลของปัจจัยต่อตัวแปรตอบสนองมีความเป็นเส้นตรง (linearity) ไม่ดีแล้ว จะหันมาใช้แบบ 3k แฟคโทเรียล แทนจะเหมาะสมกว่า

แผนการทดลองแบบแฟรกชั่นนอลแฟคโทเรียล (Fractional Factorial Design) เป็นการประยุกต์จากการออกแบบการทดลองแบบแฟคโทเรียล (factorial design) โดยการออกแบบการทดลองแบบแฟรกชั่นนอลแฟคโทเรียลจะใช้กับการทดลองหลายปัจจัย ที่มีปัจจัยเป็นจำนวนมาก จึงต้องทำการตัดปัจจัยบางตัวออก โดยอาศัยหลักการคอนฟาวด์ (Confound)

การคอนฟาวด์ (Confound) เป็นเทคนิคที่ใช้ช่วยในการออกแบบ ทำให้ขนาดของบล็อกเล็กลงจากเดิม ซึ่งในการออกแบบนี้ จะเกิดผลทำให้สารสนเทศเกี่ยวกับอิทธิพลของทรีตเมนต์ (Treatment effect) รวมปะปนอยู่กับอิทธิพลของบล็อก (Block effect) เสมอ การเลือกอิทธิพลของทรีตเมนต์ที่จะทำการคอนฟาวด์ (Confound effect) จะเลือกจากความรู้ในกระบวนการผลิตเป็นตัวกำหนด โดยเลือกทรีตเมนต์ที่คาดว่าจะมีผลน้อยต่อตัวผลิตภัณฑ์

การประมาณการทดสอบเอฟ (Approximate F-test) ในการทดลองแบบแฟคโทเรียล ที่มีปัจจัย 3 ปัจจัยหรือมากกว่า ซึ่งจะเป็นรูปแบบกำหนด รูปแบบอื่น ๆ และการออกแบบที่ซับซ้อนบ่อยครั้งพบว่า ไม่สามารถที่จะทดสอบทางสถิติได้อย่างถูกต้องในบางอิทธิพลของทรีตเมนต์ ซึ่งการแก้ไขหนทางหนึ่งที่เป็นไปได้ คือ การตั้งสมมุติฐานว่าในบางปฏิสัมพันธ์บางอิทธิพลสามารถที่จะละเลยได้

2.1.4 ขั้นตอนการ การควบคุมกระบวนการผลิต (Control Phase)

1) แผนภูมิควบคุม (ฮิโตชิ คุเมะ , ผู้เขียน ,วีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์, ผู้แปล, 2541) ได้อธิบายความหมายของแผนภูมิควบคุม(Control Chart) ดังนี้

แผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิหรือกราฟที่จัดทำขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลจากขอบเขตที่กำหนด (Specification) ที่ระบุคุณสมบัติทางคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งของชิ้นงานที่ดำเนินการผลิต และต้องการจะควบคุม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการติดตามผลการผลิตจากกระบวนการผลิตขั้นตอนใดตอนหนึ่ง โดยการตรวจวัดคุณภาพของชิ้นงาน ซึ่งในการวัดข้อมูลอาจจะอยู่ในลักษณะ 2 แบบ คือ ข้อมูลที่ได้จากการวัด (Variable Data) และข้อมูลที่ได้จากการนับ (Attribute Data) จากนั้นเขียนบันทึกลงในแผนภูมินั้น ๆ ซึ่งโดยปกติจะมีเส้นควบคุม 3 เส้น ได้แก่ เส้นขอบเขตกลาง คือ เส้นที่แสดงขนาดหรือจำนวนที่เป็นข้อกำหนดหรือเป้าหมายในการผลิต เส้นขอบเขตควบคุมบนและเส้นขอบเขตควบคุมล่างเป็นค่าที่อนุญาตให้มีความคลาดเคลื่อนในการผลิตเกิดขึ้นได้ และหากอยู่ในขอบเขตนี้ก็ถือว่า ผลการผลิตยอมรับได้ แต่หากว่าค่าที่ได้อยู่นอกเหนือขอบเขตควบคุม (ไม่ว่าในทางมากกว่าหรือต่ำกว่า) ถือว่าการผลิตในขณะนั้นยอมรับไม่ได้จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องโดยทันที

โดยธรรมชาติของกระบวนการผลิตทั้งหลายย่อมมีความผันแปร (Variation) เกิดขึ้นกับชิ้นงานหรือผลผลิตได้ โดยความผันแปรบางชนิดเป็นเรื่องปกติและอนุญาตหรือยอมให้เกิดขึ้นได้ในการผลิตโดยไม่ก่อความเสียหายต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่ความผันแปรบางชนิดมีผลกระทบมากและมีผลเสียหายต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพราะทำให้ขนาดของชิ้นงาน หรือคุณสมบัติบางประการผิดไปจากมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นการเข้าใจในสาเหตุแห่งความผันแปรจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยสาเหตุความผันแปรต่าง ๆ มีผลมาจากสาเหตุสำคัญ 2 ชนิดคือ

สาเหตุที่เป็นปกติวิสัย หรือเป็นธรรมชาติของการผลิต (Chance Cause) เป็นลักษณะสาเหตุของความผันแปรที่ไม่มีความรุนแรง และไม่มีผลต่อคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้ เกิดจากความผันแปรหรือความแตกต่างเล็ก ๆ น้อย ๆ ของวัตถุดิบและปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ซึ่งแน่นอนว่าไม่มีของสองสิ่งที่เหมือนกันทุกประการ วัตถุดิบ 100 ชิ้น ที่มีขนาดตรงกันตามข้อกำหนดทั้ง 100 ชิ้นก็จะมีขนาดแต่ละชิ้นที่แตกต่างกันออกไป เพียงแต่ว่าความแตกต่างเหล่านั้น อยู่ในพิกัดที่ขอบเขตข้อกำหนดได้อนุญาตเอาไว้แล้วในค่า พิกัดความเผื่อ (Tolerance) ของชิ้นงาน

ฉะนั้นความผันแปรในคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากสาเหตุที่เป็นปกติวิสัยของการผลิต จึงเป็นสิ่งที่ยอมรับได้ในการควบคุมคุณภาพด้วยแผนภูมินี้ นั่นคือ กระบวนการผลิตที่เขียนแสดงด้วยแผนภูมิควบคุมแล้วไม่มีจุดใดจุดหนึ่งอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุม (The Process is in Control)

สาเหตุที่ระบุได้ หรือสาเหตุที่กำจัดได้ (Assignable Cause) เป็นลักษณะสาเหตุของความผันแปรที่เกิดจากความผิดพลาด ความผิดปกติ ความชำรุด ความไม่ได้เกณฑ์ ฯลฯ ของปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และไม่ใช่เป็นปกติวิสัย หรือธรรมชาติของการผลิตนั้น ๆ จำเป็นจะต้องได้รับการกำจัดหรือแก้ไขจึงจะทำให้คุณภาพของงานผลิตกลับเข้าสู่สภาวะปกติอีกครั้งได้

ในแผนภูมิควบคุม เมื่อมีจุด (ซึ่งเขียนจากการเก็บข้อมูล และวัดค่าชิ้นงานตัวอย่างจากการผลิต) ปรากฏว่าอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุมย่อมแสดงได้ว่าเกิดมีสาเหตุที่ระบุได้เกิดขึ้นมาในกระบวนผลิตนั้นแล้ว และเรียกสภาวะการผลิตนั้นว่า กระบวนการผลิตอยู่นอกควบคุม (The process is Out of Control)

(ดำรง ทวีแสงสกุลไทย , 2538) ได้อธิบายว่าแผนภูมิควบคุมคิวซีเป็นคิวซีเทคนิคอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ควบคุมการผลิตในระหว่างการผลิต เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการผลิตมีจุดใดเปลี่ยนแปลงหรือไม่ หรือการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ ยังอยู่ในพิกัดควบคุมหรือไม่ ปกติจะใช้แผนภูมิควบคุมกับระบบการผลิตสภาพปกติ หรือมีการผลิตสม่ำเสมอ จะไม่ใช้กับการผลิตเป็นแบบเลว ๆ หรือผิดปกติโดยเด็ดขาด จุดมุ่งหมายที่ใช้เทคนิคของแผนภูมิควบคุม มีดังนี้

- เพื่อหาเป้าหมาย หรือมาตรฐานของการผลิต
- เพื่อใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบว่า การผลิตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่
- เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเพื่อให้ได้เป้าหมายที่วางแผนล่วงหน้าไว้แล้ว

การนำแผนภูมิควบคุมมาใช้งาน ก่อนอื่นจำเป็นต้องเข้าใจลักษณะของเส้นควบคุม เสียก่อนคือ เส้นควบคุมข้อกำหนด (Specification Limit) หมายถึง ค่าขอบเขตข้อกำหนดของสินค้าหรือชิ้นงานที่โรงงานหรือรัฐบาลเป็นผู้กำหนดขึ้น ทั้งนี้เส้นควบคุมข้อกำหนดขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ออกแบบว่าต้องการเสี่ยงหรือความปลอดภัย (Safety Factor) ไว้ที่ระดับเท่าใด

เส้นควบคุมขีดความสามารถ (Process Capability Limit) หมายถึง ค่าขอบเขตความสามารถจริงของกระบวนการ โดยทั่วไปคำนวณจากค่าพารามิเตอร์ของประชากรหรือคำนวณจากกลุ่มตัวอย่างที่

จำนวนมาก เส้นควบคุมขีดความสามารถมีขนาดความกว้างเท่ากับ ค่าห่างจากค่าเฉลี่ยของประชากร $\pm 3\sigma$ และกำหนดเส้นขอบเขตควบคุมสำหรับเป็นสัญญาณเตือนว่าการผลิตเริ่มออกจากการควบคุมหรือยัง กำหนดในช่วง ค่าเฉลี่ย $\pm 2\sigma$

การใช้งานแผนภูมิควบคุม การใช้แผนภูมิควบคุมในกระบวนการผลิต ควรมีเทคนิคต่อไปนี้ เลือกบริเวณที่จะควบคุม ก่อนอื่นก็คือปัญหาอะไรที่จะต้องทำ และเรามีจุดมุ่งหมายอะไร จากการตัดสินใจในปัญหาทำให้ทราบทันทีอย่างชัดแจ้งว่า ต้องการข้อมูลอะไรพิจารณาการใช้แผนภูมิควบคุมแบบไหน อาจจะเป็นแผนภูมิ แบบ $\bar{x} - R$, x , pn, p , c หรือ u Chart ก็ได้ขึ้นอยู่กับโรงงานและผลิตภัณฑ์แต่ละแห่งทำแผนภูมิควบคุม

สำหรับการวิเคราะห์เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่เหมาะสมแล้วใช้ข้อมูลที่ผ่านมาทำแผนภูมิ ถ้ามีจุดใด ๆ ผิดปกติต้องทำการค้นหาเหตุผลที่ทำให้คุณภาพเปลี่ยนไปทันที แล้วทำการแก้ไขสร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับการควบคุมในโรงงาน หากว่าต้นเหตุที่ทำให้คุณภาพเปลี่ยนได้ขจัดหมดสิ้นแล้วจากในข้อ 3 และกระบวนการผลิตก็คงที่ ให้พิจารณาดูอีกครั้งว่าผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้หรือไม่ หลังจากนั้นถ้าทุกอย่างเรียบร้อยก็ให้สรุปผลทั้งหมดเพื่อทำมาตรฐานวิธีการทำงาน (Standardize Working Procedure) หรืออาจจะมีการปรับปรุงให้ดีขึ้น ถ้าจำเป็นต่อเส้นควบคุมของแผนภูมิออกไป จากนั้นพล๊อตข้อมูลที่เก็บได้ในแต่ละวันต่อไปควบคุมกระบวนการผลิต ถ้าการทำงานของคนงานและวิธีการผลิตเป็นแบบมาตรฐานแล้ว

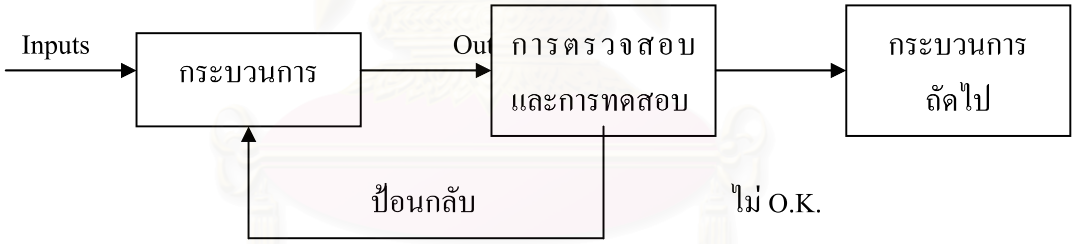
แผนภูมิควบคุมจะชี้แสดงออกให้เห็นว่าสภาวะที่โรงงานอยู่ภายใต้การควบคุมที่ดีหรือไม่ แต่ถ้าปรากฏว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น ต้องการค้นหาสาเหตุทันที แล้วแก้ไขให้ถูกต้องเสียคำนวณเส้นควบคุมใหม่ ถ้าเครื่องจักรหรือมาตรฐานการทำงานเปลี่ยนแปลง เส้นควบคุมต้องนำมาคำนวณใหม่ ถ้าการควบคุมของกระบวนการผลิตในโรงงานยังดีตลอด ระดับคุณภาพที่แสดงบนแผนภูมิจะปรับดีเพิ่มด้วย ในกรณีเช่นนี้ให้สังเกตแผนภูมิควบคุมเป็นระยะ ในการคำนวณเส้นควบคุมให้สังเกตกฎต่อไปนี้

- ข้อมูลที่จุดผิดปกติ ซึ่งค้นพบสาเหตุ หรือไม่มีการแก้ไขควรจะรวมเข้าไปในการคำนวณใหม่
- ข้อมูลที่จุดผิดปกติ แต่ไม่พบสาเหตุ หรือไม่มีการแก้ไขควรจะรวมเข้าไปในการคำนวณใหม่

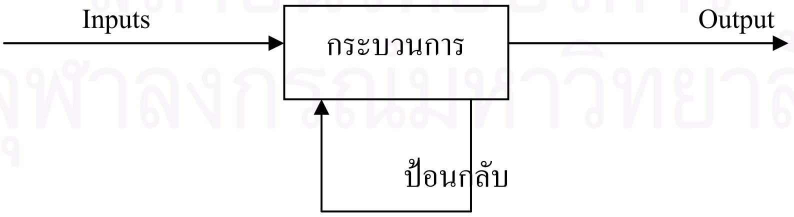
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(เทวินทร์ สิริโชคชัยกุล,2540) ได้กล่าวถึง STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) ไว้ว่า ในการที่จะให้เจ้าของกระบวนการสามารถทราบผลการปฏิบัติงานของตนเอง และเป็นการก่อให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง จึงจำเป็นต้องมีการเฝ้าติดตามเพื่อที่จะมีการป้อนกลับ (Feedback) ซึ่งรูปแบบและความเร็วในการป้อนกลับที่ต่างกัน จะทำให้ได้ระบบการควบคุมกระบวนการที่ต่างระบบกัน โดยที่ การป้อนกลับชนิดทันทีทันใด จะเป็นระบบการควบคุมกระบวนการที่เป็นเชิงป้องกัน (Prevention) อันเป็นวิธีการของการตรวจสอบ และทดสอบระหว่างที่กระบวนการกำลังดำเนินอยู่ หากพบว่า กระบวนการกำลังจะไม่อยู่ภายใต้ภาวการณ์ควบคุมก็ให้ทำการป้อนกลับ แล้วทำการหยุดกระบวนการเพื่อสืบสวนหาสาเหตุทันที ส่วนการป้อนกลับชนิดหลังจากทราบความจริงแล้ว จะเป็นระบบการควบคุมกระบวนการที่เป็นเชิงดักปัญหา (Detection) เช่นการผลิตจนเสร็จ แล้วค่อยมาป้อนกลับว่าพบข้อบกพร่องจากการตรวจสอบหรือทดสอบอะไรบ้าง ดังแสดงในรูปที่ 2.1 สำหรับวิธีการของการเฝ้าติดตาม

นอกจากนี้ อาจกล่าวได้ว่า ระบบการควบคุมกระบวนการที่เป็นเชิงป้องกัน จะเป็นกระบวนการเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการเกิดของเสีย ส่วนระบบการควบคุมกระบวนการที่เป็นเชิงดักปัญหา จะเป็นการควบคุมระดับการยอมรับได้ในการเกิดของเสีย



ก) กระบวนการชนิดดักปัญหา (Detection)



ข) กระบวนการชนิดป้องกันปัญหา (Prevention)

รูปที่ 2.1 สำหรับวิธีการของการเฝ้าติดตาม

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยจุดมุ่งหมายของ SPC แล้ว ต้องการมุ่งเน้นไปที่กระบวนการเชิงป้องกัน แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องการกระบวนการเชิงดักปัญหามาผสมกับเชิงป้องกันในบางครั้ง ดังนั้น เทคนิคด้านสถิติที่นำมาประยุกต์ใช้ เช่น แผนภูมิควบคุม จึงมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายและชนิดของข้อมูล ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิดด้วยกัน คือ ข้อมูลตัวแปร (Variable data) และ ข้อมูลคุณสมบัติ (Attribute data) ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ชนิดของข้อมูล

ชนิดของข้อมูล	ความต่อเนื่องของข้อมูล	ตัวอย่างที่มาของข้อมูล
ตัวแปร (Variable)	1. มีความต่อเนื่อง (Continuous)	การชั่งน้ำหนัก
	2. ไม่มีความต่อเนื่อง (Discrete)	การนับจำนวนชิ้นงาน
คุณสมบัติ (Attribute)	ไม่มีความต่อเนื่อง	การนับจำนวนชิ้นงานดี และไม่ดี

ก่อนที่จะมีการเลือกใช้ชนิดของแผนภูมิควบคุม เจ้าของกระบวนการต้องเลือกคุณลักษณะทางคุณภาพ (Quality Characteristic) ที่จะทำการควบคุม ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ คุณลักษณะของกระบวนการ (Process Characteristic) เช่น อุณหภูมิ เวลา และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ (Product Characteristic) เช่น ความยืดหยุ่น

โดยที่เจ้าของกระบวนการทราบได้จากคุณลักษณะพิเศษที่กำหนดโดยลูกค้าหรือตามที่ระบุไว้ในแผนควบคุม ผลจากการเลือกชนิดของคุณลักษณะทางคุณภาพก็จะทำให้ทราบได้ว่าข้อมูลที่ได้นั้นเป็นข้อมูลชนิดใด โดยดูตัวอย่างการเลือกแผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลตัวแปรได้จากตารางที่ 2.5 และสำหรับข้อมูลคุณสมบัติได้จากตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.5 การเลือกแผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลตัวแปรใช้กับกระบวนการเชิงป้องกัน

ขนาดตัวอย่างหรือจำนวนค่าที่วัดแต่ละครั้ง (n)	**เงื่อนไขในการเลือก**	**ชนิดของแผนภูมิควบคุม**
1	ผลิตภัณฑ์เป็นเนื้อเดียวกัน (เช่น ก๊าซ สารเคมี) หรือธรรมชาติของกระบวนการต้องการเพียง 1 ค่า	X-MR Chart
น้อยกว่า 9	ไม่สะดวกในการคำนวณค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	Median-R Chart
	สะดวกในการคำนวณค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	$\overline{X}$ -R Chart
มากกว่า 9	ไม่สะดวกในการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)	$\overline{X}$ -R Chart
	สะดวกในการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)	$\overline{X}$ -s Chart

ตารางที่ 2.6 การเลือกแผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลคุณสมบัติใช้กับกระบวนการเชิงดักปัญหา

ความคงที่ของจำนวนตัวอย่าง(n)	**เงื่อนไขในการเลือก**	**ชนิดแผนภูมิควบคุม**
คงที่	สนใจการควบคุมจำนวนชิ้นงานที่เป็นชิ้นงานเสีย (Defective หรือ Nonconforming Product)	p chart หรือ np chart
ไม่คงที่	สนใจการควบคุมจำนวนชิ้นงานที่เป็นชิ้นงานเสีย (Defective หรือ Nonconforming Product)	p chart
คงที่	สนใจการควบคุมจำนวนตำหนิ(Defect) หรือจำนวนข้อบกพร่อง(Nonconformities)	u chart หรือ c chart
ไม่คงที่	สนใจการควบคุมจำนวนตำหนิ(Defect) หรือจำนวนข้อบกพร่อง(Nonconformities)	u chart

ขั้นตอนในการประยุกต์ใช้แผนควบคุม

1. กำหนดคุณลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการควบคุม
   - ทราบชนิดของข้อมูล
2. เลือกแผนภูมิควบคุมที่เหมาะสมกับคุณลักษณะทางคุณภาพนั้นๆ
   - ทราบชนิดแผนภูมิควบคุม
3. กำหนดแผนการสุ่มหรือจากข้อกำหนดของแผนควบคุม
   - ทราบจำนวนตัวอย่างหรือขนาดตัวอย่าง
   - ความถี่ในการตรวจ/วัด
4. เก็บรวบรวมข้อมูลแล้วกำหนดจุดลงบนแผนภูมิควบคุม
5. คำนวณขอบเขตควบคุม (Control Limits) ตามสูตรที่ได้แจงไว้ในตาราง 2.7 และค่าคงที่ที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.8
6. ลากเส้นขอบเขตควบคุมบนแผนภูมิควบคุม ดูว่ามีจุดใดที่อยู่นอกขอบเขตควบคุมบ้าง ให้ทำการสืบสวนหาสาเหตุและปฏิบัติการแก้ไข ในบางกรณีอาจคำนวณขอบเขตควบคุมใหม่
7. นำขอบเขตควบคุมที่ได้ไปกำหนดคุณภาพต่อไปจนกว่าจะมีการเสนอเปลี่ยนแปลงโดยวิศวกรคุณภาพหรือวิศวกรกระบวนการ
8. แปลความหมายของจุดที่กำหนดใหม่ทุกครั้งตามวิธีการทดสอบความผิดปกติ 6 ข้อ
9. ทำการปรับปรุงความสามารถของกระบวนการอย่างต่อเนื่อง

   ในการปรับปรุงแผนภูมิควบคุมที่ส่อความผิดปกติจะถูกตัดออก แล้วนำจุดที่เหลือไปคำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุมใหม่ ซึ่งโดยทั่วไปจะได้แผนภูมิควบคุมที่แคบลง แผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงแล้วนี้อาจนำไปใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตในอนาคต หรือนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น นำไปใช้เพื่อคำนวณสมรรถภาพกระบวนการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.7 สูตรในการคำนวณขอบเขตควบคุม

แผนภูมิควบคุม		CL	ขอบเขตควบคุม		สิ่งที่ต้องควบคุม
			UCL	LCL	
$\overline{X}$ - R	$\overline{X}$ Chart	$\overline{\overline{X}}$	$\overline{\overline{X}} + A_2\overline{R}$	$\overline{\overline{X}} - A_2\overline{R}$	$\overline{X}$ (ค่าเฉลี่ย)
	R Chart	$\overline{R}$	$D_4\overline{R}$	$D_3\overline{R}$	R (พิสัย)
$\overline{X}$ - s	$\overline{X}$ Chart	$\overline{\overline{X}}$	$\overline{\overline{X}} + A_3\overline{s}$	$\overline{\overline{X}} - A_3\overline{s}$	$\overline{X}$ (ค่าเฉลี่ย)
	s Chart	$\overline{s}$	$D_4\overline{R}$	$D_3\overline{R}$	s (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
X - MR	X Chart	$\overline{X}$	$\overline{X} + 2.66\overline{MR}$	$\overline{X} - 2.66\overline{MR}$	X (ค่าใดๆ)
	MR Chart	$\overline{MR}$	$D_4\overline{R}$	$D_3\overline{R}$	MR (การเคลื่อนไหวของพิสัย)
$\overline{M}$ - R	$\overline{M}$ Chart	$\overline{M}$	$\overline{\overline{M}} + A_4\overline{R}$	$\overline{\overline{M}} - A_4\overline{R}$	$\overline{M}$ (ค่ามัธยฐาน)
	R Chart	R	$D_4\overline{R}$	$D_3\overline{R}$	R (พิสัย)
p	p Chart	$\overline{p}$	$\overline{p} + 3\sqrt{\frac{\overline{p}(1-\overline{p})}{\overline{n}}}$	$\overline{p} - 3\sqrt{\frac{\overline{p}(1-\overline{p})}{\overline{n}}}$	p (สัดส่วนของเสีย)
np	np Chart	$\overline{np}$	$\overline{np} + 3\sqrt{\overline{np}(1-\frac{\overline{np}}{n})}$	$\overline{np} - 3\sqrt{\overline{np}(1-\frac{\overline{np}}{n})}$	np (จำนวนของเสีย)
c	c Chart	$\overline{c}$	$\overline{c} + 3\sqrt{\overline{c}}$	$\overline{c} - 3\sqrt{\overline{c}}$	c (จำนวนตำหนิ)
u	u Chart	$\overline{u}$	$\overline{u} + 3\sqrt{\overline{u}}$	$\overline{u} - 3\sqrt{\overline{u}}$	u (จำนวนตำหนิต่อชิ้นงาน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.8 ค่าคงที่สำหรับการคำนวณขอบเขตควบคุม

จำนวนตัวอย่างหรือจำนวนค่าที่วัดได้ในแต่ละครั้ง (n)	A_2	d_2	A_4	D_3	D_4	A_3	B_3	B_4
2	1.880	1.128	1.880	0	3.67	2.659	0	3.267
3	1.023	1.693	1.187	0	2.574	1.954	0	2.568
4	0.729	2.059	0.796	0	2.282	1.628	0	2.266
5	0.577	2.326	0.691	0	2.114	1.427	0	2.089
6	0.483	2.534	0.549	0	2.004	1.287	0.030	1.970
7	0.419	2.704	0.509	0.076	1.924	1.182	0.118	1.882
8	0.373	2.847	0.434	0.136	1.864	1.099	0.185	1.815
9	0.337	2.970	0.412	0.184	1.816	1.032	0.239	1.761
10	0.308	3.078	0.365	0.223	1.777	0.975	0.284	1.716
11	0.285	3.173	0.350	0.256	1.744	0.927	0.321	1.679
12	0.266	3.258	0.317	0.283	1.717	0.886	0.354	1.646
13	0.249	3.336	0.306	0.307	1.693	0.850	0.382	1.618
14	0.235	3.407	0.282	0.328	1.672	0.817	0.406	1.594
15	0.223	3.472	0.274	0.347	1.653	0.789	0.428	1.572

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>แนวทางในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง</u>

1. จำนวนตัวอย่างที่มาก จะทำให้ขีดจำกัดควบคุมบนและขีดจำกัดควบคุมล่างอยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง ทำให้แผนควบคุมแคบจึงสามารถบอกเหตุการณ์เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิตได้ดีกว่า
2. จำนวนตัวอย่างมากทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสูง
3. ถ้าการทดสอบตัวอย่าง เป็นการทดสอบที่ทำให้ชิ้นงานถูกทำลายไปจำนวนตัวอย่างไม่ควรใช้มาก การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้สร้างแผนภูมิควบคุม จะใช้ตารางบันทึกผลแตกต่างกันไปตามแต่ประเภทของแผนภูมิ
4. คำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุม ข้อมูลจากตัวอย่างที่เก็บไว้จะถูกนำไปใช้คำนวณขีดจำกัดควบคุมเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมต่อไป ขีดจำกัดควบคุมประกอบด้วยขีดจำกัดควบคุมบน(UCL) เส้นกึ่งกลาง(CL) และขีดจำกัดควบคุมล่าง(LCL)
5. เขียนจุดและวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม

   เมื่อได้แผนภูมิควบคุมแล้ว เขียนจุดของตัวอย่างลงในแผนภูมิควบคุม จะได้จุดแสดงสภาพการผลิตว่าอยู่ในการควบคุมหรือไม่ และสมควรหยุดกระบวนการผลิตเพื่อปรับตั้งกระบวนการผลิตใหม่หรือยัง
6. ปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

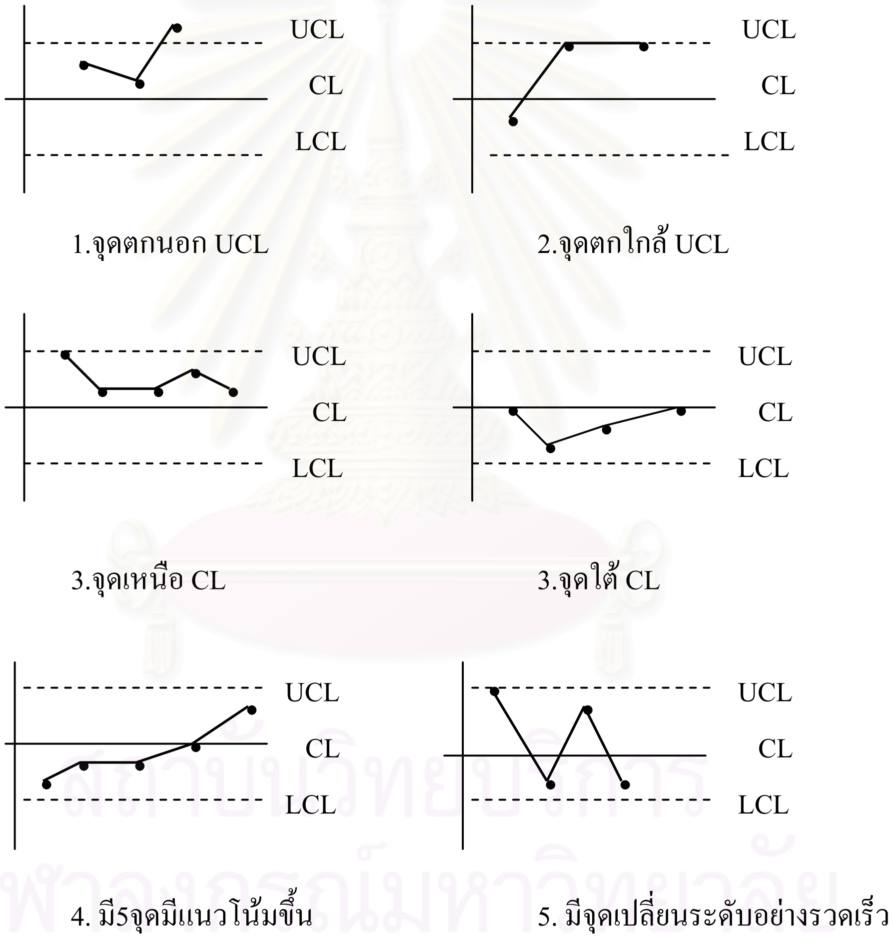
   จุดที่เขียนแสดงในแผนภูมิที่ส่อความผิดปกติจะถูกตัดออก แล้วนำจุดที่เหลือไปคำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุมใหม่ ซึ่งโดยทั่วไปจะได้แผนภูมิควบคุมที่แคบลง ซึ่งอาจนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตในอนาคต หรือนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นเช่นนำไปใช้คำนวณสมรรถภาพกระบวนการ
7. ใช้แผนควบคุมเพื่อการพัฒนาคุณภาพสินค้า

   เป้าหมายสำคัญของการใช้แผนภูมิควบคุม เพื่อให้ผู้ผลิตสามารถปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของสินค้าอย่างต่อเนื่องตลอดไป

การควบคุมคุณภาพคือการควบคุมให้ลักษณะคุณภาพมีค่าเฉลี่ยและการกระจายตามที่กำหนด ค่าที่กำหนดนี้เรียกว่าขีดจำกัดข้อกำหนด(Specification limit) ขีดจำกัดข้อกำหนดนี้ประกอบด้วยขีดจำกัดข้อกำหนดบน (upper specification limit) หรือที่เขียนย่อว่า USL และ ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (lower specification limit) หรือที่เขียนย่อว่า LSL ลักษณะคุณภาพบางชนิดอาจกำหนดเฉพาะขีดจำกัดข้อกำหนดล่างเพียงอย่างเดียว เช่น ความสามารถในการทนแรงดึงของเหล็กเส้น เป็นต้น

ลักษณะของจุดที่ควรให้ความสำคัญคือ

1. มี 1 จุดตกนอก ULCและLCL
2. มี 2 จุดติดต่อกันเกาะอยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง
3. มี 5 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
4. มี 5 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มขึ้นหรือลงตลอด
5. มีจุดที่เปลี่ยนระดับอย่างรวดเร็ว
6. มีจุดที่แสดงวัฏจักร



รูปที่ 2.2 แสดงการกระจายของจุดบนแผนภูมิควบคุมที่แสดงความผิดปกติของกระบวนการผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก. วิธีการอ่านแผนภูมิควบคุม (วีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ ,ผู้แปล,2537)

สิ่งที่สำคัญที่สุดขอการควบคุมคุณภาพโดยใช้แผนภูมิ คือ การอ่านหรือตีความหมายจากภาพที่ปรากฏบนแผนภูมิ เพื่อโยงเหตุผลไปที่สภาวะของกระบวนการผลิตซึ่งได้ผลิตข้อมูลที่เราได้นำมาเขียนเป็นแผนภูมิควบคุมเพราะอาการผิดปกติต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตที่จะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จะแสดงออกให้เป็นรูปธรรมที่แผนภูมิควบคุมนี้เอง และเมื่อเราตรวจพบความผิดปกติของกระบวนการผลิตโดยอ่านจากแผนภูมิควบคุมนี้แล้ว เราจะได้ไปทำการแก้ไขที่สาเหตุของความผันแปรใด ๆ ในกระบวนการผลิตนั้นเพื่อปรับสภาวะการผลิตให้กลับสู่สภาวะที่อยู่ในควบคุม (In-Controlled) ได้ต่อไป

ต่อไปนี้ คือ ข้อแนะนำเกี่ยวกับ 6 ลักษณะอาการสำคัญ เพื่อการอ่านแผนภูมิควบคุมอยู่นอกควบคุมพบได้ชัดเจน คือ มีจุดในแผนภูมิปรากฏอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุม เรียกว่า จุดอยู่นอกควบคุม (Out of control) อาจอยู่นอกค่าสูงหรือค่าต่ำก็ได้

(1) <u>การรัน(Run)</u> เมื่อปรากฏขั้นตอนการวัดเพื่อระบุสาเหตุของปัญหา (Measure Phase) ติดต่อกันบนซีกใดซีกหนึ่งของเส้นค่ากลาง เราเรียกว่า เกิดรัน ความยาวของรันแต่ละชุดนับจากจำนวนจุดในชุดนั้นและรันที่มีความยาวตั้งแต่ 7 จุดขึ้นไป เราตีความได้ว่า ได้เกิดความผิดปกติขึ้นแล้วในการผลิตช่วงที่เกิดรันนั้น

(2) <u>การเกิดแนวโน้ม</u> การมีจุดต่อเนื่องกันไปในทิศทางเดียวกันอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการสลับฟันปลาเลย มีผลทำให้เส้นต่อจุดเหล่านั้นคล้าย ๆ เส้นตรงพาดขึ้นหรือพาดลงเช่นนี้เราเรียกว่า มีการเกิดแนวโน้ม (Trend) ขึ้นในแผนภูมิควบคุม แนวโน้มที่ว่านี้คือแนวโน้มที่กำลังบอกเราว่าค่าเฉลี่ยของขนาดควบคุมที่ผลิตได้จากกระบวนการผลิตนั้นกำลังมีปัญหาหรือมีแนวโน้มจะเคลื่อนไปจากขนาดกำหนดที่ได้ตั้งเอาไว้แต่แรก

(3) <u>การเกิดการเข้าใกล้เส้นขอบเขตควบคุม</u> หากเราแบ่งระยะ 3 ซิกมา (3σ) จากเส้นค่ากลางออกเป็นเส้น 2σ แล้วพบว่ามี 2 จุด ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันในแต่ละช่วงได้ตกไปอยู่ในพื้นที่ระหว่างเส้น 2σ กับเส้นขอบเขตควบคุม (3σ) ถือได้ว่าเกิดการเข้าใกล้เส้นขอบเขตควบคุม (Approach to the control limits) แล้ว และเป็นการบอกว่ามีความผิดปกติขึ้นในกระบวนการผลิตแล้ว

(4) การเกิดการเข้าใกล้เส้นค่ากลาง หากพบว่าเส้นกราฟทั้งหมดตกอยู่ในระหว่างเส้น 1.5σ นับจากเส้นค่ากลางขึ้นไปและลงมาแล้ว ไม่ได้หมายความว่ากระบวนการผลิตนั้นอยู่ในควบคุม แต่กลับแสดงว่า คงจะมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในการกำหนดขนาดของกลุ่มย่อย ข้อมูลอาจมีการปะปนกันของข้อมูลที่นำมาจากต่างประชากรกันและเกิดการปะปนกัน

(5) การเกิดวัฏจักร มีลักษณะ คือ ค่าในเส้นกราฟจะเปลี่ยนแปลงขึ้น ๆ ลง ๆ มีลักษณะเป็นวงจรวงรอบ หรือ วัฏจักรที่เกือบจะทำนายลักษณะเส้นกราฟในช่วงต่อ ๆ ไปได้ ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า เกิดวัฏจักร (Periodicity)

2) ดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Index)

เป็นตัวบ่งชี้ความสามารถของกระบวนการ ซึ่งเน้นในเรื่องของความผันแปรที่เกิดขึ้นในกระบวนการ และความเข้าใกล้ค่าเป้าหมายที่ต้องการ โดยจะช่วยให้เจ้าของกระบวนการ ผู้บริหาร และลูกค้าได้ว่า

- กระบวนการที่กำลังเกี่ยวข้องอยู่นั้น มีความสามารถในการให้ผลลัพธ์ได้ตามที่ต้องการหรือออกแบบไว้หรือไม่ ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความอยู่ตัวของความผันแปรที่เกิดจากสาเหตุชนิดสามัญ (Common Cause)
- มีความสามารถในการควบคุมความผันแปรที่มีอยู่ในกระบวนการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่เราหรือลูกค้าต้องการได้ดีแค่ไหน อย่างไร
- ชิ้นงานที่ผลิตออกมามีแนวโน้มของการเกิดของเสียที่มีขนาดโตเกินไป (เข้าใกล้หรืออยู่นอกขอบเขตกำหนดด้านบน) หรือมีขนาดที่เล็กเกินไป (เข้าใกล้หรืออยู่นอกขอบเขตกำหนดด้านล่าง) เพื่อที่จะสามารถช่วยให้เจ้าของกระบวนการสามารถปรับกระบวนการเข้าหาจุดที่มีความเหมาะสมได้อย่างถูกทิศทาง และมีความเหมาะสมในเชิงเศรษฐกิจ

ในระบบคุณภาพ QS 9000 ต้องการให้เจ้าของกระบวนการทำการศึกษาความสามารถของกระบวนการนับตั้งแต่ขั้นตอนของการออกแบบหรือการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ล่วงหน้า (APQP) ขั้นตอนก่อนที่จะมีการผลิตจริงหรือการศึกษาความสามารถของกระบวนการในเบื้องต้น และกระบวนการที่กำลังดำเนินอยู่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การคำนวณค่าดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการนั้น ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการวัดคุณภาพของกระบวนการดังนี้

ก. ต้องการวัดความสามารถของกระบวนการว่า กระบวนการนั้นมีความสามารถแค่ไหน (Process Capability Potential) โดยมีค่าดัชนีเป็น Cp (C ย่อมาจาก Capability หรือความสามารถ ส่วน p Process หรือกระบวนการ) ซึ่งไม่สนใจว่าค่าเฉลี่ยหรือตำแหน่งของกระบวนการ ($\overline{X}$) จะตั้งอยู่ตรงกลาง (Centering) ของเขตกำหนดหรือไม่

$$Cp = (USL - LSL)/(6\sigma)$$

โดยที่

USL : Upper Specification Limit หรือขอบเขตกำหนดด้านบน

LSL : Lower Specification Limit หรือขอบเขตกำหนดด้านล่าง

σ : Standard Deviation หรือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ข. ต้องการวัดความสามารถของกระบวนการพร้อมด้วยตำแหน่งของค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ว่าตั้งอยู่ตรงกลางของขอบเขตกำหนดหรือไม่สำหรับกระบวนการที่กำลังดำเนินอยู่ โดยวัดค่าดัชนีเป็น Cpk ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุดของดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการที่เป็นขอบเขตกำหนดด้านบน (Cpu) หรือดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการที่เป็นขอบเขตกำหนดด้านล่าง (Cpl)

Cpk = ค่าที่น้อยที่สุดของ (Cpu, Cpl)

K : ระยะที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ห่างจากตรงกลางของขอบเขตกำหนด

โดยที่

$$C_{pu} = (USL - \overline{X}) /(3\sigma)$$

$$C_{pl} = (\overline{X} - LSL) /(3\sigma)$$

ค. ต้องการวัดผลการปฏิบัติงานหรือสมรรถนะ (Performance) ของกระบวนการพร้อมด้วยตำแหน่งของค่าเฉลี่ยของกระบวนการว่าตั้งอยู่ตรงกลางของขอบเขตกำหนดหรือไม่ สำหรับกระบวนการในเบื้องต้น ซึ่งเป็นการให้ความสนใจในความผันแปรที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยรวม โดยวัดค่าดัชนีเป็น Ppk (P แทน Preliminary หรือเบื้องต้น และ p แทน Process หรือกระบวนการ)

Ppk = ค่าที่น้อยที่สุดของ (Ppu, Ppl)

โดยที่

$$P_{pu} = (USL - \overline{\overline{X}})/(3\sigma_s)$$

$$p_{pl} = (\overline{\overline{X}} - LSL)/(3\sigma_s)$$

$$\sigma_s = \sqrt{\sum(\overline{X} - \overline{\overline{X}})^2 /(n-1)}$$

ในกรณีที่ไม่สนใจตำแหน่งของค่าเฉลี่ย ดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการเป็น Pp ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$Pp = (USL - LSL)/(6\sigma_s)$$

ความหมายของค่าดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการ

- ถ้าค่าดัชนี Cp และ Cpk ยิ่งมีค่ามากกว่า 1.33 แสดงว่า กระบวนการมีความผันแปรน้อยหรือมีความมั่นคงสูง
- ถ้าค่าดัชนี Cp กับค่า Cpk มีค่าที่ไม่เท่ากัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่อยู่ตรงกลางของขอบเขตกำหนด หากค่า Cpk = Cpu ก็แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของกระบวนการเข้าใกล้ด้าน USL มากกว่า หรือหนีห่างจากด้าน LSL มากเกินไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) Ka Yin Kwork และ V.M. Rao Tummala (1996) ได้ศึกษาเรื่องการควบคุมคุณภาพและปรับปรุงระบบตามหลักการควบคุมคุณภาพโดยรวม (Total control methodology, TCM) ได้ แบ่งออกเป็นระดับที่ครอบคลุมถึง การป้องกัน การปรับปรุงแก้ไข การสืบค้นปัญหาต่างๆ ดังนี้

ระดับที่ 1 On-line quality control สามารถใช้งานง่ายในขั้นตอนการผลิต ระดับควบคุมกระบวน และคุณภาพผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วย รายการปรับตั้งเครื่องมือ ผังควบคุม ผังฮีสโตแกรม สัญญาณเตือนภัย การควบคุมแก้ไขสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น การจัดวางผลิตภัณฑ์ การยอมรับสิ่งตัวอย่าง

ระดับที่ 2 Off-line quality support and reviews เป็นผลกระทบระยะยาว ไม่ได้เกิดขึ้นโดยตรงทันที ประกอบด้วย การให้ความรู้และการฝึกอบรม การศึกษาระบบการวัด การบำรุงรักษา การตรวจติดตาม เทคนิคการแก้ไขปัญหาต่างๆ

ระดับที่ 3 Driving force for quality improvement เป็นเครื่องมือสำหรับการวางแผนปรับปรุงเพื่อระบุหาสาเหตุและการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ประกอบด้วย การเข้าถึงความต้องการของลูกค้า การเทียบเคียงคู่แข่ง การกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (QFD) การวิเคราะห์รูปแบบของการเสียและผลกระทบ (FMEA) การศึกษาความสามารถของเครื่องมือและกระบวนการ

ซึ่งการจำแนกแบบนี้ทำให้สามารถเข้าใจโครงร่างได้ง่าย แต่เมื่อนำไปใช้งานได้จริง อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะต่างๆให้เหมาะสมอย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ได้นำเทคนิคมาใช้มากเกินไปหรือเกิดการขัดแย้งกัน

2) Ricardo Banuelas Coronado และ Jiju Antony (2002) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่นำไปสู่ความสำเร็จในการนำ Six Sigma ประยุกต์ใช้ขององค์การต่างๆ เพื่อใช้ในการปรับปรุงกลยุทธ์ทางธุรกิจโดยการเพิ่มกำไร จากการขจัดความแปรปรวนและลดของเสียในกระบวนรวมถึงการลดค่าใช้จ่ายทางคุณภาพ ทราบถึงความต้องการและความคาดหวังของลูกค้า โดยการนำเทคนิคและเครื่องมือทางสถิติอย่างเช่น Motorola ได้ใช้จ่ายในการให้ความรู้และอบรมพนักงาน $ 170 million แต่สามารถที่จะประหยัดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากค่าใช้จ่ายทางคุณภาพ ได้ถึง $ 2.2 billions ปัจจัยที่นำไปสู่ความสำเร็จ (CSFs) ได้แก่

- การประกาศเจตนารมณ์และความมุ่งมั่นของผู้บริหารระดับสูง เช่น ในช่วงเริ่มต้น ผู้บริหารระดับสูงของ AlliedSignal ทำการลดเป้าหมายทางการเงินลงเพื่อช่วยสนับสนุนโครงการในเบื้องต้น รวมถึงผู้บริหารระดับสูงของGE ต้องทำการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผังองค์การและเปลี่ยนทัศนคติของพนักงาน
- การเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมองค์การซึ่งเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของพนักงาน โดยการขจัดความกลัวของพนักงานที่จะซ่อนเร้นข้อผิดพลาด หรือการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงให้ยอมรับการปรับปรุงพัฒนาด้วยการเพิ่มแรงจูงใจ การให้ความรู้
- การติดต่อสื่อสาร เช่น Sony Electronics ที่ให้ความสำคัญกับการแสดงข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ทั้งองค์การหลีกเลี่ยงและเรียนรู้ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นอย่างทั่วถึงพร้อมกัน
- การจัดโครงสร้างภายในองค์การ Citibank เน้นการทำงานเป็นทีม การทำงานข้ามสายงานสามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาสำคัญได้ถึง 73 %
- การฝึกอบรม โดยเน้น Belt System เพื่อช่วยทำให้เกิดการทำงานตามหลักการของ Six Sigma ทั่วทั้งองค์การ
- การเชื่อมโยง Six Sigma สู่กลยุทธ์ทางธุรกิจ เช่น Ford motor company ได้เปลี่ยนกลยุทธ์จาก TQM ที่เน้นการแก้ไขปัญหาแต่ไม่ได้พิจารณาทางค่าใช้จ่าย แต่ Six Sigma มีการวิเคราะห์ถึงต้นทุน-กำไรทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ถึง $ 200,00 – 250,000
- การเชื่อมโยง Six Sigma สู่ลูกค้า เพื่อช่วยลดช่องว่างระหว่างความคาดหวังของลูกค้ากับความสามารถของการทำงานที่ทำได้จริง
- การเชื่อมโยง Six Sigma สู่ผู้ส่งมอบ ควรสร้างความสัมพันธ์อันดีและมีผู้ส่งมอบ น้อยรายเพื่อที่จะลดความแปรปรวนต่างๆ
- การใช้เครื่องมือและเทคนิคต่างๆตามหลักสถิติ เช่น เครื่องมือคุณภาพ การทดสอบสมมติฐาน และอื่นๆ
- การเลือกโครงการตามความสำคัญ พิจารณาจากการแข่งขันทางธุรกิจ การได้เปรียบทางธุรกิจรอบเวลาของกระบวนการ ผลผลิตโดยรวม เป็นต้น

3) Robert Stecher (1999) อ้างใน SIX SIGMA QUALITY กล่าวไว้ใน “How GE Manages it” โดยกล่าวถึงหลักการบริหารธุรกิจของ General Electric (GE) ที่ประสบความสำเร็จโดยใช้ SIX SIGMA QUALITY ดังต่อไปนี้

เริ่มต้นคำถามว่าเราไม่เคยทำสิ่งเหล่านี้ :

- พยายามผลักดันให้ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเกินกว่าขอบเขตที่ได้ตั้งเอาไว้
- ยอมรับด้วยเหตุและผลกับลูกค้าถึงความถูกต้อง
- คัดเลือกชิ้นส่วนที่ได้มาตรฐาน
- มีของเสียมากมาย, มีงานที่ต้องซ่อมแซม และชิ้นส่วนที่ต้องทำการตรวจสอ
- ถูกตำหนิในการชำระ หรือผิดพลาดทางบัญชีรายการ หรือการขนส่งไม่ตรงตามเวลา รวมทั้งผลิตผลิตภัณฑ์น้อยหรือมากเกินไป
- ประสบปัญหาว่าการทำการลดต้นทุนในการผลิตไม่เคยประสบความสำเร็จ

4) บุญสม ประเสริฐอัครกุล (2539) ทำการศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมในการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติของโรงงานตัวอย่าง จากการศึกษาพบว่าบางจุดงานมีการใช้การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติอย่างไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสมโดยวัดจากความสามารถของเครื่องจักร และได้ทำการวัดค่า Cp และวัดความสามารถของกระบวนการผลิต Cpk เพื่อออกแบบวิธีการควบคุมกระบวนการผลิตเชิงสถิติที่เหมาะสม

จากผลการวิจัยได้ปรับปรุงวิธีการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ 2 ลักษณะ คือ การใช้แผนภูมิควบคุมเฉลี่ยและพิสัย การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง และได้ประเมินผลลัพธ์จาก ค่า Cp และ Cpk ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ค่าความเที่ยงตรง เปอร์เซ็นต์ของเสียของชิ้นงานที่เกิดขึ้น และจำนวนการผลิตที่เกิดขึ้น พบว่าปริมาณการผลิตลดลงก่อนที่มีการปรับปรุง และค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของจุดตรวจสอบเพิ่มขึ้นจากก่อนการปรับปรุง

5) เพชรชรินทร์ พรนภดล (2541) การวางแผนกลยุทธ์ในการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมให้กับอุตสาหกรรมผลิตกระป๋องสำหรับบรรจุอาหาร ภายใต้วิสัยทัศน์ขององค์การการเป็นผู้นำด้านบรรจุภัณฑ์อันดับหนึ่งของโลก โดยเริ่มจากการวิเคราะห์หาจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาสและอุปสรรค เพื่อทำการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยรวมแล้ววิเคราะห์เลือกสายการผลิตต้นแบบที่เป็นสายการผลิตที่สามารถ ตอบสนองผลการดำเนินธุรกิจขององค์การ ได้แก่ สายการผลิตกระป๋องสำหรับบรรจุกาแฟที่มียอดรวมขายสูงสุด เพื่อมาวางแผนกลยุทธ์ การเพิ่มประสิทธิภาพในระยะยาว จากนั้นได้ทำการศึกษาปัญหาและจุดอ่อนในทุกกระบวนการผลิตของสายการผลิตต้นแบบ ผลิตเพื่อเลือกกลวิธีจากแผนกลยุทธ์ในการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมมาประยุกต์ ได้แก่ กลวิธีการบำรุงรักษา

แบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมสำหรับกระบวนการเคลือบแลคเกอร์เพื่อลดเวลาสูญเปล่า จากการเกิดเครื่องจักรเสียหรือเกิดเหตุขัดข้องบ่อยๆ และกลวิธีลดเวลาการเปลี่ยนแม่พิมพ์สำหรับกระบวนการพิมพ์สี และกระบวนการขึ้นรูปกระป๋องเพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิต หลังจากที่ได้ดำเนินตามกลวิธีทั้ง 2 ที่นำเสนอแก่สายการผลิตต้นแบบสามารถสรุปผลจากการประยุกต์กลวิธีดังนี้- เปอร์เซ็นต์เวลาสูญเปล่าในกระบวนการเคลือบแลคเกอร์ลดลง 3.65 เปอร์เซ็นต์- ลดเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์กระบวนการพิมพ์สีลง 38 เปอร์เซ็นต์ หรือผลผลิตเพิ่มขึ้นวันละ 2,664 แผ่น คิดเป็นต้นทุนการผลิตที่ลดลง 5 เปอร์เซ็นต์- ลดเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์กระบวนการขึ้นรูปกระป๋องลง 53 เปอร์เซ็นต์ หรือผลผลิตเพิ่มขึ้นวันละ 22,000 กระป๋อง คิดเป็นต้นทุนการผลิตที่ลดลง 7 เปอร์เซ็นต์

6) สมพงษ์ เข็มทองวงศา (2542) การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อจัดทำและพัฒนาระบบการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้การตรวจวินิจฉัยองค์การ ในโรงงานผลิตกระป๋อง โดยมุ่งหมายเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของการผลิต และคงรักษาให้สอดคล้องกับเป้าหมายขององค์การ โดยจะใช้รูปแบบสำหรับการตรวจวินิจฉัย ที่ปรับปรุงมาจากระบบ Lean management system รูปแบบที่ประยุกต์กับสายการผลิตตัวอย่างจะมี หัวข้อควบคุม เจ็ดหัวข้อคือ ระบบการบริหาร, การศึกษา/การฝึกอบรม มาตรฐาน การเปลี่ยนแม่พิมพ์อย่างรวดเร็ว การปรับปรุงเครื่องจักร และกระบวนการ การบำรุงรักษาด้วยตนเอง และการวางแผนการบำรุงรักษา ผลการตรวจวินิจฉัยองค์การ ประกอบกับการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน กำหนดค่าดัชนีวัดประสิทธิภาพที่มีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้า และต่อคุณภาพการผลิตได้ สามค่าคือ 1) เวลาในการเปลี่ยนแม่พิมพ์) นาที/ครั้ง (2) ค่าวัดความสามารถของกระบวนการ Cpk (ความยาว, ความฉาก (3) ผลผลิตต่อวัน) แผ่น/วัน(โดยเทคนิควิธีที่ใช้ในการปรับปรุงค่าดัชนีทั้งสามค่าคือ เทคนิคการลดเวลาการเปลี่ยนแม่พิมพ์ Single minute exchange of die; SMED และเทคนิคการควบคุมกระบวนการทางสถิติ จากผลการวิจัยพบว่าเวลาในการเปลี่ยนแม่พิมพ์จาก 59.94 นาทีลดลงเหลือ 31.28 นาที, ค่าความสามารถของกระบวนการคุณภาพความยาวจาก 0.94 เพิ่มขึ้นเป็น 1.38 และคุณภาพฉากจาก 0.46 เพิ่มขึ้นเป็น 1.10 ผลผลิตจาก 90.158 แผ่น/วัน เป็น 114,600 แผ่น/วัน หรือ 27.1% นอกเหนือจากผลเชิงตัวเลขแล้วพบว่ามีผลประโยชน์ต่อองค์การ 3 ประการคือ 1) การดำเนินกิจกรรมปรับปรุงที่เลือกสรรหลังผ่านการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน และการตรวจวินิจฉัยองค์การ ได้รับความร่วมมือจากฝ่ายบริหารและพนักงานเป็นอย่างดี 2) วิธีการตรวจวินิจฉัยองค์การเป็นการสร้างวัฒนธรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องให้แก่องค์การ 3) มีการกระจายวินิจฉัยองค์การไปยังแผนกผลิตอื่นๆ และแผนกโลจิกติกของโรงงาน

7) นวลพรรณ ใจงาม (2543) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการลดของเสียที่เกิดจากการถ่ายเทกระแสไฟฟ้าสถิตย์ในกระบวนการประกอบหัวอ่านโดยใช้แนวทางซิกซ์ซิกมา โดยหลังจากการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตพบว่าอัตราส่วนข้อบกพร่องจากการถ่ายเทกระแสไฟฟ้าสถิตย์ลดลงจาก 31,600 DPPM เป็น 7,890 DPPM หรือเมื่อเทียบในระดับ σ สามารถปรับปรุงจากระดับ 3.36 เป็น 3.91 และสามารถลดค่าความเสียหายและได้รับผลประโยชน์ตอบแทนจาการปรับปรุงคุณภาพ 163,999 ดอลลาร์สหรัฐภายในระยะเวลาสองไตรมาส

8) ณรงค์ศักดิ์ นันทกสิกร (2543) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแผนการลดต้นทุนสำหรับอุตสาหกรรมการประกอบแผ่นวงจรพิมพ์ การวางแผนการลดต้นทุนเป็นเครื่องมือของฝ่ายบริหารโดยประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลักๆ คือ **ขั้นตอนที่ 1** ขั้นตอนของการวัด ข้อมูลที่ได้มาจากการคิดต้นทุนโดยการวิเคราะห์กระบวนการ เป็นข้อมูลที่สะท้อนให้เห็นถึงภาวการณ์ใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกระบวนการนั้นๆ และทำการคำนวณหาปัจจัยที่ก่อให้เกิดต้นทุนด้วยเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม คือ MTM-2 **ขั้นตอนที่ 2** ขั้นตอนของการวิเคราะห์ จะใช้เทคนิค MTM-2 ในการวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของปัจจัยที่ก่อให้เกิดต้นทุนขึ้น และทำการวางแผนการลดต้นทุนโดยใช้เทคนิคแผนภูมิของแกนต์ เพื่อกำหนดต้นทุนที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ **ขั้นตอนที่ 3** ขั้นตอนของการปรับปรุง นำแผนการลดต้นทุนที่ทำไว้มาดำเนินการโดยการลดต้นทุนจะเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิค MTM-2 และแนวความคิดของโปรแกรม **Six Sigma** **ขั้นตอนที่ 4** ขั้นตอนสุดท้ายคือขั้นตอนการควบคุม ทำการคิดต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงอีกครั้งเพื่อประเมินแผนการดำเนินการ การประเมินผลทำได้โดยการนำแผนการลดต้นทุนการผลิตไปปฏิบัติจริงในโรงงานตัวอย่าง ซึ่งผลการปฏิบัติพบว่า การวางแผนการลดต้นทุนด้วยการวิเคราะห์กระบวนการจะให้ผลที่ดีและทำให้การวางแผนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถมองเห็นและเข้าใจโครงสร้างของต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกระบวนการนั้นๆ และสามารถกำหนดระยะเวลาที่แน่นอนในการลดต้นทุนการผลิตได้ จากการลดต้นทุนตามแผนของการวิจัย เปรียบเทียบก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง พบว่าต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงจาก 190.93 บาทต่อหน่วย เป็น 190.61 บาทต่อหน่วย คิดเป็นอัตราการลดลง (190.93-190.61) / 190.93 = 0.16% สำหรับผลิตภัณฑ์ Vail และลดลงจาก 150.12 บาทต่อหน่วย เป็น 149.90 บาทต่อหน่วย คิดเป็นอัตราการลดลง (150.12-149.90) / 150.12 = 0.15% สำหรับผลิตภัณฑ์

9) อนวัชชน์ จรปัญญานนท์ (2543) ทำการศึกษาเพื่อลดของเสียที่เกิดจากคราบสกปรกบนตัวชิ้นงานแขนจับหัวอ่านโมเดล QM ซึ่งจำนวนของเสียในกระบวนการก่อนการศึกษามีค่า 164,243

DPPM โดยมีเป้าหมายในการปรับปรุงให้มีของเสียน้อยกว่า 61,085 DPPM ผลจากการทดลองพบว่ากระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนของตัวงานและกระบวนการดัดค่าสปริงของตัวงานเป็นกระบวนการที่มีของเสียเกิดเป็นจำนวนมากจึงปรับปรุงโดยการกำหนดแผนการทำความสะอาดชิ้นส่วนของอุปกรณ์ของเครื่องจักรทั้งสองของกระบวนการซึ่งทำให้มีจำนวนของเสียที่ลดลง 78,600 DPPM

10) อัจฉรียา รักมิตร (2543) ในวิทยานิพนธ์นี้ กระบวนการในการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด ถูกพัฒนาโดยใช้ข้อมูลการวัดจากการผลิต เพื่อที่จะแทนที่กระบวนการปัจจุบัน ซึ่งเป็นการใช้ชิ้นส่วนมาตรฐาน 3 ชิ้น วัดบนเครื่องมือวัดที่ต้องการจะตรวจสอบ การดำเนินการได้ใช้แนวทางของซิกซ์ซิกม่า ซึ่งมีเทคนิคและเครื่องมือ ที่ช่วยให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงอย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการปัจจุบันที่ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด มีประสิทธิผลในการตรวจจับต่ำ ซึ่งเห็นได้จากการที่เครื่องมือวัดต้องถูกปิด เพื่อรับการแก้ไขโดยไม่จำเป็น เมื่อมีการแสดงว่า SPC นั้นอยู่นอกการควบคุม ซึ่งสาเหตุของการอยู่นอกการควบคุมนั้น ส่วนใหญ่มาจากชิ้นส่วนมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบ จึงเห็นประสิทธิผลแค่ 30% ซึ่งได้มาจากระบบการวัด จึงได้นำข้อมูลการวัดจากการผลิตมาใช้ เพื่อที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว กระบวนการในการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือวัด ถูกเปลี่ยนไปใช้ระบบใหม่ โดยใช้ซิกซ์ซิกมาเป็นแนวทางเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ ในการใช้ซิกซ์ซิกมานั้น ในช่วงของการวัด ปัญหาและสาเหตุถูกบ่งชี้อย่างละเอียด โดยใช้แผนภูมิก้างปลา แผนภูมิพาเรโต้ และ FMEA ซึ่งปัญหาถูกพบมาจากการเสื่อมถอย ของชิ้นส่วนมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ เป็นผลให้ชิ้นส่วนนั้นให้ค่าที่ซ้ำน้อย นอกจากนี้ข้อด้อยอื่นของการใช้กระบวนการปัจจุบันยังถูกบ่งชี้ด้วย ตัวอย่างเช่น การขึ้นอยู่การชิ้นงานที่น้อยเกินไป และการขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ขั้นตอนการปฏิบัติงานและการวิเคราะห์ สำหรับช่วงการวิเคราะห์นั้น ข้อมูลการวัดจากการผลิตถูกวิเคราะห์ เพื่อดูความสัมพันธ์ของ wafer quad ที่เหมือนกัน ซึ่งพบว่า ชิ้นส่วนที่สร้างจาก wafer quad เดียวกัน มีความสัมพันธ์ที่ขึ้นต่อกัน (correlation) ซึ่งให้ความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของประชากร อย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้นในช่วงการปรับปรุงความสัมพันธ์ของ wafer quad เดียวกัน จึงถูกใช้ในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงที่อยู่นอกการควบคุมบน SPC ซึ่งเมื่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวก่อให้เกิด การเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดตัวเดียวกัน ณ เวลาต่างกัน เครื่องมือวัดตัวอื่น ๆ ณ เวลาเดียวกัน หรือเครื่องมือวัดตัวอื่น ๆ ณ เวลาต่างกัน บนพื้นฐานของ wafer quad เดียวกัน เครื่องมือวัดตัวนั้นๆ จะถูกพิจารณาเพื่อที่จะจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้น ผลของการวิเคราะห์ดังกล่าวได้ถูกแสดงไว้บนเวบไซด์ภายในของบริษัท ซึ่งจัดเตรียมข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

บทที่ 3

สภาพปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

โรงงานดำเนินการผลิตบรรจุภัณฑ์เป็นกระป๋อง 3 ชิ้นที่ใช้สำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น สับปะรด, หน่อไม้, ปลากระป๋อง, ข้าวโพด โดยผลิตจำหน่ายให้ลูกค้าภายในประเทศ

นอกจากนี้ทางโรงงานได้พัฒนาและจัดทำระบบคุณภาพ ISO 9002 ในองค์กรขึ้นเพื่อที่จะสามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า

3.1.1 โครงสร้างองค์กร

โครงสร้างองค์กรของโรงงานมีลักษณะงานแบ่งเป็นฝ่ายและแผนก ซึ่งมีการแบ่งส่วนงานออกเป็น 3 ฝ่ายหลัก ๆ ดังนี้

(1) ฝ่ายสำนักงาน

(2) ฝ่ายผลิต

(3) ฝ่ายบริการ

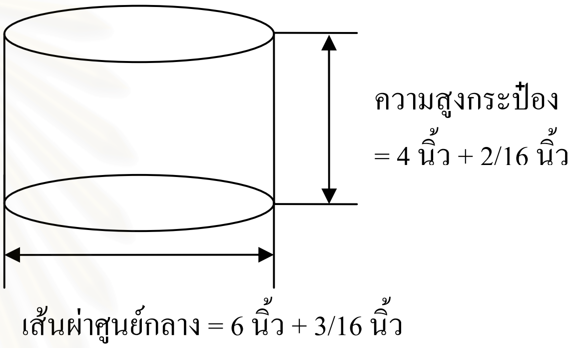
ซึ่งในแต่ฝ่ายจะมีผู้จัดการฝ่ายภายใต้การอำนวยการของกรรมการผู้จัดการ เป็นผู้รับผิดชอบในการบริหารงานผลิตเป็นหลัก ด้วยการสนับสนุนด้านธุรการจากฝ่ายสำนักงาน และทางด้านการผลิตจากฝ่ายบริการ และเนื่องจากบริษัทได้มีการจัดระบบคุณภาพ ISO9002 จึงมีตำแหน่ง QMR เป็นควบคุมดูแล กำกับ ติดตาม ตรวจสอบและตรวจทานการดำเนินงานต่าง ๆ ในบริษัทให้เป็นไปตามข้อกำหนดของระบบ ดังแสดงตามรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ผังองค์กรของโรงงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.2 ลักษณะผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานจะเป็นกระป๋อง 3 ชิ้น คือ กระป๋อง 1 ชิ้นและมีฝา 2 ชิ้น กล่าวคือ การขึ้นรูปกระป๋องเป็นทรงกระบอกแล้วปิดฝาด้านหัวและด้านท้าย โดยที่มีการปิดก้นแล้ว แต่สำหรับฝาด้านบนจะให้ลูกค้านำไปปิดกระป๋องเองเมื่อบรรจุอาหารเรียบร้อยแล้ว ขนาดกระป๋องโลหะจะมีการกำหนดขนาดโดยใช้ตัวเลข เช่น กระป๋อง 603 x 408 หมายถึงกระป๋องที่มีขนาดมิติ คือมีเส้นผ่านศูนย์กลาง = 6 + 3/16 นิ้ว และมีความสูง = 4 + 2/16 นิ้ว ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์และขนาดมิติของกระป๋อง

3.1.3 กระบวนการผลิต

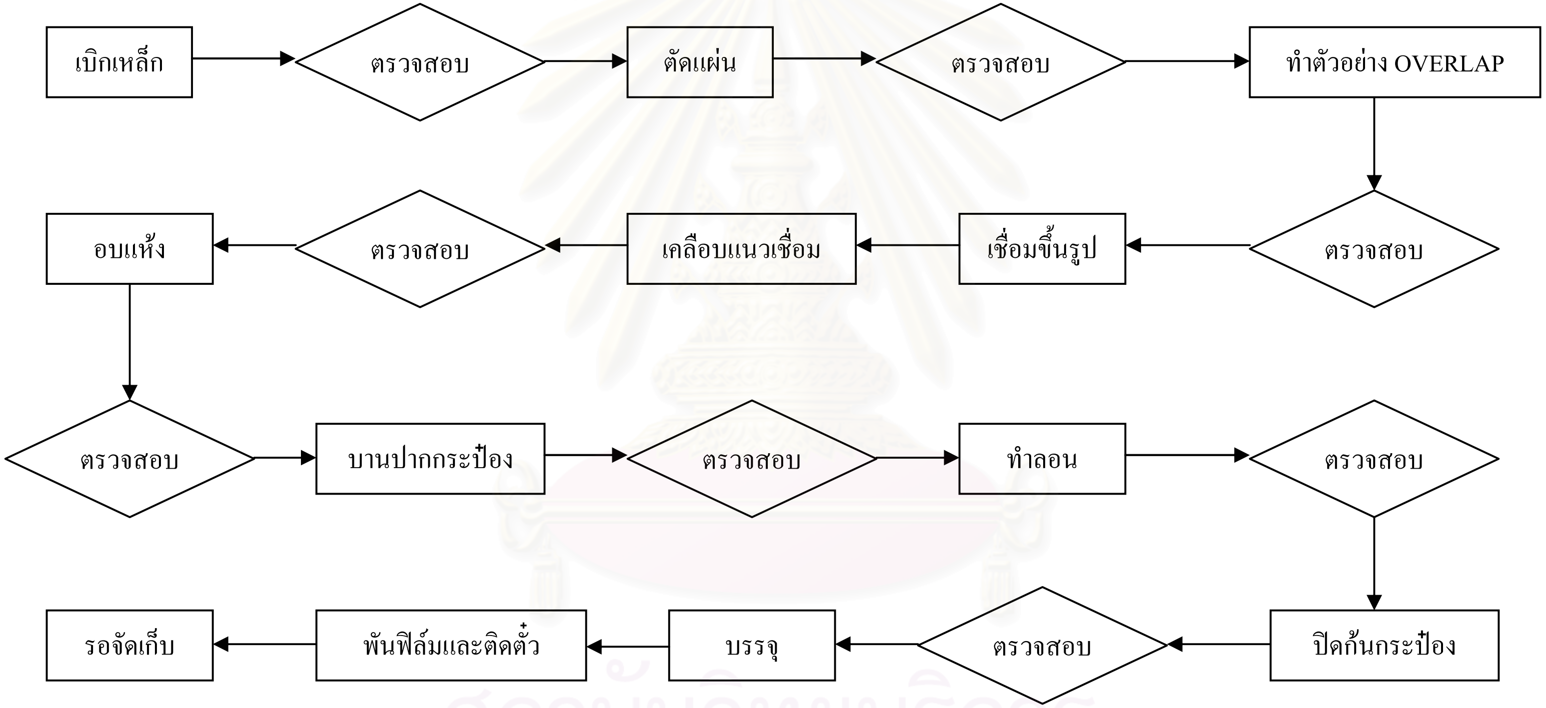
กระบวนการผลิตของบริษัทมี 2 กระบวนการ ซึ่งทั้งสองกระบวนการจะเป็นการผลิตแบบต่อเนื่อง คือ

(1) กระบวนการผลิตกระป๋อง
(2) กระบวนการผลิตฝากระป๋อง

โดยมีขั้นตอนการผลิตดังแสดงในรูปที่ 3.3 และ 3.4

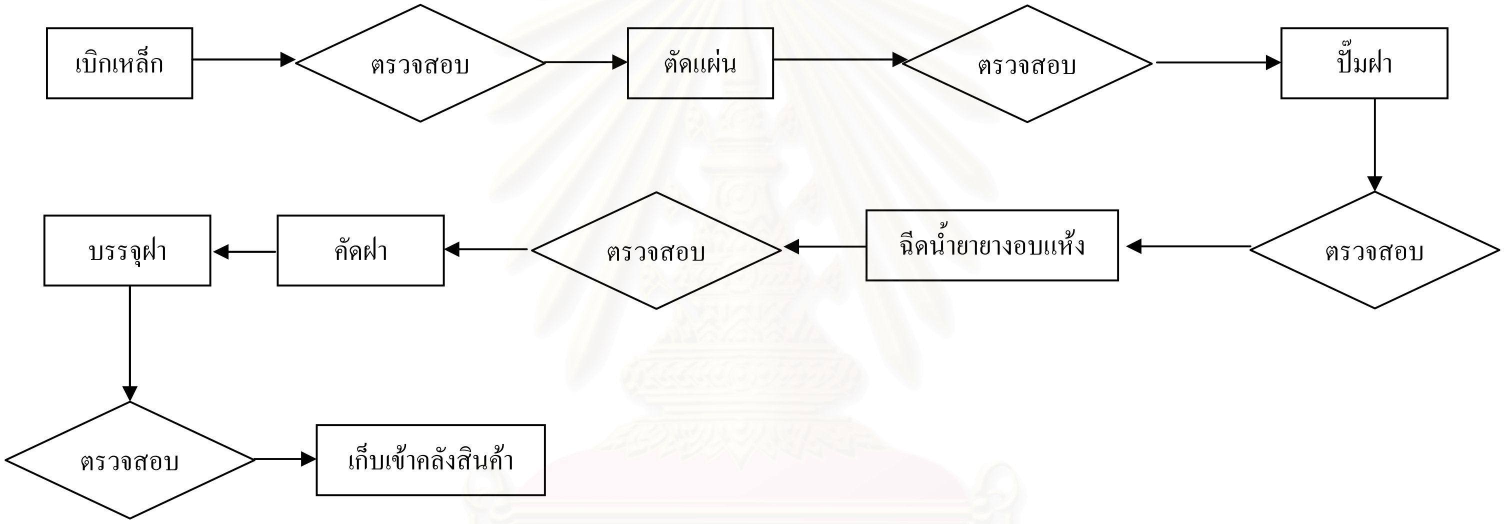
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพกระบวนการผลิตกระป๋อง



รูปที่ 3.3 แสดงแผนภาพกระบวนการผลิตกระป๋อง

แผนภาพกระบวนการผลิตฝากระป๋อง



รูปที่ 3.4 แสดงแผนภาพกระบวนการผลิตฝากระป๋อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการวิจัยนี้จะมุ่งการศึกษาไปที่กระบวนการผลิตกระป๋อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) เบิกเหล็ก

<u>มีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้</u>

- ช่างรับใบส่งงานจากหัวหน้าแผนก
- ช่างเขียนใบเบิกเหล็กให้แผนกสโตร์ (ระบุจำนวนเหล็ก ขนาด และโค๊ต)
- สโตร์นำป้ายเบิกของมาติดที่เหล็ก
- แจ้งพนักงานขับรถยก นำเหล็กมาให้ที่แผนก (เครื่อง SLITTER)
- ผู้ช่วยช่าง (ประจำ SLITTER) ตรวจสอบเหล็กว่าตรงกับขนาดเหล็กที่เบิกหรือไม่
- นำตั๋วเหล็กไปเขียนลงใบรายงานเครื่องตัดเหล็ก

<u>มีการตรวจสอบดังนี้</u>

- รับตั๋วเหล็กของวันที่ผลิตในวันนั้น
- <u>รับเทสท์</u> ขั้นตอนในการรับเทสท์ ใช้สำลีจุ่มน้ำยาแล้วใช้แรงกดถูขึ้นลงนับเป็น 1 คู่ ด้านนอกไม่น้อยกว่า 5 คู่ ด้านในไม่น้อยกว่า 20 คู่
- <u>รับเทปเทสท์</u> ขั้นตอนในการรับเทปเทสท์ ใช้มีดกรีดลงบนแลคเกอร์ โดยมีช่อง 100 ช่อง จากนั้นใช้เทปใสติดบนช่องที่กรีดแล้วดึงดูการลอกของแลคเกอร์ ด้านนอกและด้านใน 40 % 1 (ช่อง = 1 %)

(2) การตัดแผ่นเหล็ก

<u>มีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้</u>

- ทำการตัดเหล็กมัด พับแผ่นพลาสติก แผ่นปิดบน กระดาษปิดบน นำไปวางบนชั้นวาง
- รอ QC มารับเทสท์เหล็ก
- ดันเหล็กเข้าเครื่อง
- กดสวิชต์เครื่องยกเหล็กขึ้นพร้อมทำการตัด
- เริ่มตัดแผ่นแรกวัดเศษช่วง FIRST กับช่วง SECOND ให้มีขนาดหัวและท้ายเท่ากัน
- ทำการตัดตามจำนวนที่กำหนดไว้ พร้อมรอยกเข้าเครื่อง VK – 100

มีการตรวจสอบดังนี้

- วัด Blank length โดยใช้ เกรดตั้งที่ 482.50 ถ้าเป็น 307 ใช้ เกรดตั้งที่ 263.07
- วัดหัว (Front) ท้าย (REAR)
- วัด Blank Height โดยจะซอยออกมาแล้วแต่ขนาดของแต่ละ SIZE วัดหัวท้ายเช่นเดียวกับ Blank length อ่านค่าแล้วไม่เกิน +หรือ-0.5

(3) ทำตัวอย่าง OVERLAP เนื่องจากการเชื่อมขึ้นรูปกระป๋องนั้นจะใช้วิธีการม้วนแผ่นแล้วเชื่อมขอบข้างเป็นตัวกระป๋องด้วยการ Overlap

มีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้

- Warm เครื่อง VK รอให้เครื่องเข้าที่
- เอาแผ่นเสียใส่เครื่อง 3 แผ่น
- ปรับเพิ่มค่า T_1
- ปรับลดค่า T_2
- ปรับลด R_1 , R_2 มาอยู่ที่ 1
- เปิด overlap 3ใบให้ QC วัด
- ปรับ overlap กลับที่เดิม
- เดินกระป๋องออกจาก VK และลองดึงเวลาดูว่าดีหรือไม่

มีการตรวจสอบดังนี้

- ใช้กรรไกรตัดตรง weld ห่างจากรอยเชื่อมประมาณ 2 มิลลิเมตร
- ใช้กล่องส่องดูส่วนที่ซ้อนทับกัน 2 ด้าน หัวท้าย

(4) เชื่อมขึ้นรูป

มีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้

- เปิดปั๊มลม
- เปิด Main Swish , เปิดตู้ Power
- เปิดลมที่ Line VK , เปิดแก๊ส

- เปิด Run Way ทุกตัว
- เปิด Corima
- ทำการ Warm เครื่อง VK รอให้เครื่องเข้าที่ประมาณ 5 นาที
- เปิด overlap 3ใบให้ QC วัด
- ปรับ overlap กลับที่เดิม
- เปิด Powder , ผสม Lacquer
- เปิดกระป๋องออกมาสัก 30 ใบ ลองดึง weld ดู 2 ใบ
- ดูว่ากระป๋องผ่านแก๊สแล้ว Powder สุกหรือไม่

(5) เคลือบแนวเชื่อม

<u>มีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้</u>

- เปิด man switch ไฟเข้าเครื่อง
- เปิด switch ควบคุม powder ไปทาง Auto เครื่อง powder พร้อมที่จะทำงาน
- เมื่อเดินกระป๋องวิ่งผ่าน sensor powder ก็จะทำการพ่น powder ไปที่ weld ด้านใน ไฟที่ชุดควบคุมจะโชว์
- เมื่อไม่มีกระป๋องวิ่งผ่าน powder ก็จะไม่พ่นและไฟที่ชุดควบคุมจะไม่โชว์
- เปิด man switch ไฟเข้าเครื่องและปรับหมุน switch ควบคุมชุด cut side lacquer ไปทางเลข 1 ชุด mop ก็จะหมุนเมื่อกระป๋องวิ่งผ่านไปยังชุด mop out side lacquer ก็จะรูดตวัดขึ้นไปเคลือบ weld ด้านนอก

<u>มีการตรวจสอบดังนี้</u>

- นำกระป๋องที่มีการเคลือบแนวเชื่อมด้วย powder และ lacquer แล้วนำมาสอบ ซึ่งต้องทำการตรวจสอบก่อนที่กระป๋องจะผ่านมายังเครื่องอบแห้ง
- นำกระป๋องมาตัดเอาส่วนที่เคลือบด้วย powder และ lacquer เพื่อมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าของ
  1) ค่าของ powder และ lacquer
  2) ค่าของ lacquer
  3) ค่าของเหล็กที่ไม่มี powder และ lacquer เคลือบว่าได้ตรงตามสเปคหรือไม่

(6) อบแห้ง

<u>มีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้</u>

- เปิดวาล์วลม และแก๊ส
- เปิดสายพาน
- เปิดแก๊สและปรับคันโยกให้แก๊สเบาที่สุด
- ใช้ปืนจุดแก๊สไฟก็จะติดทุกช่อง
- เปิดชุดลมเพื่อให้แก๊สมีแรงดันมากขึ้น
- ทดลองเดินกระป๋อง 5 – 10 ใบ เพื่อดู sin four ว่า powder และ lacquer เดียวหรือไม่
- ถ้า powder และ lacquer ไม่เดียว ก็ทำการปรับเพิ่มคันโยกแก๊สให้มากขึ้น หรือลดสายพานให้ช้าลง
- ถ้า powder และ lacquer ไหม้ก็ทำการปรับลดคันโยกแก๊สให้เบาลง หรือลดสายพานให้ช้าลง

<u>มีการตรวจสอบดังนี้</u>

เมื่อกระป๋องทำการเคลือบด้วย Powder และ lacquer แล้วก็ผ่านมายังเครื่องอบแห้ง เพื่อทำให้ powder และ lacquer นั้นแห้ง ก็จะทำการตรวจสอบโดยนำกระป๋องที่ผ่านเครื่องอบแห้งนั้นมาทำการดึง powder ว่า powder นั้นล่อนหรือไม่ และดูว่า lacquer นั้นคลุมแนวเชื่อมหรือไม่ แล้วก็จะทำการดูว่ากระป๋องที่ผ่านเครื่องอบแห้งนั้นมี T- Four ขึ้นคลุม out side lacquer หรือไม่

(7) บานปากกระป๋อง

<u>มีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้</u>

- กระป๋องไหลจากทางวิ่งเพื่อเข้าเครื่อง
- Roll บน และล่าง หมุนรอบกระป๋อง เพื่อบานปากทั้ง 2 ด้าน

<u>มีการตรวจสอบดังนี้</u>

- วัดคามสูงด้วยเกจวัดความสูง
- วัดบานปากด้วยเกจวัดบานปาก วัด 3 จุด ตามนาฬิกาที่เลข 2 , 6 และ 10
- ตรวจสอบด้วยสายตา

(8) ทำลอน

มีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้

- กระป๋องออกจากเครื่องบานปาก เข้าเครื่องทำลอน
- Roll ทำลอนทำงานพร้อมกันทั้ง 2 หัว เพื่อรีดตัวกระป๋องให้เป็นลอน

มีการตรวจสอบดังนี้

- วัดความสูง
- วัดความลึกของลอนวัด 2 จุด ซ้าย และขวา ตามนาฬิกาที่เลข 2 และ 10
- ตรวจสอบด้วยสายตา

(9) ปิดก้นกระป๋อง

มีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้

- ทำความสะอาด roll และ chuck
- วัดค่า Pin High ลงใบรายงาน
- เติมฝาลงบนช่องจ่ายฝา
- เปิดสวิสเครื่อง + ปล่อยกระป๋องเข้าเครื่อง
- กระป๋องเข้าเครื่องผ่าน Roll รีดลูก 1 – 3 และ Roll รีดลูก 2 – 4
- กระป๋อง Seam ปิดฝาลงราง

มีการตรวจสอบดังนี้

- ตรวจสภาพทั่วไป
- ดู SCRATCH ก้นกระป๋อง
- chuck wall
- วัด double ลงรายงาน
- ตรวจสอบรอยรั่ว โดยใช้เครื่อง Vacuum

(10)บรรจุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>มีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้</u>

- Line VK 100 เริ่มเก็บจากรางพาเลตชั้นละ 49 ใบ โดยเรียงสับหว่างกัน
- จนครบตามกำหนดแต่ละขนาดบรรจุ ชิ้นบนสุดคว่ำกระป๋องปิดกระดาษลูกฟูก
- วางไม้ฉากปิดกระดาษรองบางแล้วมัด
- Line AFB 640 เริ่มจากกระป๋องจะถูกลำเอียงขึ้นมาบนสายพานโดยอัตโนมัติ
- กดปุ่มปล่อยบนแป้นควบคุมให้กระป๋องไหลเข้าสู่รางบรรจุกดปุ่ม Lock กระป๋องจะลงเอง
- ปูกระดาษทำเช่นนั้นจนครบจำนวนชิ้นและขนาดบรรจุ

(11)พันฟิล์ม และติดตั๋ว

<u>มีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้</u>

Line VK 100 การพันฟิล์ม

- นำฟิล์มผูกติดกับพาเลตแล้วปิดเครื่องให้เครื่องพันฟิล์มพันจนสุดเลต
- กดปุ่ม Down ฟิล์มก็จะลงพอลงจนสุดแล้วปิดเครื่อง
- การติดตั๋วติดด้านหน้าของพาเลตชิ้นที่ 3 ของกระป๋อง ก่อนติดตั๋วให้ปั๊มเวลาบนตั๋ว แล้วนำเลขที่ตั๋วไปลงในรายงานพร้อมกับเวลาที่ปั๊ม

(12)รอจัดเก็บ

<u>มีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้</u>

- เมื่อกระบวนการบรรจุเสร็จ คือ หลังจากพันฟิล์ม ติดตั๋วเรียบร้อยแล้ว
- ใช้รถยกพาเลท กระป๋องไปรอพื้นที่การจัดเก็บ
- ให้ Q.C. ปั๊ม Pass

3.1.4 เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

ในกระบวนการผลิตนั้น มีเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต 2 ชุด คือ เครื่องจักรที่ใช้สำหรับผลิตกระป๋องและเครื่องจักรผลิตฝา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ก. เครื่องจักรผลิตกระป๋อง จำนวน 2 LINE คือ

1) สายการผลิตกระป๋องรุ่น 603 ซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักรทั้งหมด 5 เครื่อง ดังต่อไปนี้

i. เครื่องตัดแผ่นเหล็กกระป๋อง (Slitter)

ii. เครื่อง VK ซึ่งประกอบด้วย

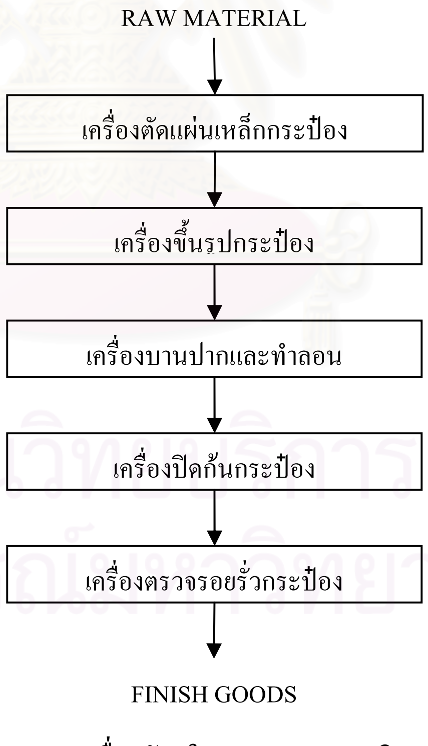
- เครื่องเชื่อมกระป๋อง (Welder)
- เครื่องพ่นแป้ง (Powder)

iii. เครื่องบานปากและทำลอน (Flang & Bead)

iv. เครื่องใส่ฝา (Seamer)

v. เครื่องตรวจรอยรั่วกระป๋อง (Vacuum Tester)

ทั้งนี้ กระบวนการผลิตกระป๋องนี้ เป็นกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง มีเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตกระป๋อง จะประกอบด้วยเครื่องจักรทั้งหมด 5 เครื่อง ซึ่งมีการวางผังตามขั้นตอนการผลิตดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงผังการวางเครื่องจักรในกระบวนการผลิตกระป๋อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) สายการผลิตกระป๋องรุ่น 300 และ 307 ซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักรทั้งหมด 6 เครื่อง ดังต่อไปนี้

i. เครื่องตัดแผ่นเหล็กกระป๋อง (Slitter)
ii. เครื่องเชื่อมกระป๋อง (Welder)
iii. เครื่องบานปาก,ทำลอนและใส่ฝา (Body Former)
iv. เครื่องตรวจรอยรั่วกระป๋อง (Vacuum Tester)
v. เครื่องพ่นแป้ง (Powder)
vi. เครื่องลงแลคเกอร์ (Out Side Lacquer)

ข. เครื่องจักรผลิตฝา จำนวน 3 LINE คือ

1) สายการผลิตฝารุ่น 603 ซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักรทั้งหมด 3 เครื่อง ดังต่อไปนี้

i. เครื่องตัดแผ่นฝา (Scroll Chear)
ii. เครื่องปั๊มฝา (Press)
iii. เครื่องเตาอบฝา (Liner)

2) สายการผลิตฝารุ่น 300 และ 307 ซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักรทั้งหมด 4 เครื่อง ดังต่อไปนี้

i. เครื่องตัดแผ่นฝา (Scroll Chear)
ii. เครื่องปั๊มฝา (Press)
iii. เครื่องเตาอบฝา (Liner)
iv. เครื่องคัดฝาเสีย

3.1.5 กำลังการผลิต

เดิมที ฝ่ายผลิตจะทำการผลิตเพียงรุ่นเดียวคือ ผลิตภัณฑ์รุ่น 603 ซึ่งมีสายการผลิตจำนวน 3 สาย โดยมีกำลังการผลิตดังนี้

- ผลิตกระป๋อง กำลังการผลิต 80 ใบ / นาที จำนวน 1 สาย
- ผลิตฝา กำลังการผลิต 110 ใบ / นาที จำนวน 2 สาย

แต่ปัจจุบันมีสายการผลิตเพิ่มขึ้นอีกจำนวน 2 สาย เพื่อผลิตภัณฑ์รุ่น 300 กับ 307 ซึ่งมีกำลังการผลิต ดังนี้

- ผลิตกระป๋อง กำลังการผลิต 400 ใบ / นาที จำนวน 1 สาย
- ผลิตฝา กำลังการผลิต 800ใบ / นาที จำนวน 1 สาย

3.1.6 วัตถุดิบ

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตประกอบด้วย

- เหล็ก
- ลวดทองแดง
- POWDER (ฝุ่นผง)
- V 91 + S140
- COMPOUND
- แลคเกอร์

3.2 ขอบเขตปัญหา

ในงานวิจัยนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์หลักของโรงงาน คือ ผลิตภัณฑ์รุ่น 603 ซึ่งมีปริมาณการผลิตและการสั่งซื้อสูงสุด

3.2.1 ข้อมูลจากงบดุล

จากการพิจารณาข้อมูลงบดุลของปี 2542 ถึง 2544 ในตารางที่ 3.1 พบว่า ต้นทุนขายลดลงต่อเนื่องจากปี 2542 เป็นตามยอดขายที่ลดลง โดยที่ ปี 2543 มีต้นทุนการขายหรือการผลิตเพียง 78% โดยเทียบกับปี 2542 ลดลง 22.43% และในปี 2544 มีต้นทุนการขายหรือการผลิตเพียง 70% เมื่อเทียบกับปี 2542 หรือยอดขายลดลงต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าจะมี Margin ในปี 2543 สูงขึ้นแต่ผลกำไรก็ลดลงรวมทั้งรายได้อื่นก็ลดลงด้วย

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลจากงบดุล ปี 2542 ถึง 2544

	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของต้นทุนขาย		
ปี	***2542***	***2543***	***2544***
Margin	16.56	19.70	15.32
รายได้อื่น	3.90	1.97	3.46
ต้นทุนการขาย***	100.00	77.57	69.49
ค่าบริหาร	9.77	13.29	12.43
สต็อกวัตถุดิบ	9.72	8.63	10.56
สต็อกสินค้า	3.39	5.59	8.40
เงินเดือน	2.93	3.96	4.21
สวัสดิการ	4.82	5.68	6.94
เดินทาง/ ขนส่ง	0.27	1.18	0.39
ส่งเสริมการขาย	0.03	0.17	0.09
ค่าวัตถุดิบ	91.05	89.21	86.85
ค่าแรงงาน	1.31	1.82	1.79
ค่าจ้างอาบเหล็ก	3.59	3.51	4.44
ค่าอะไหล่/ซ่อมแซม	1.51	2.93	4.45
ค่าวัสดุสิ้นเปลือง	1.12	0.99	1.63
ค่าไฟฟ้า	0.37	0.50	0.66

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าความสูญเสียในเชิงรายได้มีนัยสำคัญมาก เนื่องจากต้นทุนการขายหรือการผลิต มีสัดส่วนของต้นทุนวัตถุดิบสูง คิดเป็น:

2542	**2543**	**2544**	**ค่าเฉลี่ย**
91.05%	89.21%	86.85%	89.04%

และต้นทุนค่าอาบเหล็กสูงคิดเป็น:

2542	**2543**	**2544**	**ค่าเฉลี่ย**
3.59%	3.51%	4.44%	3.85%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จึงมีส่วนที่เป็นต้นทุนการผลิตด้านค่าแรงงาน และค่าโสหุ้ยทางการผลิตคิดได้เพียง:

2542	2543	2544	ค่าเฉลี่ย
5.46%	7.28%	8.71%	7.15

ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าสัดส่วนของต้นทุนการผลิตในส่วนของค่าแรงงานและค่าโสหุ้ยทางการผลิตคิดเป็นเปอร์เซ็นต์กลับสูงขึ้น เนื่องจากสัดส่วนของต้นทุนวัตถุดิบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ลดต่ำลง แสดงให้เห็นถึงความสำคัญหรือบทบาท ของต้นทุนวัตถุดิบที่มีต่อความสูญเสียทางการผลิต ของเสียทุกชิ้นที่เสียจะต้องมีส่วนต้นทุนวัตถุดิบที่เสียหายไป

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการผลิต จะพบว่า โครงสร้างส่วนที่เป็นต้นทุนวัตถุดิบมีสัดส่วนที่สูงมาก ซึ่งถ้าเกิดของเสียหรือความบกพร่องทางการผลิต จะทำให้เกิดความสูญเสียด้านวัตถุดิบไปด้วย จะประยุกต์เทคนิคของ Six sigma มาใช้เพื่อช่วยให้สามารถกำหนดสาเหตุ และแนวทางลดความสูญเสียจากของเสียได้ และเพื่อที่จะสามารถควบคุมคุณภาพได้

เนื่องจาก เมื่อเกิดของเสียขึ้นในกระบวนการผลิต จะส่งผลทำให้เกิดความสูญเสียในทุกด้าน ไม่ว่าเป็น ต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น เสียเวลา และไม่สามารถผลิตได้ตามแผน ซึ่งอาจทำให้ส่งมอบไม่ทันตามเวลา รวมถึงการเคลม และการส่งคืนจากลูกค้า

วิธีการแก้ปัญหาของ Six Sigma มีพื้นฐานอยู่บนการประมวลผลข้อมูล และวัดค่าของความแปรปรวนใด ๆ รวมถึงการปรับปรุงต่าง ๆ เทียบกับมาตรฐานที่ควรจะเป็น ระดับมาตรฐานคุณภาพของ Six Sigma แสดงดังตารางที่ 3.2

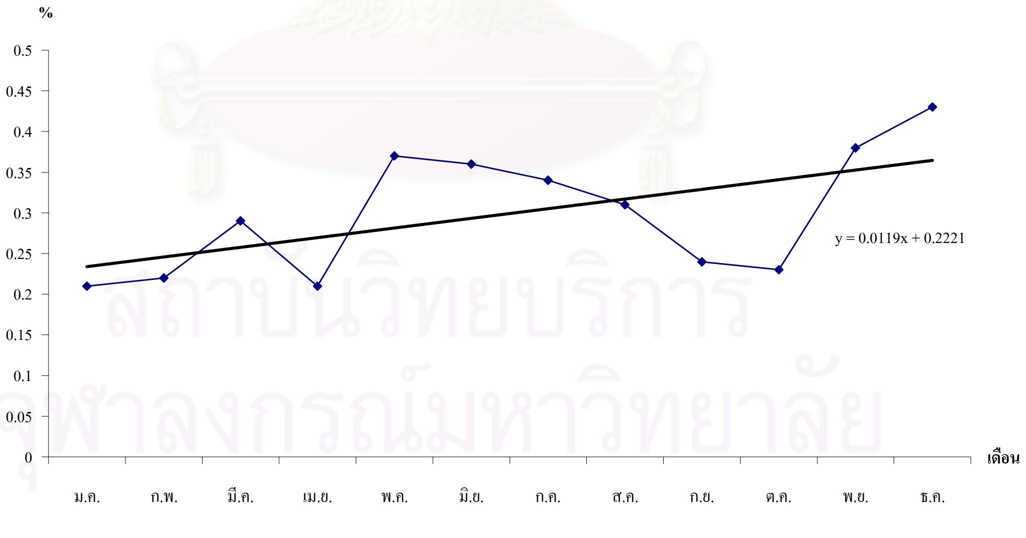
ตารางที่ 3.2 ระดับคุณภาพของ Sigma

ขอบเขตข้อกำหนด	เปอร์เซ็นต์	จำนวนของเสียใน 1 ล้านชิ้น
1 σ	68.27	317,300
2 σ	95.45	45,500
3 σ	99.73	2,700
4 σ	99.9937	63
5 σ	99.999943	0.57
6 σ	99.9999998	0.002

3.2.2 ความสูญเสียจากของเสียในปี พ.ศ. 2544

จากตารางที่ 3.3 แสดงเปอร์เซ็นต์ผลผลิตและของเสียที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2544 จะพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการอยู่ระหว่าง 2,072 ถึง 4,305 PPM หรือ ระดับ 0.21 ถึง 0.43 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตมีค่าเฉลี่ยของสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง เท่ากับ 2,989 PPM ซึ่งจัดอยู่ในช่วงของ 2 σ นับได้ว่าเป็นค่าระดับมาตรฐานที่ค่อนข้างต่ำ จึงควรที่จะแก้ไขปรับปรุงกระบวนการเพื่อให้มีระดับมาตรฐานที่สูงขึ้น จากการศึกษาของเบรคสลี (Blackeslee) ในปี ค.ศ.1999 พบว่า โรงงานต่าง ๆ ของอเมริกานั้นโดยทั่วไปทำได้ที่ระดับ 3- 4 Sigma แต่โดยปกติระดับมาตรฐานของการควบคุมควรจะอยู่ที่อย่างน้อย 3 σ คือ ไม่เกิน 2700 PPM ข้อมูลของเสียในเดือนธันวาคมมีจำนวนเพียง 2,720 กระป๋อง มีของเสียคิดเป็น 4305 PPM เนื่องจากปริมาณผลต่ำ แต่มีจำนวน PPM สูงกว่าเมื่อเทียบของเสียเดือนกันยายนซึ่งมีของเสียจำนวน 4,553 กระป๋อง แต่มีจำนวนของเสียคิดเป็น 2352 PPM เท่านั้นเนื่องจากมีผลผลิตสูงกว่าของปริมาณความสูญเสียจากของเสียในแต่เดือนจึงอาจจะมีมูลค่าสูงขึ้นได้ถ้ามีปริมาณผลผลิตสูงขึ้น

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2544 จะพบว่ามีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แผนภูมิแสดง%ของเสียในปีพ.ศ. 2544

ตารางที่ 3.3 % ผลผลิตและ %ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตกระป๋อง ปี พ.ศ. 2544

เดือน	แผนการผลิต	ยอดการผลิต	%ผลผลิต	ของเสีย	%ของเสีย	PPM
ม.ค.	859,248	847,924	98.68	1,757	0.21	2,072
ก.พ.	746,496	662,451	88.74	1,465	0.22	2,211
มี.ค.	1,104,192	1,135,487	102.83	3,291	0.29	2,898
เม.ย.	828,144	810,917	97.92	1,727	0.21	2,130
พ.ค.	1,380,140	1,249,417	90.53	4,643	0.37	3,716
มิ.ย.	1,220,832	1,103,376	90.38	3,974	0.36	3,602
ก.ค.	1,411,344	1,265,130	89.64	4,308	0.34	3,405
ส.ค.	1,512,432	1,372,167	90.73	4,301	0.31	3,134
ก.ย.	1,910,952	1,936,049	101.31	4,553	0.24	2,352
ต.ค.	645,408	674,645	104.53	1,534	0.23	2,274
พ.ย.	828,144	755,502	91.23	2,846	0.38	3,767
ธ.ค.	736,776	631,758	85.75	2,720	0.43	4,305
รวม	**13,184,108**	**12,444,823**	**94.36**	**37,119**	**0.30**	**2,989**

เมื่อนำของเสียที่เกิดขึ้นมาวิเคราะห์ความสูญเสียอันเนื่องจากการที่ต้องนำของเสียไปขายเป็นเศษเหล็ก โดยพิจารณาจากผลต่างของต้นทุนวัตถุดิบกับราคาขายเป็นเศษเหล็ก

จากการประมาณการต้นทุนการผลิตตามข้อมูลในงบดุลปี พ.ศ. 2544 ซึ่งมีต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 8.5 บาทต่อกระป๋อง โดยคิดเป็น ต้นทุนเหล็กประมาณ 7.50 บาทต่อกระป๋อง และค่าอาบเหล็กประมาณ 0.50 บาทต่อกระป๋อง ทั้งนี้ของเสียที่เกิดขึ้นนั้น ทางบริษัทจะนำไปขายเป็นเศษเหล็ก ซึ่งเมื่อขายเศษเหล็กได้ราคาเพียง 2.50 บาท ดังนั้นจึงประเมินค่าความเสียหายต่อกระป๋องที่เป็นของเสียไว้ที่ 5.50 บาทต่อกระป๋อง โดยสามารถสรุปเป็นความสูญเสีย ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การวิเคราะห์ความสูญเสียจากการนำของเสียไปขายเป็นเศษเหล็ก ปี พ.ศ. 2544

เดือน	ของเสีย	ต้นทุนเหล็ก (7.5 บาท/ใบ)	ค่าอาบเหล็ก (0.5 บาท/ใบ)	เศษเหล็ก (2.50 บาท/ใบ)	ขาดทุน
ม.ค.	1,757	13,178	879	4,392.50	9,663.50
ก.พ.	1,465	10,988	733	3,662.50	8,057.50
มี.ค.	3,291	24,683	1,646	8,227.50	18,100.50
เม.ย.	1,727	12,953	864	4,317.50	9,498.50
พ.ค.	4,643	34,823	2,322	11,607.50	25,536.50
มิ.ย.	3,974	29,805	1,987	9,935.00	21,857.00
ก.ค.	4,308	32,310	2,154	10,770.00	23,694.00
ส.ค.	4,301	32,258	2,151	10,752.50	23,655.50
ก.ย.	4,553	34,148	2,277	11,382.50	25,041.50
ต.ค.	1,534	11,505	767	3,835.00	8,437.00
พ.ย.	2,846	21,345	1,423	7,115.00	15,653.00
ธ.ค.	2,720	20,400	1,360	6,800.00	14,960.00
รวม	**37,119**	**278,393**	**18,560**	**92,797.50**	**204,154.50**

จากข้อมูลตารางที่ 3.4 จะเห็นได้ว่าในปี พ.ศ. 2544 ทางบริษัทต้องเกิดความสูญเสียจากการขาดทุนในส่วนของวัตถุดิบที่สูญเสียไปกับของเสียระหว่างเดือนละ 8,000 ถึง 25,000 บาท ซึ่งคิดรวมทั้งปีเป็นเงิน **204,154.50** บาท หรือคิดถัวเฉลี่ยสูงถึงเดือนละประมาณ **17,000** บาท ซึ่งความสูญเสียจะเป็นส่วนของต้นทุนการผลิตด้วย การลดลงของของเสียเป็นการลดลงของต้นทุนในการผลิตด้วย

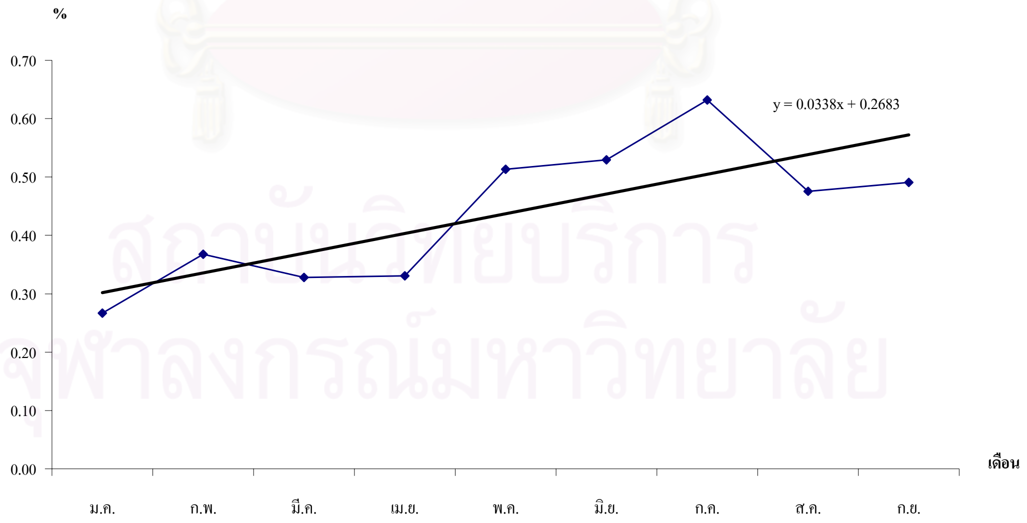
3.3.2 ความสูญเสียจากของเสียปี พ.ศ. 2545

จากตารางที่ 3.5 แสดงเปอร์เซ็นต์ผลผลิตและของเสียที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2545 จะพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการอยู่ระหว่าง 2,670 ถึง 6,318 PPM หรือ ระดับ 0.27 ถึง 0.63 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตมีค่าเฉลี่ยของสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง เท่ากับ 4,372 PPM

ตารางที่ 3.5 % ผลผลิตและ %ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตกระป๋องในช่วงปี พ.ศ.2545

เดือน	**แผนการผลิต**	**ยอดการผลิต**	**%ผลผลิต**	**ของเสีย**	**%ของเสีย**	**PPM**
ม.ค.	1,068,624	966,046	90.40	2,579	0.27	2,670
ก.พ.	1,119,792	991,069	88.50	3,644	0.37	3,677
มี.ค.	1,672,800	1,404,450	83.96	4,607	0.33	3,280
เม.ย.	1,389,408	1,183,730	85.20	3,911	0.33	3,304
พ.ค.	1,413,024	1,219,822	86.33	6,262	0.51	5,134
มิ.ย.	2,019,168	1,466,063	72.61	7,765	0.53	5,296
ก.ค.	2,332,080	1,875,578	80.43	11,850	0.63	6,318
ส.ค.	2,245,488	1,940,112	86.40	9,231	0.48	4,758
ก.ย.	2,036,880	1,878,334	92.22	9,222	0.49	4,910
เฉลี่ย	**1,699,696**	**1,436,134**	**85.12**	**6,563**	**0.44**	**4,372**

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 จะพบว่ามีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แผนภูมิแสดง%ของเสียในปีพ.ศ. 2545

ตารางที่ 3.6 การวิเคราะห์ความสูญเสียจากของเสียไปขายเป็นเศษเหล็ก ปี พ.ศ. 2545

เดือน	ของเสีย	ต้นทุนเหล็ก (7.5 บาท/ใบ)	ค่าอาบเหล็ก (0.5 บาท/ใบ)	เศษเหล็ก (2.50 บาท/ใบ)	ขาดทุน
ม.ค.	2,579	19,343	1,290	6,447.50	14,184.50
ก.พ.	3,644	27,330	1,822	9,110.00	20,042.00
มี.ค.	4,607	34,553	2,304	11,517.50	25,338.50
เม.ย.	3,911	29,333	1,956	9,777.50	21,510.50
พ.ค.	6,262	46,965	3,131	15,655.00	34,441.00
มิ.ย.	7,765	58,238	3,883	19,412.50	42,707.50
ก.ค.	11,850	88,875	5,925	29,625.00	65,175.00
ส.ค.	9,231	69,233	4,616	23,077.50	50,770.50
ก.ย.	9,222	69,165	4,611	23,055.00	50,721.00
รวม	**59,071**	**443,032.50**	**29,535.50**	**147,677.50**	**324,890.50**

จากตารางที่ 3.6 เป็นข้อมูลของเสียและความสูญเสียระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 รวม 9 เดือนพบว่าของเสียเกิดขึ้นในระดับที่สูงขึ้นทำให้ประมาณการความสูญเสียด้านวัตถุดิบสูงขึ้นเป็น **324,890.50** บาท หรือคิดถัวเฉลี่ยสูงถึงเดือนละประมาณ **36,099** บาท แม้ว่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นจะสูงกว่าปี พ.ศ.2544 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง เท่ากับ 2,989 PPM เป็นผลเนื่องมาจาก ในปี พ.ศ.2544 ยังไม่มีการเก็บข้อมูลอย่างชัดเจน ทำให้เก็บข้อมูลบางอย่างที่จัดว่าเป็นของเสียได้ไม่ครบถ้วน แต่ในปี พ.ศ.2545 ได้มีการกำหนดนิยามของคำว่าของเสียไว้อย่างชัดเจนขึ้น จึงสามารถแสดงให้เห็นข้อมูลของเสียที่ซ่อนเร้นอยู่ได้ดี ทำให้เห็นสภาพปัญหาที่ชัดเจนว่าตัวเลขข้อมูลของเสียเป็นอย่างไร

นอกจากความสูญเสียจากของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตข้างต้น แล้วยังมีความสูญเสียที่เกิดจากการได้รับใบร้องเรียนจากลูกค้า ซึ่ง จำนวนครั้งที่ได้รับใบร้องเรียนจากลูกค้า ตั้งแต่เดือนมกราคม – สิงหาคม 2545 รวม 3 ครั้งคือ

1) วันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2545 ลูกค้าเรียกร้องในเรื่องค่าแรงในการคัดเลือกกระป๋อง และค่าเสียหายเบื้องต้น เนื่องจากกระป๋องรั่ว โดยมีรายละเอียดดังนี้

กระป๋องรั่ว	173	กระป๋อง		
Low vacuum	3,040	กระป๋อง		
กระป๋องปกติ	16,000	กระป๋อง		
ค่าแรงในการคัดแยกเป็นเงิน			5,593	บาท
ราคาสินค้าที่เสียหายเป็นเงิน			161,423.50	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น			**167,016.50**	บาท

2) วันที่ 19 มิถุนายน พ.ศ. 2545 ลูกค้าร้องเรียนในเรื่อง ปัญหาฝา 603 เมื่อนำมา INK CODE แล้วเลือน,จาง อ่านไม่ชัดเจน ทางลูกค้าจึงต้องนำไปแก้ไข โดยการเช็ดด้วยทินเนอร์ ก่อนนำไปผ่านเครื่อง INK JET โดยการดำเนินการนั้นมีรายละเอียดดังนี้

ใช้พนักงานในการจัดการทั้งสิ้น	4	คน
จำนวนชั่วโมงในการทำงาน	18	ชม./คน
คิดเป็นค่าใช้จ่าย	**765**	บาท

3) วันที่ 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2545 ลูกค้าร้องเรียนในเรื่องกระป๋อง 603 x 700 PG 0.30 เสียหาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

จำนวนกระป๋องที่เสียหาย	3,740	บาท
ค่าเสียหายใบละ	9	บาท
รวมจำนวนเงินทั้งสิ้น	**33,660**	บาท

รวมค่าใช้จ่ายและความเสียหายจากการร้องเรียนของลูกค้าทั้งสามครั้งเป็นเงิน **201,441.50** บาท

อีกทั้งยังมีความสูญเสียของการส่งคืนสินค้าจากลูกค้า ซึ่งจำนวนครั้งของการส่งคืนสินค้าจากลูกค้า ตั้งแต่เดือน มกราคม – สิงหาคม 2545 ทั้งสิ้น 52 ครั้งมีดังนี้

เดือนมกราคม	5	ครั้ง	จำนวน	979	ชิ้น
เดือนกุมภาพันธุ์	8	ครั้ง	จำนวน	2,738	ชิ้น
เดือนมีนาคม	7	ครั้ง	จำนวน	7,890	ชิ้น
เดือนเมษายน	3	ครั้ง	จำนวน	698	ชิ้น
เดือนพฤษภาคม	8	ครั้ง	จำนวน	8,961	ชิ้น

เดือนมิถุนายน	8	ครั้ง	จำนวน	6,628	ชิ้น
เดือนกรกฎาคม	7	ครั้ง	จำนวน	70,073	ชิ้น
เดือนสิงหาคม	6	ครั้ง	จำนวน	1,275	ชิ้น
			รวม	99,242	ชิ้น

จากข้างต้นจะมีการส่งคืนสินค้าทั้งหมด 52 ครั้ง โดยแบ่งเป็นกระป๋อง 46 ครั้ง และฝา 6 ครั้ง รวมจำนวนกระป๋องที่ส่งคืน 60,103 กระป๋อง และฝา 39,139 ฝา ทำให้เกิดค่าเสียโอกาสเมื่อผลิตภัณฑ์เป็นเกรด บี ในลักษณะดังนี้:

สำหรับกระป๋อง คือ 60,103 x 3 เท่ากับ	180,309	บาท
สำหรับฝากระป๋อง คือ 39,159 x 1 เท่ากับ	39,159	บาท
รวมเป็น	**219,468**	**บาท**

โดยที่เมื่อมีการส่งคืนสินค้า ทางบริษัทจะจัดส่งสินค้าใหม่ไปให้ จากนั้นนำสินค้าที่ส่งคืนมาซ่อมแซมเป็นสินค้าเกรด B ส่วนสินค้าที่ใช้ไม่ได้ก็นำไปขายเป็นเศษเหล็กต่อไป สรุปจากข้อมูลข้างต้นจะสามารถประมาณค่าความสูญเสียใน ปี 2545 ได้ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ประมาณค่าความสูญเสียสิ้นสุดเดือนกันยายน 2545

สาเหตุ	มูลค่าความสูญเสีย
ของเสีย	324,890.50
การเคลม	201,441.50
การส่งคืนสินค้า	219,468.00
รวม	**745,800.00**

จะเห็นได้ว่าความสูญเสียสิ้นสุดเดือนกันยายน ในปี พ.ศ.2545 มีมูลค่าความสูญเสียอันเนื่องจากกระบวนการผลิตคิดเป็น **745,800.00** บาท ซึ่งจัดว่าเป็นจำนวนเงินที่สูงมาก ทางบริษัทจึงควรที่จะให้ความสำคัญในจุดนี้

3.2.4 ระบบควบคุมคุณภาพ

ปัจจุบันนี้ทางฝ่ายควบคุมคุณภาพ มีการเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้น และมีการตรวจสอบคุณภาพตามที่บังคับใช้ในระบบคุณภาพ ISO 9000 เพียงระบบเดียว แต่ไม่มีการนำใช้ SPC มาใช้ในกระบวนการเลย ทำให้มี defect ที่ส่งถึงลูกค้าคิดเป็น 0.06%

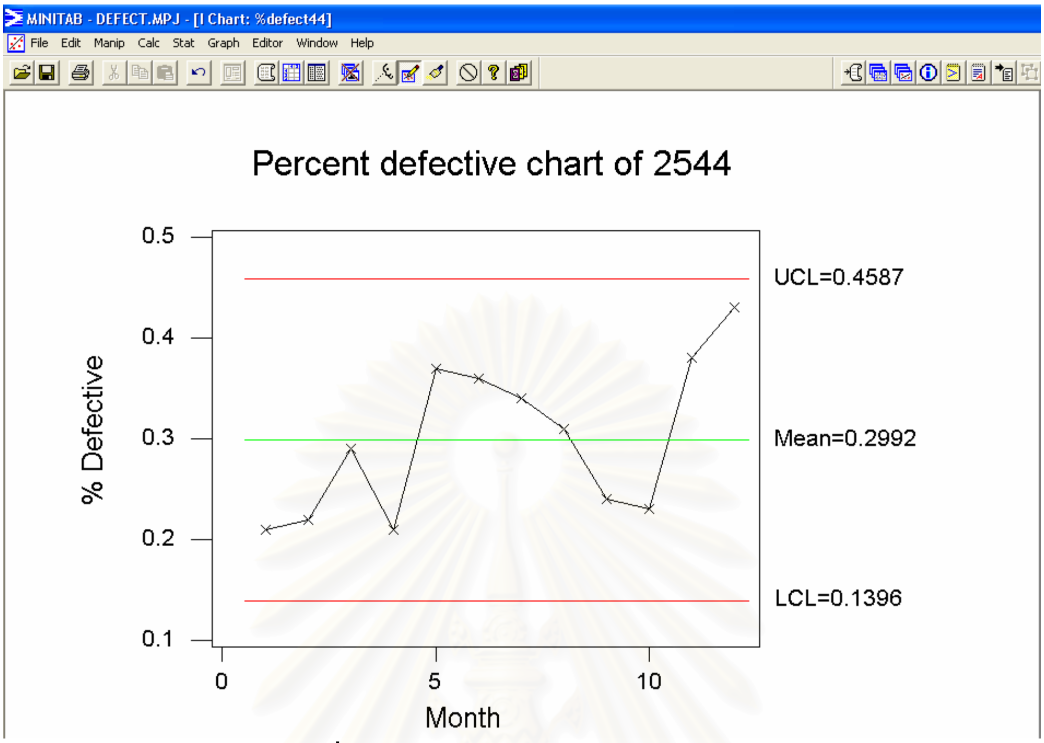
3.2.5 สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต

- *รอยเชื่อมไม่สมบูรณ์* เนื่องมาจากความสกปรกของกระบวนการผลิต และจะเป็นที่กระป๋องใบแรกของทุกครั้งที่ผลิต
- *SCRATCH (รอยขีดข่วนเล็กๆ)* บนตัวกระป๋อง และฝา เกิดจากทางวิ่งในกระบวนการผลิตอาจมีเศษวัสดุเข้าไป ทำให้มีโอกาสเกิดรอย SCRATCH ได้
- *ผง POWDER จับตัวเป็นก้อน* เนื่องมาจากเกิดความผิดปกติของผง POWDER เช่น ความชื้น ความแข็งตัว และความสกปรก ของผง POWDER ทำให้เกิดการอุดตันในกระบวนการผลิต
- *การ JAM* คือ การสะดุดของแผ่นเหล็ก หรือเกิดจากแผ่นเหล็กบุบ โก่ง ซึ่งเกิดน้อยมากในกระบวนการ ทั้งนี้เป็นผลอันเนื่องจากกระบวนการตัดแผ่นเหล็ก และการตัดแผ่นสตริป

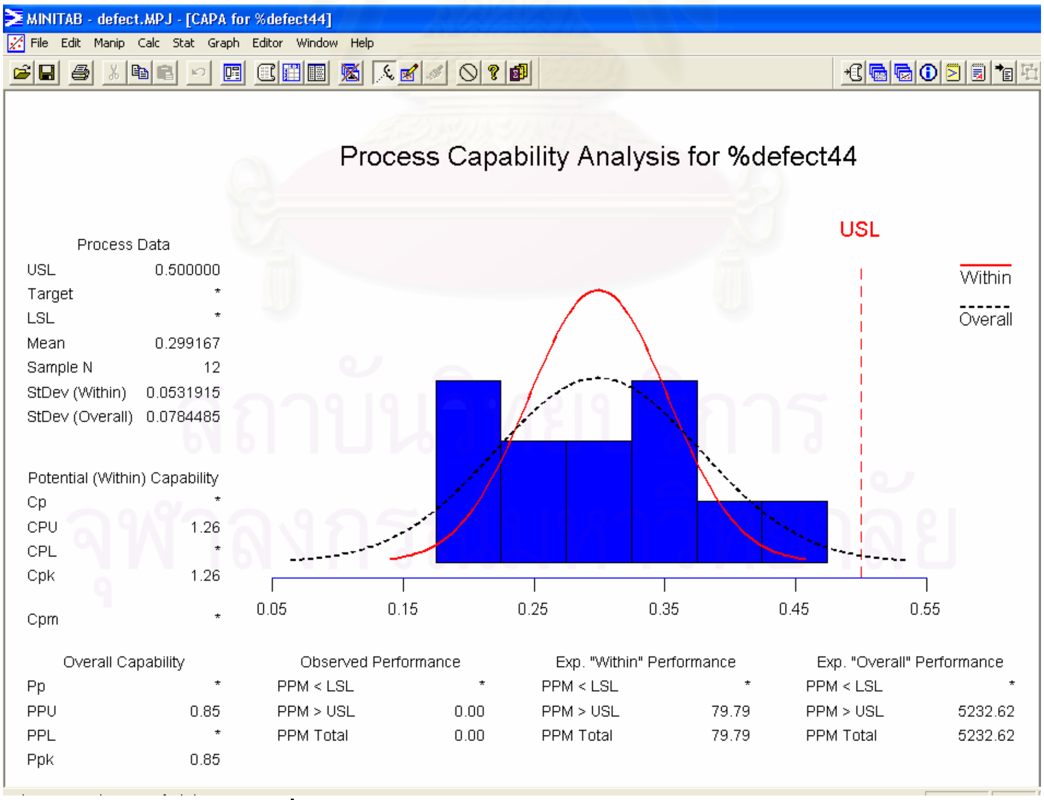
3.2.6 ความสามารถของกระบวนการ

เนื่องจากการศึกษาสภาพปัญหาปัจจุบันสามารถศึกษาด้วยการวัดความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการสะท้อนด้วยค่า Process Capability (Cpk) และแสดงถึงค่าการเลื่อนไปจากค่ากลางของข้อกำหนดเฉพาะของตำแหน่งของกระบวนการค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง(PPM)

เมื่อพิจารณาจากแผนภูมิร้อยละของเสียและทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Cpk) ในปีพ.ศ. 2544 จะได้เท่ากับ 1.26 ดังแสดงในรูปที่ 3.8 และ 3.9 ตามลำดับซึ่งถือว่ายังมีความแปรปรวนในกระบวนการผลิตอยู่ กล่าวคือถ้าค่าดัชนี Cp และ Cpk ยิ่งมีค่ามากกว่า 1.33 แสดงว่ากระบวนการมีความผันแปรน้อยหรือมีความมั่นคงสูง



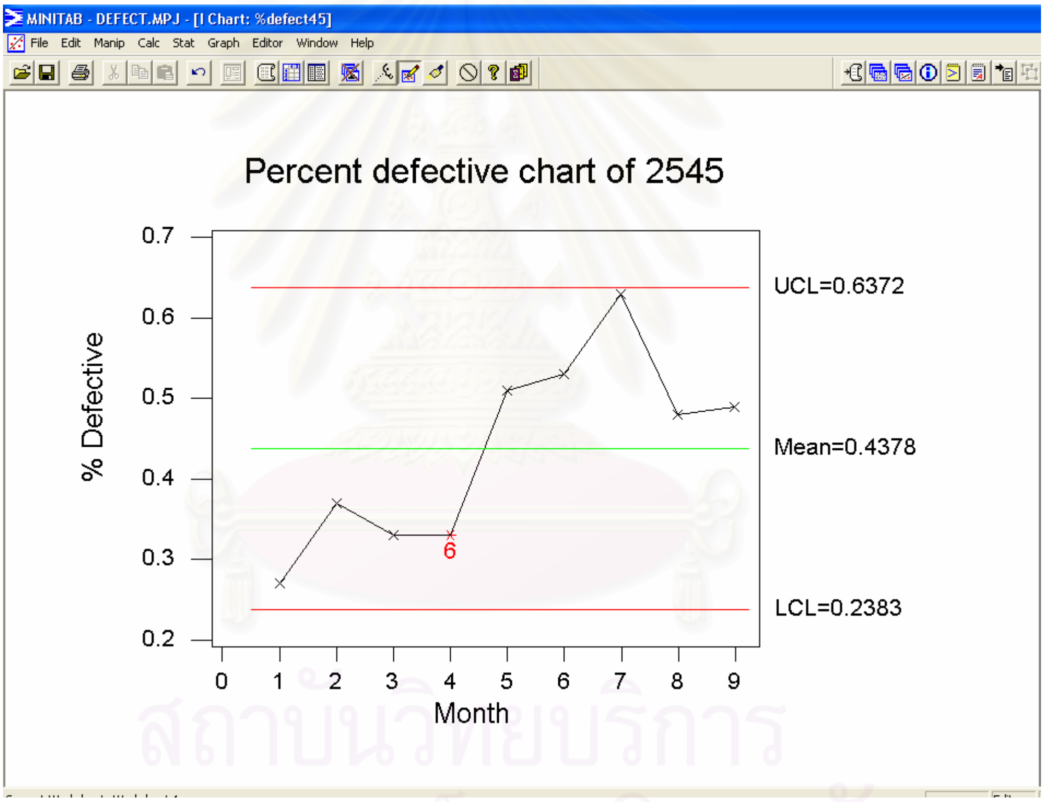
รูปที่ 3.8 แผนภูมิควบคุม %ของเสียในปีพ.ศ. 2544



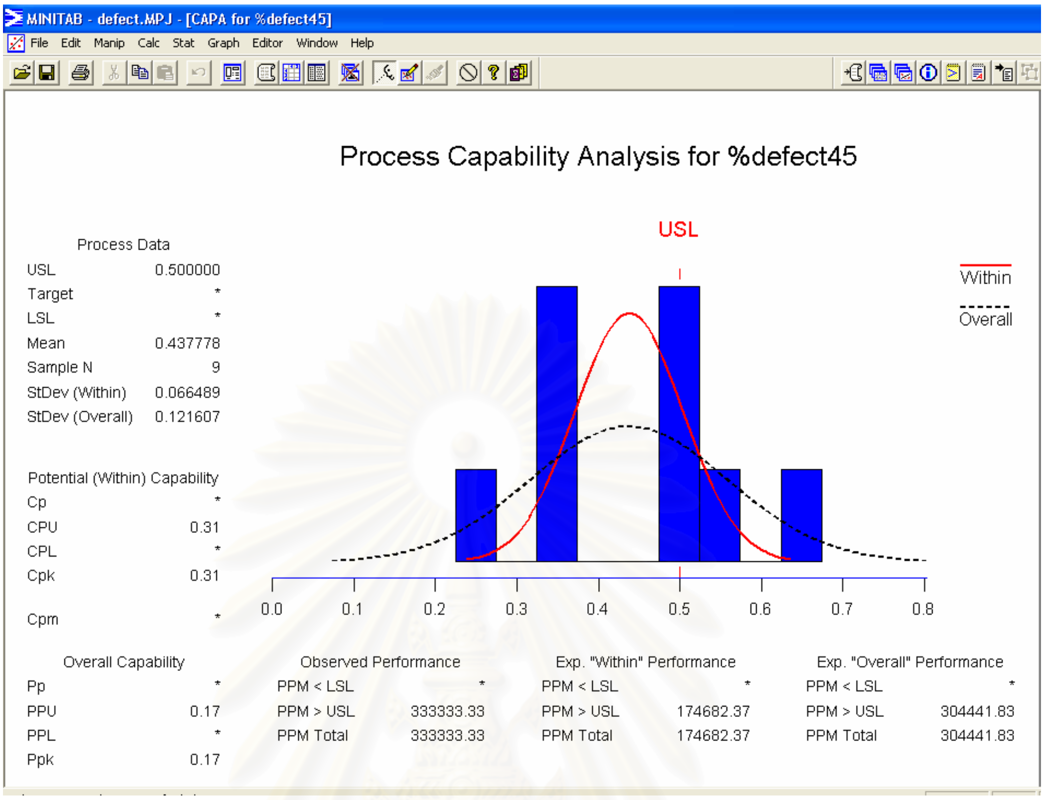
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.9 แสดงความสามารถของกระบวนการปี พ.ศ. 2544

แต่หากพิจารณาจากแผนภูมิร้อยละของเสียและความสามารถของกระบวนการผลิตตั้งแต่เดือนมกราคมถึงกันยายน พ.ศ. 2545 จะพบว่าจากรูปที่ 3.10 แผนภูมิควบคุมร้อยละของเสีย มีลักษณะ 7 จุดต่อเนื่องในแผนภูมิซึ่งเป็นแบบแนวโน้ม แสดงว่าในกระบวนการมีสาเหตุอื่นๆ (Assignable cause) เกิดขึ้น นอกจากนี้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab จะสามารถตรวจสอบลักษณะของแผนภูมิควบคุมได้ว่าผิดปกติหรือไม่ ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์จะพบว่า มีความผิดปกติในลักษณะที่ 6 กล่าวคือ มี 4 จุดที่ออกจาก 5 จุด มากกว่า 1σ จากค่าเฉลี่ย ในด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง และจากรูปที่ 3.11 แสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Cpk) ซึ่งพบว่า มีค่า Cpk เท่ากับ 0.31 แสดงว่าข้อมูลมีความแปรปรวนสูง ดังนั้น จึงต้องมีการหาสาเหตุเพื่อดำเนินการแก้ไขต่อไป



รูปที่ 3.10 แผนภูมิควบคุม %ของเสียในปีพ.ศ. 2545



รูปที่ 3.11 แสดงความสามารถของกระบวนการ ปีพ.ศ. 2545

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหา

4.1 การวิเคราะห์การไหลของกระบวนการผลิต

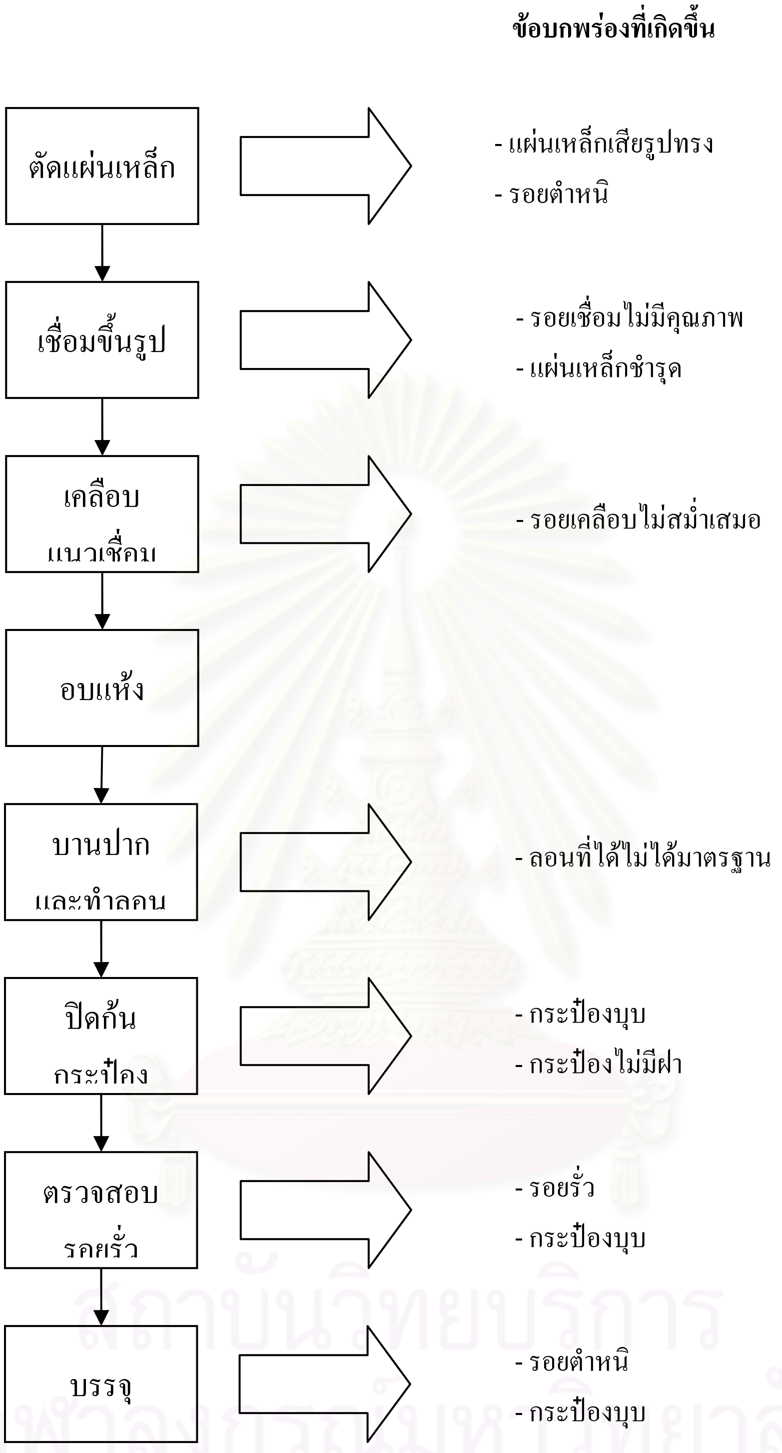
การวิเคราะห์กระบวนการผลิต เป็นงานขั้นตอนแรกของการพัฒนาคุณภาพของการผลิต เนื่องจาก ผลของการตรวจวิเคราะห์จะทำให้สามารถทราบสาเหตุที่แท้จริงของความบกพร่องที่มีผลจริงๆ ต่อคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้ การสรุปที่มองข้ามสาเหตุที่ถูกซ่อนเร้นและสาเหตุที่ไม่ใช่สาเหตุที่แท้จริงของปัญหาแล้วทำการแก้ไขไปทันที อาจได้ผลเพียงระยะสั้น แต่ในที่สุดก็จะเกิดปัญหาขึ้นมาอีกซึ่งอาจมีผลกระทบรุนแรงกว่าก็เป็นได้

การค้นหาหรือตรวจวิเคราะห์เพื่อหาจุดบกพร่องของกระบวนการผลิต อันเป็นสาเหตุของความบกพร่องของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมานั้น สามารถกระทำได้หลายวิธี เช่นการระดมความคิดจากผู้มีประสบการณ์หรือจากพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่นั้น โดยการทดลอง โดยการตั้งสมมติฐาน หรือโดยการใช้ข้อมูลทางสถิติที่มีการเก็บรวบรวมอย่างถูกวิธีและมีปริมาณข้อมูลที่เพียงพอ

การวิเคราะห์กระบวนการผลิตอย่างละเอียดสามารถทำให้เข้าใจกระบวนการผลิตและวิเคราะห์หาสาเหตุอย่างแท้จริงได้ เนื่องจากบางครั้งกระบวนการที่ซ่อนเร้นอยู่ (Hidden Factory) อาจจะเป็นสาเหตุสำคัญก่อให้เกิดปัญหาซึ่งมิควรละเลย

4.1.1 การวิเคราะห์การไหลของกระบวนการผลิตโดยรวม

การวิเคราะห์การไหลของกระบวนการผลิตโดยรวม จากรูปที่ 3.1 ซึ่งเป็นการแสดงผังไหลของกระบวนการผลิตกระป๋อง ผู้ทำการวิเคราะห์จะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการผลิตและสามารถระบุปัญหา ซึ่งจะก่อให้เกิดข้อบกพร่องได้อย่างชัดเจนว่าขั้นตอนใดมีโอกาสก่อให้เกิดข้อบกพร่องได้ เพื่อทำการวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้หลักทางสถิติวิศวกรรมต่อไป ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในแต่ขั้นตอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 การวิเคราะห์การไหลของกระบวนการผลิตโดยละเอียด

การวิเคราะห์กระบวนการไหลของกระบวนการผลิตโดยละเอียดจะทำการตรวจวิเคราะห์ทุกขั้นตอนของการผลิตเพื่อสามารถเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่มีโอกาสจะก่อให้เกิดปัญหา เนื่องจากปัญหาเหล่านั้นอาจถูกมองข้ามหรือซ่อนเร้นได้ โดยปัญหาเหล่านั้นอาจจะเป็นสิ่งที่แอบซ่อนโดยที่ไม่ได้นำมาแก้ไขเพราะอาจจะเป็นสิ่งที่ปฏิบัติกันอย่างต่อเนื่องและมองข้ามปัญหาเหล่านั้นไป

สำหรับกระบวนการผลิตกระป๋องมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องในแต่ขั้นตอนดังนี้

- การเบิกเหล็ก เพื่อนำมาใช้ในการผลิต ซึ่งต้องมีการตรวจสอบคุณภาพเหล็ก เพื่อดูคุณสมบัติของเหล็กและเลคเกอร์ ก่อนเข้าสู่สายการผลิต ซึ่งในจุดนี้เหล็กจะวางซ้อนกันเป็น Strip ทำให้ตรวจสอบได้ยาก แต่มักไม่ค่อยเกิดปัญหาจากจุดนี้
- การตัดเหล็ก เป็นการนำแผ่นเหล็กไปตัดให้ได้ขนาด ซึ่งจุดนี้เป็นจุดที่สำคัญ เนื่องจากถ้าเหล็กที่ตัดนั้นได้ฉากและมีขนาดตรงตามต้องการ จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีขนาดตรงตามความต้องการของลูกค้า และป้องกันการ jam ของเครื่องจักร
- การทำตัวอย่าง Overlap ก่อนการเชื่อมขึ้นรูปจริง ในกรณีเริ่มเดินเครื่องครั้งแรก เพื่อปรับตั้งเครื่อง และตรวจสอบว่าการขึ้นรูปได้รอยเชื่อมและรอยเคลือบตามมาตรฐานหรือไม่ โดยจะใช้แผ่นเหล็กที่เสียมาทำการทดลอง ซึ่งไม่จัดว่าเป็นของเสีย เมื่อได้ตามสเปกที่ต้องการแล้ว จากนั้นก็เริ่มกระบวนการผลิต
- การเชื่อมขึ้นรูปและเคลือบแนวเชื่อม ซึ่งในจุดนี้สำคัญมากที่สุด เพราะเป็นขั้นตอนหลักในกระบวนการผลิต และจากข้อมูลในอดีตที่สามารถระบุได้ว่ามีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการนี้ค่อนข้างสูง ไม่ว่าจะเป็นรอยเชื่อมไม่สมบูรณ์ หรือรอยเคลือบไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากในขั้นตอนนี้จะมีปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดของเสียหลายปัจจัย ซึ่งจะทำการวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้หลักทางสถิติวิศวกรรม
- การอบแห้ง ในขั้นตอนนี้ปัจจัยที่ต้องควบคุมมีเพียงแรงดันไฟฟ้า เพื่อควบคุมความร้อนที่เกิดขึ้น แต่จากการระดมสมองจะพบว่า สามารถควบคุมแรงดันไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากมีการปรับตั้งค่าแรงดันที่เหมาะสมแล้วในการทำ Overlap และมีมิเตอร์ที่สามารถควบคุมได้อย่างดี
- การบานปากและทำลอนกระป๋อง ซึ่งไม่ค่อยมีปัญหาถ้ากระป๋องที่เข้ามาในเครื่องนี้ได้มาตรฐาน แต่ถ้ากระป๋องที่เข้ามามีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ผิดไปจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการบานปาก เนื่องจากเครื่องจักรในขั้นตอนนี้มีการปรับตั้งค่าตามมาตรฐานอยู่แล้ว

- การปิดก้นกระป๋อง ก็ไม่ค่อยมีปัญหาเช่นกัน เนื่องจากมีการปรับตั้งค่าคงที่ ส่วนฝาที่จะเข้าสู่กระบวนการนี้จะมีการตรวจสอบคุณภาพอยู่แล้ว
- การบรรจุ ในขั้นตอนนี้จะพบว่าต้องอาศัยทักษะของพนักงาน แต่ในปัจจุบันก็มีคู่มือปฏิบัติงานอยู่แล้ว นอกจากนี้วิธีปฏิบัติงานในปัจจุบันยังไม่เหมาะสม

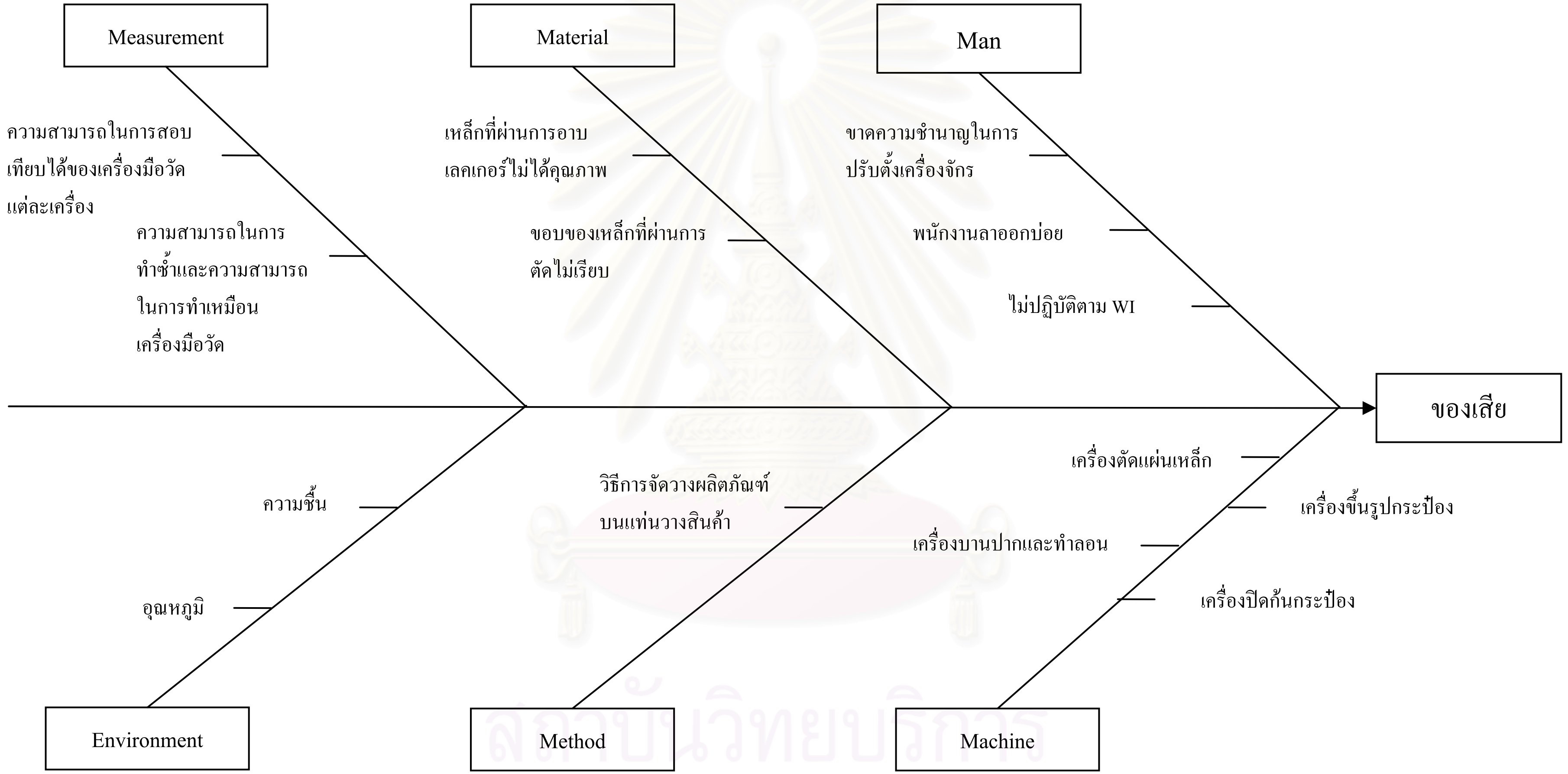
4 2 การวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยผังแสดงเหตุและผล

ผังแสดงเหตุและผลเป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยต่างๆ ในการระบุสาเหตุของปัญหาต้องกระทำโดยวิธีการระดมสมองจากกลุ่มคนซึ่งมีความเชี่ยวชาญ หรือคุ้นเคยในการกระบวนการผลิตนั้นๆ เพราะการละเว้นหรือมองข้ามปัจจัยบางอย่างอาจจะทำให้เกิดการแก้ไขปัญหาผิดจุดได้ สาเหตุที่ระบุได้จากผังแสดงเหตุและผลจะเป็นการกำหนดปัจจัยเพื่อที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยหลักทางสถิติต่อไป โดยจะพิจารณาจากสาเหตุในด้านต่างๆ ดังนี้

1) ด้านการวัด (Measurement)
2) ด้านวัตถุดิบ (Material)
3) ด้านคน (Man)
4) ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)
5) ด้านวิธีการทำงาน (Method)
6) ด้านเครื่องจักร (Machine)

ซึ่งผลจากการวิจัยจะได้ผังแสดงเหตุและผลดังรูปที่ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 การวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผล

เมื่อพิจารณาปัจจัยการผลิตของกระบวนการผลิตกระป๋อง จะพบว่ามีหลายปัจจัยที่เข้ามีผลกระทบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ซึ่งรายละเอียดของผังแสดงเหตุและผลมีดังต่อไปนี้

4.2.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลด้านการวัด

ในกระบวนการผลิต การวัดมีความสำคัญมาก การวัดเปรียบเสมือนเป็นกลไกในการควบคุมผลิตภัณฑ์ และเป็นการควบคุมกระบวนการ เพื่อเป็นการประกันคุณภาพสู่ลูกค้า กระบวนการวัดมีองค์ประกอบหลักๆ คือ เครื่องมือวัด พนักงานวัด วิธีการวัด ชิ้นงานที่วัด และสุดท้ายสิ่งแวดล้อมในการวัด เนื่องจากแต่ละองค์ประกอบมีความไม่เท่ากัน จึงเกิดความผันแปรในระบบการวัด ซึ่งความผันแปรนี้อาจจะมีสาเหตุมาจากโครงสร้างของเครื่องมือวัด ความคลาดเคลื่อนจากพนักงานวัด มีสาเหตุมาจากทักษะ ความชำนาญ และระดับการฝึกฝน ความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยภายนอก มีสาเหตุมาจากอุณหภูมิ ความชื้น และความคลาดเคลื่อนจากสาเหตุธรรมชาติ

การวิเคราะห์ระบบการวัดมีจุดประสงค์ในการวิเคราะห์ถึงแหล่งความคลาดเคลื่อนในระบบการวัด ในการวิเคราะห์ระบบการวัดจะต้องเริ่มต้นศึกษาว่าระบบการวัดปัจจุบันเป็นมาตรฐานหรือไม่ และทำการสอบเทียบเครื่องมือวัด ในการวิเคราะห์ความผันแปรของระบบการวัดมีประเด็นหลัก ที่ต้องทาการพิจารณาคือ ระบบการวัดมีความสามารถในการแยกความแตกต่างที่เพียงพอหรือไม่ ระบบการวัดมีคุณสมบัติด้านเสถียรภาพ (Stable) ระบบการวัดมีคุณสมบัติเชิงสถิติมีความสม่ำเสมอตลอดเวลาหรือไม่ คุณสมบัติเชิงสถิติของระบบการวัดมีความไวต่อพนักงานหรือชิ้นงานหรือไม่ และสุดท้ายสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ระบบการวัดมีความสามารถในการตรวจจับความผันแปรของผลิตภัณฑ์ที่บอกความผันแปรของกระบวนการผลิตหรือไม่

การวิเคราะห์ความแม่นยำของเครื่องมือวัดมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากการแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพหรือการป้องกันปัญหาจะกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมั่นใจว่าเครื่องมือวัดอยู่ในสภาวะเสถียร ดังนั้นการวัดจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ต้องทำการวิเคราะห์เพื่อความถูกต้องของการควบคุมกระบวนการผลิต รวมทั้งการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา

การวิเคราะห์ระบบการวัดมีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของระบบการวัดในกระบวนการผลิตว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนแรกในการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อที่จะขจัดความแปรปรวนอันเนื่องจากการวัด

ในการวิเคราะห์ระบบการวัดนั้นจะทำการวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงสถิตของระบบการวัดเพื่อทำการแยกแหล่งความผันแปรออกเป็นชิ้นงาน (Part-to-part Variation: PV) พนักงานวัด (Appraiser Variation: AV) และ ความผันแปรร่วม (Interaction Variation: IV)

4.2.1.1 การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด (GR&R)

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการวิเคราะห์ความแม่นยำมีความสำคัญมากในระบบการวัด ถ้ากล่าวถึงความแม่นยำของระบบการวัด จะสามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น ความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) และความสามารถในการทำเหมือน (Reproducibility) โดยที่ความหมายของ Repeatability คือ ค่าความแตกต่างเนื่องจากการวัดโดยใช้ชิ้นงานเดียวกัน เครื่องมือวัดเดียวกัน และพนักงานเดียวกัน ส่วน Reproducibility คือ ค่าความแตกต่างของการวัดโดยใช้พนักงานแตกต่างกัน แต่ใช้ชิ้นงานและเครื่องมือวัดเดียวกัน เนื่องจากการวิเคราะห์หรือแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพมีความจำเป็นที่ต้องอาศัยข้อมูลที่สามารถตีความกระบวนการที่ศึกษาได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นเครื่องมือวัดต่างๆที่ใช้ในกระบวนการผลิตต้องมีความแม่นยำ เพื่อที่จะให้ผลลัพธ์ที่มีความน่าเชื่อถือและยอมรับได้

สำหรับโรงงานตัวอย่าง เป็นการประเมินความสามารถของระบบการวัดเมื่อข้อมูลได้จากการนับ เนื่องจากคุณลักษณะที่ศึกษาเป็นคุณลักษณะเชิงคุณภาพ (Attribute Data) เช่น ข้อบกพร่องต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นรอยตำหนิ รอยบุบ หรือ แนวเชื่อมไม่ดี เป็นต้น โดยมีผลลัพธ์ที่แสดงออกเป็น ผ่าน และไม่ผ่าน ของดีและของเสีย

ในที่นี้จะทำการศึกษาความสามารถของระบบการวัดแบบอาศัยข้อมูลนับในระยะสั้น โดยมีแนวทางในการศึกษาคือ จะทำการกำหนดชิ้นงานที่มีลักษณะทั้งดี และไม่ดี แล้วเลือกพนักงานที่ได้รับการฝึกอบรมมาอย่างดีทำหน้าที่ตรวจวัด เพื่อจำแนก ผลของการตรวจสอบเป็นผ่านและไม่ผ่าน หลังจากนั้นก็ทำการพิจารณาผลการตรวจสอบซ้ำมีคุณภาพตรงกับคุณภาพที่แท้จริงของสิ่งตัวอย่างงานหรือไม่ ซึ่งจะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นความถูกต้อง โดยจะมีลักษณะของความถูกต้องอยู่สองประการ คือ ความลำเอียงของลูกค้า หรืออีกนัยหนึ่งคือ เมื่อพนักงานตรวจสอบว่างานไม่ผ่านสำหรับงานที่ดี และความลำเอียงของผู้ผลิต หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ พนักงานตรวจสอบว่างานผ่านสำหรับงานที่มีคุณภาพไม่ดีหรือไม่ผ่านข้อกำหนด และการศึกษาจะสนใจในการวัดซ้ำของพนักงานวัด ซึ่งทั่วไปจะเข้าใจในส่วนของประสิทธิภาพในการตรวจสอบ

วิธีการในการศึกษาความสามารถของการวัดแบบข้อมูลนับ มีดังต่อไปนี้

(1) เลือกสิ่งตัวอย่างในกระบวนการผลิต 30 ชิ้น ซึ่งสิ่งตัวอย่างเหล่านั้นจะต้องประกอบไปด้วย สิ่งตัวอย่างที่มีคุณภาพดี และไม่ดีในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน
(2) เลือกพนักงานที่มีทักษะ และผ่านการฝึกอบรมเป็นอย่างดี จำนวนทั้งสิ้น 3 คน
(3) เลือกชิ้นงานในกระบวนการผลิตแบบสุ่มจำนวนทั้งสิ้น 30 ตัว โดยที่ชิ้นงานเหล่านั้นต้องผ่านการตรวจวัดและได้ผลลัพธ์แล้ว

(4) ทำการศึกษาพนักงานทีละคน โดยที่ให้ทำการตรวจวัดชิ้นงานที่ได้เตรียมไว้ และที่สำคัญการวัดสิ่งตัวอย่างจะต้องเป็นแบบสุ่ม และให้พนักงานประเมินผลสิ่งตัวอย่างนั้น ๆ ว่า ผ่านหรือไม่ผ่าน ทำการบันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจวัดลงในแบบฟอร์ม ในการตรวจวัดของพนักงานแต่ละคน จะต้องทำซ้ำ 2 ครั้ง พร้อมทั้งบันทึกผลลัพธ์ลงในแบบฟอร์ม ทำเช่นเดียวกันนี้กับพนักงานทุกคน

(5) บันทึกค่าลงในแบบฟอร์มเพื่อทำการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด ซึ่งการวิเคราะห์จะประกอบด้วยดังนี้ดังต่อไปนี้

%ความสามารถในการทำซ้ำของพนักงานตรวจสอบ

$$= \frac{\text{จำนวนครั้งที่การตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}}$$

%ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบ

$$= \frac{\text{จำนวนครั้งที่การตรวจสอบได้เหมือนและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}}$$

%ประสิทธิภาพด้านความสามารถในการทำซ้ำของการตรวจสอบ

$$= \frac{\text{จำนวนครั้งที่พนักงานตรวจสอบได้เหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}}$$

%ประสิทธิผลด้านความลำเอียงของการตรวจสอบ

$$= \frac{\text{จำนวนครั้งที่พนักงานทุกคนตรวจได้ถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}}$$

การตัดสินใจว่าประสิทธิภาพของแต่ละดัชนีสามารถยอมรับได้หรือไม่ จะต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดโดยปกติค่าที่วัดได้จะต้องมีค่า 100% ไม่ว่าจะเป็น เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการทำซ้ำของพนักงานตรวจสอบ (%Appraiser score), เปอร์เซ็นต์ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบ (%Attribute score), เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านความสามารในการทำซ้ำของการตรวจสอบ (%Screen effective score) และเปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านความลำเอียงของการตรวจสอบ (%Attribute screen effective score)

ซึ่งผลลัพธ์จากการประเมินผลกระบวนการวัดในระยะสั้น แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพงานในระยะสั้น

สิ่งตัวอย่างที่	คุณภาพงานแท้จริง	พนักงานตรวจสอบคนที่ 1		พนักงานตรวจสอบคนที่ 2		พนักงานตรวจสอบคนที่ 3	
		1	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**
1	G	G	G	G	G	G	G
2	G	G	G	G	G	G	G
3	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
4	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
5	G	G	G	G	G	G	G
6	G	G	G	G	G	G	G
7	G	G	G	G	G	G	G
8	G	G	G	G	G	G	G
9	G	G	G	G	G	G	G
10	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
11	G	G	G	G	G	G	G
12	G	G	G	G	G	G	G
13	G	G	G	G	G	G	G
14	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
15	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
16	G	G	G	G	G	G	G
17	G	G	G	G	G	G	G
18	G	G	G	G	G	G	G
19	G	G	G	G	G	G	G
20	G	G	G	G	G	G	G

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.1 สามารถสรุปผลเป็นดัชนีได้ดังต่อไปนี้

%ความสามารถในการทำซ้ำของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 = $\frac{20}{20}\times 100\%$ =100%

%ความสามารถในการทำซ้ำของพนักงานตรวจสอบคนที่ 2 = $\frac{20}{20}\times 100\%$ =100%

%ความสามารถในการทำซ้ำของพนักงานตรวจสอบคนที่ 3 = $\frac{20}{20}\times 100\%$ =100%

%ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 = $\frac{20}{20}\times 100\%$ = 100%

%ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบคนที่ 2 = $\frac{20}{20}\times 100\%$ = 100%

%ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบคนที่ 3 = $\frac{20}{20}\times 100\%$ = 100%

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินผลประสิทธิผล

สิ่งตัวอย่างที่	คุณภาพงานแท้จริง	พนักงานตรวจได้เหมือนกันทุกครั้งและทุกคน	พนักงานตรวจได้เหมือนกันอย่างถูกต้องทุกคน
1	G	Y	Y
2	G	Y	Y
3	NG	Y	Y
4	NG	Y	Y
5	G	Y	Y
6	G	Y	Y
7	G	Y	Y
8	G	Y	Y
9	G	Y	Y
10	NG	Y	Y
11	G	Y	Y
12	G	Y	Y
13	G	Y	Y
14	NG	Y	Y
15	NG	Y	Y
16	G	Y	Y
17	G	Y	Y
18	G	Y	Y
19	G	Y	Y
20	G	Y	Y

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.2 สามารถสรุปผลเป็นดัชนีได้ดังต่อไปนี้

%ประสิทธิภาพด้านความสามารถในการทำซ้ำการตรวจสอบ= $\frac{20}{20}\times 100\%$ =100%

%ประสิทธิผลด้านความลำเอียงของการตรวจสอบ = $\frac{20}{20}\times 100\%$ =100%

ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ระบบการวัดของบริษัท สามารถสรุปได้ว่าพนักงานทุกคนมีความสามารถในการตรวจสอบและอยู่ในเกณฑ์การยอมรับได้

4.2.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลด้านวัตถุดิบ

แผ่นเหล็กที่เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตกระป๋องไม่ได้คุณภาพ กล่าวคือ แผ่นเหล็กโก่ง ขอบตัดไม่เรียบ และมีรอยตำหนิที่เกิดจากการอาบเหล็ก จากข้อมูลในอดีตระบุว่า แผ่นเหล็กส่วนใหญ่ต้องผ่านกระบวนการอาบเหล็กโดยมีการว่าจ้าง ส่งผลทำให้ไม่สามารถตรวจสอบคุณภาพของเหล็กที่ผ่านการอาบเลคเกอร์มาได้ เนื่องจากจะวางเรียงซ้อนกันเป็นตับ ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดรอยตำหนิขึ้น เป็นผลให้การควบคุมดูแลคุณภาพเป็นไปได้ยาก จึงทำให้เกิดของเสียในการผลิตอีกส่วนหนึ่ง และเป็นส่วนที่ทางโรงงานต้องยอมรับ

4.2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลด้านคน

พนักงานขาดทักษะและความรู้ความเข้าใจในการควบคุมสายการผลิต ซึ่งส่วนใหญ่มักเป็นพนักงานใหม่ เพราะทางโรงงานยังมีการฝึกอบรมพนักงานใหม่ไม่ดีพอ โดยปัจจุบันจะเป็นการสอนงานในขณะปฏิบัติงาน แต่เนื่องจากสายการผลิตนี้เป็นกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง และเป็นการเดินเครื่องอัตโนมัติ คนจึงไม่มีผลต่อกระบวนการผลิตเท่าที่ควร แต่จะมีผลต่อขั้นตอนการบรรจุ

4.2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลด้านสิ่งแวดล้อม

สำหรับกระบวนการผลิต ความชื้นจะมีผลต่อคุณภาพในขั้นตอนการพ่น Power เพื่อเคลือบแนวเชื่อม ทั้งนี้ถ้า Powder ที่ใช้มีความชื้น จะทำให้ Powder จับตัวเป็นก้อน ซึ่งส่งผลให้แนวเคลือบที่ออกมาไม่ผ่านข้อกำหนด

4.2.5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลด้านวิธีการทำงาน

4.2.5.1 การจัดวางผลิตภัณฑ์บนแท่นวางสินค้า (Pallet)

วิธีปฏิบัติงานในขั้นตอนการบรรจุยังไม่เหมาะสม ซึ่งเดิมทีพนักงานจะดำเนินการจัดวางผลิตภัณฑ์บนแท่นวางสินค้า จนครบตามกำหนดแต่ละขนาดบรรจุ โดยที่วางซ้อนกันเป็นชั้น ซึ่งในการจัดเรียงในชั้นที่สูงๆ พนักงานจะไม่สามารถจัดเรียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากต้องเอื้อมเพื่อวางกระป๋องและเป็นการง่ายที่จะทำให้กระป๋องตกหล่นจากแท่นวางสินค้า ซึ่งส่งผลให้กระป๋องบุบ หรือเกิดรอยตำหนิ จึงควรที่จะมีอุปกรณ์มาช่วยในการจัดเรียง เช่นบันได เป็นต้น

4.2.6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลด้านเครื่องจักร

4.2.6.1 เครื่องตัดแผ่นเหล็กกระป๋อง (Slitter) เครื่องตัดแผ่นเหล็ก จะทำหน้าที่ตัดแผ่นเหล็กให้มีขนาดตามต้องการและได้ฉาก เพื่อส่งผลให้แผ่นเหล็กซ้อนทับกันพอดี ในการเชื่อมขึ้นรูปที่เกิดขึ้นกระบวนการถัดไป ถ้าโซ่วิ่งเร็วเกินไปจะทำให้แผ่นเหล็กเกิดการชนกัน ในส่วนการดูดแผ่นเหล็กเข้าเครื่องและออกจากเครื่อง ซึ่งอาจจะทำให้เกิดรอยตำหนิได้ นอกจากนี้ยังถ้าใบมีดไม่คมจะทำให้ขอบรอยตัดไม่เรียบ

4.2.6.2 เครื่องขึ้นรูปกระป๋อง (VK) จะทำหน้าที่ เชื่อมขึ้นรูปกระป๋อง, พ่น Powder และอบแห้ง ซึ่งในการเชื่อมขึ้นรูปนี้ จะเป็นการม้วนแผ่นเหล็ก แล้วจะอาศัยแรงดันไฟฟ้า เพื่อให้เกิดเป็นแนวเชื่อมตรงรอยซ้อนทับกัน ซึ่งถ้าใช้แรงดันไฟฟ้าไม่เหมาะสมจะทำให้แนวเชื่อมที่ได้นั้นไม่สมบูรณ์ ต่อจากนั้นจะมีการพ่น Powder เพื่อเคลือบตรงรอยเชื่อม โดยอาศัยประจุไฟฟ้าในการเกาะติดของผง Powder บนแนวเชื่อม ซึ่งถ้ามีเศษ Powder ค้างอยู่ในท่อพ่นจะทำให้แนวเคลือบที่ได้ไม่มีคุณภาพ ส่วนการอบแห้งนั้นจะเป็นการทำให้ผง Powder เคลือบตรงแนวเชื่อม

4.2.6.3 เครื่องบานปากและทำลอน (Flang & Bead) จะมี Spiral เป็นตัวพากระป๋องเข้าชุดบานปาก ซึ่งการบานปากจะเป็นการบานระบบ Spin Flang เมื่อบานปากเสร็จก็ทำลอน ทั้งนี้ถ้าการปรับตั้งเครื่องจักรไม่เหมาะสมอาจจะทำให้ลอนบุบหรือขอบบิ่น

4.2.6.4 เครื่องปิดก้นกระป๋อง (Seamer) กระป๋องและฝาปิดก้นจะถูกปล่อยเข้ามาในเครื่องพร้อมกัน เพื่อทำการ Seam ซึ่งถ้าจังหวะในการเข้าเครื่องของฝาและกระป๋องไม่สัมพันธ์กันจะทำให้รอยผนึกไม่ได้คุณภาพ ซึ่งส่งผลให้เกิดรอยรั่ว หรือ กระป๋องอาจจะบุบได้ นอกจากนี้กระป๋องก็อาจจะไม่มีฝาปิด ถ้าตัวจ่ายฝาไม่ทำงาน

4.3 การระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode & Effect Analysis: FMEA)

FMEAเป็นการวิเคราะห์เทคนิคที่วิศวกรหรือทีมงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการผลิตจะต้องรับรองเกี่ยวกับขอบเขตที่เป็นไปได้ แบบของความผิดพลาดและเครื่องจักรจะถูกพิจารณาและถูกจัดเตรียม FMEAเป็นบทสรุปทางความคิดของทีมงานและวิศวกร ซึ่งมาจากประสบการณ์จากความผิดพลาดและกระบวนการก็จะถูกปรับปรุงใหม่ ระบบนี้จะอธิบายว่าวิศวกรควรจะคิดอย่างไรในกระบวนการการวางแผนการผลิต

การระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์เรียงลำดับความรุนแรงของสาเหตุของปัญหาจาก FMEA ซึ่งค่าความรุนแรงของสาเหตุนี้ คือค่า RPN เพื่อที่นำไปดำเนินการและวางมาตรการในการแก้ไขต่อไป

สำหรับการวิเคราะห์ FMEA นี้จะคำนึงถึงปัจจัย 3 ตัวคือ ความร้ายแรงของผลกระทบของข้อบกพร่อง (SEV) โอกาสของสาเหตุที่ก่อให้เกิดข้อบกพร่องนั้นๆ (OCC) และ ความสามารถในการป้องกันสาเหตุ (DET)

ทั้งนี้ ผลจากการวิเคราะห์ด้วย FMEA เพื่อคำนวณหาค่า RPN ได้ดังไว้ในตารางที่ 4.8 ซึ่งตาราง FMEA จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

ส่วนแรก จะเป็นการใส่ข้อมูลต่างๆของสิ่งที่ศึกษา ผู้ที่มีส่วนร่วม วันที่ที่ทำการปฏิบัติ และรายละเอียดอื่นๆ ซึ่งการใส่ข้อมูลในส่วนนี้จะช่วยให้สะดวกต่อการใช้งานและการสอบกลับได้

ส่วนที่สองจะเป็นการวิเคราะห์กระบวนการที่ได้ประเมินว่ามีความเสี่ยงสูงที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ซึ่งสามารถอธิบายตัวอย่างได้ดังนี้

- Function or Process

  ขั้นตอนในกระบวนการผลิต อาทิเช่น กระบวนการตัดแผ่นเหล็ก

- Failure Mode

  สิ่งที่เป็นไปได้ของข้อบกพร่องที่จะเกิดขึ้นคือ แผ่นเหล็กที่รูปทรง หรือ เกิดรอยตำหนิที่แผ่นเหล็ก

- Effect(s) of Failure

  ผลกระทบเมื่อเกิดข้อบกพร่องขึ้นจะก่อให้เกิดของเสีย ซึ่งคัดออก

- Severity(s)

ความร้ายแรงของปัญหาที่จะเกิดขึ้นคือ ของเสียที่ต้องคัดออก ซึ่งประเมินตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 4.3 ทางทีมงานได้ให้ค่า SEV= 7

นอกจากนี้ ข้อบกพร่องหลักที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต มีดังต่อไปนี้

- *แผ่นเหล็กเสียรูปทรง* ซึ่งเกิดจากการ JAM คือ การสะดุดของแผ่นเหล็ก หรือเกิดจากแผ่นเหล็กบุบ โก่ง ซึ่งเกิดน้อยมากในกระบวนการ ทั้งนี้เป็นผลอันเนื่องจากกระบวนการตัดแผ่นเหล็ก และการตัดแผ่นสตริป
- *SCRATCH (รอยขีดข่วนเล็ก ๆ)* บนตัวกระป๋อง และฝา เกิดจากทางวิ่งในกระบวนการผลิตอาจมีเศษวัสดุเข้าไป ทำให้มีโอกาสเกิดรอย SCRATCH ได้
- *รอยเชื่อมไม่มีคุณภาพ* เนื่องมาจากแรงดันไฟฟ้าไม่เหมาะสม
- *แนวเคลือบไม่สม่ำเสมอ* เนื่องมาจากเกิดความผิดปกติของผง POWDER เช่น ความชื้น ความแข็งตัว และความสกปรก ของผง POWDER ทำให้เกิดการอุดตันในกระบวนการผลิต
- *กระป๋องบุบ* เนื่องมาจากเกิดจาก JAM เมื่อกระป๋องผ่านเข้ามาในเครื่องจักรต่างๆ อันเป็นผลมาจากปรับตั้งเครื่องจักรไม่ดี

ซึ่งในที่นี้ผลกระทบที่เกิดจากข้อบกพร่องข้างต้นเหล่านี้ จะจัดว่าเป็นของเสียทั้งหมด จึงให้มีค่า SEV เท่ากัน คือ 7

- Cause(s) of Failure สาเหตุมีดังนี้
  - แผ่นเหล็กเสียรูปทรง เกิดจากการ Jam ของเครื่องจักร
  - รอยตำหนิ เกิดจากการขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก

- Occurrence(O)

ความถี่ที่ความผิดพลาดเกิดจากสาเหตุนั้นๆ จะเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการที่ศึกษาข้อมูลเก่าๆ ดังแสดงในภาคผนวก ก. ที่มีอยู่ สามารถสรุปค่า OCC ของสาเหตุต่างๆไว้ในตารางที่ 4.6 โดยประเมินตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 4.4 อาทิเช่น

- เกิดจากการ Jam ของเครื่องจักร มีค่า OCC = 4
- เกิดจากการขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก มีค่า OCC = 3

- Current Process Controls

การควบคุมกระบวนการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน อาทิเช่น

- เกิดจากการ Jam ของเครื่องจักร ซึ่งการควบคุมเครื่องตัดเหล็กนั้น ปัจจุบันก็ได้ปฏิบัติตาม WI
- เกิดจากการขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก ยังไม่มาตรการในการควบคุม

❑ Detection(D)

เป็นการประเมินระดับความสามารถของกระบวนการควบคุมที่มีอยู่ในปัจจุบัน ได้จากการศึกษากระบวนการและผู้รับผิดชอบส่วนนี้ ระดับความสามารถในการควบคุมกระบวนการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ทางทีมงานจึงสามารถสรุปค่า DET ของสาเหตุต่างๆไว้ในตารางที่ 4.7 โดยประเมินตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 4.5

- การปฏิบัติตาม WI จัดว่ามีการป้องกันยังต่ำ เนื่องจากไม่มีแนวทางในการป้องกันที่ชัดเจน ค่า DET = 6
- กรณีที่ยังไม่มาตรการในการควบคุม จัดว่าไม่ทราบว่าจะหาการควบคุมใดมาป้องกันความเสียหาย ค่า DET = 10

❑ Risk Priority Number (RPN)

เป็นเลขแสดงระดับความเสี่ยง RPN= (S)x(O)x(P)

- เกิดจากการ Jam ของเครื่องจักร มีค่า RPN = 7x4x6 =168
- เกิดจากการขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก มีค่า RPN = 7x3x10 =210

❑ Recommended Action(s)

เป็นข้อแนะนำการปฏิบัติเมื่อเกิดปัญหาขึ้น เพื่อช่วยลดความผิดพลาดในขณะนั้น กล่าวคือเป็นแนวทางที่แก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้า ในที่นี้ได้แนะนำไว้ดังนี้

- เมื่อเกิดจากการ Jam ของเครื่องจักร ก็ต้องปรับตั้งเครื่องจักรใหม่
- เมื่อเกิดจากการขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก ยังไม่มีมาตรการแก้ไข

❑ Responsibility

ผู้รับผิดชอบคือ ฝ่ายผลิตและฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ

❑ Action Taken และResulting RPN

เป็นการผลประเมินเมื่อได้ทำการปฏิบัติตามคำแนะนำแล้ว ซึ่งส่วนนี้ยังไม่ได้มีการประเมิน จึงไม่ได้แสดงค่าในตาราง

ตารางที่ 4.3 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความร้ายแรงของปัญหา (SEV)

ผลกระทบ	เกณฑ์ : ความร้ายแรงของผลกระทบ	จัดอยู่ในชั้น
เต็มไปด้วยอันตรายโดยปราศจากการเตือน	อาจทำให้เกิดอันตรายต่อเครื่องจักรหรือผู้ทำการประกอบมีระดับความร้ายแรงของปัญหาสูง เมื่อความเป็นไปได้ของความผิดพลาดมีผลกระทบกับความปลอดภัยของกระบวนการ และ/หรือไม่เป็นไปตามข้อบังคับทางราชการ ความผิดพลาดจะเกิดขึ้นโดยไม่มีการเตือน	10
เต็มไปด้วยอันตรายโดยมีการเตือนไว้	อาจทำให้เกิดอันตรายต่อเครื่องจักรหรือผู้ทำการประกอบมีระดับความร้ายแรงของปัญหาสูง เมื่อความเป็นไปได้ของความผิดพลาดมีผลกระทบกับความปลอดภัยของกระบวนการและ/ไม่เป็นไปตามข้อบังคับทางราชการ ความผิดพลาดจะเกิดขึ้นโดยมีการเตือนไว้แล้ว	9
สูงมาก	ความยุ่งยากส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดย 100% ของผลิตภัณฑ์ที่ต้องคัดออก เครื่องจักรไม่อาจใช้งานได้ เนื่องจากความสามารถการใช้งานเบื้องต้นสูญเสียไป ลูกค้าไม่พอใจมาก	8
สูง	ความยุ่งยากส่วนน้อยที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมีการคัดเลือกและทิ้ง(น้อยกว่า100%) เครื่องจักรทำงานแต่ความสามารถในการปฏิบัติงานของเครื่องจักรจะมีระดับลดลง ลูกค้าไม่พอใจ	7
พอสมควร	ความยุ่งยากส่วนน้อยที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดยบางส่วน(น้อยกว่า100%)ของผลิตภัณฑ์อาจถูกทิ้ง(ไม่มีการคัดเลือก) เครื่องจักรหรือชิ้นส่วนมีการทำงานแต่บางครั้งไม่สามารถทำงานได้สะดวก ลูกค้าได้รับความไม่สะดวก	6
ต่ำ	ความยุ่งยากส่วนน้อยที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดย100%ของผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกทำใหม่ เครื่องจักร/ชิ้นส่วน มีการทำงานแต่บางครั้งความสะดวกในการทำงานมีระดับลดลง ลูกค้าได้รับความไม่สะดวกในบางครั้ง	5
ต่ำมาก	ความยุ่งยากส่วนน้อยที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์อาจจะต้องถูกคัดแยกและบางส่วน(น้อยกว่า100%)มีการทำใหม่ ชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ มีการร้องเรียนจากลูกค้าส่วนใหญ่	4
น้อย	ความยุ่งยากส่วนน้อยที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์(น้อยกว่า100%)อาจจะมีการทำใหม่ในสายงาน แต่ไม่สามารถควบคุมคุณภาพได้ชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ มีการร้องเรียนจากลูกค้าบ้าง	3
น้อยมาก	ความยุ่งยากส่วนน้อยที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดยส่วน(น้อยกว่า100%)ของผลิตภัณฑ์อาจจะมีการทำใหม่ในสายงาน แต่สามารถควบคุมคุณภาพ ชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ การร้องเรียนจากลูกค้าที่ช่างสังเกต	2
ไม่มี	ไม่มีผลกระทบ	1

ตารางที่ 4.4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนตามความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (OOC)

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาด	**ระดับความเป็นไปได้ของความผิดพลาด**	**จัดอยู่ในชั้น**
สูงมาก : ความผิดพลาดนี้ส่วนใหญ่ไม่สามารถจะหลีกเลี่ยงได้	$\geq$ 1 ใน 2 (มากกว่า50%)	10
	1 ใน 3 (33.33%)	9
สูง : โดยทั่วไปมีส่วนเกี่ยวเนื่องกับกระบวนการที่คล้ายกันจนถึงกระบวนการก่อนหน้านี้ซึ่งเกิดขึ้นบ่อย	1 ใน 8 (12.5%)	8
	1 ใน 20 (5%)	7
พอสมควร : โดยทั่วไปมีส่วนเกี่ยวเนื่องกับกระบวนการที่คล้ายกันจนถึงกระบวนการก่อนหน้านี้ซึ่งมีการเกิดขึ้นของความผิดพลาดแต่ไม่ใช่ในสัดส่วนที่มาก	1 ใน 80 (1.25%)	6
	1 ใน 400 (0.25%)	5
	1 ใน 2000 (0.05%)	4
ต่ำ : ความผิดพลาดอย่างเดียวที่มีความเกี่ยวเนื่องกับกระบวนการที่คล้ายกัน	1 ใน 15,000 (0.0067%)	3
ต่ำมาก : ความผิดพลาดเพียงหนึ่งเดียวที่เกี่ยวเนื่องกับกระบวนการที่เหมือนกัน	1 ใน 150,000 (0.00067%)	2
น้อยนิด : ความผิดพลาดที่ไม่น่าเป็นไปได้	1 ใน 1,500,000 (0.000067%)	1

ตารางที่ 4.5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถของการควบคุม (DET)

การตรวจสอบ	**เกณฑ์ : , ข้อบกพร่องที่มีอยู่ในตอนนี้จะถูกตรวจสอบโดยกระบวนการควบคุมก่อนจะไปกระบวนการถัดไปหรือก่อนชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบออกจากสถานที่ทำการผลิตหรือประกอบ**	**จัดอยู่ในชั้น**
เกือบจะเป็นไปไม่ได้	ไม่ทราบว่าจะหาการควบคุมใดมาป้องกันความเสียหาย	10
ไกลมาก	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกไกลมากที่จะป้องกันความผิดพลาด	9
ไกล	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกไกลที่จะป้องกันความผิดพลาด	8
ต่ำมาก	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกต่ำมากที่จะป้องกันความผิดพลาด	7
ต่ำ	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกต่ำที่จะป้องกันความผิดพลาด	6
พอสมควร	การควบคุมในตอนนี้มีพอสมควรที่จะป้องกันความผิดพลาด	5
สูงพอสมควร	การควบคุมในตอนนี้มีสูงพอสมควรที่จะป้องกันความผิดพลาด	4
สูง	การควบคุมในตอนนี้มีสูงที่จะป้องกันความผิดพลาด	3
สูงมาก	การควบคุมในตอนนี้มีสูงมากที่จะป้องกันความผิดพลาด	2
เกือบแน่นอน	การควบคุมตอนนี้ค่อนข้างแน่นอนที่ป้องกันความผิดพลาด และความน่าเชื่อถือของการควบคุมการป้องกันเป็นที่รู้จักในกระบวนการที่คล้ายคลึงกัน	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 แสดงสัดส่วนของเสีย (DPM) เพื่อหาค่า OCC

FAILURE MODE	CAUSE OF FAILURE	DPM						%	OCC
		พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	เฉลี่ย		
แผ่นเหล็กเสียรูปทรง	เกิดการ Jam ที่เครื่องSlitter	253	357	299	391	314	323	0.0323	4
รอยตำหนิ	การขีดข่วนระหว่างการตัด	74	166	187	102	138	133	0.0133	3
รอยเชื่อมไม่มีคุณภาพ	แรงดันไฟฟ้าไม่เหมาะสม	85	192	332	8	162	156	0.0156	3
แผ่นเหล็กชำรุด	เกิดการ Jam ที่เครื่อง VK	176	409	264	59	89	200	0.0200	4
ผิวเคลือบไม่สม่ำเสมอ	Powder ที่เคลือบไม่กระจายอย่างสม่ำเสมอ	545	346	245	227	940	461	0.0461	5
ได้ลอนไม่ตรงตามมาตรฐาน	ปรับตั้งเครื่องไม่ได้มาตรฐาน	36	0	95	56	98	57	0.0057	3
กระป๋องบุบ	เกิดการ Jam ที่เครื่อง Seamer	1,658	906	1,686	1,191	191	1,126	0.1126	5
กระป๋องไม่มีฝา	ปรับตั้งเครื่องไม่ได้มาตรฐาน	624	640	510	242	179	439	0.0439	4
กระป๋องบุบ	เกิดการ Jam ที่เครื่อง Vacuum	0	0	0	253	13	53	0.0053	3
มีรอยรั่ว	ปรับตั้งเครื่อง Seamer ไม่ได้มาตรฐาน	0	0	59	352	137	110	0.0110	3
รอยตำหนิ	การขีดข่วนระหว่างการผลิต	202	540	462	519	497	444	0.0444	4
กระป๋องบุบ	วิธีการปฏิบัติงานยังไม่เหมาะสม	0	44	0	10	511	113	0.0113	3

ตารางที่ 4.7 แสดงการให้คะแนนระดับความสามารถของการควบคุม (DET)

CAUSE OF FAILURE	CURRENT CONTROL	DET
เกิดการ Jam ที่เครื่องSlitter	ปฏิบัติตามคู่มือ	6
การขีดข่วนระหว่างการตัด	ยังไม่การควบคุม	10
แรงดันไฟฟ้าไม่เหมาะสม	มีมิเตอร์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า	5
เกิดการ Jam ที่เครื่อง VK	ปฏิบัติตามคู่มือ	6
Powder ที่เคลือบไม่กระจายอย่างสม่ำเสมอ	ยังไม่การควบคุม	10
ปรับตั้งเครื่องไม่ได้มาตรฐาน	ปฏิบัติตามคู่มือ	6
เกิดการ Jam ที่เครื่อง Seamer	ปฏิบัติตามคู่มือ	6
ปรับตั้งเครื่องไม่ได้มาตรฐาน	ปฏิบัติตามคู่มือ	6
เกิดการ Jam ที่เครื่อง Vacuum	ปฏิบัติตามคู่มือ	6
ปรับตั้งเครื่อง Seamer ไม่ได้มาตรฐาน	ปฏิบัติตามคู่มือ	6
การขีดข่วนระหว่างการผลิต	ยังไม่การควบคุม	10
วิธีการปฏิบัติงานยังไม่เหมาะสม	ปฏิบัติตามคู่มือ	6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 แสดงผล FAILURE MODE & EFFECT ANALYSIS – PROCESS

FAILURE MODE & EFFECT ANALYSIS - PROCESS

FMEA NUMBER	1
SHEET	1 OF 2

PART OR ASSEMBLY NAME: กระป๋อง 3 ชิ้น   SUPPLIERS:

DRAWING ISSUE: 603

FMEA COMMITTEE	Production Engineer, Foreman Quality Engineeer	
FMEA APPROVED	DATE	
NAME	SINNATURE	

AMENDMENTS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DATE	original									

ITEM	PART No NAME ISSUE	FUNCTION OR PROCESS	FAILURE MODE	EFFECT OF FAILURE	CAUSE OF FAILURE	CURRENT CONTROLS	CURRENT STATUS				RECOMMENDED CORRECTIVE ACTION	ACTION BY	ACTION TAKEN	REVISED STATUS			
							SEV	OCC	DET	RPN				SEV	OCC	DET	RPN
1	กระป๋อง 3 ชิ้น	ตัดแผ่นเหล็ก	แผ่นเหล็กเสียรูปทรง	ของเสีย	เกิดการ Jam ที่เครื่อง Slitter	ปฏิบัติตามคู่มือ	7	4	6	168	ปรับตั้งเครื่องจักรใหม่	Q Eng, Prod Eng, Foreman					
2			รอยตำหนิ	ของเสีย	การขีดข่วนระหว่างการตัด	ยังไม่การควบคุม	7	3	10	210	-	Q Eng, Prod Eng, Foreman					
3		ขึ้นรูปกระป๋อง	รอยเชื่อมไม่มีคุณภาพ	ของเสีย	แรงดันไฟฟ้าไม่เหมาะสม	มีมิเตอร์ควบคุมแรงดันไฟฟ้า	7	3	5	105	ปรับแรงดันไฟฟ้าใหม่	Q Eng, Prod Eng, Foreman					
4			แผ่นเหล็กชำรุด	ของเสีย	เกิดการ Jam ที่เครื่อง VK	ปฏิบัติตามคู่มือ	7	4	6	168	คัดแยกของเสียออกจากสายการผลิต	Q Eng, Prod Eng, Foreman					
5		เคลือบแนวเชื่อม	ผิวเคลือบไม่สม่ำเสมอ	ของเสีย	Powder ที่เคลือบไม่กระจายอย่างสม่ำเสมอ	ยังไม่การควบคุม	7	5	10	350	-	Q Eng, Prod Eng, Foreman					
6		บานปากและทำลอน	ได้ลอนไม่ตรงตามมาตรฐาน	ของเสีย	ปรับตั้งเครื่องไม่ได้มาตรฐาน	ปฏิบัติตามคู่มือ	7	3	6	126	ปรับแรงดันเต็สใหม่	Q Eng, Prod Eng, Foreman					
7		ปิดก้นกระป๋อง	กระป๋องบุบ	ของเสีย	เกิดการ Jam ที่เครื่อง Seamer	ปฏิบัติตามคู่มือ	7	5	6	210	ปรับตั้งเครื่องจักรใหม่	Q Eng, Prod Eng, Foreman					

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8แสดงผล FAILURE MODE & EFFECT ANALYSIS – PROCESS (ต่อ)

FAILURE MODE & EFFECT ANALYSIS - PROCESS

PART OR ASSEMBLY NAME	กระป๋อง 3 ชิ้น	SUPPLIERS	
DRAWING ISSUE	603		

FMEA NUMBER	1
SHEET	2 OF 2

FMEA COMMITTEE	Production Engineer, Foreman Quality Engineeer
FMEA APPROVED	DATE
NAME	SINNATURE

AMENDMENTS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DATE	original									

ITEM	PART No NAME ISSUE	FUNCTION OR PROCESS	FAILURE MODE	EFFECT OF FAILURE	CAUSE OF FAILURE	CURRENT CONTROLS	CURRENT STATUS				RECOMMENDED CORRECTIVE ACTION	ACTION BY	ACTION TAKEN	REVISED STATUS			
							SEV	OCC	DET	RPN				SEV	OCC	DET	RPN
8		ปิดก้นกระป๋อง	กระป๋องไม่มีฝา	ของเสีย	ปรับตั้งเครื่องไม่ได้มาตรฐาน	ปฏิบัติตามคู่มือ	7	4	6	168	คัดแยกของเสียออกจากสายการผลิต	Q Eng, Prod Eng, Foreman					
9		ตรวจสอบรอยรั่ว	กระป๋องบุบ	ของเสีย	เกิดการ Jam ที่เครื่อง Vaccum	ปฏิบัติตามคู่มือ	7	3	6	126	ปรับตั้งเครื่องจักรใหม่	Q Eng, Prod Eng, Foreman					
10			มีรอยรั่ว	ของเสีย	ปรับตั้งเครื่อง Seamer ไม่ได้มาตรฐาน	ปฏิบัติตามคู่มือ	7	3	6	126	ปรับตั้งเครื่องจักรใหม่	Q Eng, Prod Eng, Foreman					
11		Packing	รอยตำหนิ	ของเสีย	การจัดช่วงระหว่างการผลิต	ยังไม่การควบคุม	7	4	10	280	-	Q Eng, Prod Eng, Foreman					
12			กระป๋องบุบ	ของเสีย	วิธีการปฏิบัติงานยังไม่เหมาะสม	ยังไม่การควบคุม	7	3	10	210	-	Q Eng, Prod Eng, Foreman					

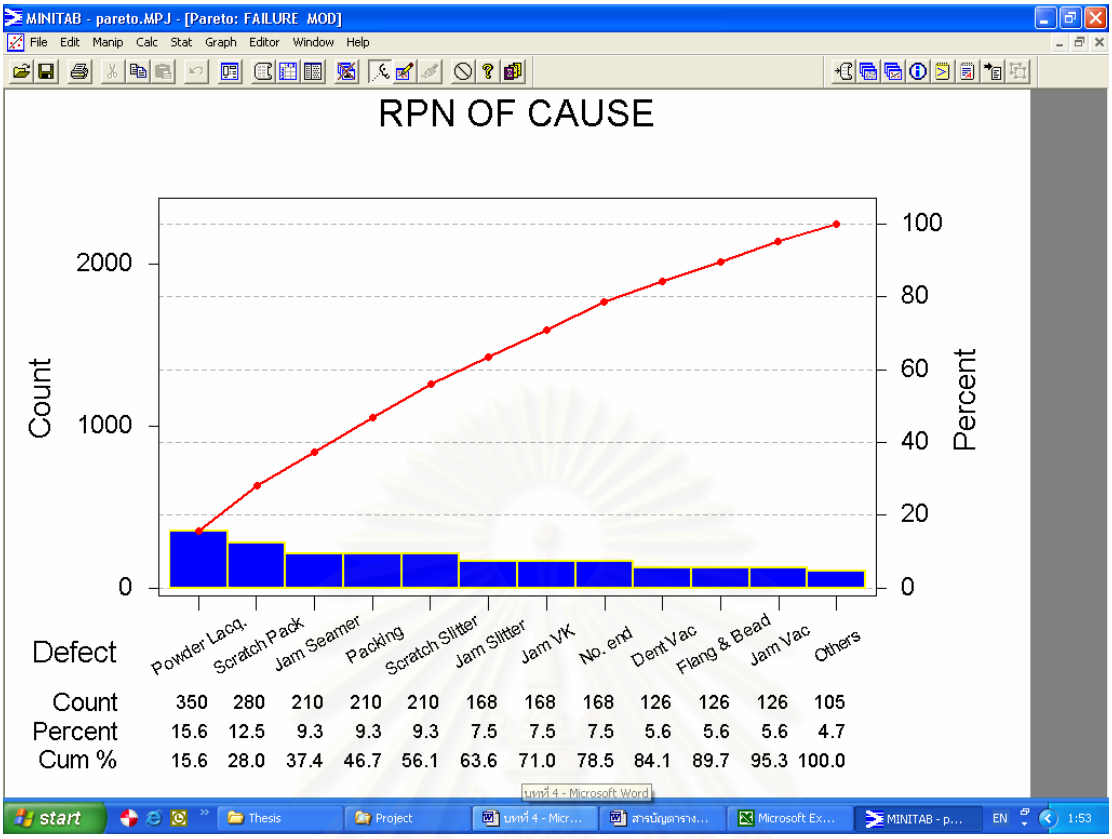
จากการวิเคราะห์หาความรุนแรงของสาเหตุของปัญหาจาก FMEA ในตารางที่ 4.8 จะได้ค่า RPN ซึ่งสามารรถสรุปดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงค่า RPN ที่วิเคราะห์ได้จาก FMEA

CAUSE OF FAILURE MODE			RPN
เกิดการ Jam ที่เครื่องSlitter	:	Jam Slitter	168
การขีดข่วนระหว่างการตัด	:	Scratch Slitter	210
แรงดันไฟฟ้าไม่เหมาะสม	:	Weld	105
เกิดการ Jam ที่เครื่อง VK	:	Jam VK	168
Powder ที่เคลือบไม่กระจายอย่างสม่ำเสมอ	:	Powder Lacq.	350
ปรับตั้งเครื่องไม่ได้มาตรฐาน	:	Flange & Bead	126
เกิดการ Jam ที่เครื่อง Seamer	:	Jam Seamer	210
ปรับตั้งเครื่องไม่ได้มาตรฐาน	:	No. end	168
เกิดการ Jam ที่เครื่อง Vacuum	:	Jam Vac.	126
ปรับตั้งเครื่อง Seamer ไม่ได้มาตรฐาน	:	Dent Vac.	126
การขีดข่วนระหว่างการผลิต	:	Scratch Pack	280
วิธีการปฏิบัติงานยังไม่เหมาะสม	:	Packing	210

ทั้งนี้เมื่อสรุปผลค่า RPN เป็นแผนภูมิ Pareto เพื่อหาสาเหตุหลักของปัญหา ซึ่งจะพบว่าสาเหตุหลักของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตมากที่สุด คือ Powder เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุและหาแนวทางในการแก้ปัญหานั้น ต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์อาการบกพร่องหลัก ด้วย Pareto Chart

จากการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตค่าความเสี่ยง(RPN) จะพบว่า ปัจจัยที่มีโอกาสก่อให้เกิดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตกระป๋อง 60% มาจาก

1) ผง Powder กระจายอย่างไม่สม่ำเสมอ (15.6%)
2) การขีดข่วนระหว่างกระบวนการผลิต (12.5%)
3) การ Jam ของเครื่อง Seamer (9.3%)
4) วิธีการจัดเก็บไม่เหมาะสม (9.3%)
5) การขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก (9.3%)

บทที่ 5

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

5.1 บทนำ

การวิเคราะห์ปัญหาโดยการตัดสินใจซึ่งปราศจากข้อมูลทางสถิติอ้างอิงจะทำให้เกิดความผิดพลาดในกระบวนการแก้ไขปัญหาต่างๆ ดังนั้น ในขั้นตอนการวิเคราะห์นี้จึงมีความสำคัญอย่างมากที่ต้องอาศัยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ คือ การตั้งสมมติฐานและการทดสอบสมมติฐาน การวิเคราะห์เพื่อค้นให้พบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยนำผังแสดงเหตุและผล การวิเคราะห์ของ FMEA โดยเลือกสาเหตุจากการเรียงลำดับจากเหตุที่มีความเป็นไปได้สูงกว่าหรือมีความร้ายแรงมากกว่า เพื่อทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาก่อนตามลำดับไป แต่ทั้งนี้เหตุที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดอาจจะไม่จำเป็นต้องเป็นสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาก็ได้ โดยทั่วไป การวิเคราะห์โดยอาศัยสารสนเทศที่ได้จากการทดลองจะลดโอกาสผิดพลาดได้ การตัดสินใจที่อาศัยหลักการของสถิติวิศวกรรมหรือหลักการอนุมานทางสถิติ โดยการดำเนินการทดลองเพื่อหาข้อมูลสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อเป็นการยืนยันว่าสาเหตุที่สงสัยนั้นคือสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือความบกพร่องด้านคุณภาพ นอกจากนี้เมื่อมีการยืนยันว่าสาเหตุเหล่านั้นมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ก็ยังสามารถสรุปได้ต่อไปว่าสาเหตุดังกล่าวอย่างมีผลกระทบมากน้อยเพียงใด

การแก้ปัญหาด้วยการลองผิดลองถูกโดยไม่ได้ทำการทดลองหรือทดสอบด้วยวิธีการเก็บข้อมูลและพิสูจน์ข้อมูลอย่างถูกต้องเป็นวิธีการที่ไม่ได้ทำการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง ปัญหาเหล่านี้อาจจะดีขึ้นชั่วขณะแต่ก็กลับเกิดขึ้นอีกภายหลัง นั่นหมายความว่าปัญหาไม่ได้มีการแก้ไขอย่างแท้จริง

ในการกำจัดสาเหตุของปัญหานั้น ได้ทำการยึดหลักกำจัดสาเหตุหลักๆให้หมดก่อนแล้วทำการติดตามผลของปัญหาต่อไป ซึ่งเป็นไปได้ที่ข้อบกพร่องอาจจะหมดไปหรือดีขึ้นจนถึงระดับที่น่าพอใจ ดังนั้น ในการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาจึงต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและปัจจัยแวดล้อมของปัญหาให้ได้มากที่สุด เพื่อสามารถยืนยันได้อย่างแน่ชัดว่าสาเหตุเหล่านั้นเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปัญหาคุณภาพหรือไม่

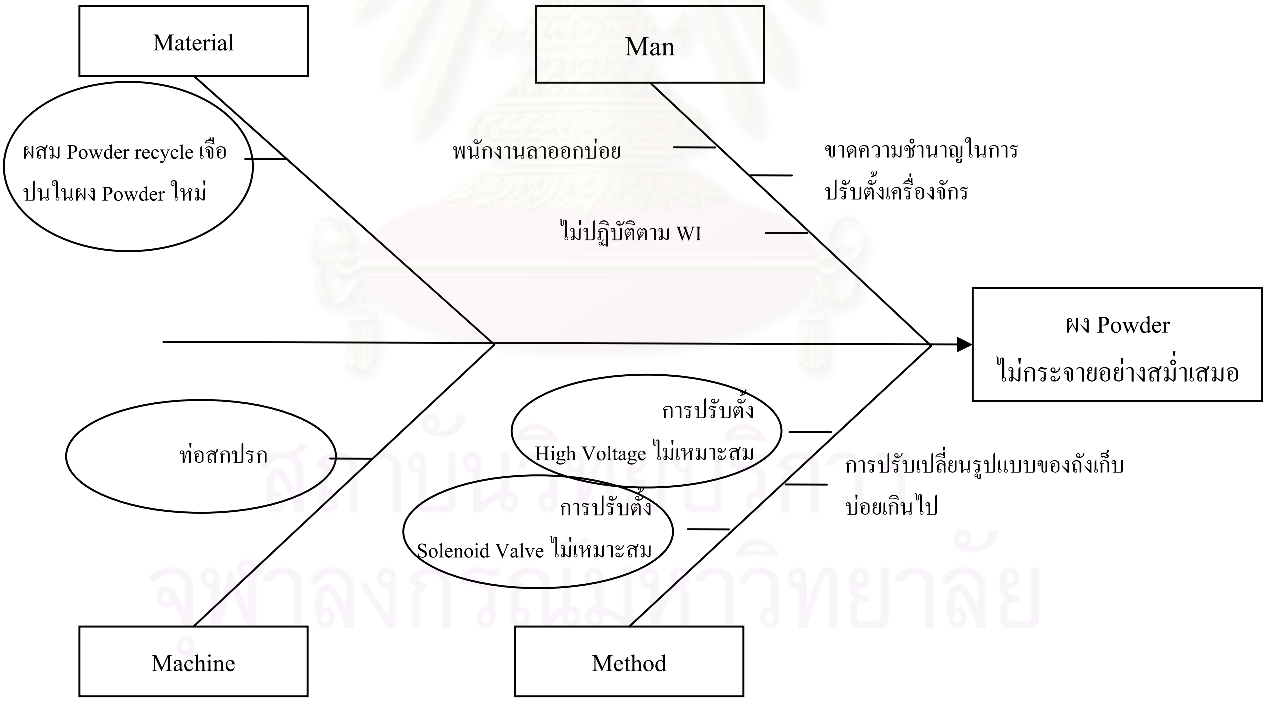
5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและปัจจัยแวดล้อม

5.2.1 ผง Powder ไม่กระจายอย่างสม่ำเสมอ

จากการวิเคราะห์ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 4 จากผลการจัดลำดับค่า RPN จะพบว่าค่า RPN สูงสุดคือ ของเสียอันเนื่องจากผง recycle powder กระจายไม่สม่ำเสมอ ซึ่งส่งผลให้เกิดรอยเคลือบไม่สม่ำเสมอ

วิธีการเคลือบผง Powder ใช้หลักการเดียวกับการพ่นสีโดยใช้ไฟฟ้า (Electrostatic Spray) ซึ่งวิธีนี้จะเหนี่ยวนำให้ผง Powder และชิ้นงานมีประจุตรงข้ามกัน ทำให้ผง Powder เกาะติดกับชิ้นงานได้ดี และไม่ต้องอาศัยความชำนาญในการพ่น

จากผลการระดมความคิดความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยที่มีผลทำให้ผง Recycle powder กระจายไม่สม่ำเสมอดังแสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 การวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผลกรณีผง Powder กระจายไม่สม่ำเสมอ

และจากการประชุมสามารถสรุปสาเหตุที่มีผลกระทบต่อปัญหาอย่างแท้จริง ซึ่งมีทั้งหมด 4 สาเหตุ คือ

- Powder ชื้น
- ท่อสกปรก
- การปรับตั้ง Solenoid Valve ไม่เหมาะสม
- การปรับตั้ง High Voltage ไม่เหมาะสม

จากการหาข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงของวิศวกร พบว่า สำหรับกรณีการปรับตั้ง Solenoid Valve และ High Voltage ซึ่งมีผลต่อซึ่งผลต่อการพ่นผง Powder ออกมา และการเกาะติดของผง Powder ตามลำดับ สามารถควบคุมได้ง่าย โดยการปรับเลือกตามสเกลให้ตรงตาม WI

ส่วนกรณีท่อสกปรกนั้น ควรมีการทำความสะอาดท่อลำเลียง ซึ่งในปัจจุบันจะมีการทำความสะอาดท่อในกรณีที่เกิดปัญหานี้ขึ้น และได้มีมาตรการในการป้องกันโดยการนำระบบบำรุงรักษามาใช้ ปัจจัยนี้จึงจัดว่าสามารถควบคุมได้ ทั้งนี้เมื่อสิ้นสุดการผลิตจะมีการเป่าลมทำความสะอาดท่อส่ง Powder และท่อดูดกลับในแขน Powder เพื่อป้องกันการติดค้างในท่อส่งได้

ดังนั้นจึงมีแต่สาเหตุของ Powder ชื้น เป็นสาเหตุเดียวที่น่าจะมีผลต่อการเกิดความบกพร่องในเรื่องของรอยเคลือบไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมีผลมาจากการนำ powders recycle มาผสมใช้กับของใหม่ เพื่อที่จะได้ไม่ต้องทิ้ง recycle powder เพราะ powder มีราคาสูง นอกจากนี้ในปัจจุบันไม่มีการควบคุมความชื้นของ powder จึงควรที่มีการควบคุมความชื้นของ powder ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต เนื่องจากว่า ถ้าผง Powder ชื้นจะส่งผลให้ผง Powder ไม่ร่วนซุย และเมื่อพ่นผงลงบนแนวเชื่อมแล้วจะทำให้ผงไม่กระจายอย่างสม่ำเสมอ

จากข้างต้นจึงทำการทดลองเพื่อศึกษาว่าแต่ละประเภทของ Powder มีความแตกต่างกันหรือไม่ และมีผลกระทบต่อข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตหรือไม่

โดยกำหนดให้ว่าปัจจัยดังต่อไปนี้ ถูกควบคุมให้คงเดิมตลอดการทดลอง

1. ผลิตภัณฑ์รุ่น 603
2. ความสะอาดของท่อส่งผง Powder มีการทำความสะอาดท่อก่อนการทดลอง
3. ปรับตั้ง Solenoid Valve และ High Voltage ให้ตรงตามมาตรฐานที่ได้จาก WI

การเลือกใช้ทดสอบความมีนัยสำคัญของพารามิเตอร์

เพื่อเป็นการพิสูจน์สมมติฐานข้างต้น ได้เลือกการทดสอบความมีนัยสำคัญของสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง กรณีประชากรสองชุด เพื่อทดสอบถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตที่ใช้ผง Powder ใหม่และ การผลิตที่ผสมผง Recycle powder

สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

$H_0 : P_{new} = P_{mix}$; ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราการเกิดข้อบกพร่องในแต่ละประเภทของ Powder

$H_1 : P_{new} \neq P_{mix}$; มีความแตกต่างกันของอัตราการเกิดข้อบกพร่องในแต่ละประเภทของ Powder

เมื่อ P_{new} = สัดส่วนของเสียเนื่องจากใช้ Powder ใหม่

P_{mix} = สัดส่วนของเสียเนื่องจากใช้ Powder ใหม่ผสมกับ Recycle powder

วิธีการคำนวณสิ่งตัวอย่าง

จากการเก็บตัวอย่างข้อมูลทราบว่า $P_{new} = 0.00022$ และ $P_{mix} = 0.00094$ และสามารถคำนวณหาค่าสิ่งตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้ดังต่อไปนี้

Power and Sample Size

```
Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)
Calculating power for proportion 2 = 0.00094
Alpha = 0.05

                  Sample  Target  Actual
Proportion 1        Size   Power   Power
    2.20E-04       23497  0.9000  0.9000
```

จากการคำนวณ สามารถสรุปได้ว่าสิ่งตัวอย่างที่จะใช้ในการทดลองอย่างน้อยจะต้องมีค่าเท่ากับ 23497 ชิ้นงาน

ในที่นี้จะทำการทดลองผลิต โดยใช้ Powder ใหม่และใช้ Powder ใหม่ผสมกับ Recycle powder ในกระบวนการผลิตกระป๋องในแต่ละวัน

<u>ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ</u>

Test and CI for Two Proportions

```
Sample      X      N  Sample p
1          60  41160  0.001458
2          36  41846  0.000860

Estimate for p(1) - p(2):  0.000597429
95% CI for p(1) - p(2):  (0.000134008, 0.00106085)
Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0):  Z = 2.53  P-Value = 0.012
```

<u>สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ</u>

ค่า P- Value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.012 จึงสรุปได้ว่าสัดส่วนของเสีย ในแต่ละประเภทของ Powder จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วยนัยสำคัญ 0.05 เพราะฉะนั้น จึงสามารถปฏิเสธสมมติฐาน H_0 โดยสัดส่วนของเสียเมื่อใช้ Powder ใหม่จะต่ำกว่า

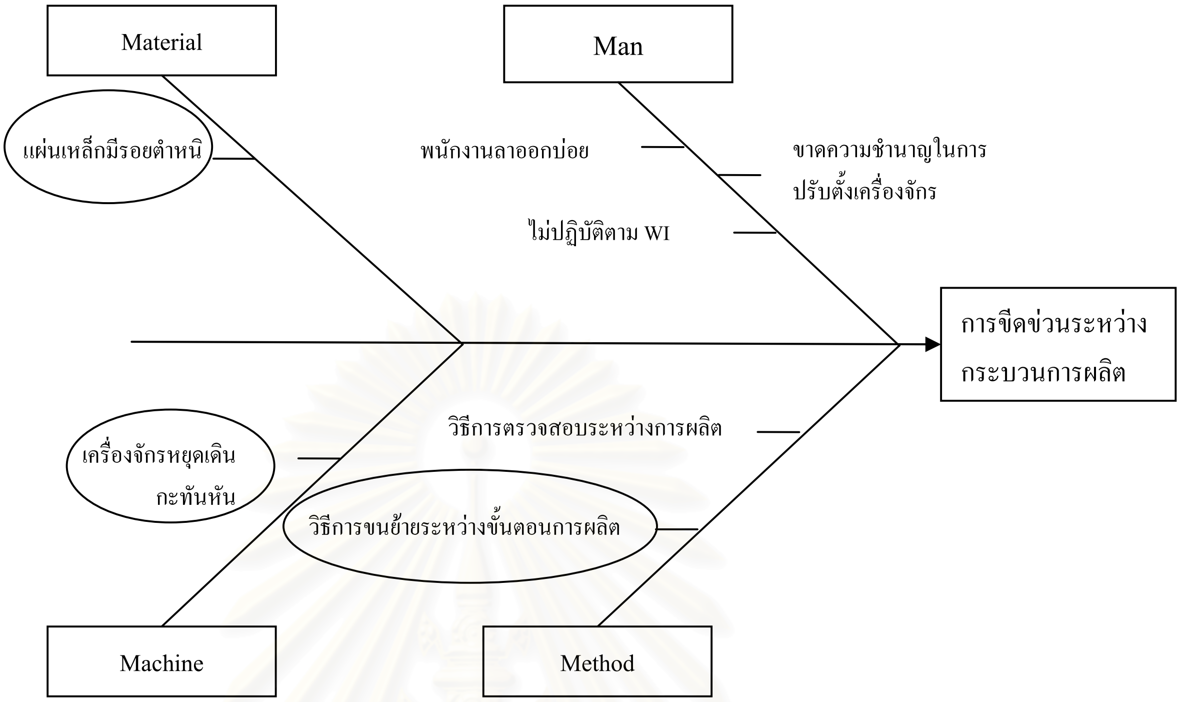
จากการทดลองจะพบว่า กรณีที่ไม่มีผง Recycle Powder เจือปนจะไม่ทำให้เกิดรอยเคลือบที่ไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นจึงไม่ควรจะผสมผง Recycle Powder ลงไป

5.2.2 การขีดข่วนระหว่างกระบวนการผลิต

การขีดข่วนระหว่างกระบวนการผลิต ก่อให้เกิดรอยตำหนิขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต เมื่อทำการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุที่มีผลกระทบ จึงสรุปได้ว่า รอยตำหนิส่วนใหญ่เกิดจากการกระแทรกกันระหว่างกระป๋องในทางวิ่ง ซึ่งเกิดจากการที่มีกระป๋องอยู่ในทางวิ่งเยอะเกินไป จากผลการระดมความคิดความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการขีดข่วนระหว่างกระบวนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 5.2

และจากการประชุมสามารถสรุปสาเหตุที่มีผลกระทบต่อปัญหาอย่างแท้จริง ซึ่งมีทั้งหมด 3 สาเหตุ คือ

- แผ่นเหล็กมีรอยตำหนิ
- วิธีการขนย้ายระหว่างขั้นตอนการผลิต
- เครื่องจักรหยุดกะทันหัน



รูปที่ 5.2 การวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผลกรณีเกิดการขีดข่วนระหว่างกระบวนการผลิต

จากข้างต้น เมื่อพิจารณาสาเหตุที่เกิดจากแผ่นเหล็กมีรอยตำหนินั้น เนื่องจากในอดีตมีการตรวจสอบแผ่นเหล็กก่อนเข้าเครื่อง VK เพียงสุ่ม แต่ปัจจุบันได้มีการตรวจสอบ 100% ปัญหาที่เกิดจากรอยตำหนิจึงสามารถควบคุมได้ระดับหนึ่ง

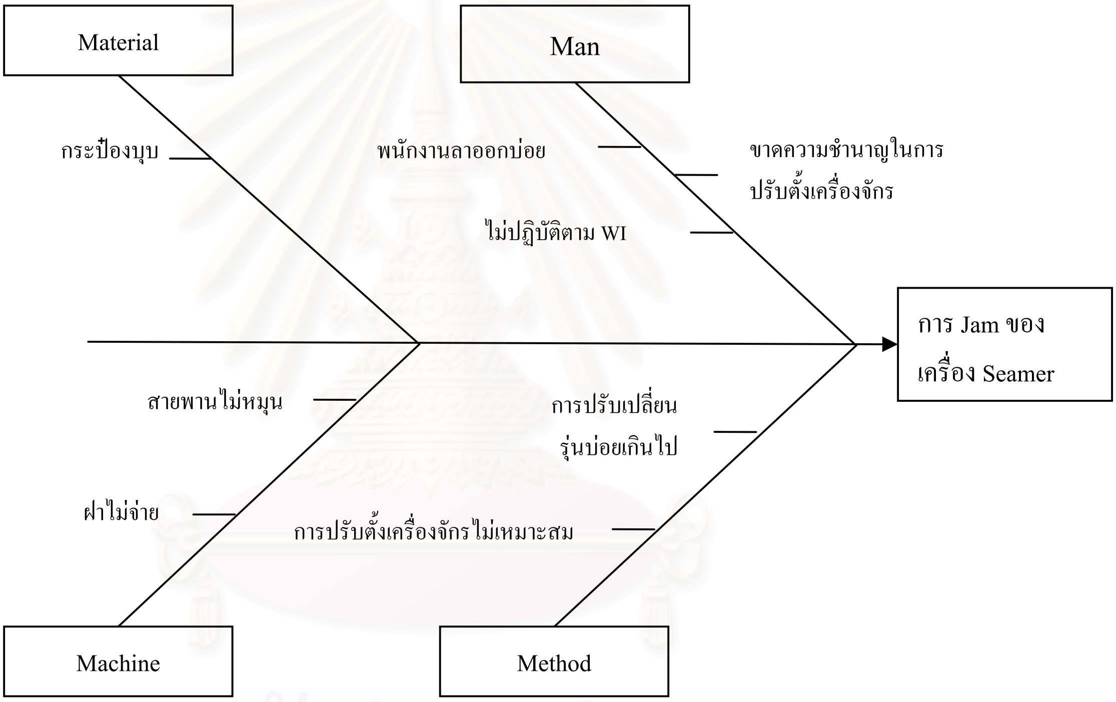
ส่วนวิธีการขนย้ายระหว่างขั้นตอนการผลิต ในปัจจุบันได้ขนย้ายโดยสายพาน และควบคุมระบบ Sensor ที่ควบคุมก่อนเข้าเครื่อง เพื่อป้องกันไม่ได้มีกระป๋องมีจำนวนมากเกินไปบนสายพาน เพราะจะทำให้เกิดการกระแทกกันระหว่างกระป๋อง ซึ่งก่อให้เกิดรอยตำหนิขึ้นได้ ทั้งนี้สาเหตุนี้ยังเป็นผลมาจากกรณีที่เครื่องจักรหยุดเดินกะทันหัน ทำให้ระบบการควบคุมสายพานเกิดการขัดข้อง กล่าวคือ หากเครื่องใดเครื่องหนึ่งหยุด แต่เครื่องอื่นยังทำงานอยู่ ก็จะทำให้มีกระป๋องมีจำนวนมากเกินไปบนสายพาน ซึ่งย่อมทำให้เกิดปัญหาการกระแทกและขีดข่วนขึ้น ดังนั้นควรที่จะมีระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเครื่องจักรหยุดกะทันหันบ่อยเกินไป หรือป้องกันไม่ให้เครื่องเสียจะดีกว่า

5.2.3 การ Jam ของเครื่อง Seamer

เครื่อง Seamer เป็นเครื่องจักรสำหรับปิดก้นกระป๋อง ซึ่งกระป๋องและฝาปิดก้นจะถูกปล่อยเข้ามาในเครื่องพร้อมกัน เพื่อทำการ Seam ซึ่งถ้าจังหวะในการเข้าเครื่องของฝาและกระป๋องไม่สัมพันธ์กัน

จะทำให้รอยผนึกไม่ได้คุณภาพ ซึ่งส่งผลให้เกิดรอยรั่ว หรือ กระป๋องอาจจะบุบได้ นอกจากนี้กระป๋องก็อาจจะไม่มีฝาปิด ถ้าตัวจ่ายฝาไม่ทำงาน ในปัจจุบันมีคู่มือวิธีปฏิบัติงานปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่งพนักงานที่ควบคุมเครื่องจักรต้องปฏิบัติตามคู่มือ รวมถึงต้องมีทักษะและความชำนาญในการปรับตั้งเครื่อง เพราะแต่เนื่องจาก มีพนักงานลาออกบ่อย พนักงานขาดความชำนาญในการปรับตั้งเครื่องจักร

จากผลการระดมความคิดความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการ Jam ของเครื่อง Seamer ดังแสดงในรูปที่ 5.3 และจากการประชุมสามารถสรุปสาเหตุที่มีผลกระทบต่อปัญหาอย่างแท้จริง คือ พนักงานขาดความชำนาญในการปรับตั้งเครื่องจักร จึงควรที่จะมีการฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติการประจำเครื่องนี้อย่างจริงจัง



รูปที่ 5.3 การวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผลกรณีเกิดการ Jam ของเครื่อง Seamer

5.2.4 วิธีการการจัดเก็บไม่เหมาะสม

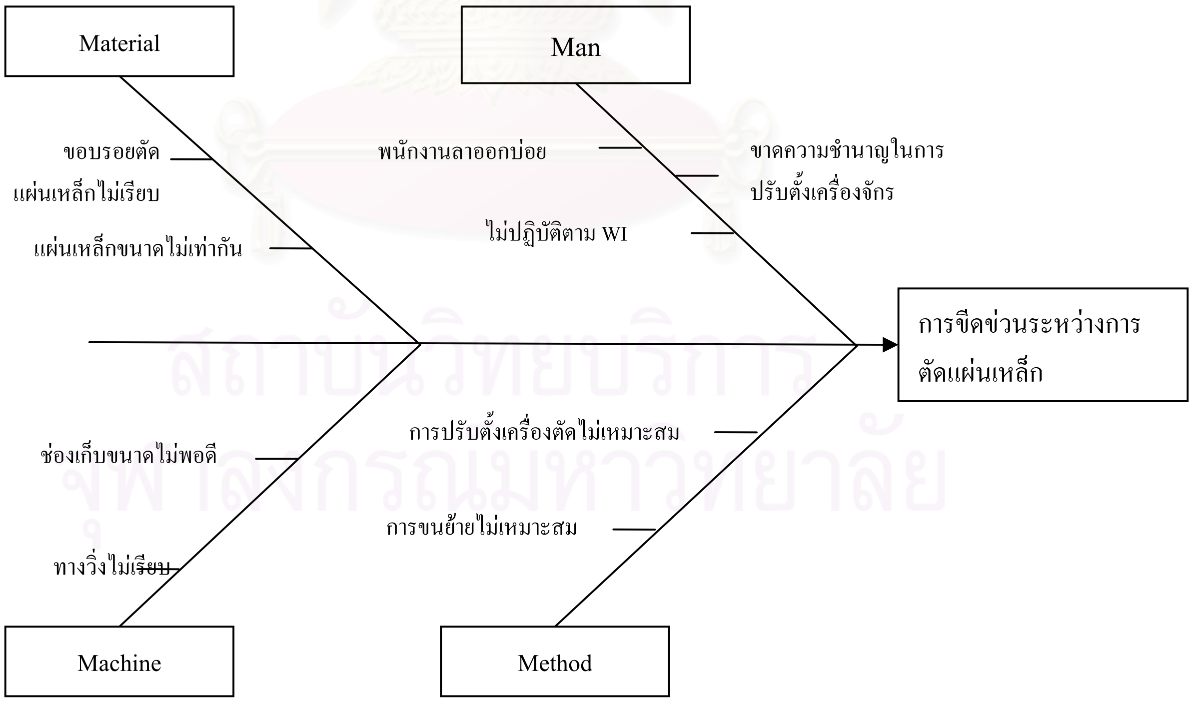
วิธีปฏิบัติงานในขั้นตอนการบรรจุยังไม่เหมาะสม เนื่องจากในเดือนกันยายนที่ผ่านมามีกระป๋องบุบ อันเนื่องจากตกหล่นขณะจัดเก็บผลิตภัณฑ์บนแท่นวางสินค้าที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 100 – 245 เซนติเมตร โดยแต่ละชั้นจะมีกระป๋องอยู่ 49 กระป๋อง ซึ่งมีความกว้างประมาณ 100 เซนติเมตร ซึ่งจะพนักงานหนึ่งคนจะดำเนินการจัดวางผลิตภัณฑ์บนแท่นวางสินค้า จนครบตามกำหนดแต่ละขนาดบรรจุ โดยที่วางซ้อนกันเป็นชั้น แต่ในการจัดเรียงในชั้นที่สูงๆ พนักงานจะไม่สามารถจัดเรียงได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ เนื่องจากต้องเอื้อมเพื่อวางกระป๋องและเป็นการง่ายที่จะทำให้กระป๋องตกหล่นจากแท่นวางสินค้า ซึ่งส่งผลให้กระป๋องบุบ หรือเกิดรอยตำหนิ จึงควรที่จะมีอุปกรณ์มาช่วยในการจัดเรียง อาทิ เช่น บันไดเพื่อจะได้สามารถจัดเรียงได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และมีแท่งพลาสติกยาวประมาณ 50 - 70 เซนติเมตรเพื่อที่พนักงานจะได้ไม่ต้องเอื้อมเพื่อวางกระป๋องที่อยู่ริมด้านใน เป็นต้น

5.2.5 การขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก

เครื่องตัดแผ่นเหล็ก จะทำหน้าที่ตัดแผ่นเหล็กให้มีขนาดตามต้องการและได้ฉาก เพื่อส่งผลให้แผ่นเหล็กซ้อนทับกันพอดี ในการเชื่อมขึ้นรูปที่เกิดขึ้นกระบวนการถัดไป ถ้าโซ่วิ่งเร็วเกินไปจะทำให้แผ่นเหล็กเกิดการชนกัน ในส่วนการดูดแผ่นเหล็กเข้าเครื่องและออกจากเครื่อง ซึ่งอาจจะทำให้เกิดรอยตำหนิได้ นอกจากนี้ยังถ้าใบมีดไม่คมจะทำให้ขอบรอยตัดไม่เรียบ

จากผลการระดมความคิดความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก ดังแสดงในรูปที่ 5.4 และจากการประชุมสามารถสรุปสาเหตุที่มีผลกระทบต่อปัญหาอย่างแท้จริง คือ พนักงานขาดความชำนาญในการปรับตั้งเครื่องจักร จึงควรที่จะมีการฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติการประจำเครื่องนี้อย่างจริงจัง

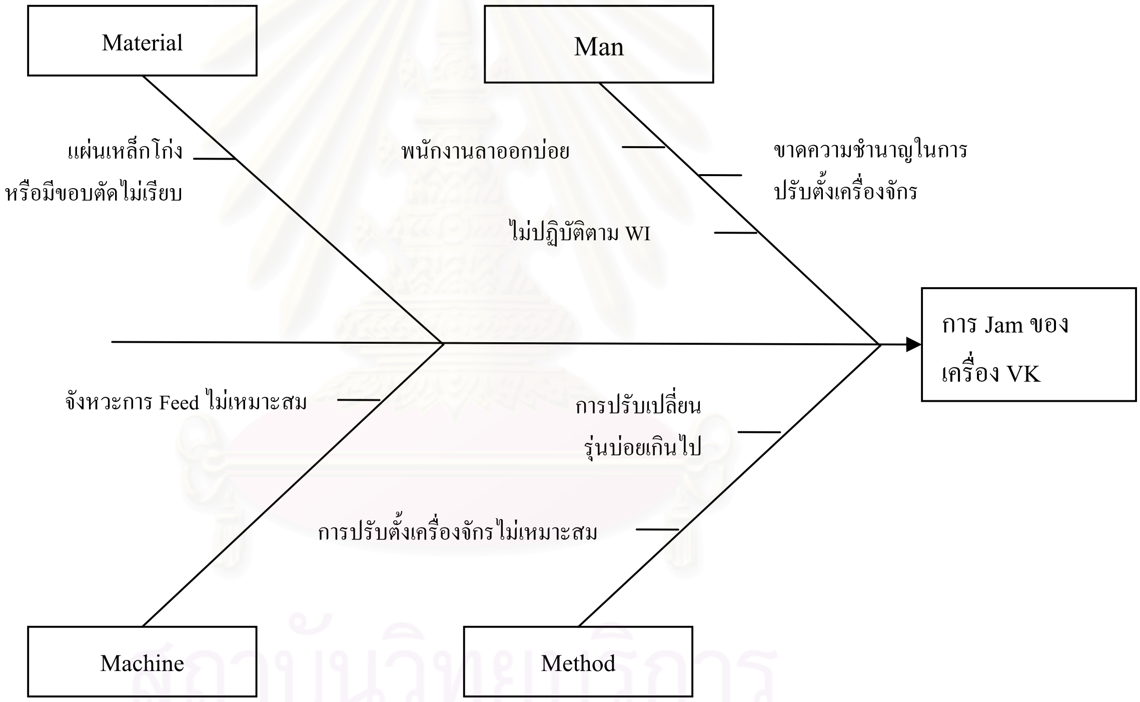


รูปที่ 5.4 การวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผลกรณีเกิดการขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก

5.2.6 การ Jam ของเครื่อง VK

เครื่อง VK เป็นเครื่องขึ้นรูปกระป๋อง โดยหลักการเชื่อมขึ้นรูปนี้ จะเป็นการม้วนแผ่นเหล็ก แล้วจะอาศัยแรงดันไฟฟ้า เพื่อให้เกิดเป็นแนวเชื่อมตรงรอยซ้อนทับกัน ซึ่งถ้าใช้แรงดันไฟฟ้าไม่เหมาะสมจะทำให้แนวเชื่อมที่ได้นั้นไม่สมบูรณ์

จากผลการระดมความคิดความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการ Jam ของเครื่อง VK ดังแสดงในรูปที่ 5.5 และจากการประชุมสามารถสรุปสาเหตุที่มีผลกระทบต่อปัญหาอย่างแท้จริง ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุที่มีผลกระทบต่อปัญหาได้ทั้งหมด 2 สาเหตุ คือ พนักงานปรับตั้งเครื่องไม่เหมาะสม และแผ่นเหล็กที่เข้ามาไม่ได้มาตรฐาน



รูปที่ 5.5 การวิเคราะห์ผังแสดงเหตุและผลกรณีเกิดการ Jam ของเครื่อง VK

บทที่ 6

การปรับปรุง

6.1 บทนำ

เมื่อวิเคราะห์ถึงแหล่งที่มาของปัญหา ขั้นตอนต่อไปคือการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหานั้นๆ ในการปรับปรุงจำเป็นต้องอาศัยการพิสูจน์หรือทดสอบสมมติฐานทางสถิติเพื่อยืนยันว่าการปรับปรุงแก้ไขสามารถปรับปรุงและลดของเสีย

6.2 การปรับปรุงในกระบวนการผลิต

6.2.1 ผง Powder ไม่กระจายอย่างสม่ำเสมอ

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุในบทที่ 5 จะพบว่า สาเหตุที่มีผลต่อการเกิดความบกพร่องในเรื่องของรอยเคลือบไม่สม่ำเสมอ เป็นผลมาจากการนำ Recycle powders recycle มาผสมใช้กับของใหม่

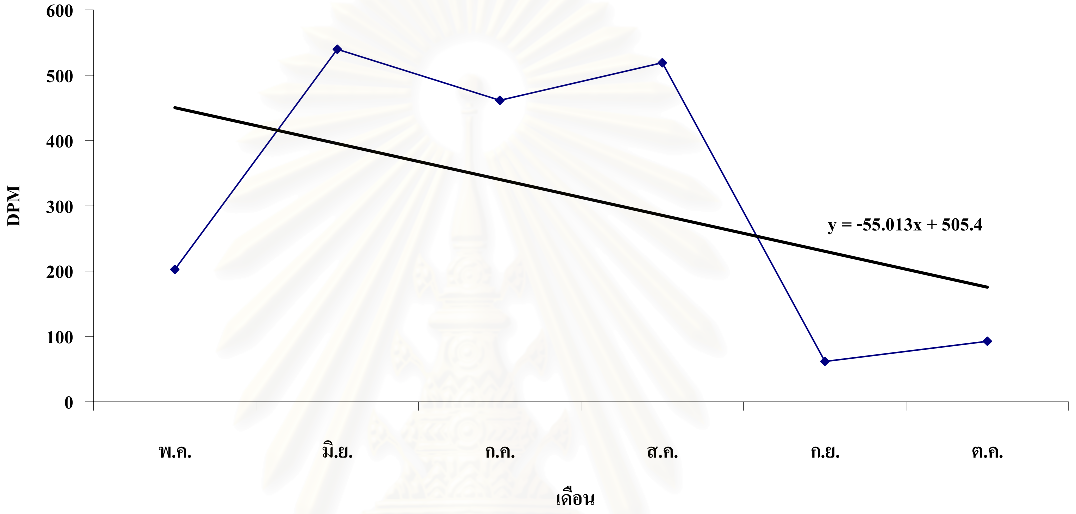
ดังนั้นทางทีมงานจึงเลือกที่จะใช้แต่ผง Powder ใหม่ในกระบวนการผลิต ตั้งแต่เดือนตุลาคมซึ่งจะพบว่าของเสียอันเนื่องจากข้อบกพร่องรอยเคลือบไม่สม่ำเสมอ จาก 940 DPM เป็น 601 DPM

ส่วนผง Recycle Powder ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ทางทีมงานได้ทดลองจัดเก็บผง Recycle Powder ไว้ห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียล ซึ่งเป็นอุณหภูมิห้องปกติ จะพบว่าในเวลาหนึ่งสัปดาห์ ผง Recycle Powder เหล่านั้นจะคลายความชื้นและมีสภาพและคุณสมบัติใกล้เคียงกับผง Powder ใหม่

6.2.2 การขีดข่วนระหว่างกระบวนการผลิต

นอกจากนี้ปัญหาที่ค่า RPN เป็นอันดับสองคือ รอยตำหนิที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งเมื่อทำการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุที่มีผลกระทบ จึงสรุปได้ว่า รอยตำหนิส่วนใหญ่เกิดจากการกระ

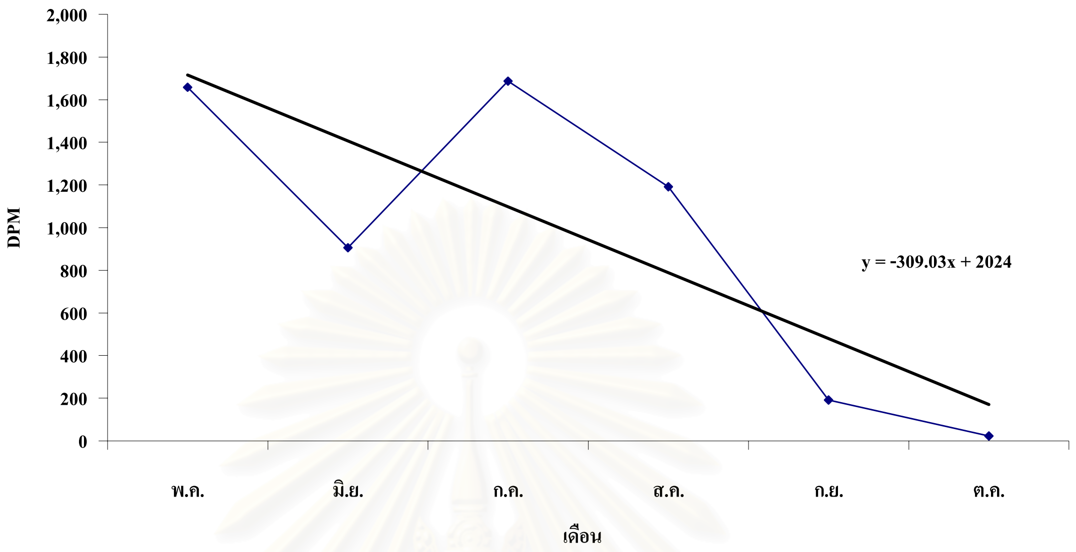
แทรกกันระหว่างกระป๋องในทางวิ่ง เนื่องมาจากช่วง 6 เดือนมีปัญหาเครื่องจักร Break down บ่อย ทางทีมงานจึงได้มีการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรไปแล้วในเดือนสิงหาคม และได้มีการจัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดปัญหาดังกล่าว ดังนั้นในเดือนกันยายนและตุลาคมปัญหาส่วนนี้จึงลดน้อยลงดังแสดงแนวโน้มในรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แผนภูมิแสดงสัดส่วนของเสียอันมีสาเหตุมาจากรอยตำหนิที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต

6.2.3 การ Jam ของเครื่อง Seamer

ส่วนปัญหาถัดมาเป็นปัญหาจากการ Jam ที่เครื่อง Seamer ซึ่งเมื่อเริ่มดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุที่ก่อให้เกิดของอันเป็นผลมาจากเครื่อง Seamer โดยทำการวิเคราะห์ย้อนหลัง 6 เดือนจะพบว่า สาเหตุเกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักรไม่เหมาะสม ทางทีมงานจึงได้มีการฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติประจำตำแหน่งนี้ โดยมีการแบบ on the job training ซึ่งจะเห็นได้ว่า ปัญหาที่จุดนี้มีแนวโน้มของเสียที่เกิดขึ้นในจุดลดน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนตุลาคมที่ผ่านมา สามารถลดของเสียเหลือเพียง 22 DPM ดังแสดงในรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 แผนภูมิแสดงสัดส่วนของเสียอันมีสาเหตุมาจากการ Jam ที่เครื่อง Seamer

6.2.4 วิธีการการจัดเก็บไม่เหมาะสม

ปัญหาถัดมาคือ รอยขีดข่วนที่เกิดการจัดเก็บและ Run way ตอนนี้ได้มีการวางแนวทางแก้ไขไปแล้ว โดยมีการปรับเปลี่ยน WI ในการปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันให้เกิดรอยขีดข่วนให้น้อยที่สุด เช่นมีการระมัดระวังในการจัดเก็บมากขึ้น มีบันไดเป็นอุปกรณ์ช่วยในการจัดเรียงกระป๋องบนแท่นวางสินค้า เนื่องจากต้องเอื้อมเพื่อวางกระป๋องและเป็นการง่ายที่จะทำให้กระป๋องตกหล่นจากแท่นวางสินค้า ซึ่งส่งผลให้กระป๋องบุบ หรือเกิดรอยตำหนิ เพื่อป้องกันกระแทกและการตกหล่นของสินค้า ซึ่งผลที่ได้ก็จัดว่าเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งในเดือนกันยานมีของเสียเกิดจากสาเหตุนี้ 511 DPM แต่ในเดือนตุลาคมปรากฏว่าของเสียลดลงเหลือ 132 DPM

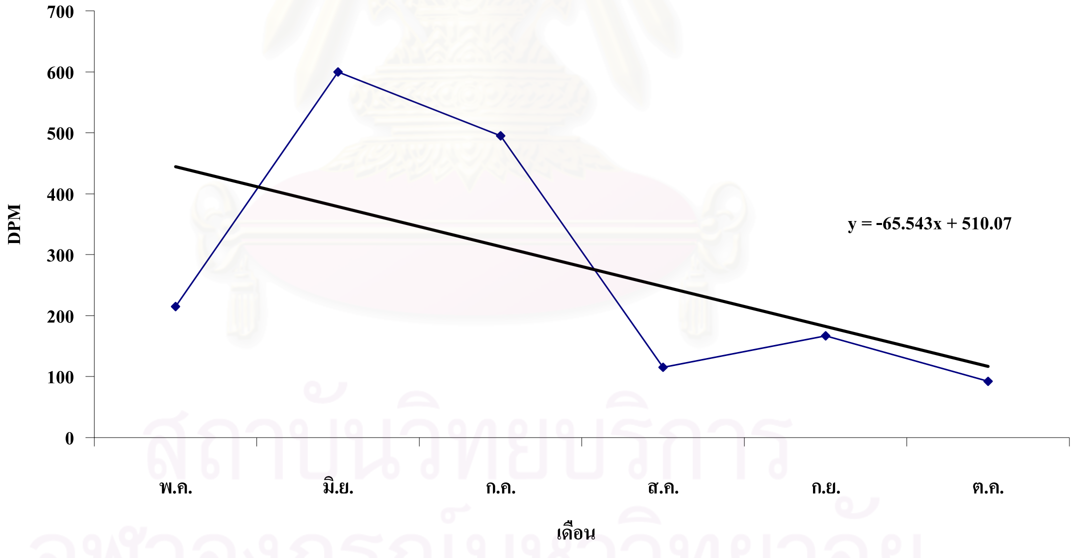
6.2.5 การขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก

จากการประชุมสามารถสรุปสาเหตุที่มีผลกระทบต่อปัญหาการขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก คือ พนักงานขาดความชำนาญในการปรับตั้งเครื่องจักร จึงควรที่จะมีการฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติการประจำเครื่องนี้อย่างจริงจัง ทางทีมงานจึงได้มีการฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติประจำตำแหน่งนี้ โดยมีการแบบ On the job training

6.2.6 การ Jam ของเครื่อง VK

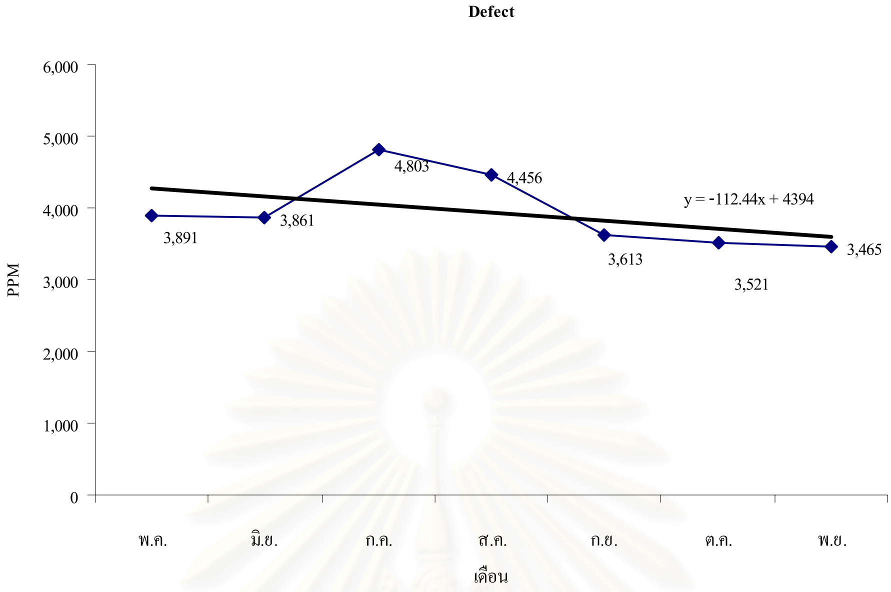
นอกจากปัญหาข้างต้นแล้ว ทางทีมงานยังมุ่งเน้นที่ปัญหาถัดไป ซึ่งเกิดจากการ Jam ที่เครื่อง VK เกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักรที่ไม่เหมาะสมเช่นเดียวกัน จากผลการระดมความคิดความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการติดขัดของเครื่องขึ้น ซึ่งสามารถสรุปสาเหตุที่มีผลกระทบต่อปัญหาได้ทั้งหมด 2 สาเหตุ คือ พนักงานปรับตั้งเครื่องไม่เหมาะสม และแผ่นเหล็กที่เข้ามาไม่ได้มาตรฐาน

สำหรับการปรับตั้งเครื่องจักร ทางทีมงานจึงได้มีการฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติประจำตำแหน่งนี้ โดยมีการแบบ On the job training ส่วนปัญหาด้านแผ่นเหล็กที่เข้ามาไม่ได้มาตรฐาน ทางทีมงานได้แก้ไขโดยการตรวจสอบแผ่นเหล็กก่อนเข้ามา 100% ซึ่งทำให้สามารถควบคุมปัจจัยนี้ได้อย่างดี เป็นผลทำให้ปัญหาที่จุดนี้มีแนวโน้มของเสียที่เกิดขึ้นในจุดลดน้อยลง ดังแสดงในรูปที่ 6.3



รูปที่ 6.3 แผนภูมิแสดงสัดส่วนของเสียที่เกิดจากเครื่อง VK

ทั้งนี้จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าทางทีมงานได้ให้ความสำคัญในการแก้ไขปัญหาที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย และได้มีการปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่อง ส่งผลทำให้ปริมาณสัดส่วนของเสียตั้งแต่เดือนตุลาคมมีแนวโน้มที่ลดลง ดังรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4 ปริมาณสัดส่วนของเสียตั้งแต่เดือนพ.ค. – พ.ย. 2545

ทั้งนี้ในการดำเนินงานตามหลักของ Six Sigma นั้นจะเป็นการแก้ปัญหาทีละประเด็น เพื่อจะได้ค้นหาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงแล้วดำเนินการแก้ไขไปทีละจุด ซึ่งในการดำเนินการนั้นจะต้องได้การร่วมมือจากทุกคนที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเหล่านี้

นอกจากนี้ยังมีปัญหาของเสียที่เกิดจากการตรวจสอบในกระบวนการผลิตนั้น ที่เป็นการสุ่มตรวจคุณภาพของกระป๋อง ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องปฏิบัติอยู่แล้ว แต่ถ้าหากเราสามารถควบคุมกระบวนการผลิตข้างต้นให้มีความเชื่อมั่นที่ดีพอสมควร จุดบางจุดที่มีข้อมูลบ่งชี้ว่าไม่เป็นจุดที่ก่อให้เกิดปัญหา การสุ่มตัวอย่างในจุดนั้นอาจจะลดน้อยลง ส่งผลให้ปริมาณของสินค้าที่ต้องนำมาตรวจสอบก็สามารถลดลงได้อย่างแน่นอน

บทที่ 7

การควบคุมกระบวนการผลิต

7.1 บทนำ

เมื่อสามารถระบุปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำแนวทางนั้นไปปฏิบัติตาม โดยจะต้องคำนึงถึงว่าไม่ส่งผลข้างเคียงใดๆ นอกจากนั้นการแก้ไขปัญหาจะต้องเน้นกิจกรรมเพื่อการแก้ไข และเน้นการป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำขึ้นมา ในส่วนนี้จึงนำเสนอหลักการเฝ้าติดตามเพื่อแก้ไขปัญหาอย่างทันถ่วงที

7.2 การตรวจสอบ

การตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจได้ว่า ปัญหาเหล่านั้นได้รับการป้องกันและไม่เกิดซ้ำ กิจกรรมที่ต้องทำเป็นอันดับแรก คือ การจัดเก็บข้อมูลผลการแก้ไขปัญหาด้วยแผนภูมิ เพื่อเปรียบเทียบผลการทำงานก่อนและหลังทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหา นอกจากนี้แล้วการวิเคราะห์ทางการเงินได้นำเสนอการวิเคราะห์เพื่อเปลี่ยนหน่อยการปรับปรุงให้สามารถวัดได้อย่างชัดเจน โดยเมื่อทราบปริมาณของเสียที่ปรับปรุงได้ จึงทำการเปลี่ยนหน่วยความสำเร็จให้อยู่ในรูปของมูลค่าทางการเงิน เพื่อเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่เกิดขึ้น เนื่องจากในเชิงการจัดการ การเปลี่ยนแปลงหน่วยวัดผลการปรับปรุงงานควรทำให้อยู่ในรูปของหน่วยวัดทางการเงินเพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย ค่าความเสียหาย และผลประโยชน์ตอบแทนในการสามารถประหยัดได้จากการกำจัดปัญหานั้นๆให้หมดไป

ในส่วนของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์นี้ จะมี 2 แบบ คือ

1) การสุ่มตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ เพื่อตรวจสอบขนาดและเส้นผ่าศูนย์กลางของกระป๋อง ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลที่ได้จากการวัด (Variable Data)

2) การตรวจสอบโดยใช้สายตา เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ซึ่งข้อมูลที่ได้จึงเป็นข้อมูลได้จากการนับ (Attribute Data)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากข้อมูลในอดีตจะพบว่า กระบวนการผลิตในปัจจุบันมีความผันแปรน้อยมากในส่วนของขนาดและเส้นผ่าศูนย์กลางของกระป๋อง อีกทั้งยังไม่พบว่าเป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดของเสีย แต่อย่างไรก็ตามยังมีการควบคุมคุณภาพตามโดยการสุ่มตรวจตามมาตรฐาน ซึ่งทางโรงงานได้มีการรับรองมาตรฐานของระบบกล่าวคือมีระบบ ISO9002 จึงได้มีการควบคุมทั้งมาตรฐานการระบบการตรวจสอบและเครื่องมือวัดดีพอสมควร โดยมีการสอบเทียบเครื่องมือวัดและมีการสุ่มตรวจระหว่างกระบวนการตามแผนควบคุมคุณภาพการผลิตกระป๋อง

ดังนั้นในส่วนที่ทำการศึกษาเป็นกระบวนการผลิตกระป๋อง จึงมุ่งเน้นไปที่คุณลักษณะเชิงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาข้างต้นจะเห็นได้ว่าของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ ซึ่งเป็นกระป๋องที่มีข้อบกพร่องต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นรอยตำหนิ รอยบุบ หรือแนวเชื่อมไม่ดี เป็นต้น ซึ่งในการตรวจสอบระหว่างกระบวนการผลิตของพนักงานจึงเป็นการตรวจสอบคุณลักษณะเชิงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยมีผลลัพธ์ของการตรวจสอบที่แสดงออกเป็นผ่านและไม่ผ่าน กล่าวคือ ของดีและของเสียสำหรับโรงงาน

7.3 การใช้แผนภูมิควบคุมในกระบวนการ

การใช้แผนภูมิควบคุมในกระบวนการ สำหรับกระบวนการผลิตกระป๋อง จากการศึกษาข้างต้นพบว่าข้อมูลที่ศึกษาเป็นข้อมูลที่ได้จากการนับ(Attribute Data) ซึ่งแผนภูมิควบคุมที่เหมาะสมในการควบคุมสัดส่วนของเสียที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต คือ แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (แผนภูมิ p) ซึ่งจะใช้ในการควบคุมสัดส่วนของเสียที่เกิดจากข้อบกพร่องที่สนใจ และแผนภูมิควบคุมร้อยละของเสียที่ใช้ในการควบคุมสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ในแต่ละวัน เพราะว่าถ้ากระบวนการผลิตไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอก็จะทำให้เกิดการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพหรือมีคุณภาพที่ต่ำ

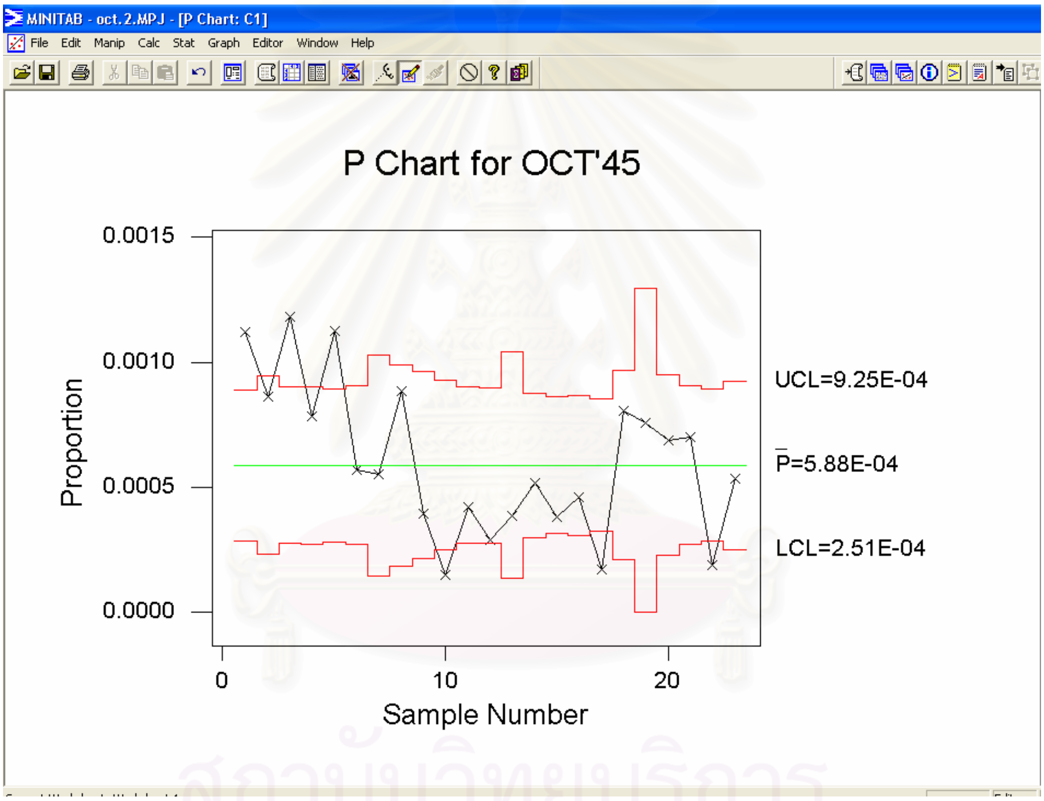
ทั้งนี้ได้เริ่มใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียที่เกิดจาก Powder ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2545 โดยเริ่มต้นจากการนำข้อมูลสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ซึ่งมีข้อมูลดังตารางที่ 7.1 และรูปที่ 7.1 ซึ่งพบว่าในกระบวนการผลิตยังมีความผันแปรสูง แต่เมื่อดำเนินการควบคุมอย่างต่อเนื่อง จะพบว่าในเดือนกุมภาพันธ์ความผันแปรและสัดส่วนของเสียที่เกิดจาก Powder และที่เกิดจากรอยตำหนิลดลงอย่างมีนัยสำคัญดังข้อมูลในตารางที่ 7.2 – 7.3 และ รูปที่ 7.2- 7.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 7.1 แสดงข้อมูลของเสียที่เกิดจาก Powder ประจำเดือนตุลาคม พ.ศ. 2545

วันที่	**ของเสีย**	**ผลผลิต**
1	65	58114
2	36	41846
3	64	54208
4	42	53508
5	64	56938
6	30	52822
7	15	27075
8	29	32732
9	15	38031
10	7	46207
11	23	54496
12	16	55139
13	10	25885
14	33	63798
15	27	70658
16	31	67228
17	13	76146
18	30	37210
19	8	10584
20	33	40819
21	27	52920
22	11	57624
23	16	46595
รวม	645	1120583

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากข้อมูลในตารางที่ 7.1 เป็นการเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดจาก Powder ประจำเดือนตุลาคม พ.ศ. 2545 เพื่อนำวิเคราะห์และตรวจสอบดูว่าแต่ละจุดมีลักษณะอย่างไร โดยอาศัยแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียในแต่ละวัน ซึ่งจากรูปที่ 7.1 จะเห็นได้ว่า สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในช่วงวันที่ 1 – 5 มีสัดส่วนที่สูงเพราะว่า เป็นช่วงเวลาที่ยังไม่เริ่มดำเนินการแก้ไขและปรับปรุง แต่ทางทีมงานได้เริ่มดำเนินการในวันที่ 6 ซึ่งจะพบว่าสัดส่วนของเสียลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่กระบวนการผลิตยังมีความแปรปรวนอยู่ ดังนั้นจึงควรที่จะมีการควบคุมกระบวนการอย่างต่อเนื่องเพื่อลดความผันแปรของกระบวนการผลิตในที่เกิดขึ้น



รูปที่ 7.1 แสดงแผนภูมิสัดส่วนของเสียที่เกิดจาก Powder ประจำเดือนตุลาคม พ.ศ. 2545

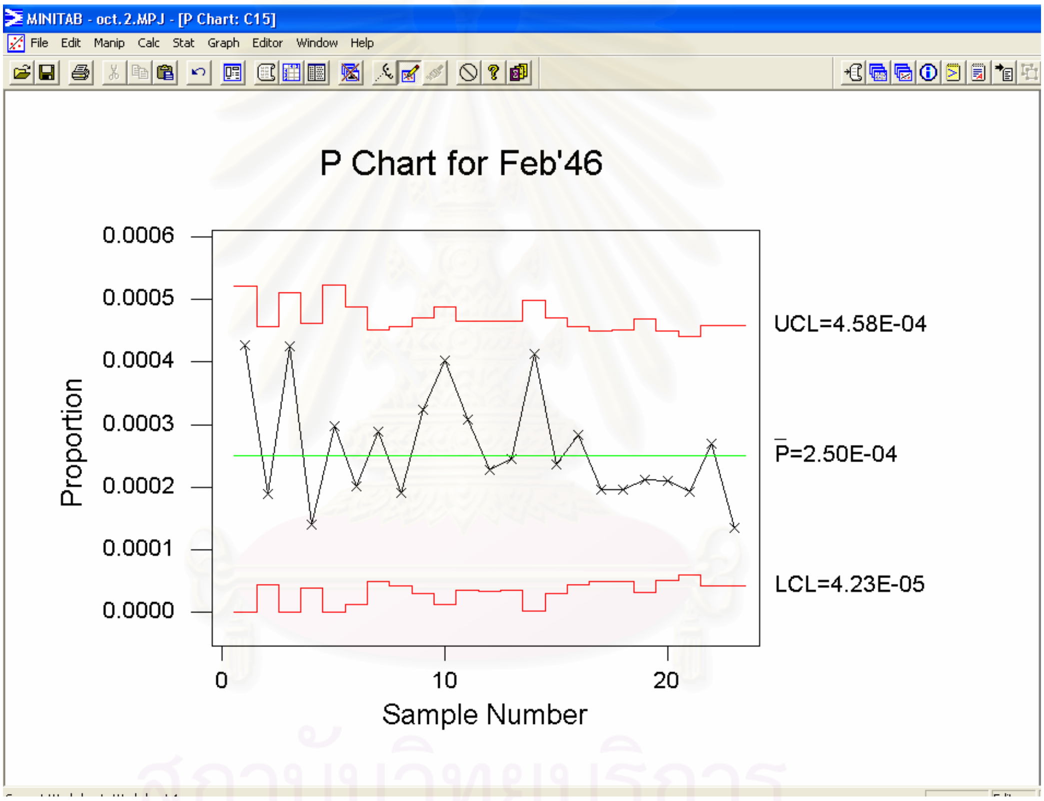
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.2 แสดงข้อมูลของเสียที่เกิดจาก Powder ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

วันที่	**ของเสีย**	**ผลผลิต**
1	13	30492
2	10	52969
3	14	32990
4	7	50078
5	9	30276
6	8	39788
7	16	55566
8	10	52487
9	15	46256
10	16	39788
11	15	48804
12	11	48314
13	12	48826
14	15	36358
15	11	46678
16	15	52822
17	11	56164
18	11	55897
19	10	47334
20	12	56938
21	12	62244
22	14	51965
23	7	52079
รวม	274	1095113

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากข้อมูลในตารางที่ 7.2 เป็นการเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดจาก Powder ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 เพื่อนำวิเคราะห์และตรวจสอบดูว่าแต่ละจุดมีลักษณะอย่างไร โดยอาศัยแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียในแต่ละวัน จากรูปที่ 7.2 จะพบว่าสัดส่วนของเสียไม่มีจุดใดที่ออกนอกจุดควบคุม และมีลักษณะเป็นแบบสุ่ม (Random distribution) ซึ่งถือว่าดี และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตกับเดือนกันยายน ซึ่งได้มีดำเนินการแก้ไขและปรับปรุง รวมถึงได้มีการควบคุมกระบวนการอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลา 4 เดือน จะเห็นได้ว่า สัดส่วนของเสียลดลงจากเดือนตุลาคมอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือลดลงประมาณ 50% นอกจากนี้กระบวนการผลิตมีความแปรปรวนที่ลดลง

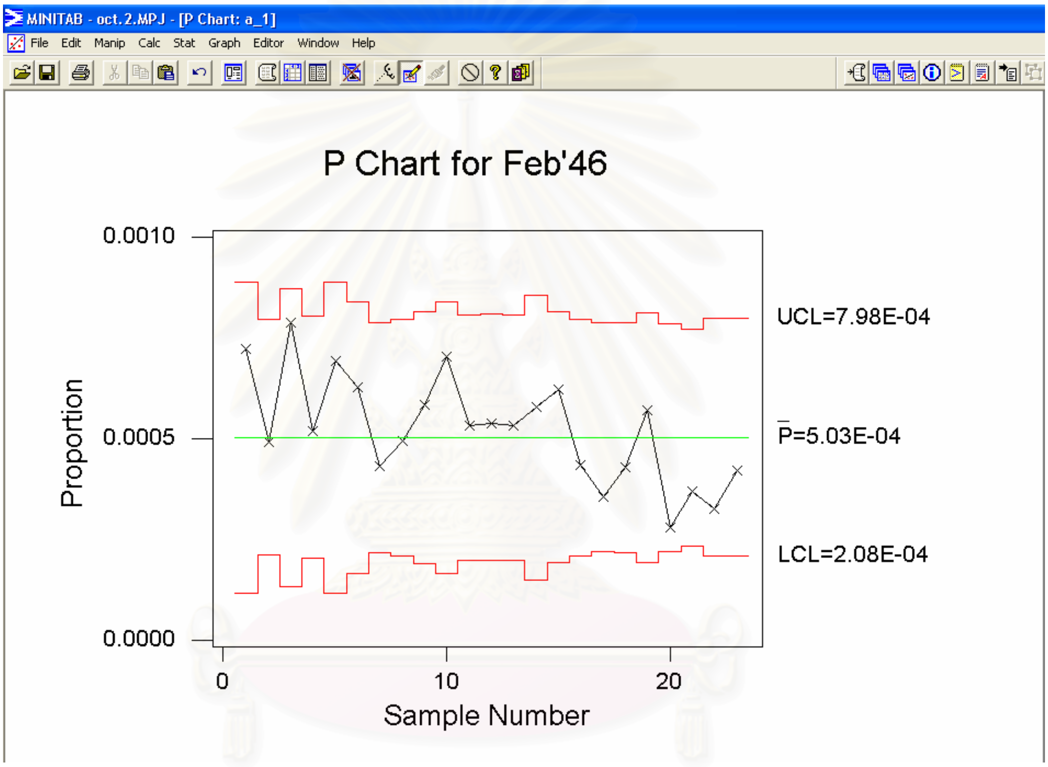


รูปที่ 7.2 แสดงแผนภูมิสัดส่วนของเสียที่เกิดจาก Powder ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

ตารางที่ 7.3 แสดงข้อมูลของเสียที่เกิดจาก Scratch ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

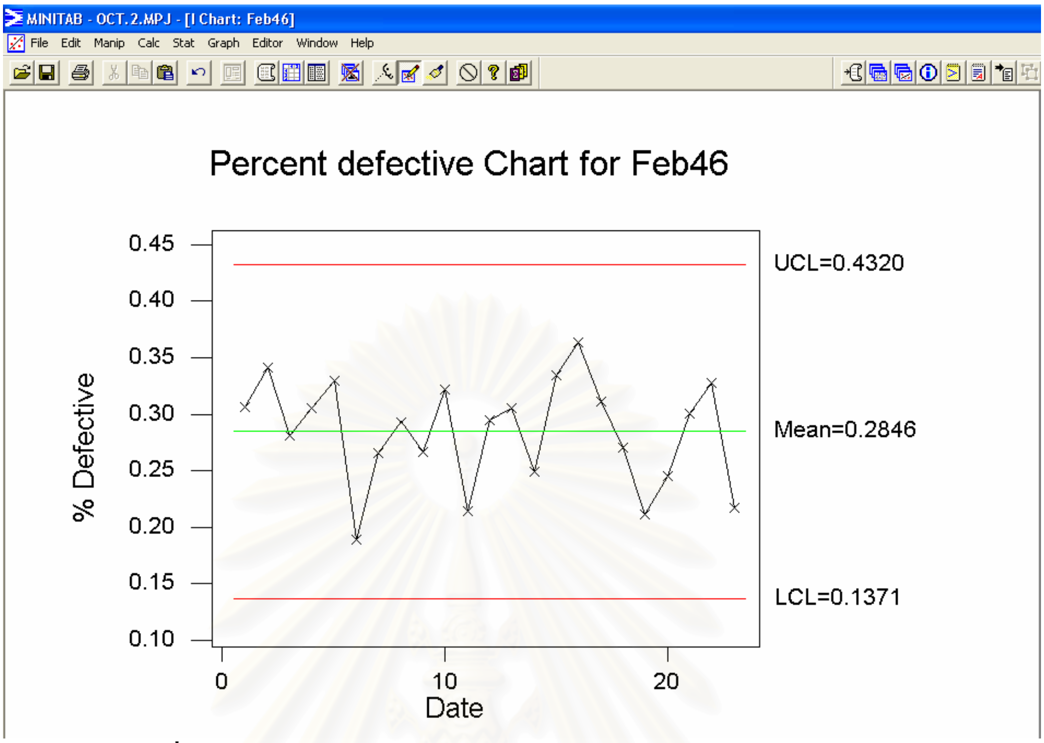
วันที่	ของเสีย	ผลผลิต
1	22	30492
2	26	52969
3	26	32990
4	26	50078
5	21	30276
6	25	39788
7	24	55566
8	26	52487
9	27	46256
10	28	39788
11	26	48804
12	26	48314
13	26	48826
14	21	36358
15	29	46678
16	23	52822
17	20	56164
18	24	55897
19	27	47334
20	16	56938
21	23	62244
22	17	51965
23	22	52079
รวม	551	1095113

จากข้อมูลในตารางที่ 7.3 เป็นการเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดจาก Scratch ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 เพื่อนำวิเคราะห์และตรวจสอบดูว่าแต่ละจุดมีลักษณะอย่างไร โดยอาศัยแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียในแต่ละวัน จากรูปที่ 7.2 จะพบว่าสัดส่วนของเสียไม่มีจุดใดที่ออกนอกจุดควบคุม และมีลักษณะเป็นแบบสุ่ม (Random distribution) ซึ่งถือว่าดี นอกจากนี้กระบวนการผลิตมีความแปรปรวนที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตกับเดือนตุลาคม แต่อย่างไรก็ตามควรที่จะมีการควบคุมกระบวนการอย่างต่อเนื่องต่อไป

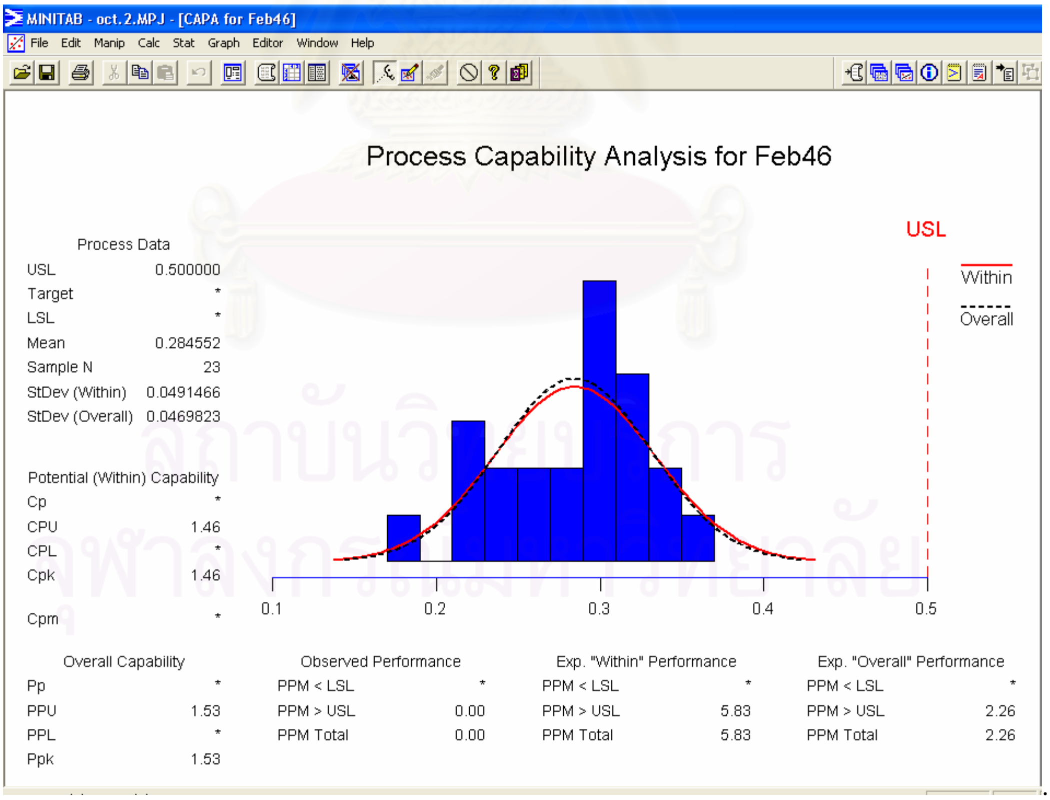


รูปที่ 7.3 แสดงแผนภูมิสัดส่วนของเสียที่เกิดจาก Scratch ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

ในที่นี้ได้ศึกษาจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 จะพบว่าสัดส่วนของเสียลดลงเหลือ 2849 DPM ซึ่งเมื่อศึกษาจากแผนภูมิควบคุมร้อยละของเสีย โดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab ดังแสดงในรูปที่ 7.4 จะสามารถตรวจสอบลักษณะของแผนภูมิควบคุมได้ว่าผิดปกติหรือไม่ และเมื่อทำการวิเคราะห์จะพบว่า ไม่มีจุดที่มีความผิดปกติ ซึ่งจะเห็นได้ว่าลักษณะของความผันแปรของร้อยละของเสียและความสามารถในกระบวนการผลิต มีลักษณะเป็นแบบสุ่ม (Random distribution) และเมื่อศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิต (Cpk) ดังรูปที่ 7.5 ซึ่งพบว่า มีค่า Cpk เท่ากับ 1.46 จะพบว่ามีความผันแปรในการเกิดของเสียลดลงเมื่อเปรียบกับเดือนตุลาคม พ.ศ. 2545 ซึ่งมีค่า Cpk เท่ากับ 0.31



รูปที่ 7.4 แสดงแผนภูมิร้อยละของเสีย ประจำเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545



รูปที่ 7.5 แสดงความสามารถของกระบวนการ เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

เมื่อทำการศึกษาค่าคะแนนมาตรฐาน (Z- Score) หรือค่า σ level พบว่า ค่า σ level มีการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังการทดลองดังตารางที่ 7.4

ตารางที่ 7.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า σ เปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลอง

เวลา	DPM	Short term σ level	Long term σ level
ก่อนปรับปรุง	4400	2.85	4.35
ต.ค.’2545	3521	2.920	4.42
พ.ย.’2545	3465	2.926	4.426
ธ.ค.’2545	3200	2.962	4.462
ม.ค.’2546	3065	2.965	4.465
ก.พ.’2546	2849	2.986	4.486
เป้าหมาย	2700	3	4.5

ตัวอย่างการคำนวณ σ_{level} ก่อนการปรับปรุง

ของเสียที่ตรวจพบก่อนการปรับปรุง = 4400 DPM หรือเท่ากับ 0.0044

ประสิทธิภาพในการผลิตมีค่าเท่ากับ = 1 – 0.0044 = 0.9966

เปิดตารางค่า Z จะได้ค่า $\sigma_{short\ term}$ = 2.85

คำนวณค่า $\sigma_{long\ term}$ = 2.85 + 1.5 = 4.35

ตัวอย่างการคำนวณ σ_{level} หลังการปรับปรุง

ของเสียที่ตรวจพบหลังการปรับปรุง = 2849 DPM หรือเท่ากับ 0.0028

ประสิทธิภาพในการผลิตมีค่าเท่ากับ = 1 – 0.0028 = 0.9972

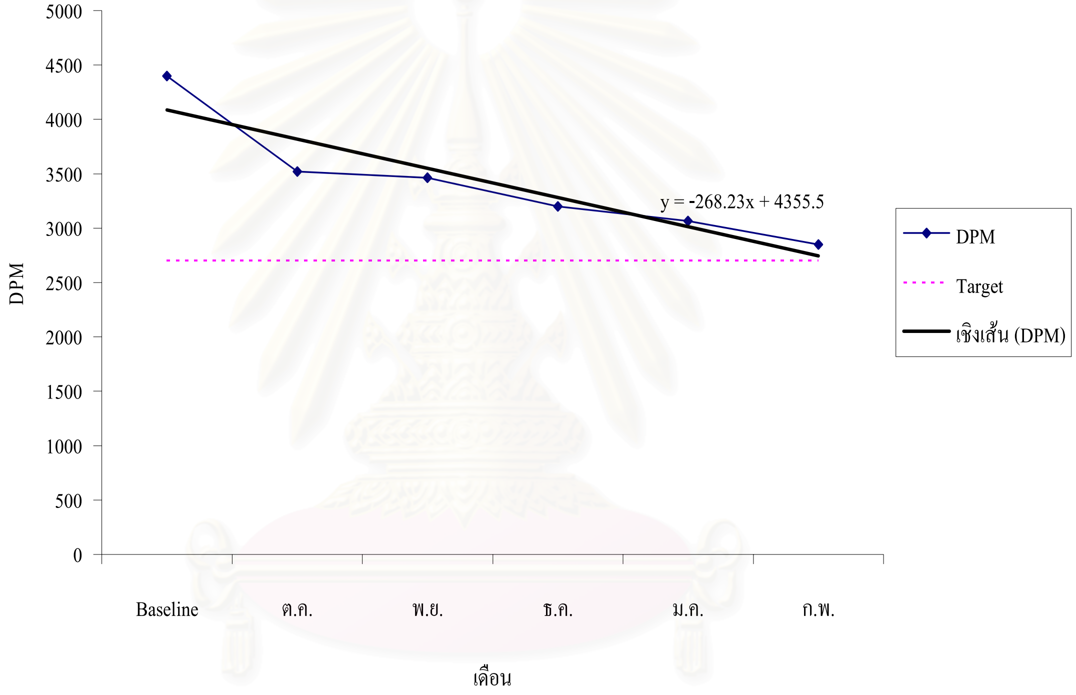
เปิดตารางค่า Z จะได้ค่า $\sigma_{short\ term}$ = 2.986

คำนวณค่า $\sigma_{long\ term}$ = 2.986 + 1.5 = 4.486

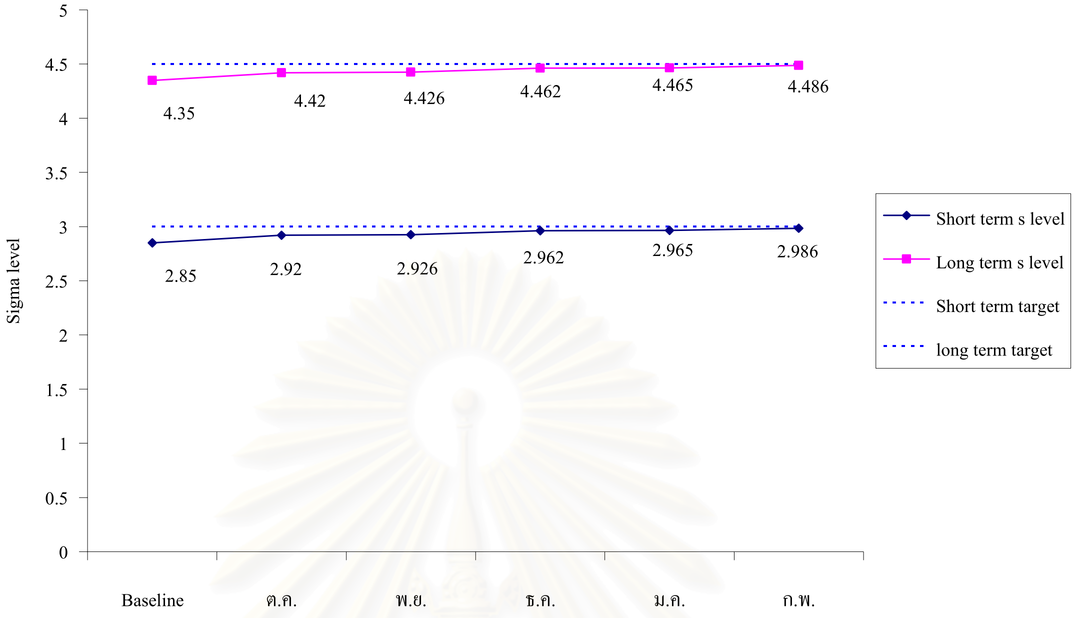
กล่าวคือ ค่า σ_{level} ก่อนการปรับปรุงเมื่อเปรียบเทียบในกรณีที่ระยะยาวมีค่าอยู่ที่ 4.35 และเมื่อมีการปรับปรุงค่า σ_{level} หลังการปรับปรุงสามารถคำนวณได้โดยอยู่ที่ระดับ 4.486

เมื่อทำการศึกษาปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นก่อนและหลังทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการปรับปรุงคุณภาพแบบซิกซ์ซิกมา พบว่า สัดส่วนข้อบกพร่องมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนของเสียก่อนทำการปรับปรุงดังแสดงในรูปที่ 7.6 ซึ่งปัญหาส่วนหนึ่งของการลดข้อบกพร่องที่จะต้องทำเป็นมาตรฐานคือ การฝึกอบรม พนักงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงเนื่องจากการปฏิบัติงานแล้วทำให้เกิดปัญหา รวมทั้งการปรับปรุงวิธีการทำงานให้สอดคล้องกับแนวทางที่วางไว้ด้วย



รูปที่ 7.6 แสดงภาพสัดส่วนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง



รูปที่ 7.7 แสดง σ_{level} ก่อนและหลังการปรับปรุง

ในส่วนของระดับคุณภาพของ Six sigma ที่ 3σ ข้างต้น เป็นการเปรียบเทียบระดับคุณภาพกับทฤษฎีทางสถิติโดยทั่วไป แต่ในทางปฏิบัติแล้วทาง Motorola ได้มีการเลื่อนแนวแกนค่าเฉลี่ยของไปอีก ± 1.5σ เนื่องจากในกระบวนการผลิตโดยทั่วไปนั้นมีการแปรผันโดยธรรมชาติเกิดขึ้น ซึ่งเมื่อมีการควบคุมกระบวนการผลิตในระยะยาว (Long term) ความผันแปรดังกล่าวจะลดน้อยลง ดังนั้น ในการควบคุมคุณภาพในปัจจุบัน เมื่อมีการควบคุมผ่านไประยะเวลาหนึ่ง ระดับคุณภาพของ Six sigma ที่ 4.5σ ดังตารางที่ 7.5

ตารางที่ 7.5 ระดับคุณภาพของ Sigma

ขอบเขตข้อกำหนด	เปอร์เซ็นต์	จำนวนของเสียใน 1 ล้านชิ้น
1 σ	30.23	697,700
2 σ	69.13	308,700
3 σ	93.32	66,810
4 σ	99.3790	6,210
5 σ	99.97670	233
6 σ	99.999660	3.4

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงข้อบกพร่องที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตนั้น ส่วนหนึ่งมาจากกระบวนการตรวจสอบคุณภาพระหว่างการผลิตของฝ่ายควบคุมคุณภาพ ซึ่งจะมีการสุ่มตรวจ ซึ่งในแต่ละวันจะมีของเสียที่เกิดจากการตรวจสอบเฉลี่ย 1200 PPM โดยมีจุดตรวจสอบในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการผลิตกระป๋องมีดังต่อไปนี้

- ดูการเชื่อมขึ้นรูปกระป๋อง Over lab ว่าซ้อนกันดีหรือมีการชำรุดเสียหายหรือไม่
- คุมการทำ Lacquer และการพ่น powder ว่าครอบคลุมหรือบางไปหรือถ้าไม่แน่ใจ ก็ใช้น้ำยาในการทดสอบ (คอปเปอร์ซัลเฟต)
- หลังการผ่านความร้อนดูว่า lacquer /powder มีการยึดเกาะดีหรือไม่
- ดูในมิเตอร์ว่าได้มาตรฐานหรือไม่
- ขึ้นรูป –บานปากว่าเป็น Scratch หรือมีรอยหรือไม่
- ดูการปิดฝา ว่าได้ขนาดที่ต้องการหรือไม่ เมื่อออกมาเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแล้ว จะได้มาตรฐานหรือไม่

ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่า การกระบวนการตรวจสอบเป็นความสูญเสียถ้าไม่จำเป็นต้องมี เพราะการตรวจสอบไม่ก่อให้เกิดผลผลิตใดๆ อย่างไรก็ตาม ถ้าไม่มีการตรวจสอบและส่งผลให้เกิดของเสียหรือความเสียหายต่อเนื่อง กระบวนการตรวจสอบจะเป็นส่วนของต้นทุนการผลิตที่จำเป็น ดังนั้น ทางทีมงานจึงได้มีการพิจารณาว่าการตรวจสอบส่วนใดจำเป็นส่วนใดไม่จำเป็น การตรวจสอบความจำเป็นกลายเป็นต้นทุนการผลิตที่เป็นส่วนเกิน และการขาดการตรวจสอบจะเป็นเหตุแห่งความสูญเสียถ้าพิสูจน์ได้ว่าจำเป็นต้องตรวจสอบ

ในกระบวนการตรวจสอบนั้น แต่ละจุดมีความสำคัญทุกจุด แต่มีบางจุดที่น่าจะมีการควบคุมหรือป้องกันได้ เพื่อลดงานการตรวจสอบ และก็มีบางจุดที่น่าจะมีการตรวจสอบให้เคร่งครัดขึ้น

ก. จุดที่ควบคุมได้และน่าจะมีการลดกระบวนการตรวจสอบได้บางส่วน

จุดที่ควบคุมได้และน่าจะมีการลดกระบวนการตรวจสอบได้บางส่วนได้แก่

- **<u>ตรวจสอบวัตถุดิบ (เหล็ก) โดยวิธีการรับเทสท์ และเทปเทสท์</u>**

  กระบวนการนี้ ที่ผ่านมาไม่ส่งผลเท่าที่ควร ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการนี้มีน้อยมาก หรือแทบจะไม่มีเลย แต่ก็ยังคงไว้ซึ่งการตรวจสอบอยู่ และได้มีการปรับเปลี่ยนจากเดิม

เดิม ตรวจสอบ 2 แผ่น: 1 ลูก ปรับเปลี่ยน 1 แผ่น: 1 ลูก

- **<u>วัดขนาด blank length และ blank height ทุก 4 ชั่วโมง</u>**

  จุดนี้มีการควบคุมไม่ให้เกิดความสูญเสียได้ แต่ก็ยังต้องมีการตรวจสอบอยู่ และปรับเปลี่ยน

  เดิม ตรวจวัด 4 ชั่วโมง: 1 ครั้ง ปรับเปลี่ยน 8 ชั่วโมง: 1 ครั้ง

- **<u>วัด overlap ทุก 4 ชั่วโมง ดูการเชื่อมขึ้นรูปกระป๋อง Overlap ว่าซ้อนกันดีหรือมีการชำรุดเสียหายหรือไม่</u>**

  ในส่วนนี้สามารถควบคุมได้ แต่ต้องเพิ่มความระมัดระวังให้มากขึ้น ของผู้ปฏิบัติงานใน ฝ่ายผลิตแต่ยังต้องดำเนินการตรวจสอบซ้ำอยู่ เพื่อกันความผิดพลาด

- **<u>ตรวจสอบแนวเคลือบ แนวเชื่อม ชั่งน้ำหนัก powder lacquerและการฉีกขาดของ powder คุมการทำ Lacquerและการพ่น powder ว่าครอบคลุมหรือบางไปหรือไม่ถ้าไม่แน่ใจ ก็ใช้น้ำยาในการทดสอบ (คอปเปอร์ซัลเฟต)</u>**

  ในจุดนี้จะมีการลดขั้นตอนกระบวนการ โดยการให้ แต่ละ Line test ปรับเปลี่ยนจาก

  เดิม Powder ชั่ง 2 ชั่วโมง: ครั้ง ปรับเปลี่ยน ชั่ง 4 ชั่วโมง: ครั้ง

  เดิม Lacquer ชั่ง 2 ชั่วโมง: ครั้ง ปรับเปลี่ยน Line test 2 ชั่วโมง: ครั้ง

  และจากเดิมจะตรวจสอบจากกระป๋องที่ดี แล้วบันทึกผลการตรวจสอบ แต่จะปรับเปลี่ยนโดยดูจากกระป๋องที่เสีย และไม่ต้องบันทึกผล

- **<u>ตรวจสอบวัดขนาด Diameter ทุก 2 ชั่วโมง: 2 ใบ เพื่อดูมาตรฐาน</u>**

  ยกเลิกกระบวนการตรวจสอบในจุดนี้ เพราะสามารถควบคุมได้ โดยการควบคุม blank และ overlap

- **<u>วัดบานปากกระป๋อง และความสูงกระป๋องบานปาก , ตรวจสอบลอน ทุก 2 ชั่วโมง : 1 ใบ ขึ้นรูป –บานปากว่าเป็น Scratch หรือมีรอยหรือไม่</u>**

ในจุดนี้ก็สามารถที่จะลดกระบวนการได้ เพราะส่งผลในการตรวจสอบค่อนข้างน้อย โดยปรับเปลี่ยนจาก

เดิม ตรวจวัดทุก 2 ชั่วโมง: 1 ใบ **ปรับเปลี่ยน 8 ชั่วโมง: 1 ใบ**

- **ตรวจสอบวัด Double seam ทุก 2 ชั่วโมง 1 ใบ : 1 หัว**

ในจุดนี้สามารถลดกระบวนการได้ เพราะส่งผลในการตรวจสอบน้อย

เดิม ตรวจวัด 2 ชั่วโมง: 1 ใบ / หัว **ปรับเปลี่ยน 4 ชั่วโมง: 1 ใบ / หัว**

ทั้งนี้ในการปรับเปลี่ยนนั้น จะต้องทำความเข้าใจกับ ฝ่ายผลิต เพราะต้องให้ความร่วมมือกันระหว่างฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ และฝ่ายผลิต เพื่อมุ่งไปสู่การประกันการตรวจสอบคุณภาพอย่างเต็มรูปแบบ ซึ่งถ้านำมาตรการนี้ไปใช้จะสามารถลดของเสียลงได้อีก 50%

ดังนั้นในการลดสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิตกระป๋องโดยการคาดการณ์แล้วจะสามารถลดลงจนเหลือประมาณ 2000 DPM และเมื่อทำการศึกษาค่าคะแนนมาตรฐาน (Z- Score) หรือค่า σ level พบว่า ค่า σ level มีค่าดังต่อไปนี้

ของเสียที่ประมารการว่าจะลดได้	=	2000 DPM หรือเท่ากับ 0.0020		
ประสิทธิภาพในการผลิตมีค่าเท่ากับ	=	1 – 0.0020	=	0.998
เปิดตารางค่า Z จะได้ค่า $\sigma_{\text{short term}}$	=	3.092		
คำนวณค่า $\sigma_{\text{long term}}$	=	3.092 + 1.5	=	4.592

นอกจากนี้ในการศึกษาได้นำสาเหตุที่ก่อให้เกิดของเสียมาเพียง 60% แรกของทั้งหมด หากทางทีมงานมีการนำสาเหตุที่เหลือมาทำการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขและปรับปรุงต่อไป สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นก็มีแนวโน้มที่จะลดลง

7.4 การจัดทำมาตรการป้องกัน

การที่ต้องกำหนดให้ต้องต้องมีการจัดทำมาตรฐานเพื่อเป็นมาตรการกำจัดและป้องกันสาเหตุแห้งปัญหาไม่ให้เกิดซ้ำ โดยจะต้องจัดทำรายละเอียดของการแก้ไขปัญหาและมาตรฐานงานซึ่งได้ปรับปรุงขึ้นใหม่ นอกจากนั้นการทำเป็นมาตรการป้องกันจะต้องฝึกอบรมให้พนักงานหรือบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในสายการผลิตนั้น มีความเข้าใจ และต้องทำการจัดทำเป็นเอกสารเพื่อเป็นแนวทางให้

มาตรฐานปฏิบัติได้รับการนำไปปฏิบัติใหม่ ซึ่งจะเน้นความสำคัญในส่วนของการฝึกอบรมพนักงาน และกลุ่มคนที่เกี่ยวข้องให้เกิดความเข้าใจและปรับเปลี่ยนทัศนคติใหม่ในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์

พนักงานจะต้องมีความเข้าใจเพื่อควบคุมตนเองในการปฏิบัติตามขั้นตอน เนื่องเพราะพนักงานสามารถใช้สามัญสำนึกและวิจารณญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพในการทำงานเพื่อป้องกันปัญหาอันจะเกิดขึ้น การฝึกอบรมอย่างต่อเนื่องเพื่อประกันได้ว่าพนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่นั้นมีความรู้และความเข้าใจตลอดเวลาขณะปฏิบัติงาน

7.5 ผลกระทบ

ผลกระทบด้านต่าง ๆ มีดังนี้

- การผิดพลาดบ่อย ทำให้ลูกค้าขาดความเชื่อมั่น สินค้าต้องส่งคืนกลับมา (ประมาณ 3 เดือน:ครั้ง)
- งานล่าช้าขึ้น เพราะพนักงานยังไม่มีความรู้ความชำนาญเพียงพอ ประกอบกับการไม่กล้าตัดสินใจ เพราะกลัวผิดพลาด ดังนั้นในสภาวะที่เร่งด่วน จึงทำให้มีผลในการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าล่าช้าขึ้น
- สินค้าที่จำหน่ายออกไปไม่ได้คุณภาพเท่าที่ควร และต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจกับลูกค้า
- เกิดความสูญเสียในส่วนของผลิตภัณฑ์ เพราะจะต้องคัดออกเป็นสินค้าชำรุด
- เกิดความสูญเสียในส่วนของเวลา แรงงาน และงบประมาณทางด้านค่าใช้จ่าย
- เกิดความสูญเสียในส่วนของฝ่ายผลิต ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร ค่าไฟฟ้า
- เกิดความสูญเสียในส่วนของวัตถุดิบ และสารเคมีที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิต
- ทัศนคติและความรู้สึกของพนักงานยังเห็นความสำคัญในงานส่วนนี้น้อยไป เนื่องจากไม่มีผู้ให้ ความรู้ ความเข้าใจอย่างเพียงพอ ดังนั้นในการปฏิบัติงานจึงขาดความสนใจเท่าที่ควร
- ภาพลักษณ์ขององค์กร (ซึ่งจะเป็นในแง่บวก หรือลบนั้นขึ้นอยู่กับมาตรฐานของคุณภาพสินค้า หรือผลิตภัณฑ์ ซึ่งจุดนี้การตรวจสอบคุณภาพจะเป็นตัวกำหนดและมีอิทธิพลเป็นอย่างมาก)

- การที่ต้องคอยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลานั้น ทำให้ไม่มีเวลาเพียงพอที่จะวางแผนในการพัฒนาและปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

7.6 สาเหตุของปัญหา

สาเหตุของปัญหาที่เกิดมีดังนี้

- ไม่มีหน่วยฝึกอบรม (Training) ให้กับพนักงานเข้าใหม่อย่างเป็นทางการ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ และความสำคัญของการตรวจสอบคุณภาพอย่างถ่องแท้
- เมื่อขาดแคลนความรู้ และผู้ที่จะให้ความรู้ การปฏิบัติงานของพนักงานจึงเป็นลักษณะของความเคยชินที่ได้ปฏิบัติมา
- เมื่อมีปัญหาหรือความไม่เข้าใจก็ไม่กล้าที่จะตัดสินใจ เพราะขาดองค์ความรู้ หรือกล้าที่จะตัดสินใจแต่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น
- ในส่วนของหน้าที่งานนั้น ยังไม่รู้ถึงหน้าที่และขอบข่ายในการปฏิบัติงานของตนเท่าที่ควร ส่วนมากจะปฏิบัติตามผู้บังคับบัญชาสั่งการลงมา
- ขาดความรู้เกี่ยวกับวัตถุดิบ และผลิตภัณฑ์ ว่ามีข้อดี ข้อเสียอย่างไร และมีส่วนเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบคุณภาพอย่างไรบ้าง
- พนักงานยังให้ความสนใจ เกี่ยวกับความสำคัญในการตรวจสอบคุณภาพยังไม่พอเพียง
- ขาดการเรียนรู้ในการเพิ่มทักษะ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ด้านการปฏิบัติงาน
- ขาดการอบรมและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ไม่มีความแม่นยำในการตัดสินใจ
- ไม่มีการกระตุ้นเพื่อก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความสำคัญของงานที่ปฏิบัติ
- ยังไม่มีการประเมินผลงานอย่างเป็นทางการ เพื่อชี้ชัดถึงการปฏิบัติงานของพนักงานแต่ละคน และนำมาปรับปรุงแก้ไข

7.7 แนวทางการแก้ไขปัญหา

แนวทางการแก้ไขปัญหาประกอบด้วย

1. งานบางงานที่เป็นของฝ่ายผลิตได้มีการโอนกลับไปยังฝ่ายผลิต เพื่อจัดให้เกิดความเป็นระบบยิ่งขึ้น และใช้เวลาในการเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านการตรวจสอบให้ดีขึ้น

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ปรับกลยุทธ์ทางการตรวจสอบของพนักงานเพื่อให้มีความรัดกุมเพิ่มขึ้นและใช้เวลาในการตรวจสอบน้อยลง
3. เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน โดยให้เวลาในการสุ่มตรวจสอบเพิ่มขึ้น เพื่อให้มีความละเอียด และความแม่นยำมากขึ้น
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ เริ่มมีการปรับเปลี่ยนให้ทันสมัยขึ้น เพื่อมาตรฐานในการตรวจสอบที่ดียิ่งขึ้น
5. อบรมและให้ความรู้พนักงานเกี่ยวกับกระป๋องและฝา เพื่อให้มีความรู้และความเข้าใจมากขึ้น เพื่อนำมาปรับปรุงในการตรวจสอบคุณภาพให้เป็นมาตรฐานยิ่งขึ้น
6. มีการประเมินผลงานจากพนักงานใหม่ 1-2 ครั้ง : เดือน

7.8 ข้อสรุป

จากปัญหาเกี่ยวกับทางด้านการสูญเสียในส่วนของการตรวจสอบคุณภาพนั้น ประเด็นปัญหาส่วนใหญ่ สืบเนื่องมาจาก การไม่ได้รับความรู้และการฝึกอบรมอย่างจริงจังในขอบข่ายและอำนาจหน้าที่ของการปฏิบัติงานของพนักงาน ขาดความรู้ในกระบวนการการตรวจสอบทั้งในแง่ทฤษฎีและการปฏิบัติ วัตถุประสงค์ และความสำคัญของการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งในการขาดแคลนความรู้ และผู้ที่ให้ความรู้นั้น ส่งผลให้การปฏิบัติงานในส่วนของพนักงานเกิดความผิดพลาด และเกิดการสูญเสียทั้งในด้านค่าใช้จ่าย ด้านเวลา และด้านบุคลากร อีกทั้งยังส่งผลไปถึงภาพลักษณ์ขององค์กรว่าจะเป็นไปในแง่บวก หรือแง่ลบได้อีกด้วย

ปัจจุบัน ได้มีการแก้ไขโดยให้ความรู้ทางด้านผลิตภัณฑ์ และมีการอบรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการในการตรวจสอบ เพื่อเพิ่มความมั่นใจทางด้านการตัดสินใจ และลดความผิดพลาดให้มีน้อยลง ทั้งยังมีการปรับเปลี่ยน และวางมาตรการ เพื่อให้การตรวจสอบมีความรัดกุม เพิ่มประสิทธิภาพ และมีมาตรฐานมากขึ้น ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

7.9 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะมีดังนี้

1) ควรมีหน่วยงานในการฝึกอบรม (Training) เกี่ยวกับกระบวนการทางด้านการตรวจสอบแก่พนักงานที่เข้าใหม่ ก่อนการปฏิบัติงานเพื่อให้มีความเข้าใจอย่างแท้จริง ทั้งความรู้ทางด้านทฤษฎี และด้านการปฏิบัติงาน

2) ควรมีการประเมินผลหลังจากผ่านการฝึกอบรมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไข ข้อผิดพลาด และยังชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการฝึกอบรม ถึงจุดบกพร่องและสามารถที่จะปรับเปลี่ยนอย่างไรบ้าง
3) ควรให้ความรู้ทางด้านวัตถุดิบ และด้านผลิตภัณฑ์ ในจุดดีและจุดด้อย เพื่อนำมาใช้ใน การตัดสินใจในกระบวนการตรวจสอบอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างมั่นใจและแม่นยำขึ้น
4) ควรมีการทดสอบ เพื่อเพิ่มทักษะ อย่างต่อเนื่อง เพื่อกระตุ้นให้พนักงานมีการตื่นตัว อยู่ตลอดเวลา และเป็นการให้เห็นถึงความสำคัญของการตรวจสอบมากยิ่งขึ้น
5) ควรมีการวิเคราะห์ถึงกระบวนการในการตรวจสอบ ว่ามีจุดใดบ้างที่น่าจะปรับเปลี่ยน และถ้าจะลดกระบวนการในการตรวจสอบบางจุด และใช้วิธีแก้ไขป้องกันแทน วิธีใด จะเหมาะสมกว่ากัน และน่าจะพิจารณามาปฏิบัติมากกว่ากัน
6) ควรมีการกระตุ้นให้พนักงานมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาของ ตัวพนักงานเองอีกทั้งยังส่งผลไปถึงงานที่ปฏิบัติอยู่
7) ควรมีการประเมินผลงานของพนักงานแต่ละคน เพื่อดูว่ามีการปฏิบัติงานเป็นอย่างไร ถ้ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น หรือมีปัญหาที่ต้องแก้ไข ก็จะสามารถกระทำได้ตรงจุดและ ทันท่วงที
8) ควรเพิ่มกระบวนการการแก้ไขป้องกัน เพื่อลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นในอดีต และยังเป็นการลดการทำงานของบุคลากร เพื่อสามารถนำทรัพยากรบุคคลนี้มาพัฒนางานทางด้านอื่นในองค์กรได้
9) ควรมีการพัฒนาและให้ความรู้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาเพื่อลดความซ้ำซากจำเจ และให้พนักงานทุกคนได้ตระหนักถึงความสำคัญในการปฏิบัติงานอยู่ตลอดเวลา
10) ควรสร้างแรงจูงใจเพื่อให้พนักงานมีความรู้สึกและทัศนคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานในส่วนที่ตนเองรับผิดชอบอย่างเต็มที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

8.1 บทนำ

จากการวิจัยได้นำเสนอแนวความคิดและการประยุกต์ใช้วิธีการดำเนินการคุณภาพแบบ Six Sigma โดยหยิบยกปัญหาข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตกระป๋อง 3 ชิ้น มาดำเนินการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับของเสีย ซึ่งมีคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ตรงกับข้อกำหนด

ความสูญเสียทางการผลิตของบริษัทเริ่มต้นที่การมีการขยายกำลังการผลิตและไม่สามารถหาแหล่งตลาดที่สนองตอบความสามารถทางการผลิตได้มีผลทำให้เกิดกำลังการผลิตส่วนเกินและต้นทุนการผลิตที่สูง ความสูญเสียในทางการผลิตกรณีที่ผลิตไม่ทันและเครื่องจักรหยุดเพราะเหตุใด ๆ ก็ตามจะชัดเจนขึ้นถ้าความต้องการทางผลิตสูงขึ้น อย่างไรก็ตามจะพบว่าความสูญเสียหลักจากการผลิตคือของเสียที่เกิดขึ้น แต่เนื่องจากการผลิตที่มีอัตราความเร็วสูงและปริมาณมากผลิตมาก เปอร์เซ็นต์ความสูญเสียและมูลค่าความสูญจากของเสียจึงไม่สูงมากนักคือ อยู่ในช่วงไม่เกิน 0.5 %

ทั้งนี้ กระบวนการผลิตกระป๋องในปัจจุบันของโรงงานมีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนหลายพันกระป๋องต่อเดือน ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นนี้ไม่คุ้มต่อการนำกลับไปทำใหม่ (Rework) ทางบริษัทจึงต้องขายเป็นเศษเหล็ก นอกจากนี้ยังได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้าในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ (Defect) คิดเป็น 0.05% ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือเป็นการสูญเสียที่จะสมควรพิจารณาให้ลดน้อยลง จึงควรมีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ส่งมอบมีจำนวนผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพลดน้อยลงให้มากที่สุดหรือแทบไม่มีเลย (Zero Defect)

ทางบริษัทจึงเล็งเห็นว่า การที่จะประสบความสำเร็จในอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันอย่างมากนี้ สิ่งที่จะทำให้ยอดขายของบริษัทเพิ่มขึ้นและนำไปสู่กำไรของบริษัทนั้นคือ การสร้างความพึงพอใจสูงสุดของลูกค้า โดยมีการพัฒนาและปรับปรุงทั้งทางด้านคุณภาพตลอดจนการลดต้นทุนการผลิต การวางแผนเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ และการยกระดับคุณภาพอย่างรวดเร็วนั้นควรที่จะมีการ

วัดคุณภาพโดยอาศัยวิธีทางสถิติคือ วิธีการซิกซ์ ซิกมา (SIX SIGMA APPROACH) เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

8.2 ขอบเขตปัญหา

จากการศึกษาปัญหาในปัจจุบัน จะพบว่า เปอร์เซ็นต์ผลผลิตและของเสียที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2545 จะพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการอยู่ระหว่าง 2,670 ถึง 6,318 PPM หรือ ระดับ 0.27 ถึง 0.63 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตมีค่าเฉลี่ยของสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง เท่ากับ 4,372 PPM

เมื่อพิจารณาข้อมูลของเสียและความสูญเสียระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 รวม 9 เดือนพบว่าของเสียเกิดขึ้นในระดับที่สูงขึ้นทำให้ประมาณการความสูญเสียด้านวัตถุดิบสูงขึ้นเป็น **324,890.50** บาท หรือคิดถัวเฉลี่ยสูงถึงเดือนละประมาณ **36,099** บาท แม้ว่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นจะสูงกว่าปี พ.ศ.2544 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของสัดส่วนผลิตภัณฑ์บกพร่อง เท่ากับ 2,989 PPM เป็นผลเนื่องมาจาก ในปี พ.ศ.2544 ยังไม่มีการเก็บข้อมูลอย่างชัดเจน ทำให้เก็บข้อมูลบางอย่างที่จัดว่าเป็นของเสียได้ไม่ครบถ้วน แต่ในปี พ.ศ.2545 ได้มีการกำหนดนิยามของคำว่าของเสียไว้อย่างชัดเจนขึ้น จึงสามารถแสดงให้เห็นข้อมูลของเสียที่ซ่อนเร้นอยู่ได้ดี ทำให้เห็นสภาพปัญหาที่ชัดเจนว่าตัวเลขข้อมูลของเสียเป็นอย่างไร

นอกจากความสูญเสียจากของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตข้างต้น แล้วยังมีความสูญเสียที่เกิดจากการได้รับใบร้องเรียนจากลูกค้า ซึ่ง จำนวนครั้งที่ได้รับใบร้องเรียนจากลูกค้า ตั้งแต่เดือน มกราคม – สิงหาคม 2545 รวม 3 ครั้ง อีกทั้งยังมีความสูญเสียของการส่งคืนสินค้าจากลูกค้า ซึ่งจำนวนครั้งของการส่งคืนสินค้าจากลูกค้า ตั้งแต่เดือน มกราคม – สิงหาคม 2545 ทั้งสิ้น 52 ครั้ง โดยที่เมื่อมีการส่งคืนสินค้า ทางบริษัทจะจัดส่งสินค้าใหม่ไปให้ จากนั้นนำสินค้าที่ส่งคืนมาซ่อมแซมเป็นสินค้าเกรด B ส่วนสินค้าที่ใช้ไม่ได้ก็นำไปขายเป็นเศษเหล็กต่อไป ดังนั้นจึงพบว่าความสูญเสียเมื่อสิ้นสุดเดือนกันยายน ในปี พ.ศ.2545 มีมูลค่าความสูญเสียอันเนื่องจากกระบวนการผลิตคิดเป็น **745,800.00** บาท ซึ่งจัดว่าเป็นจำนวนเงินที่สูงมาก ทางบริษัทจึงควรที่จะให้ความสำคัญในจุดนี้ ซึ่งแนวทางการวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต บทสรุปผลการวิจัยมีดังต่อไปนี้

วิธีการ Six Sigma เป็นมาตรการซึ่งใช้วัดคุณภาพการดำเนินงานโดยมีแนวคิดที่ว่า การควบคุมคุณภาพที่ระดับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงมากเท่าไหร่ก็จะลดค่าความแปรปรวนในการผลิตมีน้อย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่งผลให้การดำเนินงานยิ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น ขั้นตอนทุกขั้นตอนของการทำงานทุกประเภทจะถูกควบคุมอย่างมีระบบ โดยที่พนักงานจะต้องรู้สึกว่ามิใช่การทำงานหนักยิ่งขึ้น Six Sigma เป็นกลยุทธ์ที่สามารถนำมาใช้ปรับปรุงและพัฒนากระบวนการในทุกระดับ จนถึงระดับปฏิบัติการที่จะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับลูกค้า การประสานกระบวนการในการปรับปรุงและพัฒนาด้วยเครื่องมือ Six Sigma นี้ ถึงแม้จะดูเหมือนกับว่าเทคนิคสถิติที่นำมาใช้จะเป็นเรื่องที่เข้าใจยาก อย่างไรก็ตาม หากเราเข้าใจในหลักการเพียงน้อยนิด ก็จะสามารถทำงานได้อย่างไม่ยากเย็นนัก การนำเอา Six sigma มาประยุกต์ใช้ในองค์การ

หลัก Smarter Six Sigma Solutions (S^4) ของ Forrest W. Breyfogle ได้อธิบายถึงการใช้ Six Sigma และกลวิธีทางสถิติเพื่อเพิ่มศักยภาพของโครงการ โดยประกอบไปด้วยเครื่องมือทางสถิติแบบธรรมดา ไปจนถึงสถิติชั้นสูง โดยผู้ปฏิบัติสามารถทำการคัดเลือกกิจกรรม S^4 เหล่านี้ให้เหมาะแก่สภาพแวดล้อมของแต่ละปัญหาในองค์การ ซึ่งการนำเอา Six Sigma มาประยุกต์ใช้ในองค์การ จะมีกรรมวิธีที่สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ คือ

(1) ระยะการตรวจวัด (Measurement Phase) เป็นการทำความเข้าใจกับกระบวนการ
(2) ระยะวิเคราะห์ (Analysis Phase) หาสาเหตุหลักๆที่ทำให้เกิดของเสีย
(3) ระยะปรับปรุง (Improvement Phase) เป็นการกำจัดต้นเหตุหลักๆของของเสีย
(4) ระยะควบคุมติดตาม (Control Phase) คงสภาพของการปรับปรุงไว้ให้ต่อเนื่อง.

8.3 บทสรุปการวัดเพื่อกำหนดหาสาเหตุของปัญหา

บทนี้กล่าวถึงสาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสียอันเนื่องจากข้อบกพร่องต่างๆ โดยทำการวิเคราะห์ปัจจัยด้วยผังแสดงเหตุและผล และทำการศึกษาวิเคราะห์ความรุนแรงแต่และปัจจัยด้วยวิธี FMEA และกำหนดความรุนแรงของปัญหาและผลกระทบอันจะเกิดต่อข้อบกพร่องต่างๆ นอกจากนี้ยังเน้นหลักการในการหาข้อเท็จจริงจากสถานที่ปฏิบัติงานเพื่อระบุรายละเอียดทั้งหมดในแต่ละกระบวนการผลิตเพื่อเป็นการวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหาได้อย่างรอบคอบ จากขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยแผนผังพาเรโต้ได้ทำการระบุปัจจัยอันอาจจะส่งผลต่อการเกิดข้อบกพร่องที่ก่อให้เกิดของเสีย โดยเรียงลำดับจากน้อยไปมาก คือ รอยเคลือบไม่สม่ำเสมอ รอยตำหนิระหว่างการผลิต การ Jam ของเครื่อง seamer slitter และ VK รวมถึงรอยตำหนิที่เกิดขึ้นระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก

ก่อนเริ่มทำการศึกษาจะต้องเก็บข้อมูลของสัดส่วนของเสียก่อนการดำเนินวิธีการควบคุมคุณภาพแบบ Six Sigma เพื่อเป็นการวัดประสิทธิภาพของการควบคุมคุณภาพ โดยอัตราส่วนของเสียก่อนปรับปรุงมีปริมาณเฉลี่ยอยู่ที่ 4400 DPM หรือ ค่า σ อยู่ที่ ระดับ 2.85

ในส่วนนี้ได้ทำการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหาซึ่งได้ทำการศึกษาระบบความแม่นยำและถูกต้องของการวัด โดยวิธี GR&R ซึ่งผลลัพธ์ของการศึกษาความแม่นยำของข้อมูลลักษณะ ค่าดัชนีการวัดทุกค่าได้ผลลัพธ์การวิเคราะห์ทางสถิติเป็น 100% ดังนี้สามารถสรุปได้ว่าระบบการวัดมีความถูกต้องและแม่นยำ เพื่อใช้ในการกำหนดสาเหตุของปัญหาต่อไป

จากการวิเคราะห์หาความรุนแรงของสาเหตุของปัญหาจาก FMEA ในตารางที่ 4.8 จะได้ค่า RPN ซึ่งสามารรถสรุปดังแสดงในตารางที่ 4.9 และเมื่อสรุปผลค่า RPN เป็นแผนภูมิ Pareto เพื่อหาสาเหตุหลักของปัญหา ซึ่งจะพบว่าสาเหตุหลักของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตมากที่สุด คือ Powder เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุและหาแนวทางในการแก้ปัญหานั้น ต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4.3

จากการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตค่าความเสี่ยง(RPN) จะพบว่า ปัจจัยที่มีโอกาสก่อให้เกิดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตกระป๋อง 60% มาจาก

1) ผง Powder กระจายอย่างไม่สม่ำเสมอ (15.6%)
2) การขีดข่วนระหว่างกระบวนการผลิต (12.5%)
3) การ Jam ของเครื่อง Seamer (9.3%)
4) วิธีการจัดเก็บไม่เหมาะสม (9.3%)
5) การขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก (9.3%)
6) การ Jam ของเครื่อง VK (7.5%)

8.4 บทสรุปการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

ในการกำจัดสาเหตุของปัญหานั้น ได้ทำการยึดหลักกำจัดสาเหตุหลักๆให้หมดก่อนแล้วทำการติดตามผลของปัญหาต่อไป ซึ่งเป็นไปได้ที่ข้อบกพร่องอาจจะหมดไปหรือดีขึ้นจนถึงระดับที่น่าพอใจ ดังนั้น ในการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาจึงต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและปัจจัยแวดล้อมของ

ปัญหาให้ได้มากที่สุด เพื่อสามารถยืนยันได้อย่างแน่ชัดว่าสาเหตุเหล่านั้นเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปัญหาคุณภาพหรือไม่

RPN ลำดับที่ 1 ผง Powder กระจายไม่สม่ำเสมอ ซึ่งจากศึกษาพบว่า สาเหตุของ Powder ชื้น เป็นสาเหตุเดียวที่น่าจะมีผลต่อการเกิดความบกพร่องในเรื่องของรอยเคลือบไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมีผลมาจากการนำ powders recycle มาผสมใช้กับของใหม่

RPN ลำดับที่ 2 การขีดข่วนระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งพบว่ามีผลมาจากวิธีการขนย้ายระหว่างขั้นตอนการผลิตในปัจจุบันซึ่งเป็นขนย้ายโดยสายพาน และควบคุมระบบ Sensor ที่ควบคุมก่อนเข้าเครื่อง เพื่อป้องกันไม่ได้มีกระป๋องมีจำนวนมากเกินไปบนสายพานเพราะจะทำให้เกิดการกระแทรกกันระหว่างกระป๋อง ซึ่งก่อให้เกิดรอยตำหนิขึ้นได้ ทั้งนี้สาเหตุนี้ยังเป็นผลมาจากกรณีที่เครื่องจักรหยุดเดินกะทันหัน ทำให้ระบบการควบคุมสายพานเกิดการขัดข้อง กล่าวคือ หากเครื่องใดเครื่องหนึ่งหยุด แต่เครื่องอื่นยังทำงานอยู่ ก็จะทำให้มีกระป๋องมีจำนวนมากเกินไปบนสายพาน ซึ่งย่อมทำให้เกิดปัญหาการกระแทรกและขีดข่วนขึ้น

RPN ลำดับที่ 3 การ Jam ของเครื่อง Seamer ซึ่งจากการประชุมสามารถสรุปสาเหตุที่มีผลกระทบต่อปัญหาอย่างแท้จริง คือ พนักงานขาดความชำนาญในการปรับตั้งเครื่องจักร จึงควรที่จะมีการฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติการประจำเครื่องนี้อย่างจริงจัง

RPN ลำดับที่ 4 วิธีปฏิบัติงานในขั้นตอนการบรรจุยังไม่เหมาะสม เนื่องจากในเดือนกันยายนที่ผ่านมามีกระป๋องบุบ อันเนื่องจากตกหล่นขณะจัดเก็บผลิตภัณฑ์บนแท่นวางสินค้า

RPN ลำดับที่ 5 ป้องกันการขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก โดยปรับปรุงวิธีการทำงานและการปรับตั้งเครื่องจักร โดยเฉพาะต้องตัดแผ่นเหล็กให้ได้ฉาก จะได้ลดปัญหาแผ่นเหล็กชนกัน

RPN ลำดับที่ 6 การ Jam ของเครื่อง VK สาเหตุที่มีผลกระทบต่อปัญหาได้ทั้งหมด 2 สาเหตุ คือ พนักงานปรับตั้งเครื่องไม่เหมาะสม และแผ่นเหล็กที่เข้ามาไม่ได้มาตรฐาน

8.5 บทสรุปการปรับปรุงกระบวนการผลิต

RPN ลำดับที่ 1 รอยเคลือบไม่สม่ำเสมอ ซึ่งจากศึกษาพบว่า ผง Recycle powder มีผลต่อรอยเคลือบ จึงได้ทำการแก้ไขและปรับเปลี่ยนวิธีการผสม โดยไม่นำผง Recycle powder มาผสมปนกับผง

ใหม่ นอกจากนี้ยังพบว่าการเก็บผง Recycle powder ไว้ในห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิห้องจะช่วยให้ผง Recycle powderมีการคลายความชื้น ส่งผลให้คุณสมบัติทางกายภาพดีขึ้น

RPN ลำดับที่ 2 ป้องการกระแทรกของกระป๋องระหว่างกระบวนการผลิต โดยการกำหนดจำนวนกระป๋องให้พอดีต่อทางวิ่ง เพื่อไม่ได้มีจำนวนมากเกินไปจนต้องเบียด ในกรณีที่กระบวนการผลิตติดขัดเนื่องจากเครื่องจักรตัวใดตัวหนึ่ง

RPN ลำดับที่ 3 ป้องกันการ Jam ของเครื่อง seamer ด้วยการฝึกอบรมพนักงานแบบ on the job training เพื่อให้มีความชำนาญในการปรับตั้งเครื่องจักรมากขึ้น

RPN ลำดับที่ 4 ได้มีการวางแนวทางแก้ไขวิธีปฏิบัติงานในขั้นตอนการบรรจุยังไม่เหมาะสมไปแล้ว โดยมีการปรับเปลี่ยน WI ในการปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันให้เกิดรอยขีดข่วนให้น้อยที่สุด เช่นมีการระมัดระวังในการจัดเก็บมากขึ้น มีบันไดเป็นอุปกรณ์ช่วยในการจัดเรียงกระป๋องบนแท่นวางสินค้า

RPN ลำดับที่ 5 ป้องกันการขีดข่วนระหว่างการตัดแผ่นเหล็ก โดยปรับปรุงวิธีการทำงานและการปรับตั้งเครื่องจักร โดยเฉพาะต้องตัดแผ่นเหล็กให้ได้ฉาก จะได้ลดปัญหาแผ่นเหล็กชนกัน

RPN ลำดับที่ 6 ป้องกันการ Jam ของเครื่อง VK ปรับปรุงวิธีการทำงานและฝึกอบรมพนักงานปฏิบัติประจำตำแหน่งนี้ แบบ on the job training รวมถึงเพิ่มการตรวจสอบก่อนเข้ากระบวนการ เพื่อป้องกันปัญหาด้านแผ่นเหล็กที่เข้ามาไม่ได้มาตรฐาน

8.6 บทสรุปการควบคุมกระบวนการผลิต

จากปัญหาเกี่ยวกับทางด้านการสูญเสียในส่วนของการตรวจสอบคุณภาพนั้น ประเด็นปัญหาส่วนใหญ่ สืบเนื่องมาจาก การไม่ได้รับความรู้และการฝึกอบรมอย่างจริงจังในขอบข่ายและอำนาจหน้าที่ของการปฏิบัติงานของพนักงาน ขาดความรู้ในกระบวนการการตรวจสอบทั้งในแง่ทฤษฎีและการปฏิบัติ วัตถุประสงค์ และความสำคัญของการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งในการขาดแคลนความรู้ และผู้ที่ให้ความรู้นั้น ส่งผลให้การปฏิบัติงานในส่วนของพนักงานเกิดความผิดพลาด และเกิดการสูญเสียทั้งในด้านค่าใช้จ่าย ด้านเวลา และด้านบุคลากร อีกทั้งยังส่งผลไปถึงภาพลักษณ์ขององค์กรว่าจะเป็นไปในแง่บวก หรือแง่ลบได้อีกด้วย

ปัจจุบัน ได้มีการแก้ไขโดยให้ความรู้ทางด้านผลิตภัณฑ์ และมีการอบรมเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการในการตรวจสอบ เพื่อเพิ่มความมั่นใจทางด้านการตัดสินใจ และลดความผิดพลาดให้มีน้อยลง ทั้งยังมีการปรับเปลี่ยน และวางมาตรการ เพื่อให้การตรวจสอบมีความรัดกุม เพิ่มประสิทธิภาพและมีมาตรฐานมากขึ้น

จากการศึกษาข้างต้นจะเห็นได้ว่าของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ ในส่วนที่ทำการศึกษาเป็นกระบวนการผลิตกระป๋อง จึงมุ่งเน้นไปที่คุณลักษณะเชิงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระป๋องที่มีข้อบกพร่องต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นรอยตำหนิ รอยบุบ หรือ แนวเชื่อมไม่ดี เป็นต้น ซึ่งในการตรวจสอบระหว่างกระบวนการผลิตของพนักงานจึงเป็นการตรวจสอบคุณลักษณะเชิงคุณภาพของผลิตภัณฑ์

โดยแผนภูมิควบคุมที่เหมาะสมในการควบคุมสัดส่วนของเสียที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต คือ แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย(แผนภูมิ p) ซึ่งจะใช้ในการควบคุมสัดส่วนของเสียที่เกิดจากข้อบกพร่องที่สนใจ และแผนภูมิควบคุมร้อยละของเสียที่ใช้ในการควบคุมสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ในแต่ละวัน เพราะว่าถ้ากระบวนการผลิตไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอก็จะทำให้เกิดการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพหรือมีคุณภาพที่ต่ำ

ทั้งนี้ได้เริ่มใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียที่เกิดจาก Powder ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2545 โดยเริ่มต้นจากการนำข้อมูลสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ซึ่งมีข้อมูลดังตารางที่ 7.1 และรูปที่ 7.1 ซึ่งพบว่าในกระบวนการผลิตยังมีความผันแปรสูง แต่เมื่อดำเนินการควบคุมอย่างต่อเนื่อง จะพบว่าในเดือนกุมภาพันธ์ความผันแปรและสัดส่วนของเสียที่เกิดจาก Powder และที่เกิดจากรอยตำหนิลดลงอย่างมีนัยสำคัญดังข้อมูลในตารางที่ 7.2 – 7.3 และ รูปที่ 7.2- 7.3 ตามลำดับ

จากการวัดข้อมูลหลังการปรับปรุงคุณภาพสามารถวัดอัตราส่วนของเสียหลังการปรับปรุง ซึ่งมีปริมาณอยู่ที่ 2849 DPM กล่าวคะ ค่า σshort อยู่ที่ 2.986 และมีค่า σlong อยู่ที่ 4.486

ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ความสูญเสียจากการนำของเสียไปขายเป็นเศษเหล็กคิดเป็น 2849 X 5.5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15,669.50 บาท ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า หลังจากการปรับปรุงสามารถลดความสูญเสียด้านวัตถุดิบอันเนื่องจากของเสียจากเดือนละ 36,098 บาท เหลือ 15,669.50 บาท ซึ่งลดลง 20,428.50 บาท คิดเป็น 57%

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงข้อบกพร่องที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตนั้น ส่วนหนึ่งมาจากกระบวนการตรวจสอบคุณภาพระหว่างการผลิตของฝ่ายควบคุมคุณภาพ ซึ่งจะมีการสุ่มตรวจ ซึ่งในแต่ละวันจะมีของเสียที่เกิดจากการตรวจสอบเฉลี่ย 1200 PPM ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่ากระบวนการตรวจสอบเป็นความสูญเสียถ้าไม่จำเป็นต้องมี เพราะการตรวจสอบไม่ก่อให้เกิดผลผลิตใดๆ อย่างไรก็ตาม ถ้าไม่มีการตรวจสอบและส่งผลให้เกิดของเสียหรือความเสียหายต่อเนื่อง กระบวนการตรวจสอบจะเป็นส่วนของต้นทุนการผลิตที่จำเป็น ดังนั้น ทางทีมงานจึงได้มีการพิจารณาว่าการตรวจสอบส่วนใดจำเป็นส่วนใดไม่จำเป็น การตรวจสอบความจำเป็นกลายเป็นต้นทุนการผลิตที่เป็นส่วนเกิน และการขาดการตรวจสอบจะเป็นเหตุแห่งความสูญเสียถ้าพิสูจน์ได้ว่าจำเป็นต้องตรวจสอบ ซึ่งถ้านำมาตรการนี้ไปใช้จะสามารถลดของเสียลงได้อีก 50%

ดังนั้นในการลดสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิตกระป๋องโดยการคาดการณ์แล้วจะสามารถลดลงจนเหลือประมาณ 2000 DPMหรือ ค่า σshort อยู่ที่ 3.092 หรือ ค่า σlong อยู่ที่ 4.593

นอกจากนี้ในการศึกษาได้นำสาเหตุที่ก่อให้เกิดของเสียมาเพียง 60% แรกของทั้งหมด หากทางทีมงานมีการนำสาเหตุที่เหลือมาทำการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขและปรับปรุงต่อไป สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นก็มีแนวโน้มที่จะลดลง

8.7 ข้อจำกัดในงานวิจัย

- การเก็บข้อมูลต้องใช้เวลาจำนวนมากและบางครั้งต้องควบคุมปัจจัยต่างๆ เพื่อให้สามารถได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องมากที่สุด
- การกำหนดสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงจะต้องอ้างอิงข้อมูลให้มากที่สุดเพื่อสามารถกำหนดปัญหาได้อย่างถูกต้อง

8.8 อุปสรรค

เนื่องจากพนักงานปฏิบัติการในสายการผลิตมีหน้าที่รับผิดชอบเดิมที่มากพอสมควร ทำให้การนำหลักการไปประยุกต์ถึงต้องอาศัยเวลา และความร่วมมือของพนักงานและวิศวกรโรงงานอย่างสูง อีกทั้งยังต้องทำความเข้าใจและอบรมในส่วนของความรู้พื้นฐาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8.9 ข้อเสนอแนะ

ในการควบคุมคุณภาพของกระป๋อง ในกระบวนการผลิตนั้น สิ่งหนึ่งที่สำคัญคือ เครื่องจักร เนื่องจากเป็นกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง ดังนั้น หากสามารถควบคุมเครื่องจักรให้สามารถทำงานอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ก็จะเป็นการลดความผันแปรและทำให้มั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่นั้นมีคุณภาพตรงตามข้อกำหนด ดังนั้นจึงควรที่จะมีระบบการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน เพื่อให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพในการทำงานอยู่เสมอ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. **การวิเคราะห์ระบบการวัด.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2542.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. **สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม 2**. พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2542.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. **การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2544.

ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย . **การควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหารและกรณีศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัทเอ็มแอนด์อี จำกัด , 2538

ธนากร เกียรติบรรลือ. **FMEA การวิเคราะห์ความล้มเหลวในการผลิต**. วารสาร Industrial Technology Review. ฉบับที่ 73. กรกฎาคม 2543. หน้า 101-105.

เทวินทร์ สิริโชคชัยกุล. **ก้าวสู่สากลด้วย QS- 9000** . กรุงเทพฯ:ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) 2540.

บุญสม อัครกุล. **การปรับปรุงการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติในโรงงานผลิตคอมเพรสเซอร์ตู้เย็น.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

เบรย์โฟกี ทรีม ฟอร์เรส ดับบลิว. **คู่มือปฏิบัติ Six Sigma เพื่อสร้างความเป็นเลิศในองค์กร.** แปลและเรียบเรียงโดย ดร.ณัฏฐพันธ์ เขจรนันทน์และคณะ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร.: เอ็กซเปอร์เน็ท, 2545

เพชรชรินทร์ พรนภดล. **Strategy in increasing overall efficiency for the can making industry.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

สมพงษ์ เข็มทองวงศา. **Improvement of manufacturing efficiency by using corporate diagnosis: a case study of the can making industry.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นวลพรรณ ใจงาม. **การลดของเสียที่เกิดจากการถ่ายเทกระแสไฟฟ้าสถิตในกระบวนการประกอบหัวอ่านโดยใช้ระเบียบวิธีซิกซ์ ซิกมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

ณรงค์ศักดิ์ นันทกสิกร. **Cost reduction plan for printed circuit cable assembling industry**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

อัจฉรียา รักมิตร. **Improvement of the process of monitoring tester performance by applying the six sigma method**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ฮิโตชิ คูเมะ. **วิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ**. แปลโดย วีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2542.

ภาษาอังกฤษ

Anderson, V.L., and R.A. Mclean. **Design of Experiments: a Realistic Approach**. New York: Dekker, 1974

Automative Industry Action Group (AIAG). **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).** 2nd printing. Michigan. USA. 1995

Automative Industry Action Group (AIAG). **Statistical Process Control (SPC).** 2nd printing. Michigan. USA. 1995

Automative Industry Action Group (AIAG). **Measurement System Analysis (MSA).** 2nd printing. Michigan. USA. 1995

Bowker, A.H., and G.J. **Lieberman. Engineering Statistic**. 2nd edition. Prentice – Hall, Engleweed Cliffs. N.J. ,1972

Daniel, C. **Applications of Statistics to Industrial Experimentation**. New York: Wiley, 1976

Ducan, A.J. **Quality Control and Industrial Statistics**. 5th edition. Richard D. Irwin. Homewood, III. 1986

Forrest, W. Breyfogle III. **Implementing Six Sigma Smarter Solutions Using Statistical Methods.** USA : John Wiley & sons,1999.

Forrest, W. Breyfogle III. **Managing Six sigma.** USA : John Wiley & sons,1999.

Hines, W.W., and D.C. Montgomery. **Probability and Statistics in Engineering and Management Science.** 3rd edition. New York: Wiley, 1990

Juran J.M. **Juran's Quality Control Handbook**. 4th edition. Singapore: McGraw-Hill. 1988

Jiju Antony and David preece. **Understanding, Managing and Implementing Quality: frameworks, techniques and case**. Taylor & Francis Group

Ka Yin , V.M. Rao Tummala. **A quality control and improvement system based on the total control methodology, TCM**. 1996

Montgomery, D.C. **Design and Analysis of Experiment**. 4th edition. USA. : John Wiley and Sons, 1997.

Montgomery, D.C. **Introduction to Statistical Quality Control**. USA. : John Wiley and Sons, 1994.

Montgomery, D.C., and Runger, G.C. **Applied Statistic and Probability for Engineers**. USA. : John Wiley and Sons, 1994.

Motorola; **Teaming for Excellence Handbook.** 1999

Perez-Wilson, Mario; **Six Sigma Strategies: Creating Excellence in the Workplace** Quality Digest; Dec. 1997

Pyzdek, Thomas; **Complete Guide to the CQE**; 1996

QCI International; **Quality Digest**; Dec.1997; http://www.qualitydigest.com

Ricardo Banuelas Coronado , Jiju Antony. **Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations.** 2002

Ronald G.Day, **Quality Function Deployment** , ASQC Quality Press Milwaukee, Wisconsin

Internet

http://www.isixsigma.com

http://www.skymark.com

http://www.qs9000.com

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

บันทึกผลผลิตเสียในระหว่างการผลิต

ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2545

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประจำเดือน มกราคม ปี 2545

วันที่	แผนการผลิต ชั่วโมงผลิต	แผนการผลิต เป้าหมาย	เวลาสูญเสีย	รวม ช.ม.ที่ผลิต	จำนวนผลผลิต 212 PS - LS	408 PS - LS	408 CS-LS	700 WT-CG	700 PP-CG	600[.29] PM-CM	700 PG-CG	ผลผลิต	ผลผลิตสะสม	กระป๋องเสีย 212	408	600	700	แบลงค์เสีย 212	408	600	700	สะสม	ห้ามจ่าย	เกรด B	% ของเสีย	% ผลผลิต	หมายเหตุ
1	0.00	-	0.00	0.00								-	-									-			#DIV/0!	#DIV/0!	HOLIDAY
2	0.00	-	0.00	0.00								-	-									-			#DIV/0!	#DIV/0!	HOLIDAY
3	15.00	59,040	5.00	10.00				11,172			23,418	34,590	34,590				93				16	109		490	0.32	59.42	
4	15.00	59,040	8.91	6.09		10,731		22,673	13,367			46,771	81,361		30		72		8		10	229			0.26	79.22	
5	22.00	86,592	3.75	18.25		78,204						78,204	159,565		88				35			352			0.16	90.31	
6	0.00	-	0.00	0.00								-	159,565									352			#DIV/0!	#DIV/0!	HOLIDAY
7	15.00	59,040	3.50	11.50		46,930						46,930	206,495		60				8			420			0.14	79.49	
8	15.00	59,040	2.50	12.50		54,194						54,194	260,689		60				23			503			0.15	91.79	
9	15.00	59,040	3.08	11.92		54,503						54,503	315,192		52				46			601		686	0.18	93.48	
10	13.00	51,168	0.66	12.34					51,639			51,639	366,831				132				7	740			0.27	100.92	
11	15.00	59,040	1.25	13.75					11,903		44,039	55,942	422,773				83				16	839			0.18	94.75	
12	13.00	51,168	2.16	10.84							46,572	46,572	469,345				55				22	916		675	0.17	92.34	
13		-		0.00								-	469,345									916			#DIV/0!	#DIV/0!	HOLIDAY
14		-		0.00								-	469,345									916			#DIV/0!	#DIV/0!	ลงwaxในโรงงาน
15	11.00	43,296	4.08	6.92		30,561						30,561	499,906		78				54			1,048		609	0.43	71.99	
16	15.00	59,040	2.41	12.59		49,392						49,392	549,298		84				84			1,216			0.34	83.66	
17	15.00	59,040	2.50	12.50		54,194						54,194	603,492		72				14			1,302		686	0.16	92.95	
18	8.00	31,488	1.66	6.34		27,440						27,440	630,932		38				2			1,342			0.15	87.14	
19		-		0.00								-	630,932									1,342			#DIV/0!	#DIV/0!	ทำบุญโรงงาน
20		-		0.00								-	630,932									1,342			#DIV/0!	#DIV/0!	HOLIDAY
21	11.00	43,296	0.25	10.75		3,705	51,216					54,921	685,853		70				87			1,499		686	0.29	128.43	
22	13.00	51,168	0.75	12.25			22,543				32,220	54,763	740,616		14		48		28		18	1,607			0.20	107.03	
23	15.00	59,040	1.91	13.09					16,321		37,542	53,863	794,479				81				40	1,728			0.22	91.23	
24	15.00	59,040	1.83	13.17					55,860			55,860	850,339				69				11	1,808			0.14	94.61	
25	11.00	43,296	1.33	9.67					4,925	38,563		43,488	893,827			85	15			17	30	1,955		490	0.34	101.58	
26	12.00	47,232	1.25	10.75						44,737		44,737	938,564			92				22		2,069			0.25	94.72	
27		-		0.00								-	938,564									2,069			#DIV/0!	#DIV/0!	HOLIDAY
28		-		0.00								-	938,564									2,069			#DIV/0!	#DIV/0!	
29		-		0.00								-	938,564									2,069			#DIV/0!	#DIV/0!	
30	4.00	15,744	1.30	2.70	12,831							12,831	951,395	399				29	20			2,517			3.49	81.50	
31	3.50	13,776	0.00	3.50	14,651							14,651	966,046	30				26	6			2,579			0.42	106.35	
	271.50	1,068,624	50.08	221.42	27,482	409,854	73,759	33,845	154,015	83,300	183,791	966,046	966,046	429	646	177	648	55	415	39	170	2,579	-	4,322	0.27	90.40	

สรุป .... หน.แผนกระป๋อง

อนุมัติ .... ผจก.ฝ่ายผลิต

FM-PC-08 แก้ไขครั้งที่ :6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประจำเดือน กุมภาพันธ์ ปี 2545

วันที่	แผนการผลิต ชั่วโมงผลิต	เป้าหมาย	เวลาสูญเสีย	รวม ช.ม. ที่ผลิต	จำนวนผลผลิต 212 PS - LS	408 PS - LS	600 .29 PM-CM	700 WT-CG	700 PP-CG	700 PM-CM	700 PG-CG	ผลผลิต	ผลผลิตสะสม	กระป๋องเสีย 212	408	600	700	แบลงค์เสีย 212	408	600	700	สะสม	ห้ามจ่าย	เกรด B	% ของเสีย	% ผลผลิต	หมายเหตุ
1	8.00	31,488	0.5	7.50	30,492							30,492	30,492	94				3				97			0.32	96.84	
2	15.00	59,040	1.50	13.50	52,969							52,969	83,461	342				8				447			0.66	89.72	
3				0.00								-	83,461									447			#DIV/0!	#DIV/0!	
4	11.00	43,296	2.16	8.84	9,129		23,861					32,990	116,451	558		143		2		11		1,161			2.16	76.20	
5	15.00	59,040	2.33	12.67			50,078					50,078	166,529			342				30		1,533			0.74	84.82	
6	5.50	21,648		5.50		21,689	8,587					30,276	196,805		24	59				2		1,618			0.28	139.86	
7	15.00	59,040	4.16	10.84		39,788						39,788	236,593		78				22			1,718			0.25	67.39	
8	15.00	59,040	2.00	13.00		55,566						55,566	292,159		66				16			1,800			0.15	94.12	
9	13.00	51,168	0.58	12.42		22,483					30,004	52,487	344,646		29		48		6		14	1,897			0.18	102.58	
10		-		0.00								-	344,646									1,897			#DIV/0!	#DIV/0!	
11		-		0.00								-	344,646									1,897			#DIV/0!	#DIV/0!	
12		-		0.00								-	344,646									1,897			#DIV/0!	#DIV/0!	
13	15.00	59,040	2.50	12.50							46,256	46,256	390,902				75				35	2,007		487	0.24	79.17	
14	15.00	59,040	0.00	15.00							39,788	39,788	430,690				111				17	2,135			0.32	67.39	
15	15.00	59,040	2.25	12.75							48,804	48,804	479,494				80				36	2,251			0.24	82.66	
16	15.00	59,040	3.08	11.92							48,314	48,314	527,808				63				86	2,400		490	0.31	82.66	
17		-		0.00								-	527,808									2,400			#DIV/0!	#DIV/0!	
18	13.00	51,168	1.50	11.50		35,827					12,999	48,826	576,634		56		24		8			2,488			0.18	95.42	
19	15.00	59,040	1.58	13.42		36,358						36,358	612,992		101				10			2,599			0.31	61.58	
20	13.00	51,168	1.75	11.25		46,583		95				46,678	659,670		102				12			2,713			0.24	91.22	
21	15.00	59,040	2.41	12.59				52,822				52,822	712,492		82				40			2,835			0.23	89.47	
22	13.00	51,168		13.00				17,795		38,369		56,164	768,656		27		40		16		19	2,937			0.18	109.76	
23	13.00	51,168	1.60	11.40			55,897					55,897	824,553			192				58		3,187			0.45	109,24	
24		-		0.00								-	824,553									3,187			#DIV/0!	#DIV/0!	
25	15.00	59,040	3.91	11.09			47,334					47,334	871,887			124				15		3,326			0.29	80.17	
26		-		0.00								-	871,887									3,326			#DIV/0!	#DIV/0!	
27	15.00	59,040	1.60	13.40			56,938					56,938	928,825			107				31		3,464			0.24	96.44	
28	15.00	59,040	0.50	14.50			21,952		40,292			62,244	991,069			142				38		3,644			0.29	105.43	
29		-		0.00								-	991,069									3,644			#DIV/0!	#DIV/0!	
30		-		0.00								-	991,069									3,644			#DIV/0!	#DIV/0!	
31		-		0.00								-	991,069									3,644			#DIV/0!	#DIV/0!	
	284.50	1,119,792	35.91	248.59	92,590	258,294	264,647	70,712	40,292	38,369	226,165	991,069	991,069	994	565	1,109	441	13	130	185	207	3,644	-	977	0.37	88.50	

สรุป .... หน.แผนกระป๋อง

อนุมัติ .... ผจก.ฝ่ายผลิต

FM-PC-08 แก้ไขครั้งที่ :6

วันที่	แผนการผลิต ชั่วโมงผลิต	แผนการผลิต เป้าหมาย	เวลาสูญเสีย	รวม ช.ม. ที่ผลิต	จำนวนผลผลิต 700 PP-CG	408 PS - LS	408 CS-LS	600(.28) PM-CM	700 PP-CG(RC)	700 PS-LS	700 PG-CG	ผลผลิต	ผลผลิตสะสม	กระป๋องเสีย 212	408	600	700	แบลงค์เสีย 212	408	600	700	สะสม	ห้ามจ่าย	เกรด B	% ของเสีย	% ผลผลิต	หมายเหตุ
1	13.00	51,168	11.25	1.75				17,039				17,039	17,039			26				10		36			0.21	33.30	
2	20.00	78,720	5.66	14.34		46,893					17,969	64,862	81,901		67		85		55		14	257			0.34	82.40	
3		-		0.00								-	81,901									257			#DIV/0!	#DIV/0!	
4	22.00	86,592	3.66	18.34							74,088	74,088	155,989				141				49	447		420	0.26	86.04	
5	22.00	86,592	2.76	19.24							81,144	81,144	237,133				116				68	631			0.23	93.71	
6	22.00	86,592	3.16	18.84						34,400	32,526	66,926	304,059				114				85	830		490	0.30	77.85	
7	13.00	51,168	2.25	10.75	49,708						90	49,798	353,857				73				108	1,011			0.36	97.32	
8	13.00	51,168	1.25	11.75		49,898						49,898	403,755		88				12			1,111			0.20	97.52	
9	15.00	59,040	2.91	12.09		51,450						51,450	455,205		156				10			1,277			0.32	87.14	
10	11.00	43,296	7.41	3.59		13,090						13,090	468,295		119	28			25			1,449			1.31	30.23	
11	15.00	59,040	2.83	12.17				50,189				50,189	518,484			268				36		1,753			0.61	85.01	
12	15.00	59,040	2.83	12.17				50,189				50,189	568,673			268				36		2,057			0.61	85.01	
13	15.00	59,040	2.00	13.00				52,136				52,136	620,809			210				25		2,292			0.45	88.31	
14	14.50	57,072	1.41	13.09				51,450				51,450	672,259			239				24		2,555			0.51	90.15	
15	13.00	51,168	2.75	10.25		34,986		5,011				39,997	712,256		141	18			44			2,758			0.51	78.17	
16	13.00	51,168	1.00	12.00	8,232	39,847						48,079	760,335		83		39		14		4	2,898			0.29	93.96	
17		-		0.00								-	760,335									2,898			#DIV/0!	#DIV/0!	
18	22.00	86,592	5.31	16.69	64,364							64,364	824,699				135				63	3,096			0.31	74.33	
19	18.00	70,848	2.91	15.09	35,214	31,497					8,604	75,315	900,014		52		71		13		17	3,249			0.20	106.31	
20	18.50	72,816	1.50	17.00		28,496		48,706				77,202	977,216		87	161			12	4	6	3,519			0.35	106.02	
21	22.00	86,592	6.25	15.75				65,170				65,170	1,042,386			158				20	14	3,711			0.29	75.26	
22	20.00	78,720	0.91	19.09		51,080		28,931				80,011	1,122,397		79	113			8	2		3,913			0.25	101.64	
23	22.00	86,592	1.75	20.25		85,064						85,064	1,207,461		233				18			4,164			0.30	98.24	
24		-		0.00								-	1,207,461									4,164			#DIV/0!	#DIV/0!	
25	20.00	78,720	0.58	19.42		17,462	64,525					81,987	1,289,448		117				32			4,313			0.18	104.15	
26	15.00	59,040	0.83	14.17		38,850	17,483					56,333	1,345,781		78				12			4,403			0.16	95.41	
27		-		0.00								-	1,345,781									4,403			#DIV/0!	#DIV/0!	
28	3.00	11,808	0.83	2.17		1,327						1,327	1,347,108		21				20			4,444	7,504	686	3.09	80.60	
29	13.00	51,168	3.66	9.34		3,365			34,696			38,061	1,385,169		36		70					4,550			0.28	74.38	
30	15.00	59,040	10.25	4.75					19,281			19,281	1,404,450				40		2		15	4,607			0.30	32.66	
31		-		0.00								-	1,404,450								-	4,607			#DIV/0!	#DIV/0!	
	425.00	1,672,800	87.91	337.09	157,518	493,305	82,008	368,821	53,977	34,400	214,421	1,404,450	1,404,450	-	1,357	1,489	884	-	277	157	443	4,607	7,504	1,596	0.33	83.96	

สรุป .... หน.แผนกระป๋อง

อนุมัติ .... ผจก.ฝ่ายผลิต

FM-PC-08 แก้ไขครั้งที่ :6

วันที่	แผนการผลิต ชั่วโมงผลิต	เป้าหมาย	เวลาสูญเสีย	รวม ช.ม.ที่ผลิต	จำนวนผลผลิต 212 PS - LS	408 PS - LS	600 .29 PM-CM	700 PP-CG(RC)	700 PP-CG	700 PM-CM	700 PG-CG	ผลผลิต	ผลผลิตสะสม	กระป๋องเสีย 212	408	600	700	แบลงค์เสีย 212	408	600	700	สะสม	ห้ามจ่าย	เกรด B	% ของเสีย	% ผลผลิต	หมายเหตุ
###																											
1	15.00	59,040		15.00				36,460	30,054			66,514	66,514				174				11	185		490	0.28	113.49	
2	13.00	51,168	4.50	8.50			6,174		23,917			30,091	96,605			46	67		1	4	7	310			0.42	58.81	
3	15.00	59,040	3.50	11.50			46,648					46,648	143,253			193				27		530			0.47	79.01	
4	15.00	59,040	1.25	13.75			54,880					54,880	198,133			199				27		756			0.41	92.95	
5	13.00	51,168	2.16	10.84			42,532					42,532	240,665			169				17		942			0.44	83.12	
6	15.00	59,040	9.50	5.50		23,077						23,077	263,742			167			2			1,111			0.73	39.09	
7		-		0.00								-	263,742									1,111			#DIV/0!	#DIV/0!	
8	15.00	59,040	7.66	7.34		28,812						28,812	292,554			277			27			1,415	3,430	686	1.06	55.77	
9	15.00	59,040	2.41	12.59		54,194						54,194	346,748			82			19			1,516			0.19	91.79	
10	13.00	51,168	0.83	12.17		41,378	8,232					49,610	396,358		76	166			12	2		1,772			0.52	96.96	
11	15.00	59,040	0.41	14.59			56,938					56,938	453,296			427				21		2,220			0.79	96.44	
12	4.00	15,744	1.00	3.00			14,035					14,035	467,331			185				13	2	2,420			1.43	89.15	
13		-		0.00								-	467,331									2,420			#DIV/0!	#DIV/0!	
14		-		0.00								-	467,331									2,420			#DIV/0!	#DIV/0!	
15		-		0.00								-	467,331									2,420			#DIV/0!	#DIV/0!	
16		-		0.00								-	467,331									2,420			#DIV/0!	#DIV/0!	
17	13.00	51,168	2.16	10.84		14,244					30,186	44,430	511,761		30		88				28	2,566			0.33	86.83	
18	15.00	59,040	4.08	10.92							43,512	43,512	555,273				110				15	2,691			0.29	73.70	
19	15.00	59,040		3.16							46,452	46,452	601,725				88				21	2,800		490	0.23	79.51	
20	15.00	59,040	1.08	13.92					23,123		31,012	54,135	655,860				91				30	2,921			0.22	91.69	
21		-		0.00								-	655,860									2,921			#DIV/0!	#DIV/0!	
22	15.00	59,040	0.58	14.42					38,466	19,404		57,870	713,730				98				36	3,055			0.23	98.02	
23	15.00	59,040	0.50	14.50						56,448		56,448	770,178				107				35	3,197			0.25	95.61	588(.28PM)
24	13.00	51,168	3.75	9.25						36,968		36,968	807,146				59				16	3,272	1,493		0.20	75.17	
25	22.00	86,592	8.08	13.92		59,283						59,283	866,429		176				12			3,460		672	0.32	69.24	
26	22.00	86,592	1.66	20.34		87,220						87,220	953,649		88				16			3,564			0.12	100.73	
27	18.00	70,848	2.33	15.67		69,188						69,188	1,022,837		93				13			3,670			0.15	97.66	
28		-		0.00								-	1,022,837									3,670			#DIV/0!	#DIV/0!	
29	22.00	86,592	1.16	20.84		85,750						85,750	1,108,587		104				23			3,797		1,470	0.15	100.73	
30	20.00	78,720	3.50	16.50		73,853				1,290		75,143	1,183,730		91		9		14			3,911			0.15	95.46	
31		-		0.00								-	1,183,730									3,911			#DIV/0!	#DIV/0!	
	353.00	1,389,408	62.10	279.06	-	536,999	229,439	36,460	115,560	114,110	151,162	1,183,730	1,183,730	-	658	1,911	891	-	139	111	201	3,911	4,923	3,808	0.33	85.20	

สรุป .... หน.แผนกระป๋อง

อนุมัติ .... ผจก.ฝ่ายผลิต

FM-PC-08 แก้ไขครั้งที่ :6

บันทึกผลผลิตเสียในระหว่างการผลิต

เดือน พฤษภาคม 2545 LINE V.K.100 ผู้บันทึก________________

วันที่	sup				Slitter		V.K.					Vaccumn		Seamer								REMARK
	Scratch	Lacq.& Dent	Oven Dust	QC UCC Tes	JAM	Scratch	Weld	JAM	Test Weld	Powder	Lacquer	JAM	Dent	Flang & Bead	JAM	No End	Scratch Pack	Run Way	Packing	Otherหลังลาย	QC	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	176	56	345	15	31	5		19	51						33	10					30	
3	36	20	241	18	3	1		1	38						62	15		3			31	
4	16	26	244	18	9	14	104	7	43						143	38					31	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	156	2	82	8		5		140	26						68	24					7	
7	44	3	1430	11	3	9			24						21	7					20	เหล็กห้ามจ่าย
8	19	4	17	5	61	2		19	45						75	149					27	
9	37	28	378	14	27	2			34						106	2	65				37	
10	66	34	955	16	6	0		3	29						100	28				112	30	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	4	20	304	14	62	0		3	32						109	3	33				25	
13	7	10	219	5	0	16		6	18						266	148	90				6	
14	182	7	273	7	0	0			24					44	55	215		102			38	
15	30	21	309	12	3	3			34	57					130	7	57				70	
16	18	46	393	8	0	2			18	83					42	6					4	
17	17	26	313	8	40	0			19						27	1						
18	37	10	278	10	0	0			26	55					283	14					44	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	29				42		5				10						56	
21	54	5	78	10	11	3			35		2				16	17					16	
22	72	4	120	11	2	0		9	38						12	20					17	
23	50	5	103	10	0	0			30						4	3					10	
24	49	8	75	8	14	2			24						3	3					6	
25	77	8	61	6	8	0			16						4	6					1	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	29	0	48	3	0	4			13						93	18					3	
29	17	0	30	2	0	17			10	294					161	9					3	603x212
30	46	2	80	6	0	5			14	176					197	8		53			4	603x212
31	8	9	0	0	0	0		8	14						2	10	2	12			13	
Total	1247	354	6376	225	309	90	104	215	697	665	7	0	0	44	2022	761	247	170	0	112	529	Approved By ....

เดือน ______มิถุนายน 2545__________ LINE_____V.K.100______ ผู้บันทึก____________________

วันที่	sup				Slitter		V.K.					Vaccumn		Seamer								REMARK
	Scratch	Lacq.& Dent	Oven Dust	QC UCC Test	JAM	Scratch	Weld	JAM	Test Weld	Powder	Lacquer	JAM	Dent	Flang & Bead	JAM	No End	Scratch Pack	Run Way	Packing	Other	QC	
1	25	4	41	(4)		14		33	14						1	9					5	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	1009		142	7	42			10	19						20	24					9	เหล็กห้ามจ่าย
4	54		32	2		3		6	8						15	67						
5	27	2	39	4		2		11	25						35	90					20	
6	76	2	86	7		6		61	22						38	25					6	
7	52		98	7	20	12		33	27						17	64						
8	127	29	98	10		10		2	41						7	40					9	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	61		76	8	8	4		15	62						22	27					71	
11	154		96	12	17	27		15	42						34	37	126				24	
12	79	6	68	8	9	32		20	54						23	39	112				86	
13	49	2	46	6	54	30		16	60						9	14					13	
14	48	12	116	17	46	14		4	74						116	12	29	58			30	
15	39	22	445	14	15			68	33						256	4	76	4			102	
16	12		41	4	16			41	18	100					2	203	24					
17	131	25	269	15	42	30		17	42	126					8	46	94	18			14	
18	49	2754	104	12	36			35	56	40					24	34	72			130	23	เหล็กห้ามจ่าย, ทดลอง SOM=130 กระป๋อง
19	72	7	1613	18	69	6		9	49	56					127	6	75	22			20	
20	29	8	815	12	17	3		76	44	74					135	17	87			40	13	ทดลอง SOM=40 กระป๋อง
21	13	4	112	8	10	6		81	39	6					53	24	34			21	22	
22	4	1	41	8	1	2	45	12	25	12					12	29		46			20	
23	24	10	204	16	15	7			30						8		17				33	
24	34	7	198	24	2	3			48	3					9	1					37	
25	81	5	219	18	17	21	125		48						42	7					23	
26	31	19	928	20	30	1	24	9	42	71	29				178	29			48		31	
27	26	4	115	11	1	3		5	72						44	11					16	
28	21	2	64	12	6	1		21	42	2					14	17	45	14	17		31	
29	38		236	9	50	7	88		59	17					79	63					15	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	2365	2925	6342	293	523	244	282	600	1095	507	29	0	0	0	1328	939	791	162	65	191	673	Approved By ....

บันทึกผลผลิตเสียในระหว่างการผลิต

เดือน กรกฎาคม 2545 LINE V.K.100 ผู้บันทึก

วันที่	sup				Slitter		V.K.					Vaccumn		Seamer								REMARK
	Scratch	Lacq.& Dent	Oven Dust	QC UCC Test	JAM	Scratch	Weld	JAM	Test Weld	Powder	Lacquer	JAM	Dent	Flang & Bead	JAM	No End	Scratch Pack	Run Way	Packing	Otherหลังลาย	QC	
1	40	14	795	20	21	9		51	48	155					58	9	29				53	
2	41	11	490	18	40	10	11	36	52	10					116	12	73				54	
3	58	3	1270	19	20	22		12	56						207	6					86	
4	71	5	323	16	18	1	81	9	52	1			34		107	35	20				49	
5	66	13	168	14			288	61	89	7					159	15		27			40	
6	93	3	61	13	33	7	6		49	5				3	131	37	103				38	
7	101	401	32	7	0	3	5	15							15						12	
8	34	13	411	11	7	4		35	106				60		47	102	20				16	
9	16	1	37	12	18	11	35		54	4				12	62	15	23	10			15	
10	16	0	4	6	0	1	9	23	19	5			2		11	2	1				12	
11	14	0	36	10	5	32	148	82	31					74	24	70					17	
12	29	9	36	10	13	13		30	37	60				11	59	41	153				12	
13	16	5	72	16	7	2			16	10					39	35	8				18	
14	7	23	176	16	7	13		4	32						4	2		17			28	
15	34	17	91	11	35	5		3	72	18				5	62	73	7	35			24	
16	42	5	11	14	1	3			45					5	78	103	23				28	
17	391	310	1089	15	51	32		12	35							125	15	96			21	
18	39	5	349	17	79	17		3	58	1				1	49	18		19		266	17	แผ่นโค้ง=266
19	14	3	182	10	24	1		4	41	10					164	64	56	68		41	57	
20	16	0	38	7	6	11			42	87				4	712	42	72	345			30	603x212
21	0	0	17	3	3	14		14	28					3	67	6		10			16	
22	10	0	76	14	22	17	21	23	48	60					75	20	65	40			36	
23	1	0	47	6	0	2		18	32	3			14		58	16	27			27	12	
24	9	14	220	12	43	9		10	30						55			53			41	
25	0	0	123	16	0	11		8	29						182	24	28				26	เสียหายขณะเคลื่อนย้าย
26	58	8	38	12	48	25	6	6	45						77	8	50				6	
27	2	3	21	12	16	0		22	36	2					11	30	45	4			17	
28	12	11	212	16	17	26	12	4	38					15	98	2				83	8	
29	104	67	493	18	11	5		10	48	8					67	21				97	12	
30	37	4	31	13	14	25			37					2	255	16	26				9	
31	17	3	58	13	1	20			44	13				43	114	7	22			10	4	
Total	1388	951	7007	397	560	351	622	495	1349	(459)	0	0	110	178	3163	956	866	724	0	524	814	Approved By ....

เดือน สิงหาคม 2545 LINE V.K.100 ผู้บันทึก

วันที่	sup				Slitter		V.K.					Vaccumn		Seamer								REMARK
	Scratch	Lacq.& Dent	Oven Dust	QC UCC Tes	JAM	Scratch	Weld	JAM	Test Weld	Powder	Lacquer	JAM	Dent	Flang & Bead	JAM	No End	Scratch Pack	Run Way	Packing	Otherหลังลาย	QC	
1	22	3	33	14	50	1646		4	45	5				44	105	4	129				40	1646=แบลงค์ตัดเก็บ
2	33	6	2	13	43	11		8	49	4					27	32					30	
3	86	18	9	1	11	0			49						10	9	27				76	
4	71	351	52	16	14	0			47						631	12				95	1[illegible]	631 (ล้มขณะเคือนย้าย=521)
5																						
6	6	11	31	9	73	2			18			76	175		15						27	
7	38	2	35	39	1	27		5	48			205	103	4	19		44	11			16	
8	102	128	41	12	14	17			30	3		210	68		26		72				12	
9	22	2	86	16	13	10		3	43	2			154		29	14		3			14	
10	20	17	52	18	83	12		4	36				37		2	50					17	
11																						
12																						
13	34	119	92	12	148	7	15	6	103	15			40		17	2	20				26	
14	23	1	8	6	3	25		5	51						111	51	73				24	
15	24	0	26	12	48	9			53	3			60	48	39	35	117				45	
16	12	19	153	18	3	8			44	20	3			3	69	22	43				66	
17	29	6	213	22	25	27			54				2		30	5	72				31	
18	68	6	160	20	5	26		3	50	20					78	8	53				34	
19	46	15	182	22	0	5		3	49	4					104	11					42	
20	28	7	105	14	20	6			53	15					121	52	20				30	
21	48	3	42	17	32	4		3	46	40					127	18					20	
22	17	2	58	17	12	11			48	16					112	15	55				7	
23	22	10	19	13	58	10		6	51	33				1	123	18					20	
24	35	4	8	15	0	11		6	48	65					175	17	21			50	14	
25																						
26	25	2	24	12	1	5		2	43	35	2				56	21	31			25	15	
27	37	2	60	14	1	23		23	47	44				3	117	5	81	23		12	10	
28	19	10	49	12	11	5		13	50	38			44	1	38	20	21		20		7	
29	38	8	50	14	27	53		7	55	18				5	88	29	82				28	
30	79	81	79	9	62	9		10	23	15					19	12	20					
31	44	30	57	17	3	19		4	48	46					23	8	26			13	28	
Total	1028	863	1726	404	759	1988	15	115	1281	(441)	5	491	683	109	2311	470	1007	37	20	195	698	Approved By ....

บันทึกผลผลิตเสียในระหว่างการผลิต

เดือน กันยายน 2545 LINE V.K.100 ผู้บันทึก

วันที่	B.L.C. Scratch	B.L.C. Lacq.& Dent	B.L.C. Oven Dust	B.L.C. QC UCC Test	Slitter JAM	Slitter Scratch	V.K. Weld & Feeder	V.K. JAM	V.K. Test Weld	V.K. Powder & Lacquer	V.K. Scratch Product	Vaccumn JAM	Vaccumn Dent	Seamer Flang & Bead	Seamer JAM	Seamer No End	Seamer Run Way	Scratch Pack	Packing	Otherหลังลาย	QC	REMARK
1	31	32	113	16	4	9		9	18						2		20				18	
2	46	27	127	21	6	15		12	49	16	6			2	26	13		49			46	
3	85	12	83	5	26	0		3	58	39					35	29					37	
4	0	0	0	0	55	0	55	6	71						27	11					25	
5	5	17	24	6	45	6	6		50	5	2				92	27		3			28	
6	42	14	71	16	74	8			46	41	6		58		52	24		89			46	
7	193	19	62	15	45	8		15	48	39	2				57	11		16			30	
8	24	4	31	10	3	1			32	11			35		1	3		25	62		21	
9	34	11	196	16	25	0		7	42	48		11		2	4	2		41		161	50	scatch+powder รวม161
10	4	10	282	18	0	14	104	3	48	41			19		6	6		75		68	35	
11	20	2	114	12	27	11	23	6	36	84			15	6	4	19		185	186	40	32	
12	19	2	33	13	14	7			48	128			55		4	10			204	55	32	
13																						M/T Line V.K. & LINE AFB 640
14	18		21	8	9	5	49	36	56	44	12	0	21	37	6	17	26	28	109	1	30	
15	34	4	56	8	59	33		3	42	90	2		8		1	7		30	90		54	
16	107	22	73	14	2		24		42	117			6			1	18	66	134	16	37	
17	80	61	103	17	7	52	1		44	347	1		8			7		78	12	4	38	
18	61		57	17	17	22	7	19	46	84			4	11		7		55	18		20	
19					34	44	10	20	35				8			8			3		27	
20					51		4		47			3	6	11	3	5			17		38	
21	45	27	39	15	70	15	10		41	174	3		10	100	1	22		46	58		33	
22																						
23	40	1	33	10	7	1			36	59		10	2	9		5	23	30	6		25	
24	97	46	174	14					24	67	9		1	4	6	48	18	12	2		25	
25	18		13	8		3			28	60	24		1		6	43	11	22	6		27	
26	19	6	20	9		2		18	30	70	17			2	12	1		28	9		29	
27	36	4	18	6			11		35	52	25				14	1		15	8		41	
28	9	2	83	11	4	3		10	31	113	36					6		12	14		42	
29																						
30	18	16	150	14	5		1		32	36	41		1	1		4		28	21		42	
31																						
Total	1085	339	1976	299	589	259	305	167	1115	(1765)	186	24	258	185	359	336	116	933	959	345	908	Approved By ....

เดือน ตุลาคม 2545 LINE V.K.100 PLAN ผู้บันทึก

วันที่	B.L.C.				Slitter		V.K.					Vaccumn		Seamer								REMARK
	Scratch	Lacq.& Dent	Oven Dust	QC UCC Test	JAM	Scratch	Weld & Feeder	JAM	Test Weld	Powder & Lacquer	Scratch Product	JAM	Dent	Flang & Bead	JAM	No End	Run Way	Scratch Pack	Packing	Other	QC	
1	42	5	417	14	1	1	2	14	32	65	25	3	4			14		15	17		26	
2	7	11	274	16	20		6		22	36	18					1		8	14		23	
3	19	75	162	15			6	4	31	64	14	4	1	2		3	10	22	10		43	
4	7	17	197	12	32	3			33	42	14			11		2		9	7		40	
5	6	15	238	20		13	8		32	64	19		2	4		1	12	10	10		34	
6																						
7	5	8	90	10			11	2	29	48	5		1			3	5	4	11	6	21	
8	2		8	4		11	27	1	21	45	4	29		15		1	7	1	5		21	
9	5	4	6	8	1	3	64	4	41	15		6	5	3		5	18				23	
10	4		2		4	7	6	31	26	7	38	4	40	13		31	14	18	11		9	
11	2		3	4		8	20	13	30	41	58		3	3	13	42		168	7		37	
12	85	32	112	5	3	85		27	29	10	139		15	5	1	14		62	6		10	
13																						
14	3	10	20	16	15	16	53	24	32		9	2	8						1		34	
15	7	2	20	2	4		3		16		2	2		3		1		5	5		31	
16	71	5	76	11		12		4	37	49	86		1	32		2		35	7		59	
17	206	71	207	13	14	15	6	1	43	35	182		1	33	10	9	23	20	13		39	
18	1072	9	82	12	3	2	6	6	41	52	191					4		19	4		48	
19	232	3	87	14	3	2	9	1	45	93	58		2		1	6	13	6	10		23	
20																						
21																						
22																						
23																						
24	32	15	45	6	10	1	189	4	72	9				2		4		7	7		16	
25	8	2	2		1				4							13					6	
26	11		50	6	24		38	8	31			1		20		21					24	
27																						
28					65	1	50	19	47				5	4		1			2		27	
29					65		18	3	40			6	2			1	2				38	
30					22		64	26	72		1	3							1		38	
31																						
Total	1826	284	2098	188	287	180	586	192	806	675	863	60	90	150	25	179	104	409	148	6	670	Approved By ....

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว เกิดเมื่อวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2522 ได้เข้ารับการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยสำเร็จการศึกษาเมื่อปีการศึกษา 2543 และศึกษาต่อระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย