การวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการผลิตกระจกนิรภัยด้านข้าง สำหรับรถยนต์ โดยใช้เทคนิค FMEA

นางธัญญาภรณ์ ธนบุญสมบัติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ   ภาควิชาวิศวกรรมอุสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์   จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4129-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEFECTS ANALYSIS AND REDUCTION FOR SIDE-TEMPER AUTOMOTIVE GLASS PROCESS BY FMEA TECHNIQUE

Mrs.Tanyaporn Thanaboonsombat

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2003
ISBN 974-17-4129-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการผลิตกระจกนิรภัยด้านข้างสำหรับรถยนต์ โดยใช้เทคนิค FMEA
โดย	นางธัญญาภรณ์ ธนบุญสมบัติ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……………………………………………คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

………………………………………… ประธานกรรมการสอบ

(รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล)

……………………………………….. อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

………………………………..…… กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

………………………………………… กรรมการ

(อาจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โอสถศิลป์)

ธัญญาภรณ์ ธนบุญสมบัติ: การวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการผลิตกระจกนิรภัยด้านข้างสำหรับรถยนต์ โดยใช้เทคนิค FMEA(DEFECTS ANALYSIS AND REDUCTION FOR SIDE-TEMPER AUTOMOTIVE GLASS PROCESS BY FMEA TECHNIQUE) อาจารย์ที่ปรึกษา: รศ.ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย: 181 หน้า ISBN: 974-17-4129-4

วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์และลดของเสียของกระบวนการผลิตกระจกนิรภัย ด้านข้างสำหรับรถยนต์ โดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis. FMEA) มาใช้ในการวิเคราะห์และลดของเสียของโรงงานตัวอย่าง

จากการศึกษาระบบการผลิตตลอดจนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าของเสียส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการหลอม, ขึ้นรูป, ตัด และบรรจุ โดยของเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่ ฟองอากาศสีดำ, สิ่งเจือปน, รอยโรลเลอร์, ผิดความหนา, ขีดข่วน, คราบน้ำ และกระจกแตกในลัง

งานวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตกระจกโฟลทแผ่นเรียบเกรดไพรเวซี่ และค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่อง โดยอาศัยการระดมสมองด้วยการใช้แผนผังแสดงเหตุผล และการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต (PFMEA) จากนั้นให้ทีมผู้ชำนาญการที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์เพื่อประเมินค่าความรุนแรงของข้อบกพร่อง ค่าโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง และค่าโอกาสการตรวจพบข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต เพื่อคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะทำการแก้ไขลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่า RPN ตั้งแต่ 100 คะแนนขึ้นไป โดยทางทีมผู้ชำนาญการได้ดำเนินการปรับปรุง 2 ครั้ง ผลประโยชน์ที่เห็นได้ชัดเจนจากการปรับปรุงคือ โรงงานตัวอย่างได้รูปแบบผลิตกระจกโฟลทแผ่นเรียบเกรดไพรเวซี่ ที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า และเพื่อให้มีการควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพมิให้เกิดซ้ำอีก

ผลการดำเนินการแก้ไข พบว่า

1. เปอร์เซ็นต์ของเสียของกระบวนการหลอมลดลงจาก 1.28% เหลือ 0.65% และ 0.30% ตามลำดับ
2. เปอร์เซ็นต์ของเสีย ของกระบวนการขึ้นรูปลดลงจาก 1.43% เหลือ 0.60% และ 0.36% ตามลำดับ
3. เปอร์เซ็นต์ของเสีย ของกระบวนการตัดลดลงจาก 2.16% เหลือ 0.62% และ 0.36% ตามลำดับ
4. เปอร์เซ็นต์ของเสีย ของกระบวนการบรรจุลดลงจาก 0.46% เหลือ 0.16% และ 0.10% ตามลำดับ
5. เปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบยอดการผลิตลดลงจาก 6.19% เหลือ 2.24% และ 1.22% ตามลำดับ
6. เปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบยอดส่งให้ลูกค้าลดลงจาก 4.43% เหลือ 1.82% และ 0.98% ตามลำดับ

ภาควิชา.........วิศวกรรมอุตสาหการ……………..รายมือชื่อนิสิต………………………..………

สาขาวิชา..……วิศวกรรมอุตสาหการ……………..ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา…...………...………

ปีการศึกษา………2546………………………ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม………...……..

4471419521: MAJOR INDUSTRIL ENGINEERING

KEY WORD: FMEA/ QUALITY IMPROVEMENT TOOLS

TANYAPORN THANABOONSOMBAT: DEFECTS ANALYSIS AND REDUCTION FOR SIDE-TEMPERED AUTOMOTIVE GLASS PROCESS BY FMEA TECHNIQUE. THESIS ADVISOR: ASSOCIATE PROF. DAMRONG TAVEESANGSAKULTHAI:
181 pages, ISBN 974-17-4129-4

The objectives of this thesis are to analyze and reduce defective for Side-Tempered Automotive glass process by using Failure Mode and Effect Analysis; FMEA. FMEA is the quality tools used to search for the quality factors.

From process and part defect study by collection and analysis of data. The most of defects occur from Melting, Drawing, Cutting and Packing process. Which defects can be separated into the following category Black bubble, Stone, Roller mark, Thickness, Scratch, Water stain and Break in box.

The research is started from studying the process and brain storming to look for quality factors of Automotive glass process by using Cause and Effect Diagram and Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA) After that, specialists in Automotive glass industry analyze and evaluate the severity, occurrence and Detection of each defect to calculate Rick Priority Number (RPN) help to specify risk of defect occurrence, which have RPN higher value than 100. Specialists in Automotive glass industry have action 2 steps in this research. The other advantage from this action is that the sample factory has the guide line of produce which has the properties corresponding to customer requirement and make sure that the defective of process system did not occur again.

By using such technique for analyzing and reducing of defects are concluded as.

1. Reduce the percentage of Melting process from 1.28% to 0.65% and 0.30% respectively.
2. Reduce the percentage of Drawing process from 1.43% to 0.60% and 0.36% respectively.
3. Reduce the percentage of Cutting process from 2.16% to 0.62% and 0.36% respectively.
4. Reduce the percentage of Packing process from 0.46% to 0.16% and 0.10% respectively.
5. Reduce the percentage of In-process from 6.19% to 2.24% and 1.22% respectively.
6. Reduce the percentage of Customer claims from 4.43% to 1.82% and 0.98% respectively.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department……IndustrialEngineering.…….Student's signature……………………………

Field of study ….Industrial Engineering…….Advisor's signature……………………………

Academic year………2003…………………..Co-advisor's signature…………………………

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งนอกจากให้คำแนะนำในการทำวิจัยแล้ว ยังคอยติดตามความคืบหน้าของงานวิจัยอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงการตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ ที่ได้จากประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ จรูญ มหิทธาฟองกุล, รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐกุล และ อาจารย์ ดร. นภัสสวงศ์ โอสถศิลป์ ที่ได้ชี้แนะให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ไว้ ณ. ที่นี้

ส่วนหนึ่งของความสำเร็จครั้งนี้ ได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลในโรงงานตัวอย่างที่สนับสนุนในด้านข้อมูล, ความรู้เฉพาะด้าน และข้อแนะนำต่างๆ ตลอดจนความร่วมมือในการปฏิบัติการแก้ไข ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ. ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา และครอบครัว ที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนด้วยดีตลอดมา ผู้วิจัยหวังว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

ธัญญาภรณ์ ธนบุญสมบัติ

มีนาคม 2547

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย... .... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ...จ

กิตติกรรมประกาศ...ฉ

สารบัญ ....ช

สารบัญตาราง..ฌ

สารบัญรูป...ฎ

บทที่

1 บทนำ..1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา...2

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย...7

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 7

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย...7

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ...8

2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง...9

2.1 ทฤษฎีการปรับปรุงคุณภาพ...9

2.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ 13

(Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)

2.3 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram).. 16

2.4 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram)............ 27

2.5 งานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.. 28

3 การศึกษาการดำเนินงานและสภาพปัจจุบันของโรงงาน.......................................31

3.1 การศึกษาการดำเนินงานและสภาพปัจจุบันของโรงงาน....................................31

3.2 การศึกษาด้านกระบวนการผลิต...33

3.3 การรวบรวมสถิติของเสีย...37

3.4 ข้อมูลแสดงลักษณะของเสีย ในแต่ละกระบวนการ..41

3.5 สรุปผลการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ.................................45

สารบัญ (ต่อ)

3.6 การหาสาเหตุของปัญหา..45
3.7 สรุปสาเหตุที่เป็นไปได้ ในการเกิดของเสีย...55
3.8 การกำหนดความรุนแรงและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากของเสีย..............................56
3.9 การควบคุมของเสียในปัจจุบัน..58
3.10 ความถี่ในการเกิดของเสีย..60
3.11 การคำนวณค่า RPN...63
3.12 การบันทึกข้อมูลในตาราง Process FMEA…………...…………………………65

4 การดำเนินการลดของเสียโดยใช้ Process FMEA……………………..……………….. 70
4.1 การปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการครั้งที่ 1……………..………………..70
4.2 การเก็บข้อมูลของเสียหลังการปรับปรุงครั้งที่ 1 85
4.3 การคำนวณค่า RPN จากการปรับปรุงครั้งที่ 1...87
4.4 การปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการครั้งที่ 2..90
4.5 การเก็บข้อมูลของเสียหลังการปรับปรุงครั้งที่ 2 99
4.6 การคำนวณค่า RPN จากการปรับปรุงครั้งที่ 2 100
4.7 การบันทึกข้อมูลในตาราง Process FMEA..104

5 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง..109
5.1 ผลการดำเนินการแก้ไข...109

6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..117
6.1 สรุปผลการวิจัย..117
6.2 ปัญหาอุปสรรค ข้อเสนอแนะ และข้อจำกัดของงานวิจัย....................................120
รายการอ้างอิง...123
ภาคผนวก..124
ภาคผนวก ก. (มาตรฐานการทำงาน)..125
ภาคผนวก ข. (บันทึกการทำงาน)..152
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์...181

สารบัญตาราง

ตารางที่ ชื่อตาราง หน้า

1.1 แสดงความรุนแรงของของเสียแต่ละชนิด..5

2.1 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) สำหรับ PFMEA…………………………………20

2.2. เกณฑ์การประเมินความถี่ในการเกิด (O) สำหรับ PFMEA…………………….. 22

2.3 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA……….……23

3.1 แสดงผังการไหลของแต่ละกระบวนการ และผู้รับผิดชอบ…………..……………….. 35

3.2 ตารางแสดงหน้าที่หลักและข้อบกพร่องของแต่ละกระบวนการ………….……………36

3.3 ตารางแสดงสถิติของเสียในกระบวนการผลิต และจากลูกค้าร้องเรียนมา…….……. 37

3.4 แสดงลักษณะของเสียในแต่ละกระบวนการ……………………………….…………..39

3.5 แสดงลักษณะของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมาในแต่ละกระบวนการ……………………… 39

3.6 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียสะสม.. 40

3.7 ตารางแสดงลักษณะของเสียในแต่ละกระบวนการ…………………………………… 42

3.8 ตารางแสดงปัญหาหลักที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ……………………………….45

3.9 แสดงสาเหตุของการเกิดของเสีย …………………………………………………… 55

3.10 แสดงความรุนแรงและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากของเสีย……………………………….. 58

3.11 แสดงค่า RPN ที่ได้ในแต่ละกระบวนการ...64

3.12 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการหลอม (Melting)…...65

3.13 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการดึง (Drawing)……… 67

3.14 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการตัด (Cutting)……….68

3.15 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการบรรจุ (Packing)…… 69

4.1 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 1 ในกระบวนการหลอม (Melting)…………… 80

4.2 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 1 ในกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)…….……. 82

4.3 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 1 ในกระบวนการตัด (Cutting)……..…………83

4.4 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 1 ในกระบวนการบรรจุ (Packing)……….….. 84

4.5 แสดงค่า RPN ก่อน-หลัง การปรับปรุงครั้งที่ 1 ของกระบวนการหลอม (Melting)…… 88

4.6 แสดงค่า RPN ก่อน-หลัง การปรับปรุงครั้งที่ 1 ของกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)…...89

4.7 แสดงค่า RPN ก่อน-หลัง การปรับปรุงครั้งที่ 1 ของกระบวนการตัด (Cutting)………. 90

4.8 แสดงค่า RPN ก่อน-หลัง การปรับปรุงครั้งที่ 1 ของกระบวนการบรรจุ (Packing)…… 90

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ ชื่อตาราง หน้า

4.9 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 2 ในกระบวนการหลอม (Melting)................95
4.10 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 2 ในกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)...............97
4.11 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 2 ในกระบวนการตัด (Cutting)................... 97
4.12 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 2 ในกระบวนการบรรจุ (Packing)................98
4.13 แสดงค่า RPNในการปรับปรุงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกระบวนการหลอม (Melting)..101
4.14 แสดงค่า RPNในการปรับปรุงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2ของกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)..102
4.15 แสดงค่า RPNในการปรับปรุงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2ของกระบวนการตัด (Cutting)......102
4.16 แสดงค่า RPNในการปรับปรุงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2ของกระบวนการบรรจุ (Packing)...103
4.17 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการหลอม (Melting)......104
4.18 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)......106
4.19 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการตัด (Cutting)..........107
4.20 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการบรรจุ (Packing)...... 108
5.1 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการผลิต....................................110
5.2 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมา.................................... 111
5.3 แสดงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นทั้งในกระบวนการผลิตและลูกค้าร้องเรียนมา..............112
5.4 แสดงค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการหลอม (Melting)..............113
5.5 แสดงค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)..............113
5.6 แสดงค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการตัด (Cutting)................114
5.7 แสดงค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการบรรจุ (Packing)..............115
5.8 แสดงค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงทั้ง 2 ครั้ง 116
6.1 สรุปปัญหาที่ได้ทำการแก้ไขปรับปรุง...117

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
1.1	กราฟเส้นแสดงข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิต และของเสียจากลูกค้าร้องเรียนมา	3
1.2	กราฟพาเรโต แสดงการจัดลำดับของปัญหา	4
3.1	แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์	31
3.2	แสดงคุณสมบัติของกระจกไพรเวซี่	32
3.3	แสดงกระบวนการผลิตกระจกไพรเวซี่ (Privacy Glass Process Flow)	34
3.4	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการผลิต และจากลูกค้าร้องเรียนมา	38
3.5	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการผลิต ของแต่ละกระบวนการ	40
3.6	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมาในแต่ละกระบวนการ	40
3.7	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียสะสมของแต่ละกระบวนการ	41
3.8	ผังพาเรโตแสดงลักษณะและจำนวนของเสียในกระบวนการหลอม (Melting)	42
3.9	แสดงตัวอย่างของฟองอากาศสีดำ (Black bubble) และตัวอย่างการแตกของกระจก	43
3.10	ผังพาเรโตแสดงลักษณะและจำนวนของเสียในกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)	43
3.11	ผังพาเรโตแสดงลักษณะและจำนวนของเสียในกระบวนการตัด (Cutting)	44
3.12	ผังพาเรโตแสดงลักษณะและจำนวนของเสียในกระบวนการบรรจุ (Packing)	44
3.13	ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของการเกิด ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)	46
3.14	ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของการเกิดสิ่งเจือปน (Stone)	48
3.15	ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของการเกิด รอยโรลเลอร์ (Roller mark)	49
3.16	ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของผิดความหนา (Thickness)	51
3.17	ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของการเกิดขีดข่วน (Scratch)	52
3.18	ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของการเกิดคราบน้ำ (Water stain)	53
3.19	ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของการเกิดกระจกแตกในลัง	54
4.1	แสดงประกาศบริษัทและตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของอลูมิเนียมและนิกเกิล	72
4.2	แสดงตะแกรงสำหรับร่อนวัตถุดิบก่อนเก็บเข้าโรงเก็บ	72
4.3	แสดงแม่เหล็ก (Metal detector) เพื่อดักจับอุปกรณ์ที่ชำรุดก่อนเข้าเตาหลอม	73
4.4	แสดงการขาดจำสำนึกของพนักงาน โยน/ทิ้งเศษขยะลงในกองเศษกระจก	73
4.5	แสดงการฝึกอบรมเรื่องเกี่ยวกับการเกิดฟองอากาศสีดำ (Black bubble)	74

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
4.6	แสดงการทดสอบนิกเกิลซัลไฟด์ใน Black bubble	74
4.7	แสดงเครื่องมือตรวจสอบขนาดของวัตถุดิบ (Grain size)	75
4.8	แสดงอุปกรณ์กั้น (Stopper) และวิธีการยกกระจกข้ามอุปกรณ์กั้น	77
4.9	แสดงการเปลี่ยนตำแหน่งตอกตะปูของลังไม้ ก่อน-หลังการปรับปรุง	79
4.10	แสดงเปรียบเทียบตะปูที่ใช้ตอกลัง ก่อน-หลัง ปรับปรุง	79
4.11	แสดงสิ่งปลอมปนที่เก็บได้เพื่อประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับสิ่งปลอมปนในกองวัตถุดิบ	92
4.12	แสดงป้ายรณรงค์ป้องกันสิ่งปลอมปน	92
4.13	แสดงการเปลี่ยนรูปแบบลัง ก่อน-หลังการปรับปรุง	94
5.1	แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการผลิต	110
5.2	แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมา	111
5.3	แสดงสถิติของเสียเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง	112
5.4	แสดงสถิติของเสียเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง แยกตามกระบวนการ	112
5.5	แสดงค่า RPN ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหลอม (Melting)	113
5.6	แสดงค่า RPN ที่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)	114
5.7	แสดงค่า RPN ที่เกิดขึ้นในกระบวนการตัด (Cutting)	114
5.8	แสดงค่า RPN ที่เกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุ (Packing)	115

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

หลังจากที่รัฐบาลได้ทำการเปลี่ยนแปลงแนวนโยบายทางด้านการส่งเสริมการนำเข้าและการส่งออกเกี่ยวกับอุตสาหกรรมรถยนต์ ผลกระทบที่ตามมาทำให้เกิดการยกเลิกการควบคุมการนำเข้าและการปรับโครงสร้างภาษีอากรการนำเข้ารถยนต์ใหม่ นอกจากนี้แล้วยังทำให้เกิดการสนับสนุนการส่งเสริมการลงทุนด้านอุตสาหกรรมรถยนต์ขึ้นภายในประเทศ ซึ่งนับเป็นปัจจัยที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งในการดึงดูดความสนใจสำหรับผู้ผลิตรถยนต์และชิ้นส่วน กลุ่มบริษัทในเครือฟอร์ดมอเตอร์ ไครสเลอร์มอเตอร์ และเจเนอร์รัลมอเตอร์ ได้ให้ความสำคัญและสนใจที่จะให้ประเทศไทยเป็นฐานเพื่อผลิตรถยนต์และชิ้นส่วนเพื่อส่งออกสำหรับภูมิภาคเอเชียและภูมิภาคอื่นทั่วโลก

อย่างไรก็ตามหลังจากที่ประเทศไทย และประเทศเพื่อนบ้านทั่วทั้งทวีปเอเชียได้รับผลกระทบจากภาวะเศรษฐกิจตกต่ำ ทำให้รัฐบาลจำเป็นต้องทำการประกาศใช้มาตรการปล่อยค่าเงินบาทลอยตัวในเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2540 ส่งผลให้เกิดการขาดแคลนเงินทุนหมุนเวียนภายระบบ ทำให้ความต้องการของตลาดรถยนต์ภายในประเทศตกต่ำอย่างต่อเนื่อง อันเนื่องมาจากกำลังซื้อของผู้บริโภคในประเทศลดลง

การให้ความสำคัญกับลูกค้าโดยมุ่งค้นหาความต้องการที่ยังไม่ได้รับการตอบสนองของลูกค้า และดำเนินการในการตอบสนองความต้องการ จึงเป็นกลยุทธ์การแข่งขันในเรื่องระบบคุณภาพสมัยใหม่ การปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ดีกว่าคู่แข่งขันหรือให้ดีกว่าเดิมที่เป็นอยู่ในปัจจุบันเสมอ จึงมีความสำคัญต่อธุรกิจขององค์กร ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นกระบวนการเพื่อยกระดับคุณภาพของสินค้าให้สูงขึ้น เพื่อให้มีคุณภาพตรงความต้องการของลูกค้า การปรับปรุงคุณภาพจะต้องทำการตรวจสอบและประเมินผลการผลิตสินค้า ว่ามีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้าหรือไม่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ ที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่ไม่ดี หรือ ไม่ตรงตามความต้องการของลูกค้า จากนั้นทำการปรับปรุงปฏิบัติการแก้ไขข้อบกพร่องหรือสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการผลิตให้ดีขึ้นก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะส่งถึงมือลูกค้า ช่วยให้จำนวนของเสียที่ลูกค้าตรวจพบและส่งคืนมายังบริษัทลดลง ทำให้สามารถลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต และช่วยให้สามารถสร้างความน่าเชื่อถือและความไว้วางใจให้กับลูกค้าเพิ่มสูงขึ้น นับว่าสิ่งเหล่านี้คือความต้องการของลูกค้านั่นเอง

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ธุรกิจอุตสาหกรรมในปี 2541 ยังคงอยู่ในภาวะวิกฤต ด้วยมีผลกระทบต่อเนื่องมาจากเหตุการณ์ในช่วงปี 2540 การใช้จ่ายเพื่อการบริโภคภายในประเทศได้หดตัวลดลงภายหลังธุรกิจและบริษัทต่างๆ ได้ปิดกิจการลงอย่างถาวรและชั่วคราว และตามภาวะการว่างงานของประชาชนที่มีอัตราเพิ่มสูงขึ้น จึงทำให้อุปสงค์ต่อสินค้าและบริการภายในประเทศลดลงอย่างมาก ซึ่งอุตสาหกรรมกระจกแผ่นก็หลีกเลี่ยงต่อผลกระทบนี้ไม่พ้นเช่นกัน โดยปริมาณความต้องการกระจกในปี 2541 ลดลงจากปี 2540 เกือบร้อยละ 40 อย่างไรก็ตามบริษัทได้ปรับตัวและวางแนวทางแก้ไขเพื่อต่อสู้กับภาวะวิกฤตโดยการปรับโครงสร้างองค์กรให้มีขนาดที่เหมาะสม คล่องตัว และมีประสิทธิภาพมากขึ้น หยุดการผลิต ณ โรงงานกระจกโฟลทแห่งที่ 2 ลดปริมาณการผลิต ณ โรงงานกระจกโฟลทแห่งที่ 1 เพื่อควบคุมปริมาณสินค้าคงคลังให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

ในปี 2543 ภาวะอุปทานของอุตสาหกรรมกระจกยังเกินภาวะอุปสงค์ภายในประเทศ อันเป็นผลทั้งจากการหดตัวของอุตสาหกรรมการก่อสร้าง การขยายตัวในอัตราที่ลดลงของอุตสาหกรรมยานยนต์ รวมทั้งผลกระทบที่ได้รับการเข้าสู่ระบบการค้าเสรีของประเทศไทย ทำให้ผู้ประกอบการภายในประเทศต้องเผชิญกับการแข่งขันกระจกนำเข้าจากต่างประเทศที่เข้ามาแย่งส่วนแบ่งการตลาด อันได้แก่ ประเทศอินโดนีเซีย ประเทศมาเลเซีย ประเทศจีน และประเทศอินเดีย ประกอบกับตลาดภายในประเทศยังคงใช้กลยุทธ์แข่งขันในด้านราคามากกว่าคุณภาพ เมื่อสภาวการณ์เป็นเช่นนี้ จึงเป็นภาระหนักของฝ่ายผลิตที่จะต้องบริหารจัดการให้เกิดภาวะการผลิตที่สมดุลภายใต้ต้นทุนการผลิตที่แข่งขันได้ รวมทั้งพัฒนาคุณภาพไปพร้อมกับการลดต้นทุน โดยเน้นควบคุมปริมาณสินค้าสำเร็จรูปคงเหลือให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมกับภาวะตลาด ซึ่งเป็นภาวะที่ยากลำบากเป็นอย่างยิ่งสำหรับอุตสาหกรรมกระจกแผ่นที่มีคุณลักษณะเฉพาะที่ต้องดำเนินการผลิตต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง ไม่สามารถหยุดหรือชะลอการผลิตเป็นการชั่วคราวได้ไม่ว่าสภาพตลาดจะเอื้ออำนวยหรือไม่ก็ตาม

นอกจากได้ดำเนินการต่างๆ เพื่อลดต้นทุนแล้ว บริษัทยังได้ดำเนินการผลิตกระจกที่มีคุณภาพพิเศษ เรียกว่า กระจกไพรเวซี่ (Privacy Glass) ซึ่งเป็นกระจกที่มีมูลค่าสูง (Value Added Product) เพื่อยกระดับราคาการส่งออกให้กระเตื้องขึ้นกว่าการส่งออกกระจกโฟลทธรรมดา

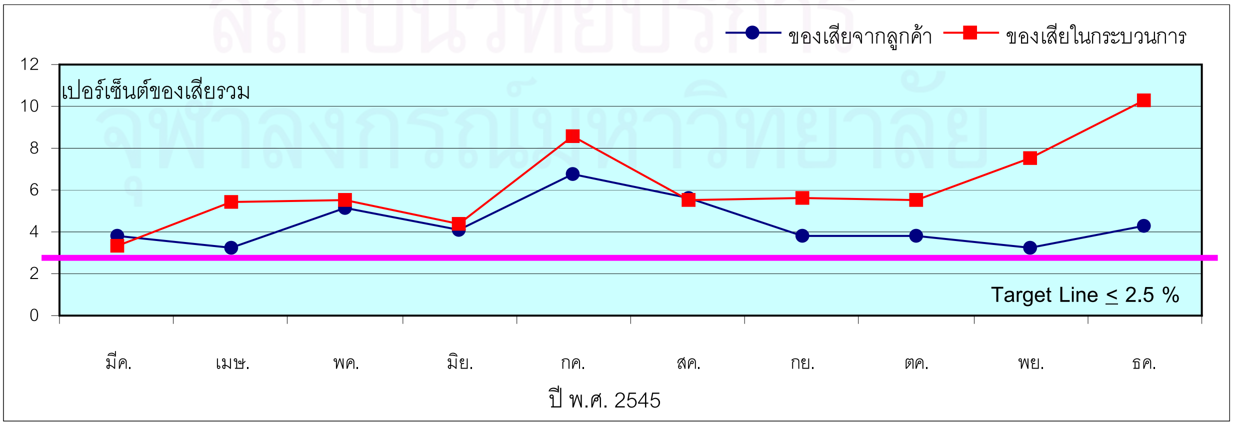
โรงงานตัวอย่างที่เลือกทำการศึกษา เป็นโรงงานที่ทำการผลิตกระจกแผ่นเรียบ คุณภาพเกรด Privacy เพื่อป้อนให้กับอุตสาหกรรมรถยนต์ โดยมีอัตราส่วนของการส่งออกและขายภายในประเทศ ดังนี้ ส่งออกร้อยละ 85 ขายภายในประเทศร้อยละ 15 โดยทางโรงงานตัวอย่างจะต้องทำ

การผลิตกระจกแผ่นเรียบ คุณภาพเกรด Privacy ให้ได้มาตรฐานตามที่ลูกค้ากำหนด อีกทั้งยังต้องควบคุมเปอร์เซนต์ของเสียในแต่ละล็อทไม่ให้เกินจากจำนวนที่ลูกค้ากำหนด

โรงงานตัวอย่างได้เริ่มทำการผลิตกระจกแผ่นเรียบ คุณภาพเกรด Privacy เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2543 โดยสถานการณ์ขณะนั้นมีอยู่เพียง 3 ประเทศทั่วโลกเท่านั้นที่สามารถผลิตคุณภาพเกรด Privacy นี้ได้ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ประเทศอินโดนีเซีย และประเทศไทย ด้วยจำนวนผู้ผลิตยังคงมีน้อยรายในช่วงเวลาดังกล่าวทำให้ลูกค้าไม่เข้มงวดในเรื่องเปอร์เซนต์ของเสียมากนัก แต่พอระยะหลังคือปลายปี พ.ศ. 2544 ทางลูกค้ามีการกำหนดเปอร์เซนต์ของเสียในแต่ละล็อทห้ามเกิน 4% และหลังจากนั้นต่อมาเมื่อประเทศจีนได้มีการเปิดประเทศ ทำให้ประเทศเป็นคู่แข่งเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งราย ซึ่งประเทศจีนสามารถพัฒนากระบวนการผลิตและคุณภาพได้ทัดเทียมกับผู้ผลิตรายเดิม และสิ่งที่ทุกคนมองว่าประเทศจีนจะได้เปรียบกว่าทุกๆ ประเทศคือ ต้นทุนการผลิตต่ำ เนื่องจากประเทศจีนมีแรงงานจำนวนมากและค่าแรงถูก จึงเป็นเหตุให้ลูกค้ามีการปรับเปลี่ยนเปอร์เซนต์ของเสียจากเดิม 4% เป็น 2.5% ในปี พ.ศ. 2545 และในอนาคตซึ่งก็มีแนวโน้มว่าอาจจะปรับเปลี่ยนลดลงอีก จึงเป็นเหตุให้โรงงานตัวอย่างต้องหากลยุทธ์เพื่อควบคุมของเสียไม่ให้เกินจำนวนที่ลูกค้ากำหนด พร้อมทั้งพัฒนาคุณภาพให้ดีขึ้นอีกเพื่อรักษาลูกค้าไว้

สภาวะปัญหาปัจจุบัน

➢ ลูกค้า (ประเทศญี่ปุ่น) ได้ร้องเรียนคุณภาพของกระจกนิรภัยด้านข้างสำหรับรถยนต์ หรือที่เรียกว่า กระจกไพรเวซี่ ว่ามีของเสียมากเกินกว่าข้อตกลง ข้อตกลงก็คือ ของเสียในแต่ละล็อทต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งที่ผ่านมานั้นหลังจากมีการปรับลดเปอร์เซ็นต์ของเสียลงจาก 4.0 เป็น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ของเสียรวมในแต่ละล็อทเกิน 2.5 เปอร์เซ็นต์มาตลอด และประกอบกับผลการตรวจสอบพบของเสียภายในกระบวนการผลิตเองก็มีเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ค่อนข้างสูง แสดงได้ดังนี้



รูปที่ 1.1 กราฟเส้นแสดงข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิต และของเสียจากลูกค้าร้องเรียนมาตั้งแต่ เดือน มีนาคม – ธันวาคม 2545

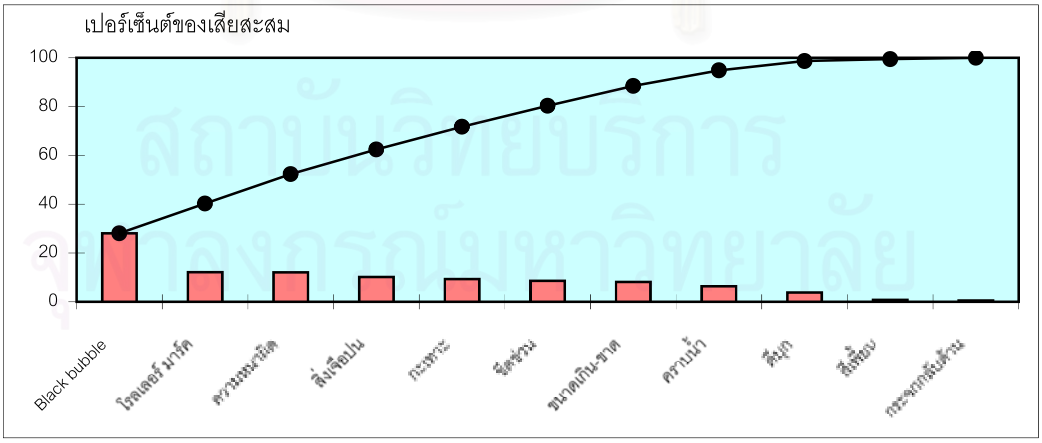
สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากข้อมูลข้างต้นในการคิดของเสียของลูกค้า ดูจากตัวเลขแล้วสูงมาก หรือบางครั้งตรวจเจอในกระบวนการแล้วยังไปถึงมือลูกค้าอีก บางส่วนเป็นเพราะว่าเวลาลูกค้าเปิดลังเพื่อสุ่มตรวจแล้วเจอของเสียเกินตารางสุ่มก็จะสรุปว่ากระจกทั้งลังเสียหมด หากนำมาทำการเลือก 100 เปอร์เซ็นต์จะพบของเสียไม่มาก จึงทำให้ผู้ผลิตต้องพยายามวิเคราะห์หาข้อบกพร่องที่เป็นไปได้เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้น

ความเสียหายที่โรงงานตัวอย่างนี้ได้รับก็คือ

- ในแต่ละช่วงการผลิตต้องผลิตกระจกชดเชยคืนให้กับลูกค้า ซึ่งส่งผลกระทบให้ในการผลิตปัจจุบันผลิตไม่ทันส่ง ต้องทำงานล่วงเวลาโดยนำกระจกแผ่นใหญ่มาตัดให้เป็นแผ่นเล็กตามที่ลูกค้าต้องการ
- หากผลิตเป็นกระจกชดเชยให้ไม่ทัน ก็ต้องเสียเป็นเงินชดเชยตามมูลค่ากระจกรวมกับค่าเสียโอกาสในการผลิตของลูกค้า
- ขาดความไว้วางใจจากลูกค้า ซึ่งอาจจะทำให้เสียลูกค้าได้ในอนาคต หากไม่มีการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น

เมื่อนำข้อมูลของของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมา และของเสียที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการผลิตเองมาจัดลำดับความสำคัญของปัญหาได้โดยใช้กราฟพาเรโต ซึ่งจากกราฟพาเรโต แสดงให้เห็นว่าปัญหาเรื่องของฟองอากาศสีดำ (Black bubble) เป็นปัญหาที่รุนแรงที่สุด รองมาก็คือ รอยโรลเลอร์ ความหนาผิด และสิ่งเจือปน



รูปที่ 1.2 กราฟพาเรโต แสดงการจัดลำดับของปัญหา

ตารางที่ 1.1 แสดงความรุนแรงของของเสียแต่ละชนิด

ของเสีย	ความรุนแรง	เกณฑ์ในการยอมรับ
ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)	มากที่สุด เนื่องจากเป็นสาเหตุที่ทำให้กระจกแตกเองได้ อาจทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้จึงเกี่ยวกับความปลอดภัย	ไม่ว่าขนาดเท่าไร ถือว่าไม่ผ่าน
ผิดความหนา (Thickness)	มาก ลูกค้านำไปใช้ไม่ได้เลย ประกอบเฟรมไม่ได้	มี tolerance ของแต่ละความหนา
กระจก กลับด้าน (Top-Bottom)	มาก ลูกค้าเสียเวลามาปรับเครื่องใหม่ เพราะกระจกด้านล่างจะถูกฉาบด้วยดีบุก ลูกค้าใช้ด้านบน	ต้องไม่กลับด้าน ต้องเรียงไปในทางเดียวกัน
รอยโรลเลอร์ (Roller mark)	ปานกลาง เป็นปัญหาที่เกิดต่อเนื่อง เนื่องจากมีเศษกระจกไปฝังติดกับโรลเลอร์ จึงทำให้เกิดต่อเนื่อง หากตรวจไม่พบขณะผลิต	ตาม Limit sample หรือมองเห็นชัดเจนด้วยไฟฟลูออร์เรสเซนต์
สิ่งเจือปน (Stone)	ปานกลาง คือวัตถุดิบที่หลอมละลายไม่หมด (ไม่ถึงจุด melting point)	ขนาดตามสเปค ($\leq$ 0.8 mm.)
กะเทาะ (Chip)	น้อย หากไม่มีแนวโน้มทำให้แตกในขณะขนส่ง เพราะลูกค้าสามารถนำไปตัดหลบได้	ไม่เกินความหนาของกระจก หรือไม่มีแนวโน้มทำให้แตกในขณะขนส่ง
ขีดข่วน (Scratch)	น้อย เกิดจากการขาดความระมัดระวังของพนักงานในการเคลื่อนย้าย เป็นที่ผิวส่วนมากมองไม่เห็นในที่สว่าง	ตาม Limit sample
ขนาด ขาด-เกิน	น้อย เพราะลูกค้าสามารถนำมาตัดตามแบบได้ จะมีปัญหาเฉพาะขณะ packอาจทำเกิดการแตกได้	มี tolerance (+/- 2 mm.)
คราบน้ำ (Water stain)	น้อย สามารถเช็ดทำความสะอาดได้	ต้องมองไม่เห็นชัดเจนในที่สว่าง
ดีบุก (Tin)	น้อย สามารถนำมาขัดออกได้ แต่เสียเวลา	ขนาดตามสเปค (< 0.3 mm.)
สีเพี้ยน	น้อย ตามองเห็นไม่ชัดเจนต้องใช้เครื่อง Spectrophotometer	มีวงสีกำหนด ใช้เครื่องมือตรวจ

ของเสียที่เราจะนำมาทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เราจะพิจารณาในส่วนของความถี่ที่เกิดขึ้นโดยดูจากกราฟพาเรโต และดูจากความรุนแรงที่เกิดขึ้นควบคู่ไปด้วยโดยดูจากตารางที่ 1.1 เกณฑ์ในการเลือกคือ ความรุนแรงมากที่สุด มาก และปานกลาง ซึ่งได้แก่ ฟองอากาศสีดำ (Black bubble), ความหนาผิด (Thickness), กระจกกลับด้าน (Top-Bottom), และสิ่งเจือปน (Stone) มาทำการศึกษา ส่วนของเสียตัวอื่นๆ ที่ไม่ได้เลือกนำมาทำเพราะว่ามีผลกระทบในเรื่องความรุนแรงน้อย ซึ่งทางผู้วิจัยได้ร่วมกันจัดตั้งทีมงานขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยทีมงานประกอบไปด้วย ฝ่ายผลิต (หลอมและขึ้นรูป), ฝ่ายตัด-บรรจุ, ฝ่ายควบคุมคุณภาพ, ฝ่ายวิศวกรรม, ฝ่ายจัดซื้อ, ฝ่ายคลังพัสดุ

ตัวอย่างของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมา ดังนี้

ฟองอากาศสีดำ (Black bubble): เกิดในกระบวนการหลอม ซึ่งมีผลมาจาก วัตถุดิบมีสิ่งปลอมปน และอุปกรณ์ในเตาหลอมมีส่วนผสมของนิเกิลซัลไฟด์ (NiS) ทำให้กระจกแตกเอง (Self breakage)

ตัวอย่างสิ่งเจือปนที่มีส่วนผลสมของนิกเกิลซัลไฟด์

ผิดความหนา (Thickness): ความหนาไม่ตรงตามมาตรฐาน เวลานำไปประกอบเฟรมทำให้หลวมหรือคับ ใช้งานไม่ได้

กระจกแตก :

- ภายใน ➔ ในกระบวนการ Pack
- ภายนอก ➔ ขนส่ง

รอยโรลเลอร์ (Roller mark): เกิดจากกระจกไหลผ่าน โรลเลอร์ ซึ่งมีเศษกระจกไปฝังที่โรลเลอร์ ทำให้เกิดรอยด้านล่าง (ด้านที่สัมผัส โรลเลอร์)

รอยกะเทาะ (Chip):

- เกิดจากวัสดุที่มีความแข็งมากระแทกโดนแผ่นกระจก
- หรือเกิดจากใบมีดตัด ไม่คม

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียและวิเคราะห์หาข้อบกพร่องสำหรับกระบวนการผลิตกระจกแผ่นเรียบ คุณภาพไพรเวซี่ ในอุตสาหกรรมรถยนต์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการศึกษา เพื่อลดของเสียและวิเคราะห์หาข้อบกพร่องสำหรับกระบวนการผลิตกระจกแผ่นเรียบ คุณภาพเกรด Privacy โดยมีขอบเขต ดังนี้

(1) ศึกษากระบวนผลิตกระจกแผ่นเรียบ เฉพาะคุณภาพเกรดไพรเวซี่ (Privacy) ของโรงงานตัวอย่างเท่านั้น

(2) ศึกษาเพื่อลดของเสีย โดยพิจารณาความถี่กับความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้นมาทำการศึกษา ซึ่งได้แก่ ฟองอากาศสีดำ (Black bubble), ผิดความหนา (Thickness), กระจกกลับด้าน (Top-Bottom), รอยโรลเลอร์ (Roller mark) และสิ่งเจือปน (Stone)

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

(1) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องด้านการปรับปรุงคุณภาพ และเทคนิค FMEA และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

(2) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับสภาพของปัญหาในกระบวนการผลิตกระจกแผ่นเรียบ คุณภาพเกรดไพรเวซี่ (Privacy) ของโรงงานตัวอย่าง

(3) ค้นหาปัญหาหลักและสาเหตุที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตกระจกแผ่นเรียบ คุณภาพเกรดไพรเวซี่ (Privacy) เพื่อใช้ในการเลือกมาทำการแก้ไขปัญหาโดยทำการพิจารณา

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากข้อมูลที่ของเสียปริมาณมาก และข้อมูลคำร้องเรียนจากลูกค้า พร้อมกับจัดตั้งทีมงานเพื่อค้นหาและวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย ฝ่ายผลิต (หลอมและขึ้นรูป), ฝ่ายตัด-บรรจุ, ฝ่ายควบคุมคุณภาพ, ฝ่ายวิศวกรรม, ฝ่ายจัดซื้อ, ฝ่ายคลังพัสดุ

(4) ทำการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาข้อบกพร่อง และจัดลำดับความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพร่วมกับแผนผังเหตุ และผล หรือแผนผังก้างปลา สำหรับกระบวนการผลิต (PFMEA) เพื่อแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการผลิต และลดของเสียที่เกิดขึ้น

(5) นำระบบที่เสนอแนะและเทคนิคเพื่อลดข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต (PFMEA) ไปใช้กับกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง

(6) ประเมินผลในด้านการแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการผลิตกระจกแผ่นเรียบ คุณภาพเกรด Privacy โดยใช้ดัชนีในการวัดผล 2 ชนิดคือ

6.1 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการผลิตและการใช้ค่าคะแนนระดับความเสี่ยง (Risk Priority Number หรือ RPN) เปรียบเทียบก่อนและหลังการดำเนินการ

6.2 เปอร์เซ็นต์ของเสียรวมที่สามารถลดลงไปหลังการปรับปรุง

(7) สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

(8) จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษามีดังนี้

(1) ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิต สำหรับกระบวนการผลิตกระจกแผ่นเรียบ เกรดคุณภาพ Privacy ในอุตสาหกรรมรถยนต์

(2) สามารถเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเทคนิคที่ใช้แก้ไขปัญหาเป็นวิธีการที่ต้องทำการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นตลอดเวลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการปรับปรุงคุณภาพ

ปัญหามากมายมักจะเกิดขึ้นเพราะความไม่รู้มาตรฐานและแม้จะรู้จักมาตรฐาน แต่อาจล้มเหลวในการปฏิบัติตามมาตรฐาน หรือปฏิบัติตามมาตรฐานที่ไม่เหมาะสม ผลิตภัณฑ์จะพัฒนาขึ้นเมื่อมีการสร้างมาตรฐานใหม่ให้น่าเชื่อถือ สอนให้คนปฏิบัติตามมาตรฐานและแก้ไขมาตรฐานที่ไม่เหมาะสมนั้น การบริหารโดยใช้มาตรฐานที่เป็นรากฐานสำหรับการพัฒนากิจกรรมในองค์กรเพื่อปรับปรุงให้ได้ประสิทธิภาพ ต้องมีการทำงานที่น่าเชื่อถือและกิจกรรมทั้งหลายต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน ในองค์กรที่ขาดมาตรฐานนั้นจะล้มเหลวในการปรับปรุงคุณภาพทั้งระบบ ระบบที่ขาดมาตรฐานจะอยู่ได้ไม่นานเพราะวิธีการที่ใช้ถูกลืมไปเมื่อมีการเปลี่ยนคนใหม่ แม้แต่ความชำนาญชั้นยอดที่ได้พัฒนากันมาก็ยังสูญหายไปได้หากไม่ได้ถูกเก็บไว้เป็นเอกสาร หากผู้ที่ได้รับผิดชอบได้ย้ายไปที่อื่นแล้ว ความก้าวหน้าทางเทคนิคจะไม่สามารถพัฒนาได้ หากมีปัญหาอยู่กับการเอาผลิตภัณฑ์ ที่ไม่ได้มาตรฐานกลับไปแก้ไข ขณะที่ข้อมูลทั้งหลายอยุ่กับวิศวกรแต่ละคนและมิได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของแหล่งความรู้ในองค์กรโดยรวมเลย แต่ในทางตรงกันข้ามการพัฒนาจะเกิดขึ้น รวมทั้งระดับความสามารถทางเทคนิคจะเพิ่มขึ้นเมื่อมาตรฐานได้รับการแก้ไขปรับปรุงโดยใช้บทเรียนจากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมาเป็นแนวทาง

อย่างไรก็ตามการมีมาตรฐานโดยตัวของมันเองจะไม่ส่งผลต่อการปรับปรุงในองค์กร โดยจะไม่พบแรงจูงใจในการปรับปรุงในกิจกรรมที่ใช้มาตรฐานควบคุมแต่การปรับปรุงจะเกิดขึ้น เมื่อคนมองหาปัญหาโดยไม่รู้จักหยุดและไม่พอใจต่อสถานการณ์ที่เป็นอยู่ รวมทั้งมีพลังและมีชีวิตชีวาที่จะปรับปรุงสิ่งนี้ขึ้นอยู่กับทัศนคติของแต่ละคนเป็นอย่างมาก

Juran J.M. (1993) ได้ให้ความหมายของการบริหารคุณภาพ ไว้ดังนี้ว่า หมายถึงกระบวนการของการชี้บ่งและการบริหารกิจกรรมต่างๆ ที่ซึ่งมีความจำเป็นต่อการดำเนินการให้บรรลุจุดประสงค์ด้านคุณภาพขององค์กร (Quality management is the process of identifying and administering the activities needed to achieve the quality objectives of an organization.) โดยกระบวนการในการชี้บ่งและการบริหารกิจกรรมประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก คือ การวางแผนคุณภาพ (Quality Planning) การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) และการปรับปรุงคุณภาพ (Quality Improvement)

2.1.1 การวางแผนคุณภาพ (Quality Planning) หมายถึง การกำหนดไว้ซึ่งเป้าหมายที่จะบรรลุสู่ความคาดหมายของลูกค้าที่กำหนด แล้วทำการจัดสรรทรัพยากรที่มีจำกัดต่อวิธีการที่จะทำให้เกิดความมั่นใจว่าผลจากวิธีการดังกล่าวทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจ โดยมีขั้นตอนทั่วไปของการวางแผนคุณภาพ ประกอบด้วย

1. การชี้บ่งลูกค้าซึ่งโดยปกติแล้วจะหมายถึงลูกค้าภายนอก
2. พิจารณาถึงความต้องการของลูกค้าโดยประเมินจากผลิตภัณฑ์ใหม่ที่จะตอบสนองความจำเป็น (Need) ของลูกค้า และความคาดหมาย (ที่ครอบคลุม Quality, Cost และ Service) ของลูกค้าดังกล่าว
3. กำหนดคุณภาพในการออกแบบหรือลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยผ่านการแปรความต้องการของลูกค้า (อาจเรียกกระบวนการนี้ว่าการแปรหน้าที่ด้านคุณภาพ : Quality Function Deployment – QFD)
4. การกำหนดเป้าหมายของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะได้มาจากนโยบายของผู้บริหารและเป้าหมายคุณภาพ(Quality Target) ประกอบกับคุณภาพในการออกแบบตามขั้นตอนที่ 3
5. ทำการออกแบบและพัฒนากระบวนการ(กำหนดวิธีการภายใต้ทรัพยากรที่จำกัด) ที่จะทำให้คุณลักษณะที่เกิดขึ้นจริงของผลิตภัณฑ์ บรรลุตามเป้าหมายของผลิตภัณฑ์

การวางแผนคุณภาพนี้ถือเป็นกระบวนการต้นน้ำ (Upstream Process) ของกระบวนการบริหารคุณภาพ ดังนั้นถ้าหากการวางแผนคุณภาพได้รับการดำเนินการอย่างไม่สมบูรณ์จะทำให้เป็นสาเหตุสำคัญของความไม่มีคุณภาพด้านความถูกต้องในการผลิต หรือความไร้ประสิทธิภาพด้านคุณภาพ (Quality Deficiencies) นอกจากนี้จะพบว่ามาตรการต่างๆ ในการปรับปรุงคุณภาพ (Quality improvement) มักจะเป็นการวางแผนใหม่ (Replanning) เกี่ยวกับคุณภาพเสมอ

2.1.2 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) หมายถึงการเฝ้าพินิจผลจากกระบวนการเพื่อเปรียบเทียบกับความคาดหมายของลูกค้า ถ้าหากพบว่าผลการดำเนินการตามกระบวนการมิได้เป็นไปตามความคาดหมายที่ส่งผลให้ลูกค้าเกิดความไม่พอใจ แล้วจะต้องค้นหาสาเหตุของความไม่พอใจดังกล่าวเพื่อจะแก้ไขให้ถูกต้อง โดยมีขั้นตอนทั่วไปของการควบคุมคุณภาพประกอบด้วย

(1) การเลือก “หัวข้อควบคุม” เพื่อจะได้ทราบถึงประเด็นที่จะควบคุม ซึ่งจะหมายถึงความคาดหมายของลูกค้า

(2) การเลือกหน่วยที่ใช้วัดหรือประเมินหัวข้อควบคุมดังกล่าว

(3) จัดระบบการวัดหรือการประเมินผล
(4) จัดทำมาตรฐานของตัววัดผลงาน หรือ มาตรฐานของสมรรถนะ (Standards of Performance)
(5) ทำการวัดหรือประเมินผลงาน หรือ สมรรถนะที่เกิดขึ้นจริง (Actual Performance) แล้วเปรียบเทียบกับมาตรฐานของสมรรถนะ
(6) ในกรณีที่มีความแตกต่างระหว่างสมรรถนะที่เกิดขึ้นจริงกับมาตรฐานของสมรรถนะ จะถือว่าเป็น "ปัญหาด้านคุณภาพ"
(7) ให้วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้านคุณภาพ เพื่อกำจัดทิ้งต่อไป

2.1.3 **การปรับปรุงคุณภาพ** (Quality Improvement) มีความหมายเท่ากับการคาดการณ์ "ใหม่" ของลูกค้าสำหรับผลิตภัณฑ์เดิมหรือการค้นหา "ความจำเป็น" ของลูกค้าสำหรับการพิจารณาผลิตภัณฑ์ใหม่ แล้วทำการวางแผนใหม่ ตลอดจนควบคุมใหม่เพื่อให้บรรลุเป้าหมายใหม่ หรืออาจกล่าวได้ว่า ในขณะที่ "การควบคุมคุณภาพ" เป็นการ "รักษา" สภาพเดิมให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด แต่ "การปรับปรุงคุณภาพ" เป็นการ "ทำลาย" สภาพเดิมและสร้างระบบใหม่ขึ้นมาเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายใหม่ของคุณภาพ โดยมีขั้นตอนทั่วไปของการปรับปรุงคุณภาพประกอบด้วย

(1) การชี้บ่งโครงการเพื่อการปรับปรุงคุณภาพ โดยทั่วไปแล้วจะได้มาจากการสำรวจความจำเป็นของลูกค้าภายนอก
(2) การจัดคณะทำงานเพื่อการปรับปรุงคุณภาพ (Quality Improvement Team) โดยทั่วไปจะกำหนดให้คณะทำงานประกอบด้วยพนักงานระดับจัดการขององค์กรและมักเป็นการบริหารแบบข้ามสายงาน (Cross Function Team)
(3) การวินิจฉัยสาเหตุจากระบบ
(4) พัฒนาวิธีการแก้ไขสาเหตุจากระบบ
(5) ทวนสอบถึงความมีประสิทธิภาพของวิธีการแก้ไขสาเหตุจากระบบ
(6) ทำการประเมินถึงแรงต่อต้านต่อการเปลี่ยนแปลง โดยทั่วไปประกอบด้วยแรงต่อต้าน 2 ประการ คือ แรงต่อต้านทางสังคม (Social Resistance) และ แรงต่อต้านทางเทคโนโลยี (Technological Resistance) แล้วหาทางแก้ไขเพื่อเอาชนะแรงต่อต้านดังกล่าว
(7) จัดทำระบบควบคุมขึ้นใหม่ และพิจารณาถึงประโยชน์ที่พึงได้รับ

2.1.4 ข้อแตกต่างระหว่างการวางแผนคุณภาพ การควบคุมคุณภาพ และการปรับปรุงคุณภาพ

การวางแผนคุณภาพ เป็นการวางเป้าหมายที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิต และพยายามค้นหาแนวทางหรือ วิธีการในการดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายนั้นๆ ซึ่งผลจากการวางแผนมี 2 ทาง คือ

(1) แผนนั้นสามารถใช้ได้ดี ในทางปฏิบัติ

(2) จากแผนที่ได้วางไว้เมื่อนำไปใช้งานอาจทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นในกระบวนการผลิตได้เช่นกัน ดังนั้นจึงต้องดำเนินการหาวิธีการแก้ไขโดยการทบทวน และทำการวางแผนใหม่

การควบคุมคุณภาพ เป็นการดำเนินการผลิตให้ตรงกับเป้าหมายที่ได้ตั้งปรากฏไว้อยู่แล้วรวมไปถึงการตรวจติดตามกระบวนการผลิต เพื่อตรวจจับความแตกต่างระหว่างกระบวนการจริงกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมถึงการแก้ไขเพื่อรักษาสถานะของระบบไว้ไม่ให้เกิดความเปลี่ยนแปลงไปจากเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้

การปรับปรุงคุณภาพ เป็นการพิจารณาปรับปรุงกระบวนการผลิตที่มีอยู่เดิม โดยมุ่งความสนใจไปยังปัญหาของความบกพร่อง ขณะที่การวางแผนคุณภาพมุ่งเป้าหมายความสนใจไปยังการค้นหาความต้องการของลูกค้าและดำเนินการโดยมุ่งตอบสนองความต้องการนั้นๆ การปรับปรุงคุณภาพ มีการวิเคราะห์ค้นหาสาเหตุ และหาแนวทางในการกำจัดสาเหตุของปัญหาที่ปรากฏมีอยู่ในกระบวนการผลิตเดิม ในบางครั้งการปรับปรุงคุณภาพอาจต้องมีการดำเนินการวางแผนคุณภาพใหม่ด้วย

ความหมายของการปรับปรุงคุณภาพ

การปรับปรุง (Improvement) หมายถึง การยกระดับเป้าหมายให้สูงขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปจะได้มาจากการทบทวนผลการปฏิบัติงานเดิมแล้วดำเนินการวางแผนใหม่ (Replanning) และการควบคุมใหม่ (Recontrol) เพื่อให้ผลงานเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด

การปรับปรุงคุณภาพ (Quality Improvement) คือ กิจกรรมที่เป็นวิธีการ เป็นระบบและกระทำอย่างต่อเนื่องในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับความบกพร่องทางคุณภาพ มีการตั้งเป้าหมายและมีการชี้แจงอย่างชัดเจนถึงเป้าหมายนั้น มีการวางแผนงานเพื่อให้ไปถึงเป้าหมายที่วางไว้ มีการนำแผนงานมาปฏิบัติ มีการตรวจสอบผลลัพธ์ และมีการปฏิบัติการแก้ไขเมื่อจำเป็น

กิจกรรมการปรับปรุงที่เป็นระบบซึ่งเป็นไปตามวงจร PDCA จะประกอบด้วย การวางแผน การนำไปปฏิบัติ การตรวจสอบ และการปฏิบัติการแก้ไข ซึ่งจะเริ่มจากการทำการวางแผน การนำแผนที่วางไว้มาปฏิบัติ ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ และถ้าผลลัพธ์ไม่ได้ตามที่ดาดหมายไว้จะมีการทบทวนแผนการเริ่มต้นใหม่อีกครั้งหนึ่ง ดังนั้น การปรับปรุงสามารถอธิบายได้อีกแบบหนึ่งคือ

การทำการวางแผน การกระทำการตรวจสอบ และการแก้ไขซ้ำอีก (PDCA) การทำตามวงจร PDCA อย่างตั้งใจและถูกต้องจะช่วยให้เกิดความเชื่อมั่นในการทำงาน เมื่อหมุนวงจร PDCA ซ้ำๆ จะทำให้เดการปรับปรุงและทำให้ระดับของผลลัพธ์สูงขึ้นเรื่อยๆ การกระทำตามวงจร PDCA นี้จะสร้างคุณภาพที่น่าเชื่อถือให้เกิดขึ้น

วัตถุประสงค์ของการปรับปรุงคุณภาพ

(1) เพื่อทำการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อความพึงพอใจและความต้องการของลูกค้า

(2) ขยายส่วนแบ่งทางการตลาดในตลาดเดิมและสร้างตลาดใหม่

(3) แก้ไข ปรับปรุง และป้องกันข้อผิดพลาดในระยะสั้นโดยมุ่งความสนใจในการหาทางลดอัตราข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต

(4) ภายหลังจากการดำเนินการในระยะสั้นแล้ว ทำการพิจารณาปรับปรุงในระยะยาว โดยมุ่งความสนใจไปยังการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าโดยไม่ให้มีข้อบกพร่อง (Zero defect)

(5) การลดต้นทุน

2.2 **ทฤษฎีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ** (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis) เป็นวิธีการป้องกันที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต เพื่อทำให้เชื่อมั่นได้ว่าจะสามารถออกแบบและผลิตสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้า ในการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของข้อบกพร่องของการออกแบบและกระบวนการนั้น จะต้องมีการจัดตั้งทีมงานที่ทำหน้าที่หาข้อบกพร่องทางด้านศักยภาพที่ลูกค้าไม่พอใจ โดยในที่นี้ คำว่า “ ลูกค้า “ หมายรวมถึง ผู้บริโภคขั้นสุดท้าย, สายงานผลิตและประกอบ, แผนกบริการและแผนกอื่นๆ รูปแบบตารางการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบจะช่วยบอกว่าข้อบกพร่องใดที่มีคะแนนความเสี่ยงสูง เพื่อนำมาจัดลำดับว่าควรจะปรับปรุงการออกแบบหรือกระบวนการใดก่อน โดยมีจุดมุ่งหมายในการปรับปรุงคือ ลดคะแนนความเสี่ยงและโอกาสการเกิดลักษณะบกพร่อง รวมถึงลดความรุนแรงของผลอันเกิดจากลักษณะของข้อบกพร่อง

2.2.1 ประเภทของ FMEA

FMEA แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

2.2.1.1 FMEA ในงานระบบ (System FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์ระบบและระบบย่อยต่างๆ ในขั้นตอนการออกแบบแนวคิด (Concept Design) โดย FMEA ในงานระบบจะเน้นที่การวิเคราะห์หาข้อบกพร่องแนวโน้มที่เกิดกับการทำงาน (Function) ของระบบอันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของระบบ ทั้งนี้จะครอบคลุมถึงการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างระบบกับองค์ประกอบต่างๆ ของระบบด้วย

2.2.1.2 FMEA ในการออกแบบ (Design FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบได้ก่อนให้ฝ่ายผลิตดำเนินการผลิตในเชิงพานิชย์ต่อไป โดย FMEA ประเภทนี้จะเน้นถึงข้อบกพร่องอันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของการออกแบบ

2.2.1.3 FMEA ในกระบวนการผลิต (Process FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์การผลิตและกระบวนการประกอบ โดย FMEA ประเภทนี้จะเน้นถึงข้อบกพร่องอันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและการประกอบ

2.2.1.4 FMEA ในการบริหาร (Service FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์ถึงกระบวนการบริการก่อนจะส่งมอบให้กับลูกค้า โดยFMEA ประเภทนี้จะเน้นถึงข้อบกพร่อง (ความผิดพลาดหรือความคาดเคลื่อน) อันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของระบบและกระบวนการ

2.2.2 การนำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบไปใช้งาน

การนำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบไปใช้งานมีดังนี้

(1) ใช้เมื่อมีการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตใหม่ เพื่อชี้บ่งและหลีกเลี่ยงข้อบกพร่องที่มีโอกาส หรือแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นจากการออกแบบ

(2) เมื่อต้องการหาสาเหตุในการเกิดข้อขัดข้องในระบบที่มีอยู่และหาวิธีการแก้ไข

(3) ช่วยในการตัดสินใจหาทางเลือกที่เป็นไปได้โดยพิจารณาเลือกค่าความเสี่ยงที่ยอมรับได้ และประโยชน์ที่ได้จากการเลือกนั้น

(4) ใช้ในการวางแผนปฏิบัติการเพื่อชี้บ่งความเสี่ยงในแผนและหาวิธีที่จะหลีกเลี่ยงความเสี่ยงนั้น

2.2.3 การพัฒนาการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบมีทั้งการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านการออกแบบ (Design Failure Mode and Effects Analysis: DFMEA) และ

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effects Analysis: PFMEA) มีขั้นตอนในการวิเคราะห์แบบเดียวกันเพื่อความสะดวกในการจัดทำเอกสารในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลที่ได้ จึงได้มีการพัฒนาแบบฟอร์มกระบวนการ FMEA ขึ้นมาใช้เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ โดยแบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

1. เลือกหัวข้อที่สนใจจะทำการวิเคราะห์ และกำหนดขอบเขตรายละเอียดให้ชัดเจน โดยอาจพิจารณาจากลักษณะปัญหาที่เมื่อเกิดแล้วมีผลกระทบต่อบริษัทและลูกค้าสูง หรือ อาจเป็นหัวข้อปัญหาที่มักพบเกิดขึ้นบ่อยๆ
2. ระบุวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ 4 วิธีคือ
   - **การวิเคราะห์แบบบนลงล่าง** (Top-down Analysis) โดยทำการวิเคราะห์ระบบโดยรวม แล้วจึงแยกพิจารณาในส่วนย่อยของระบบ เช่นพิจารณาจากรถยนต์ทั้งคันก่อน หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ ประตู กระจก คานกันกระแทก ตามลำดับ
   - **การวิเคราะห์แบบล่างขึ้นบน** (Bottom–up Analysis) โดยทำการวิเคราะห์ระบบย่อยแต่ละส่วน จากนั้นจึงพิจารณาระบบโดยรวม เช่นพิจารณาจากชิ้นส่วนเล็กๆ ไปหาชิ้นส่วนที่ใหญ่ที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนเล็กๆ วิธีการนี้จะตรงกันข้ามกับวิธีแรก
   - **การวิเคราะห์ระดับชิ้นส่วน** (Component Analysis) โดยทำการวิเคราะห์ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วน แล้วนำข้อกำหนดของชิ้นส่วน (Component Specification) มาเป็นตัวกำหนดระดับข้อบกพร่อง
   - **การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน** (Function Analysis) โดยทำการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของระบบ พิจารณาข้อบกพร่องที่เกิดกับผู้ใช้ตัวผลิตภัณฑ์ จากนั้นนำข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ (Product Specification) มาเป็นตัวกำหนดระดับข้อบกพร่อง

ในขั้นตอนนี้จะมีการพิจารณาการวิเคราะห์ความวิกฤติ ซึ่งเป็นการจัดลำดับผลกระทบข้อบกพร่อง โดยทำการเปรียบเทียบกับผลกระทบข้ออื่นๆ โดยจะได้ผลลัพธ์เป็นค่าเชิงปริมาณ เพื่อพิจารณาหาลำดับความสำคัญในการแก้ไขข้อบกพร่องและผลกระทบของข้อบกพร่อง ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ควรใช้ข้อมูลจริงที่ได้จากการเก็บบันทึกของเสียจากอดีตที่ผ่านหรือรายงานของเสียจากลูกค้า โดยลักษณะข้อบกพร่องของระบบ ระบบย่อย หรือ อุปกรณ์ที่มีผลกระทบจากลักษณะบกพร่องรุนแรงที่สุดจะถูกเลือกมาเป็นอันดับแรก ในการนำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

3. กำหนดขอบเขตของข้อบกพร่องที่จะวิเคราะห์ เพื่อเป็นขอบเขตในการตรวจสอบ

4. ออกแบบตารางที่เหมาะสมเพื่อทำการเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างรวมเข้าด้วยกัน เช่น ได้มีการวัดความวิกฤติหรือไม่ และถ้ามีวัดอย่างไร
5. ระบุข้อบกพร่องของอุปกรณ์หรือระบบย่อยที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ (Potential Failure Mode) ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้
6. วิเคราะห์หาผลกระทบของข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ (Potential Effects of Failure)
7. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความรุนแรงของผลกระทบของข้อบกพร่อง (Severity) และทำการให้คะแนน และระบุ Class ซึ่งเป็นจุดสำคัญ จุดอันตรายที่ให้ผล severity เป็น 9-10 หรือจุดที่ถูกลูกค้าระบุใน Drawing ให้ดูแล/ควบคุม เป็นพิเศษ
8. ค้นหาสาเหตุของแต่ละข้อบกพร่อง (Potential Causes of Failure)
9. กำหนดโอกาสในการเกิด (Occurrence) ของแต่ละข้อบกพร่องและกำหนดเกณฑ์สำหรับให้คะแนนโอกาสในการเกิด
10. วิเคราะห์หาวิธีการในการตรวจสอบหาข้อบกพร่อง Detection Method และกำหนดเกณฑ์สำหรับให้คะแนนการตรวจพบข้อบกพร่อง
11. คำนวณค่า Risk Priority Number (RPN) ซึ่งคำนวณได้จาก

$$RPN = SxOxD$$

12 เรียงลำดับผลกระทบตามคะแนน RPN จุดใดที่มีคะแนนสูงให้ทำการแก้ไขก่อน

13 ดำเนินการหาวิธีป้องกันเพื่อลดค่าความวิกฤตลง

14 ติดตามผลการปฏิบัติการและทบทวนการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

ค่า RPN (Risk Priority Number) หรือดัชนีความเสี่ยง เป็นค่าที่ใช้กำหนดความสำคัญของ Failure Mode ที่เกิดจากผลคูณของตัวเลขสามค่า คือ

$$RPN = S \times O \times D$$

S = ค่าความร้ายแรงของข้อบกพร่อง (Severity)

O = ค่าความถี่ในการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence)

D = ค่าความสามารถในการตรวจพบข้อบกพร่องก่อนส่งถึงมือลูกค้า (Detection)

เกณฑ์การจัดลำดับค่า RPN จะขึ้นกับช่วงความเชื่อมั่นทางสถิติ ถ้าคะแนน RPN เท่ากันให้พิจารณาลำดับก่อนหลังจาก S ถ้าคะแนน S เท่ากันอีก ให้พิจารณาลำดับก่อนหลังจาก D

การประเมินค่า RPN เริ่มต้นจากการประเมินความหมายของคำว่า " ความเสี่ยง (Risk)"

- ความเสี่ยงเล็กน้อย (Minor) ไม่ต้องมีการปฏิบัติแก้ไข
- ความเสี่ยงปานกลาง (Moderate) อาจจะมีการปฏิบัติการแก้ไขบ้าง
- ความเสี่ยงสูง (High) จะต้องมีการปฏิบัติการแก้ไขและป้องกัน และประเมินผลพร้อมตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการที่เหมาะสม
- ความเสี่ยงวิกฤติ (Critical) จะต้องมีการปฏิบัติการแก้ไขและป้องกัน พร้อมทั้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างจริงจัง

2.2.4 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effect Analysis : PFMEA)

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวกการผลิต มีความแตกต่างจากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านการออกแบบ กล่าวคือ จะทำการวิเคราะห์ผลกระทบของข้อบกพร่องอันเนื่องมาจาก เครื่องมือ เครื่องจักร กระบวนการประกอบและขั้นตอนการผลิตของบริษัทในการผลิตสินค้า การวิเคราะห์จะกระทำภายใต้สมมติฐานที่ว่าชิ้นส่วนทุกชิ้นส่วนได้รับการออกแบบมาอย่างถูกต้อง ไม่มีปัญหาข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ ลักษณะการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิตประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้คือ

(1) มีการบ่งชี้ผลผลิตอันเป็นผลเกี่ยวเนื่องจากลักษณะข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต
(2) ประเมินผลกระทบอันเกิดจากลักษณะข้อบกพร่อง
(3) บ่งชี้สาเหตุที่เป็นไปได้ของกระบวนการผลิต หรือการประกอบ และบ่งชี้ตัวแปรของกระบวนการโดยให้ความสำคัญต่อการควบคุมเพื่อลดการเกิดขึ้นหรือการตรวจพบลักษณะข้อบกพร่อง
(4) พัฒนาลำดับของข้อบกพร่องที่ได้จัดอันดับไว้ จากนั้นจัดตั้งระบบเบื้องต้นสำหรับการพิจารณาปฏิบัติการเชิงแก้ไข
(5) จัดทำเอกสารแสดงผลกระบวนการผลิตและการประกอบ

2.2.5 ลักษณะของแบบฟอร์มที่ใช้ประกอบการทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิต

ภายหลังการออกแบบตารางในการเก็บข้อมูลสำหรับการทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ ซึ่งกระทำในขั้นตอนการเตรียมการสำหรับการทำ FMEA แล้วกระบวนการ

วิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิตจะเริ่มต้นด้วยการทำแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต แผนภูมินี้ควรชี้บ่งลักษณะของผลิตภัณฑ์ หรือ กระบวนการระหว่างผลิต ซึ่งแผนภูมิการไหลแสดงขั้นตอนการทำงานในกระบวนการผลิตทุกขั้นตอนดังกล่าวจะเป็นรายการที่ต้องนำไปเติมในแถวแรกของตารางที่ออกแบบจากขั้นตอนการทำ PFMEA

จากการพิจารณากระบวนการผลิต จะพิจารณาตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้เพื่อทำการวิเคราะห์และเติมในตารางจากการทำ PFMEA ลักษณะแบบฟอร์มกระบวนการ FMEA ที่ได้พัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) **หมายเลข FMEA**

ระบุหมายเลขเอกสาร FMEA ซึ่งอาจนำไปใช้ในการติดตามต่อไปภายหลัง

(2) **วัสดุ**

กรอกชื่อและหมายเลขของ ระบบ ระบบย่อย หรือส่วนประกอบ ของกระบวนการผลิตที่ทำการวิเคราะห์

(3) **ความรับผิดชอบด้านกระบวนการ**

ใส่ชื่อของฝ่ายหรือกลุ่ม หรืออาจรวมถึงชื่อผู้ส่งมอบด้วย ด้านกระบวนการที่ทำการวิเคราะห์

(4) **จัดทำโดย**

กรอกชื่อหมายเลขโทรศัพท์และชื่อบริษัทของวิศวกรผู้รับผิดชอบในการจัดทำกระบวนการ FMEA

(5) **ปี / รุ่น**

กรอกชื่อปี รุ่น รวมทั้งสายการผลิตยานยนต์ ที่ทำการวิเคราะห์ซึ่งจะเป็นประโยชน์หรือได้รับผลกระทบจากการออกแบบ

(6) **วันที่ป้อน**

ระบุวันที่เริ่มต้นทำการวิเคราะห์กระบวนการ FMEA ซึ่งไม่ควรช้ากว่าวันที่เริ่มต้นการผลิตตามกำหนดการ

(7) **วันที่ของ FMEA**

ระบุวันที่จัดทำต้นฉบับ FMEA รวมทั้งวันที่ที่ได้รับการทบทวนครั้งล่าสุด

(8) **คณะผู้ทำงานหลัก**

กรอกรายชื่อบุคคลและแผนกซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบและผู้มีอำนาจหน้าที่ในการกำหนดหรือดำเนินการวิเคราะห์กระบวนการ (ขอเสนอแนะให้ระบุรายชื่อ แผนก หมายเลขโทรศัพท์ ที่อยู่ ฯลฯ ของสมาชิกในคณะทีมงานทั้งหมด)

(9) **หน้าที่ของกระบวนการและข้อกำหนด**

กรอกรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการหรือการปฏิบัติงานที่ทำการวิเคราะห์ เช่น การกลึงรูปร่าง การเจาะ การเคาะ การเชื่อม การประกอบ เป็นต้น เพื่อเป็นการกำหนดจุดประสงค์ในการวิเคราะห์ ลักษณะข้อความที่ใช้นั้นควรที่จะกระทัดลัดและเข้าใจง่าย ในกรณีที่กระบวนการหรือการปฏิบัติงานที่ทำการวิเคราะห์มีหลายขั้นตอนและมีข้อบกพร่องที่แตกต่างกันแต่ละกระบวนการ

(10) **ลักษณะข้อบกพร่องด้านศักยภาพ**

โดยคณะทีมงานจะต้องทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิตแต่ละขั้นตอนว่าจะเกิดความผิดพลาดไม่เป็นไปตามหน้าที่ที่กำหนดในการออกแบบไว้ได้อย่างไร อาจเป็นสาเหตุหนึ่งร่วมกับอีกสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานอันดับก่อนหน้านี้หรือถัดไป ทั้งนี้โดยกำหนดสมมติฐานว่าข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ที่ได้กำหนดขึ้นอย่างถูกต้องเหมาะสมทั้งในขั้นตอนการออกแบบ การจัดซื้อวัสดุ และกระบวนการอื่นๆ ก่อนหน้านี้ได้ถูกจัดทำอย่างถูกต้องมาตั้งแต่เบื้องต้นแล้ว ลักษณะสาเหตุของข้อบกพร่องที่มักเกิดขึ้นได้อาจมีสาเหตุดังต่อไปนี้ การโค้งงอ การแตกร้าว การลงดิน การยึดติดกัน การเสียรูปทรง การเปิดวงจร การเลือนจาง ความสกปรก การลัดวงจร การใช้งานชำรุด การปรับตั้งไม่ถูกต้อง การหมดสภาพของเครื่องมือ

(11) **ผลกระทบของข้อบกพร่องด้านศักยภาพ**

คณะทีมงานต้องทำการหาคำตอบว่าจะเกิดผลกระทบอย่างไร หากจุดบกพร่องที่ทีมงานได้ระบุไว้ในข้อ 10 ได้เกิดขึ้น โดยจุดบกพร่องหรือลักษณะอย่างหนึ่ง อาจเกิดผลกระทบได้หลายรูปแบบ สิ่งที่สำคัญคือ ทีมงานจะต้องพยายามใช้จินตนาการหรือความคิดในการค้นหารูปแบบของผลกระทบอันเกิดจากลักษณะข้อบกพร่องที่มีผลต่อคุณภาพให้ได้มากและครอบคลุมทั้งหมด

(12) ***ภาวะความรุนแรง* (S)**

*ภาวะความรุนแรง*ของผลกระทบ (Severity of Effect) คณะทีมงานจะต้องทำการวิเคราะห์และประเมินความรุนแรงของผลที่เกิดจากลักษณะข้อบกพร่อง ที่มีต่อลูกค้า *ภาวะความรุนแรง*ที่กล่าวถึงนี้ควรได้รับการประเมินไว้เป็นสเกลตั้งแต่ “1” ถึง “10” ดูรายละเอียดในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) สำหรับ PFMEA

ผลกระทบ	**เกณฑ์: ความรุนแรงของผลกระทบ** การจัดระดับนี้จะใช้เมื่อแนวโน้มความล้มเหลวที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องต่อลูกค้าหรือในการผลิต/ประกอบของลูกค้า กรณีที่เกิดเหตุการณ์ได้ทั้ง2ลักษณะ ให้เลือกใช้ค่าความรุนแรงที่มากกว่า (ผลกระทบต่อลูกค้า)	**เกณฑ์: ความรุนแรงของผลกระทบ** การจัดระดับนี้จะใช้เมื่อแนวโน้มความล้มเหลวที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องต่อลูกค้าหรือในการผลิต/ประกอบของลูกค้า กรณีที่เกิดเหตุการณ์ได้ทั้ง2ลักษณะ ให้เลือกใช้ค่าความรุนแรงที่มากกว่า (ผลกระทบต่อการผลิต/ประกอบ)	**ระดับคะแนน**
อันตรายร้ายแรงโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	อันดับความรุนแรงสูงมาก เมื่อแนวโน้มความล้มเหลวส่งผลกระทบต่อความปลอดภัย การทำงานของยานยนต์ และ/หรือไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบของรัฐโดยไม่มีการเตือน	หรืออาจส่งผลอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน (เครื่องจักร, การประกอบ) โดยไม่มีการเตือน	10
อันตรายร้ายแรงแต่มีการเตือนล่วงหน้า	อันดับความรุนแรงสูงมาก เมื่อแนวโน้มความล้มเหลวส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการทำงานของยานยนต์ และ/ หรือไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบของรัฐโดยมีการเตือน	หรืออาจส่งผลอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน (เครื่องจักร, การประกอบ) โดยมีการเตือน	9
สูงมาก	ความบกพร่องซึ่งทำให้ยานยนต์/ส่วนประกอบไม่สามารถใช้งานได้ (สูญเสียความสามารถในการทำงานตามจุดประสงค์พื้นฐาน)	หรือ ผลิตภัณฑ์ต้องถูกกำจัดทิ้ง (100%) หรือยานยนต์/ส่วนประกอบต้องถูกซ่อมในหน่วยงาน ซ่อมด้วยระยะเวลาเกิน 1 ชั่วโมง	8
สูง	ความบกพร่องซึ่งทำให้ยานยนต์/ส่วนประกอบสมรรถนะการทำงานที่ลดลง แต่ยังใช้งานได้ ทำให้ลูกค้าไม่พอใจอย่างมาก	หรือ อาจต้องมีการคัดแยกผลิตภัณฑ์ และ บางส่วนต้องถูกกำจัดทิ้ง (น้อยกว่า 100%) หรือยานยนต์/ส่วนประกอบต้องถูกซ่อมในหน่วยงานซ่อม	7
ปานกลาง	ความบกพร่องซึ่งยานยนต์/ส่วนประกอบทำงานได้ แต่ส่วนประกอบที่เกี่ยวกับความสะดวกสบายไม่สามารถใช้งานได้ ทำให้ลูกค้าไม่พอใจ	หรือ ส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ (น้อยกว่า100%) อาจต้องถูกกำจัดทิ้ง โดยไม่ต้องคัดแยก หรือยานยนต์/ส่วนประกอบ ต้องถูกซ่อมในหน่วยงานซ่อมด้วยระยะเวลาไม่เกินครึ่งชั่วโมง	6
ต่ำ	ความบกพร่องซึ่งยานยนต์/ส่วนประกอบทำงานได้ แต่ส่วนประกอบที่เกี่ยวกับความสะดวกสบายมีสมรรถนะการทำงานที่ลดลง แต่ใช้งานได้	หรือ ผลิตภัณฑ์ (100%) อาจถูกแก้ไข, หรือยานยนต์/ส่วนประกอบถูกซ่อมนอกสายการผลิต โดยไม่ต้องส่งไปยังหน่วยงานซ่อม	5
ต่ำมาก	ส่วนประกอบมีความไม่สอดคล้องในด้านความพอดี, การตกแต่ง, เสียงสั่นดัง ลูกค้าส่วนใหญ่ (มากกว่า 75%) สังเกตได้	หรือ ผลิตภัณฑ์อาจถูกคัดแยก และบางส่วน (น้อยกว่า100%) ถูกแก้ไขได้โดยไม่ต้องกำจัดทิ้ง	4
เล็กน้อย	ส่วนประกอบมีความไม่สอดคล้องในด้านความพอดี, การตกแต่ง, เสียงสั่นดัง ลูกค้าส่วนหนึ่ง (มากกว่า 50%) สังเกตได้	หรือผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า 100%) ถูกแก้ไขโดยไม่มีการกำจัดทิ้ง, โดยการแก้ไขกระทำในสายการผลิตแต่นอกหน่วยผลิต	3
เล็กน้อยมาก	ส่วนประกอบมีความไม่สอดคล้องในด้านความพอดี, การตกแต่ง, เสียงสั่นดัง ลูกค้าส่วนน้อย (น้อยกว่า 25%) สังเกตได้	หรือ ผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า 100%) ถูกแก้ไขโดยไม่มีการกำจัดทิ้ง, โดยการแก้ไขกระทำในสายการผลิตและในหน่วยผลิต	2
ไม่มีเลย	ไม่มีผลใดๆ	หรือ เกิดความไม่สะดวกต่อกระบวนการ, ผู้ปฏิบัติงาน หรือไม่มีผลกระทบ	1

แหล่งข้อมูล: จากหนังสือ Potential Failure Mode and Effects Analysis โดย Chrysler, Ford and General Motor

(13) **การจัดประเภท**

คณะทีมงานอาจจะมีการจัดประเภทของระบบ ระบบย่อย หรือส่วนประกอบเพื่อการชี้บ่งว่าระบบดังกล่าวทำให้เกิด จุดวิกฤต หรือจุดสำคัญ ต่อระบบการทำงานเพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตเพิ่มเติม เมื่อมีการจัดประเภทในกระบวนการผลิตจะต้องแจ้งต่อผู้รับผิดชอบด้านการออกแบบ ทำการแก้ไขเอกสารที่เกี่ยวข้องเชิงวิศวกรรมต่างๆ เพื่อใช้เป็นจุดควบคุมต่อไป

(14) **สาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องด้านศักยภาพและกลไก**

การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง ถือได้ว่าในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการจัดทำ FMEA เนื่องจากการหาสาเหตุได้อย่างถูกต้องจะสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขั้นตอนนี้จะต้องมีการระมัดระวังไม่ให้เกิดความสับสนระหว่างสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง และผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง โดยทีมงานจะต้องทำการเขียนสาเหตุทุกสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องอย่างละเอียดมาแต่ละข้อ ซึ่งสาเหตุจากคน เครื่องจักร วัตถุดิบ หรือ ขั้นตอนวิธีการทำงาน การวิเคราะห์การเกิดข้อบกพร่อง ถือว่าการผลิตชิ้นส่วนจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดทางวิศวกรรม ที่ถูกระบุอยู่ในแบบของชิ้นส่วน สำหรับสาเหตุของข้อบกพร่องโดยทั่วไป อาจมีสาเหตุมาจาก แรงบิดไม่ถูกต้องอาจจะสูงหรือต่ำเกินไป การเชื่อมไม่ถูกต้อง เช่น ค่ากระแส เวลา แรงดัน ความคลาดเคลื่อนของเครื่องวัด กรรมวิธีการให้ความร้อนไม่ถูกต้อง เช่น เวลา อุณหภูมิ การปิดกั้น การระบายที่ไม่เพียงพอ การหล่อลื่นไม่เพียงพอ ชิ้นส่วนประกอบไม่ครบหรือใส่ชิ้นส่วนผิดตำแหน่ง เป็นต้น

(15) **โอกาสที่ข้อบกพร่องเกิดขึ้น** (O)

โอกาสที่ข้อบกพร่องเกิดขึ้น ได้แก่ แนวโน้มหรือโอกาสของสาเหตุที่อาจจะเกิดความเสียหายขึ้นได้ในระหว่างกระบวนการผลิต หลังจากที่คณะทีมงานได้ทำการหาสาเหตุและผลกระทบอันเกิดจากลักษณะข้อบกพร่องแล้ว คณะทีมงานจะต้องทำการประเมินความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องในแต่ละข้อ ในขั้นตอนนี้คณะทีมงานจะต้องจัดทำสเกลขึ้นมาเพื่อจัดระดับความเสี่ยง โดยปกติแล้ว การกำหนดสเกลที่มีจำนวนระดับมากๆ สมาชิกในทีมจะต้องใช้ในการแบ่งระดับให้กับลักษณะข้อบกพร่องแต่ละข้อ ทำให้กระบวนการวิเคราะห์มีประสิทธิภาพลดลง โดยส่วนใหญ่ในการใช้งานแบบสเกล 1-10 ดังแสดงรายละเอียด ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2. เกณฑ์การประเมินความถี่ในการเกิด (O) สำหรับ PFMEA

ความน่าจะเป็นของการเกิดความล้มเหลว	**โอกาสการเกิด**	**ระดับ**
สูงมาก: เกิดความล้มเหลวบ่อยมาก	> 100 ครั้ง ต่อ1,000 ชิ้น	10
	50 ครั้ง ต่อ1,000 ชิ้น	9
สูง: เกิดความล้มเหลวถี่	20 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น	8
	10 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น	7
ปานกลาง: เกิดความล้มเหลวเป็นครั้งคราว	5 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น	6
	2 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น	5
	1 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น	4
ต่ำ: เกิดความล้มเหลวน้อยครั้ง	0.5ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น	3
	0.1 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น	2
แทบไม่เกิด: ความล้มเหลวไม่น่าจะเกิดขึ้นเลย	< 0.01 ครั้ง ต่อ 1,000 ชิ้น	1

แหล่งข้อมูล: จากหนังสือ Potential Failure Mode and Effects Analysis โดย Chrysler, Ford and General Motor

(16) **การควบคุมกระบวนการปัจจุบัน**

การควบคุมกระบวนการปัจจุบันเป็นการระบุรายละเอียดที่ต้องการควบคุม เพื่อป้องกันมิให้เกิดข้อบกพร่องหรือการตรวจสอบว่ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นหรือไม่

(17) **โอกาสการตรวจพบลักษณะข้อบกพร่อง (D)**

โอกาสการตรวจพบลักษณะข้อบกพร่อง (Detection) ได้แก่ การประเมินความสามารถของการควบคุมกระบวนการผลิตในปัจจุบันว่ามีประสิทธิภาพเพียงใด ซึ่งทีมงานจะต้องทำการประเมินว่าถ้ามีลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต กระบวนการควบคุมปัจจุบันจะสามารถตรวจพบลักษณะบกพร่องได้มากน้อยเพียงใด โดยการจัดลำดับของโอกาสในการตรวจพบจะอยู่ในลักษณะตรงข้ามกับการจัดลำดับโอกาสการเกิดลักษณะข้อบกพร่อง และความรุนแรงของผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่อง กล่าวคือ ถ้าโอกาสในการตรวจพบมีน้อย ค่าคะแนนหรือระดับจะมีค่ามาก ดูรายละเอียดได้ในตารางที่2.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA

การตรวจพบ	เกณฑ์	ประเภทของการตรวจสอบ			การควบคุมที่ใช้เพื่อให้ตรวจพบ	ระดับ
		A	B	C		
แทบเป็นไปไม่ได้	ไม่สามารถตรวจพบได้			X	ไม่สามารถตรวจพบหรือไม่มีการตรวจ	10
เป็นไปได้ยากมาก	เป็นไปได้ยากมากที่การควบคุมจะตรวจพบ			X	การควบคุมมีเพียงการตรวจสอบทางอ้อมหรือการสุ่มตรวจสอบเท่านั้น	9
เป็นไปได้ยาก	เป็นไปได้ยากที่การควบคุมจะตรวจพบ			X	การควบคุมมีเพียงการตรวจสอบด้วยสายตาเท่านั้น	8
ต่ำมาก	เป็นไปได้ยากที่การควบคุมจะตรวจพบ			X	การควบคุมมีเพียงการตรวจสอบด้วยสายตา 2 ครั้งเท่านั้น	7
ต่ำ	การควบคุมอาจตรวจพบได้		X	X	การควบคุมมีการใช้ผังควบคุม เช่น SPC (การควบคุมกระบวนการด้วยกลวิธีทางสถิติ)	6
ปานกลาง	การควบคุมอาจตรวจพบได้		X		มีการใช้เกจต่างๆ ตรวจสอบหลังจากชิ้นงานออกจากหน่วยผลิต หรือมีการใช้ Go/No Go เกจตรวจสอบ 100%สำหรับชิ้นงานที่ออกจากหน่วยผลิต	5
ปานกลางถึงค่อนข้างสูง	การควบคุมมีโอกาสสูงที่จะตรวจพบ	X	X		ตรวจสอบข้อบกพร่องในกระบวนการย่อยต่างๆ ได้ หรือใช้เกจตรวจสอบการตั้งเครื่องและชิ้นงานแรก (สำหรับการตั้งเครื่องเท่านั้น)	4
สูง	การควบคุมมีโอกาสสูงที่จะตรวจพบ	X	X		ตรวจสอบข้อบกพร่องในจุดปฏิบัติงานหรือตรวจพบในกระบวนการย่อยต่างๆ ได้ โดยมีการกรองเพื่อยอมรับในหลายระดับ: การจัดหา, คัดเลือก, ติดตั้ง, ทวนสอบ โดยไม่มีการยอมรับชิ้นงานบกพร่อง	3
สูงมาก	การควบคุมมีโอกาสค่อนข้างแน่นอนที่จะตรวจพบ	X	X		ตรวจพบข้อบกพร่องในจุดปฏิบัติงาน (มีการใช้เกจอัตโนมัติร่วมกับการหยุดอัตโนมัติ) ไม่สามารถที่จะส่งต่อชิ้นงานเสียได้	2
สูงมาก	การควบคุมแน่นอนที่จะตรวจพบ	X			ไม่สามารถเกิดชิ้นงานที่บกพร่องได้ เนื่องจากมีการป้องกันความผิดพลาดโดยกระบวนการและการออกแบบผลิตภัณฑ์	1

ชนิดของการตรวจสอบ

A = ตัวป้องกันความผิดพลาด

B = ใช้เครื่องมือตรวจสอบ

C = การตรวจสอบโดยผู้ปฏิบัติงาน

(18) **ค่าตัวเลขระดับความเสี่ยงชี้นำ** (RPN)

ค่าตัวเลขระดับความเสี่ยงชี้นำ หรือบางครั้งเรียกว่า Criticality Index นี้ ช่วยให้ทีมงานทราบว่าลักษณะข้อบกพร่องใดที่จะทำให้กระบวนการผลิตประสบความผิดพลาดหรือล้มเหลวได้ การเปรียบเทียบค่า RPN ของลักษณะข้อบกพร่องในแต่ละข้อสามารถทำให้ทีมงานจัดลำดับลักษณะข้อบกพร่องที่มีความสำคัญจากมากไปน้อยในการพิจารณาดำเนินการเลือกลำดับก่อนหลังใน การปฏิบัติการแก้ไขได้ อย่างไรก็ตามเมื่อภาวะรุนแรงสูงในกระบวนการผลิตทีมงานจะต้องทำการแก้ไขข้อบกพร่องอย่างเร่งด่วน โดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงผลลัพธ์ของค่า RPN ที่ได้ ค่า RPN มีค่าระหว่าง 1 – 100 โดย RPN = S X O X D

(19) **ปฏิบัติการเสนอแนะ**

ทำการปฏิบัติการแก้ไขและป้องกัน หลังจากที่ได้ทำพิจารณาค่า RPN ซึ่งการดำเนินการนี้จะสามารถช่วยในการกำจัดลักษณะข้อบกพร่องหรือ สามารถลดคะแนนตัวเลข RPN ลงได้ การแก้ไขควรพิจารณาจากสาเหตุข้อบกพร่องที่มีค่า RPN อันดับสูงสุดก่อน โดยมุ่งหมายที่จะลดภาวะความรุนแรงที่เกิดขึ้น และโอกาสการตรวจพบของข้อบกพร่อง โดยทีมงานจะต้องทำการพัฒนาทางเลือดในการแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 ทางเลือกสำหรับแต่ละสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง โดยปฏิบัติการแก้ไขป้องกันที่จัดทำขึ้นเพื่อกำจัดสาเหตุของการเกิดลักษณะข้อบกพร่องที่จะทำให้ลักษณะข้อบกพร่องถูกกำจัดไปด้วยทันทีเช่นกัน หากไม่สามารถคิดปฏิบัติการป้องกันได้ พิจารณาหาวิธีในการลดค่า RPN ด้วยการอาจจะลดโอกาสที่ลักษณะข้อบกพร่องจะเกิดขึ้น ลดความรุนแรงของผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่อง และเพิ่มโอกาสในการตรวจพบลักษณะข้อบกพร่อง ในกรณีที่ไม่มีปฏิบัติการเสนอแนะให้ระบุว่า “ไม่มี”

(20) **ความรับผิดชอบ (สำหรับปฏิบัติการที่เสนอแนะ)**

ระบุชื่อบุคคลหรือหน่วยงานซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบสำหรับปฏิบัติการที่เสนอแนะ รวมทั้งวันที่ ที่กำหนดให้ดำเนินการแก้ไขเสร็จสิ้นตามเป้าหมาย

(21) **ปฏิบัติการที่ดำเนินการ**

หลังจากปฏิบัติการได้รับการนำไปปฏิบัติตามแล้วให้ระบุรายละเอียดโดยย่อของปฏิบัติการที่ดำเนินการจริงพร้อมทั้งระบุวันที่ที่ได้ดำเนินการ

(22) **ผลการปฏิบัติการด้านค่า RPN**

ในกระบวนการผลิต FMEA บางครั้งรวมเอาการทวนการคำนวณค่า RPN เข้าไปด้วย เพื่อวัดผลการปฏิบัติการแก้ไขต่อกระบวนการผลิตด้วยเมื่อปฏิบัติการแก้ไขเสร็จสิ้นลง จะต้องมีการบันทึก ค่า RPN ก่อนและหลังการดำเนินการปฏิบัติการแก้ไข โดยค่า RPN ที่ลดลงเป็นหลักฐานยืนยันถึงประโยชน์จากการดำเนินการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ

การติดตามผลงานผู้รับผิดชอบกระบวนการผลิต จะต้องสามารถประกันได้ว่าการปฏิบัติการเสนอแนะทั้งหมดจะต้องได้รับการนำไปปฏิบัติตาม หรือได้รับการระบุรายละเอียดไว้อย่างเพียงพอแล้วเอกสาร FMEA เป็นเอกสารใช้งานซึ่งควรแสดงให้เห็นถึงระดับการเปลี่ยนแปลงการออกแบบครั้งล่าสุดเสมอ รวมทั้งระดับปฏิบัติการครั้งล่าสุดที่เกี่ยวข้อง ทีมงานผู้รับผิดชอบในกระบวนการผลิตจะต้องสามารถหาวิธีการหลายๆวิธี เพื่อแสดงให้เห็นว่าข้อกำหนดในกระบวนการผลิตและปฏิบัติการเสนอแนะต่างๆ ได้รับการนำไปแก้ไข และปฏิบัติตาม เป้าหมายพื้นฐานของการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพด้านกระบวนการ หรือ การทำ Process FMEA คือ เพื่อกระตุ้นให้เกิดปฏิบัติการแก้ไขป้องกันซึ่งช่วยในการปรับปรุงกระบวนการผลิตในครั้งต่อไป ดังนั้นกิจกรรมนี้จะประสบความสำเร็จลุล่วงตามขั้นตอบได้ก็ต่อเมื่อบริษัทได้มีการดำเนินการปฏิบัติตามปฏิบัติการแก้ไข และป้องกันซึ่งทางทีมงาน FMEA ได้เสนอไว้

2.2.6 ประโยชน์ของการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

1. ช่วยในการตัดสินใจหาทางเลือกที่เป็นไปได้ของการออกแบบและกระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาเลือกค่าความเสี่ยงที่ยอมรับได้
1. ใช้ในการวางแผนปฏิบัติการคุณภาพ เพื่อระบุความเสี่ยงในแต่ละแผน และช่วยในการเตรียมการค้นหาวิธีในการหลีกเลี่ยงปัญหาต่างๆ
2. มีประโยชน์สำหรับกรณีที่มีการออกแบบสินค้า หรือกระบวนการผลิตใหม่ๆ โดยช่วยชี้บ่งและระบุข้อหลีกเลี่ยงข้อบกพร่องอันมีโอกาสเกิดขึ้นได้จากการออกแบบและกระบวนการผลิต
3. ช่วยลดจุดอันตราย และช่วยในการวางแผน ค้นหาวิธีการในการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อยืนยันว่ากระบวนการผลิตมีความน่าเชื่อถือและสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด
4. ช่วยในการกำหนดข้อจำกัดในการปฏิบัติงาน และการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องมือและเครื่องจักรต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิต

5. ช่วยในการชี้จุดหรือบริเวณที่มีปัญหาในกระบวนการผลิต ซึ่งในการปฏิบัติงานจะต้องใช้ความระมัดระวังและให้ความสนใจเป็นพิเศษ
6. นำเสนอวิธีการจัดลำดับความสำคัญก่อนหลังสำหรับปฏิบัติการแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการผลิต
7. เป็นเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมการทำงานเป็นทีม
8. ช่วยในการรวบรวมข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการวางแผนกำหนดคุณลักษณะของกระบวนการ

2.3 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

แผนภูมิพาเรโตเป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับตรวจสอบปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสถานที่ทำงานหรือโรงงาน เพื่อสังเกตดูว่าปัญหาใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดและรองๆลงมาตามลำดับ โดยนำปัญหา หรือสาเหตุเหล่านั้นมาจัดเป็นหมวดหมู่ และแบ่งแยกประเภท จากนั้นทำการเรียงลำดับตามความสำคัญจากมากไปหาน้อย โดยการแสดงขนาดความสำคัญมากน้อยด้วยกราฟแท่งและค่าสะสมด้วยกราฟเส้น ได้รับการคิดค้นขึ้นในปี ค.ศ. 1897 โดยนักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาเลียนท่านหนึ่งที่มีชื่อว่า วี.พาเรโต (V.Pareto) ที่ได้ทำการแสดงผลการวิจัยชิ้นหนึ่งของเขา โดยการแสดงให้เห็นว่า การกระจายรายได้ของประชากรแตกต่างกัน ซึ่งต่อมา ดร.จูราน ชาวอเมริกันก็ได้นำเอาหลักการของพาเรโตมาใช้ในวิชาการควบคุมคุณภาพ เพื่อแสดงให้เห็นว่าสาเหตุความบกพร่องเพียงไม่กี่สาเหตุกลับก่อให้เกิดความสูญเสียมากมาย ขณะที่ความสูญเสียเล็กๆ น้อยๆ ที่เหลือกลับมาจากสาเหตุจำนวนมาก และเรียกวิธีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับความสูญเสียที่เกิดขึ้นนี้ว่า การวิเคราะห์แบบพาเรโต (Pareto Analysis) และเรียกรูปวาดหรือแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์นี้ว่า แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

2.3.1หลักเกณฑ์การเขียนแผนภูมิพาเรโต

หลักเกณฑ์การเขียนแผนภูมิพาเรโต ประกอบด้วย

(1) จำแนกลักษณะและประเภทสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

(2) เก็บรวบรวมข้อมูล นับจำนวนลักษณะ หรือประเภทของปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วคำนวณร้อยละของลักษณะ หรือประเภทของปัญหาที่เกิดขึ้น

(3) เรียงข้อมูลที่นับจำนวนได้จากมากไปหาน้อย จัดทำร้อยละสะสม

(4) เขียนแผนภูมิจากร้อยละสะสม โดยให้แกนนอนเป็นลักษณะ หรือประเภทของปัญหา แล้วเขียนกราฟแท่งเรียงปัญหาจากมากไปหาน้อย พร้อมทั้งกำหนดจุดและลากเส้นร้อยละสะสมของลักษณะ หรือประเภทของปัญหา

2.3.2 ประโยชน์ของแผนภูมิพาเรโต

ประโยชน์ของแผนภูมิพาเรโตมีดังนี้

(1) ใช้จัดลำดับความรุนแรงของปัญหา ซึ่งสามารถแสดงให้ทราบถึงปัญหาที่ส่งผลกระทบให้เกิดความรุนแรงและเสียหายสูงสุด และปัญหาที่ทำให้เกิดความรุนแรงและเสียหายลดหลั่นลงมาตามลำดับ

(2) ช่วยในการตั้งเป้าหมายการแก้ปัญหา โดยตั้งเป้าหมายจากเปอร์เซนต์สะสมและทำการลดปัญหาที่เกิดขึ้น

2.4 แผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram)

แผนผังแสดงเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา คือแผนภูมิที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ที่แท้จริงระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพกับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นแผนภูมิที่ใช้ต่อจากแผนภูมิพาเรโต กล่าวคือ หลังจากตัดสินใจที่จะเลือกแก้ปัญหาใดจากการทำแผนภูมิพาเรโตแล้ว ขั้นต่อไปก็เป็นการระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เลือกขึ้นมาจากแผนภูมิพาเรโต โดยแสดงผลของสาเหตุของปัญหาไว้ที่ปลายของแผนภูมิ และระหว่างที่จะถึงปลายของแผนภูมิจะแสดงถึงสาเหตุของปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากการระดมความคิด จำแนกออกเป็นแขนงเหมือนก้างปลา

2.4.1 หลักเกณฑ์การเขียนแผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา

หลักเกณฑ์การเขียนแผนผังเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา มีดังนี้

(1) กำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไขจากแผนภูมิพาเรโต จากปัญหาที่กำหนด จะเป็นผลของสาเหตุที่อยู่ปลายสุดของแผนภูมิก้างปลา แล้วลากเส้นตรงไปตามแนวนอนและสุดปลายเส้นตามแนวนอนจะเป็นผลของสาเหตุ

(2) เขียนต้นเหตุของปัญหาที่เป็นสาเหตุของปัญหาเล็กๆ แตกแยกแขนงออกจากเส้นตามแนวนอนที่ชี้ไปยังผลของสาเหตุ ซึ่งการเขียนสาเหตุของปัญหาจะได้จากการระดมความคิดทั้งหมด โดยเริ่มจากต้นเหตุใหญ่ของปัญหาซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วย

- คน
- เครื่องจักร
- สภาพแวดล้อม
- วิธีการทำงาน
- วัตถุดิบ

(3) จากต้นตอหลักที่สำคัญ 5 ประการข้างต้นในขั้นตอนนี้จะแยกแตกแขนงปัญหาทั้ง 5 ออกเป็นปัญหาย่อยๆ โดยละเอียด ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นการระดมความคิดต่อเนื่องจากการหาต้นเหตุหลัก ด้วยการสร้างคำถามขึ้นมาเพื่อหาสาเหตุย่อยนำมาเขียนลงในแผนภูมิก้างปลา

2.4.2 ประโยชน์ของแผนผังเหตุและผลหรือแผนผังกางปลา

ประโยชน์ของแผนผังก้างปลาหรือแผนผังแสดงเหตุและผล มีดังนี้

(1) เป็นเครื่องมือซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ได้มากมาย

(2) ทำให้ทราบสาเหตุของผลที่เกิดขึ้น ซึ่งสาเหตุที่ได้นั้นจะละเอียด ลึกซึ้งและมีขั้นตอนตามเหตุและผล ซึ่งสะดวกที่จะนำสาเหตุนั้นๆ ไปพิจารณาแก้ไข

(3) ใช้เป็นเครื่องมือในการระดมสมองจากสมาชิกของกลุ่ม

2.5 งานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. อรรถพล ฤทธิภักดี, (2544): การปรับปรุงคุณภาพสำหรับกระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนพลาสติกในอุตสาหกรรมรถยนต์

ได้ทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพสำหรับกระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนพลาสติกในอุสาหกรรมรถยนต์ให้เหมาะสม ซึ่งผลจากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้เปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการผลิตลดลง ข้อร้องเรียนจากลูกค้าลดลง พร้อมกับมีวิธีการและมาตรฐานในการทำงานเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาซ้ำ โดยใช้เทคนิคแผนผังกางปลา (Cause and Effect Diagram) เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมด และเทคนิค Seven new QC tools บางเครื่องมือ เช่นแผนภาพความสัมพันธ์ (Relation Diagram) แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram) มาทำการวิเคราะห์เพื่อใช้ในการค้นหาความสัมพันธ์ของปัญหา และใช้เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต (PFMEA) เพื่อแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการผลิต

2. เฉลิมพล ลีลาผาติกุล, (2540): การวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบทางคุณภาพสำหรับอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดและควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของยางรถยนต์โดยใช้การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต (Failure Mode and Effect Analysis:FMEA) มาใช้วิเคราะห์และควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตยางรถยนต์ โดยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตและค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่องทุกขั้นตอนการผลิต โดยอาศัยแผนภาพแสดงเหตุและผล แผนภาพความสัมพันธ์และแผนภาพต้นไม้ เป็นเครื่องมือช่วยในการค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่องเหล่านั้น จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญการผลิตนั้นมาวิเคราะห์

เพื่อประเมินค่าความรุนแรงของข้อบกพร่อง การเกิดข้อบกพร่อง และการควบคุมกระบวนการ เพื่อคำนวณหาค่าดัชนี (Risk Priority Number หรือ RPN) ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความเสี่ยงที่เกิดข้อบกพร่อง โดยค่า RPN ยิ่งมากจะหมายถึงมีความเสี่ยงที่เกิดข้อบกพร่องสูง โดยภายหลังจากการดำเนินงาน ทำให้จำนวนของยางเสียลดลง

3. **ธวัชชัย นาวาล้ำเลิศ**, (2542): **การประกันคุณภาพสำหรับการบริหารโครงการของโรงบำบัดน้ำ**

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางในการสร้างระบบประกันคุณภาพสำหรับการบริหารโครงการของโรงบำบัดน้ำ โดยปัญหาที่พบในโครงการประกอบด้วย ปัญหาคุณภาพของงานที่ไม่ดีพอ ปัญหาการเสร็จงานล่าช้า และปัญหาความไม่พอใจของลูกค้า ได้มีการจัดตั้งกลุ่มบุคคลที่มีประสบการณ์ รวบรวมความคิดและถกปัญหากันอย่างเปิดเผย พร้อมเสนอแนะข้อคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา พร้อมทั้งใช้แผนภูมิก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นไปได้ของแต่ละปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการตัวอย่าง เพื่อสร้างระบบประกันคุณภาพ ในการศึกษานั้นจะวิเคราะห์ความผิดพลาดที่เป็นไปได้ของแต่ละกิจกรรม พร้อมทั้งผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาดนั้น และเสนอแนะวิธีการดำเนินงานเพื่อป้องกันปัญหานั้นๆ หรือที่เรียกว่า Failure Mode and Effect Analysis ผลที่ได้จากการวิจัย มีการกำหนดกิจกรรมคุณภาพทั้งขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ การสร้างเอกสารเพื่อช่วยในการตรวจสอบหรือเพื่อช่วยเตือนความจำในระหว่างดำเนินงาน

4. **นิพนธ์ ชวนะปราณี**, (2543): **การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA และ FTA ในงานการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า**

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเพื่อกำหนดและควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการออกแบบและการผลิตสายไฟฟ้าประเทภทนไฟ โดยการประยุกต์ใช้ FTA และ FMEA ในการออกแบบและกระบวนการผลิตเป็นเครื่องมือคุณภาพหลัก จากการดำเนินงานพบว่า ข้อบกพร่องต่างๆ ของทั้งสองวิธีมีความสอดคล้องกัน โดยจำนวนข้อบกพร่องที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FMEA มีจำนวนมากกว่าและครอบคลุมทุกหัวข้อของผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTA ในการปรับปรุงแก้ไขและควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการออกแบบและการผลิตนั้น จึงอ้างอิงผลจาก FMEA เป็นหลัก ผลที่ได้จากการดำเนินงานคือ ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า

5. **สุภาวดี บุญชนะวิวัฒน์**, (2541): **การวางแผนคุณภาพในอุตสาหกรรมการหล่อชิ้นส่วนยานยนต์อะลูมิเนียม : กรณีศึกษา**

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเพื่อจัดสร้างระบบแผนคุณภาพล่วงหน้า (Advanced Product Quality Planning) และจัดทำแผนคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์อะลูมิเนียม โดยแบ่งเป็น 5 ระยะ คือ ระยะที่1 การกำหนดความต้องการของลูกค้าโดยการใช้เทคนิคการแปรหน้าที่ด้านคุณภาพ (Quality Function Deployment) ระยะที่ 2 เป็นการออกแบบพัฒนาผลิต

ภัณฑ์ ซึ่งทางโรงงานรับแบบจากลูกค้าจึงไม่มีขั้นตอนนี้ ระยะที่ 3 เป็นการออกแบบและพัฒนากระบวนการผลิต โดยใช้เทคนิค FMEA จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินค่าความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่อง เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ระยะที่ 4 จัดทำแผนควบคุมลักษณะข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดในกระบวนการผลิต ระยะที่ 5 ประเมินผลการวางแผนคุณภาพจากผลการดำเนินงาน พบว่าของเสียในกระบวนการผลิตลดลง ปัญหาของเสียที่ลูกค้าส่งคืนลดลง และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง

6. **พิศิษฐ์ เจริญกิจวิวัฒน์**, (2541): **การปรับปรุงคุณภาพสินค้าสำหรับลูกค้าในกรณีศึกษาของโรงงานประกอบแผงต่อสายเครื่องควบคุมไฟฟ้าและขั้วต่อปลายไฟฟ้า**

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพของ สายเครื่องควบคุมไฟฟ้า เพื่อที่จะบรรลุความต้องการของลูกค้าในโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็คโทรนิกส์ โดยเน้นในการปรับปรุงด้านกิจกรรมในโรงงาน เริ่มจากการวิเคราะห์เครื่องมือการควบคุมคุณภาพ หลังจากนั้น จะนำ FMEA มาทดลองใช้ในการป้องกัน ลด และกำจัดข้อผิดพลาดที่เคยเกิดขึ้น และข้อผิดพลาดที่มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นสำหรับสินค้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยเริ่มค้นหาข้อมูลเกณฑ์คุณภาพจากคำร้องของลูกค้าโดยใช้พาเรโต ปรับปรุงแผนการสุ่มตัวอย่างในระหว่างดำเนินงาน FMEA จากผลการดำเนินงานคำร้องเรียนจากลูกค้าได้ลดลงร้อยละ 43.76

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

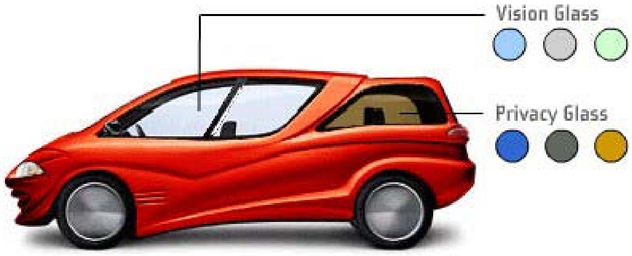
การศึกษาการดำเนินงานและสภาพปัจจุบันของโรงงาน

โรงงานตัวอย่างที่เลือกทำการศึกษา เป็นโรงงานที่ทำการผลิตกระจกแผ่นเรียบ คุณภาพเกรด Privacy เพื่อป้อนให้กับอุตสาหกรรมรถยนต์ โดยมีอัตราส่วนของการส่งออกและขายภายในประเทศ ดังนี้ ส่งออกร้อยละ 85 ขายภายในประเทศร้อยละ 15 โดยทางโรงงานตัวอย่างจะต้องทำการผลิตกระจกแผ่นเรียบ คุณภาพเกรด Privacy ให้ได้มาตรฐานตามที่ลูกค้ากำหนด อีกทั้งยังต้องควบคุมเปอร์เซ็นต์ของเสียในแต่ละล็อทไม่ให้เกินจากจำนวนที่ลูกค้ากำหนด โรงงานตัวอย่างได้เริ่มทำการผลิตกระจกแผ่นเรียบ คุณภาพเกรด Privacy เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2543 โดยสถานการณ์ขณะนั้นมีอยู่เพียง 3 ประเทศทั่วโลกเท่านั้นที่สามารถผลิตคุณภาพเกรด Privacy นี้ได้ ได้แก่ประเทศญี่ปุ่น ประเทศอินโดนีเซีย และประเทศไทย ด้วยจำนวนผู้ผลิตยังคงมีน้อยรายในช่วงเวลาดังกล่าวทำให้ลูกค้าไม่เข้มงวดในเรื่องเปอร์เซ็นต์ของเสียมากนัก แต่พอระยะหลังคือปลายปี พ.ศ. 2544 ทางลูกค้ามีการกำหนดเปอร์เซ็นต์ของเสียในแต่ละล็อทห้ามเกิน 4% และหลังจากนั้นต่อมาเมื่อประเทศจีนได้มีการเปิดประเทศ ทำให้ประเทศเป็นคู่แข่งเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งราย ซึ่งประเทศจีนสามารถพัฒนากระบวนการผลิตและคุณภาพได้ทัดเทียมกับผู้ผลิตรายเดิม และสิ่งที่ทุกคนมองว่าประเทศจีนจะได้เปรียบกว่าทุกๆ ประเทศคือ ต้นทุนการผลิตต่ำ เนื่องจากประเทศจีนมีแรงงานจำนวนมากและค่าแรงถูก จึงเป็นเหตุให้ลูกค้ามีการปรับเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์ของเสียจากเดิม 4% เป็น 2.5% ในปี พ.ศ. 2545 และในอนาคตซึ่งก็มีแนวโน้มว่าอาจจะปรับเปลี่ยนลดลงอีก จึงเป็นเหตุให้โรงงานตัวอย่างต้องหากลยุทธ์เพื่อควบคุมของเสียไม่ให้เกินจำนวนที่ลูกค้ากำหนด พร้อมทั้งพัฒนาคุณภาพให้ดีขึ้นอีกเพื่อรักษาลูกค้าไว้

3.1 การศึกษาการดำเนินงานและสภาพปัจจุบันของโรงงาน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่โรงงานนี้ได้ผลิต คือกระจกด้านข้างนิรภัยสำหรับรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งกระจกดังกล่าวจะมีสีค่อนข้างดำ ทั้งนี้เพื่อทำหน้าที่ในการกรองรังสี UV จากแสงแดด ซึ่งเป็นคุณสมบัติของกระจกไพรเวซี่ (Privacy Glass)



รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณสมบัติของกระจกไพรเวซี่

คุณสมบัติของกระจกไพรเวซี่ คือมีความเป็นส่วนตัว หมายความว่าหากเราอยู่ในห้องที่ใช้กระจกไพรเวซี่กั้น จะทำให้คนที่อยู่ด้านนอกมองไม่เห็นเรา แต่เราซึ่งอยู่ด้านในสามารถมองเห็นด้านนอกได้ และที่สำคัญสามารถป้องกันรังษี UV ได้ ดังรูปที่ 3.2

Now they see you

Now they don…

รูปที่ 3.2 แสดงคุณสมบัติของกระจกไพรเวซี่

ในการศึกษาและวิเคราะห์ของเสียได้มีการดำเนินการร่วมกับทีมผู้ชำนาญการระดับหัวหน้างาน, วิศวกร, ซูเปอร์ไวท์เซอร์และผู้จัดการฝ่ายจากโรงงานตัวอย่าง ซึ่งมาจากฝ่ายต่างๆ ดังนี้

1. ฝ่ายผลิต,หลอมและขึ้นรูป (Melting & Drawing) รับผิดชอบในกระบวนการหลอมและขึ้นรูปกระจกให้เป็นแผ่น โดยควบคุมความหนาให้ได้มาตรฐานตามที่ลูกค้าต้องการ

2. ฝ่ายผลิต,ตัด (Cutting) รับผิดชอบในกระบวนการตัดกระจกให้มีขนาดต่างๆ ตามมาตรฐานที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งรวมถึงการควบคุมคุณภาพของกระจกก่อนตัดด้วยว่าจะต้องได้มาตรฐาน

3. ฝ่ายควบคุมคุณภาพ (QA) รับผิดชอบในการจัดทำมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ และการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ให้กับฝ่ายผลิต ตลอดจนรับผิดชอบในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายพร้อมทั้งเป็นหัวหน้ากลุ่มในการในการดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาและของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ตลอดจนรับผิดชอบในการสื่อสารข้อมูลกับลูกค้าเกี่ยวกับสถิติข้อมูลการผลิตและของเสียที่เกิดขึ้น

4. ฝ่ายบรรจุ (Packing) รับผิดชอบในการบรรจุผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐานตามที่ลูกค้าต้องการ โดยตรวจสอบชนิด, จำนวน, ใบแสดงสถานะภาพของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกัน ก่อนนำส่งเข้าคลังสินค้า

5. ฝ่ายคลังสินค้า (Warehouse) รับผิดชอบรับผิดชอบในการเคลื่อนย้าย ดูแลคุณภาพสินค้าก่อนส่ง ตลอดจนส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. ฝ่ายซ่อมบำรุง (Mechanic) รับผิดชอบในการดูแลและซ่อมบำรุงเครื่องจักร เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการผลิต

7. ฝ่ายจัดซื้อ (Purchase) รับผิดชอบในการจัดซื้อวัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต รวมถึงการจัดจ้างผู้รับเหมา

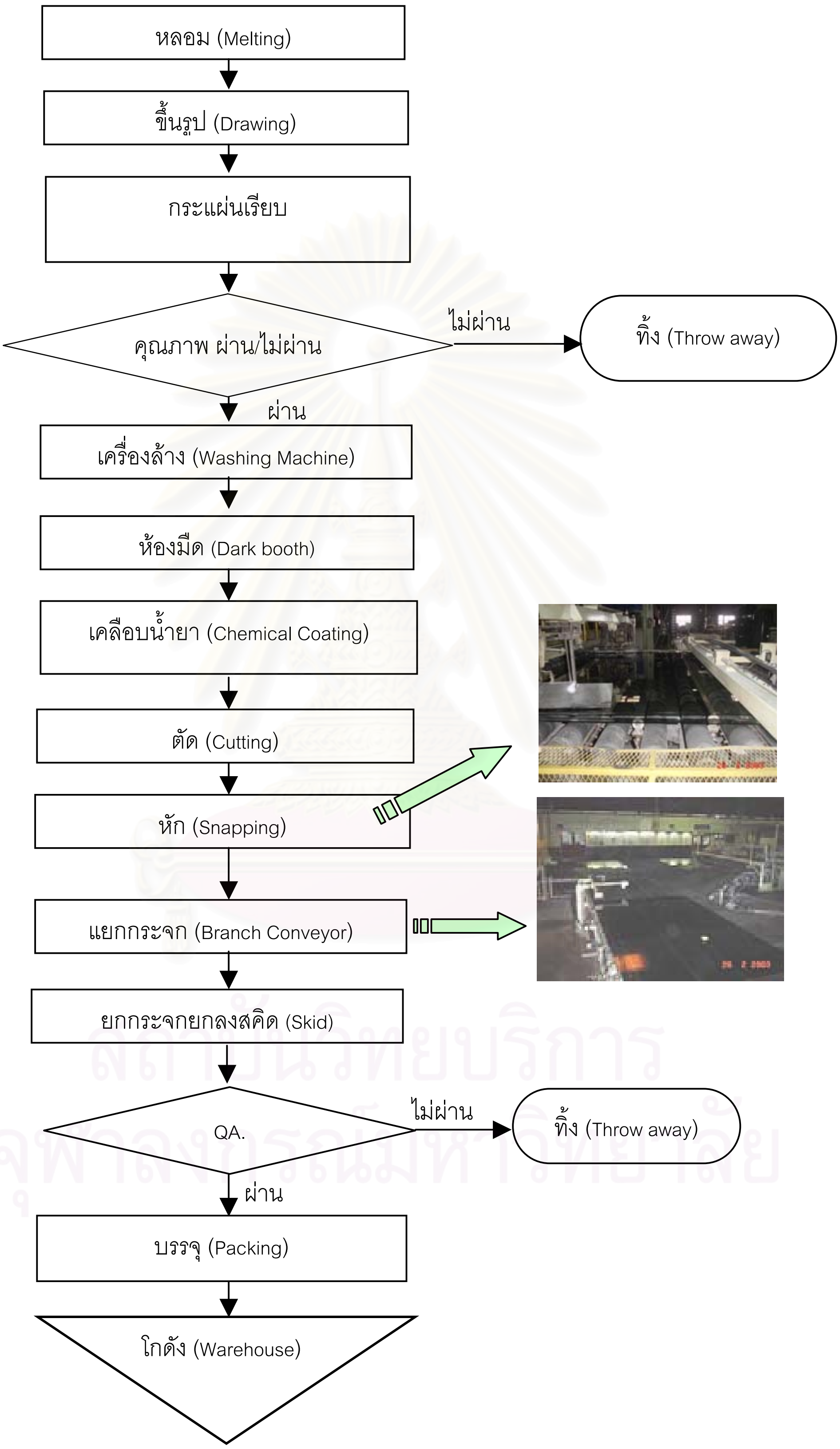
8. ฝ่ายวัตถุดิบ (Raw material) รับผิดชอบในการรับและจ่ายวัตถุดิบให้กับฝ่ายผลิต โดยดูแลรักษาให้วัตถุดิบอยู่ในสภาพดีพร้อมใช้งานไม่มีสิ่งปลอมปนหรือแปรสภาพ

3.2 การศึกษาด้านกระบวนการผลิต

การศึกษาด้านกระบวนการผลิตสำหรับผลิตกระจกรถยนต์ สามารถแสดงแผนผังการไหลของกระบวนการได้ ดังรูปที่ 3.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กระบวนการผลิตกระจกไพรเวซี่ (Privacy Glass Process Flow)



รูปที่ 3.3 แสดงกระบวนการผลิตกระจกไพรเวซี่ (Privacy Glass Process Flow)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทีมผู้ชำนาญการได้ร่วมกันกำหนดแผนผังการไหลของกระบวนการสำหรับผลิตกระจกรถยนต์เกรดไพรเวซี่ และผู้รับผิดชอบในแต่ละกระบวนการ ดังตารางที่ 3.1 และเพื่อให้ทราบขอบเขตที่ชัดเจนในการศึกษากระบวนการตลอดจนมีการระบุวัตถุประสงค์ของการทำงานของแต่ละกิจกรรม โดยมีการกำหนดจุดที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ พร้อมทั้งข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 แสดงผังการไหลของแต่ละกระบวนการ และผู้รับผิดชอบ

ผังการไหล	ชื่อกระบวนการ	ผู้รับผิดชอบ
1 ○□	รับ / ตรวจสอบวัตถุดิบ	ฝ่ายวัตถุดิบ
2 ▽	จัดเก็บวัตถุดิบ	
3 ○	เตรียมส่วนผสมเพื่อหลอม (Mix bath)	
4 ○	หลอม (Melting)	ฝ่ายผลิต (หลอม / ขึ้นรูป)
5 ○	ขึ้นรูป (Drawing)	
6 ○	ล้าง (Washing)	ฝ่ายผลิต (ตัด)
7 □	ตรวจจับด้วยคน (Defect Dark booth)	
8 ○	เคลือบน้ำยา (Chemical coating)	
9 ○	ตัด (Cutting)	
10 ○	หัก (Snapping)	
11 ○	แยกกระจก (Branch conveyor)	
12 ○	ยกกระจกลงสคิด (Skid)	
13 □	ตรวจสอบ (QA.)	ฝ่ายควบคุมคุณภาพ
14 ○	บรรจุ (Packing)	ฝ่ายบรรจุ
15 ▽	โกดัง (Warehouse)	ฝ่ายคลังสินค้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแผนภาพการไหลของกระบวนการดังกล่าว กลุ่มผู้ชำนาญการได้กำหนดขอบเขตการวิจัยเฉพาะในกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับฝ่ายผลิตและฝ่ายควบคุมคุณภาพเท่านั้น เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดในการอธิบายหน้าที่หลักหรือวัตถุประสงค์ของแต่ละกระบวนการ จุดที่ควรระมัดระวังตลอดจนข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้นจากกิจกรรมการทำงาน ดังกล่าว

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงหน้าที่หลักและข้อบกพร่องของแต่ละกระบวนการ

กระบวนการ	วัตถุประสงค์	จุดควรระวัง	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น
หลอม (Melting)	หลอมละลายส่วนผสมในการทำกระจกให้ละลายตัวอย่างสมบูรณ์ในอุณหภูมิที่ควบคุม	- อุณหภูมิ - การกวน - ส่วนผสม	- ฟองอากาศ (bubble) - สิ่งเจือปน (stone) - Ream - Color line
ขึ้นรูป (Drawing)	ดึงน้ำแก้วที่ผ่านการหลอมให้เป็นแผ่น โดยควบคุมความหนาให้ได้ตามที่ต้องการ	- ความหนา - ความเรียบ - Roller สำหรับพากระจก - Tin (ดีบุก)	- ความหนาผิด - กระจกโค้ง ไม่เรียบ - Roller scratch - Tin (กระจกขึ้นรูป โดยรอยตัวบนดีบุก)
ล้าง (Washing)	ทำความสะอาดผิวกระจกให้สะอาดก่อนตัด	- คุณภาพของน้ำที่ใช้ - อุณหภูมิน้ำ - เครื่องล้าง (แปรง) - กระจกแตกขณะล้าง	- คราบน้ำ - รอยขีดข่วนจากแปรง - รอยขีดข่วนจากเศษกระจกที่แตก
ห้องมืด (Dark booth)	ตรวจจับ defect ไม่ให้หลุดไปถึงลูกค้า โดยใช้คนขีด	- การมองเห็น - ความแม่นยำในการขีด	- Defect ขนาดใหญ่หลุดไปถึงลูกค้า
เคลือบ (Chemical coating)	เคลือบผิวกระจกไว้ เพื่อป้องกันสนิม	- ส่วนผสมของน้ำยา - เครื่องสเปรย์	- คราบน้ำยาฝังแน่น - น้ำยาไม่สม่ำเสมอ - น้ำยาไม่แห้ง
ตัด (Cutting)	ตัดกระจกให้ได้ขนาดตามที่ลูกค้าต้องการ	- ใบมีดตัด - น้ำมันสำหรับตัด	- กะเทาะ - ขนาด / มุม ผิดพลาด
หัก (Snapping)	หักกระจกให้ตรงตามรอยตัด	- การหัก (Snapping)	- เศษกระจก (Cullet)
แยกกระจก (Branch conveyor)	นำพากระจกไปสู่ Branch ต่างๆ	- การไหลของกระจกไปตาม Branch - การโรย Plastic powder	- Branch scratch - Plastic powder ฝังแน่น
ยกกระจกลงสคิด (Skid)	ยกกระจกลงสคิดให้ได้ตามมาตรฐานบรรจุ เพื่อรอไปบรรจุ (Pack)	- รอยขีดข่วนจากการยกและวาง - รอยกะเทาะจากการยกและวาง	- รอยขีดข่วน - รอยกะเทาะ
ควบคุมคุณภาพ (QA)	รับรองคุณภาพของกระจกก่อนส่งมอบให้ลูกค้า	- ข้อกำหนดในการตรวจสอบ - เครื่องมือ / อุปกรณ์ที่ใช้	- มีของเสียปะปนไปให้กับลูกค้า
บรรจุ (Pack)	Pack กระจกตามมาตรฐานเพื่อป้องกันความเสียหายขณะเครื่องย้าย / ขนส่ง	- วิธีการ Pack กระจก	- แตก ขณะ Pack

จากตารางที่ 3.1 กลุ่มผู้ชำนาญการได้พิจารณากระบวนการในการผลิตกระจกแผ่นเรียบเกรดไพรเวซี่ โดยมีการรวมกระบวนการที่มีลักษณะการทำงานต่อเนื่องกันและควบคุมโดยฝ่ายเดียวกัน คือ กระบวนการล้าง, ห้องมืด (Defect dark booth), เคลือบน้ำยา (Chemical coating),

ตัด (Cutting), หัก (Snapping) แยกกระจกไปตามบร้านซ์ (Branch conveyor) และยกกระจกลงสคิด (Skid) เป็นกระบวนการตัด เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์และง่ายต่อการรวบรวมข้อมูล หลังจากนั้นได้ร่วมกันวิเคราะห์กระบวนการตรวจสอบขั้นตอนสุดท้ายเป็นกระบวนการรับรองชิ้นงานก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า ซึ่งกระบวนการดังกล่าวไม่ได้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย ถ้าพบของเสียในกระบวนการตรวจสอบก็เป็นการบ่งชี้ว่ามีของเสียเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงไม่ได้นำกระบวนการตรวจสอบมาทำการวิเคราะห์ จึงมุ่งเน้นที่จะลดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเท่านั้น โดยผลสรุปของกระบวนการที่จะทำการวิเคราะห์มี ดังนี้ คือ

- กระบวนการหลอม (Melting)
- กระบวนการขึ้นรูป (Drawing)
- กระบวนการตัด (Cutting)
- กระบวนการบรรจุ (Packing)

3.3 การรวบรวมสถิติของเสีย

สภาวะปัญหาปัจจุบัน

ลูกค้า (ประเทศญี่ปุ่น) ได้ร้องเรียนคุณภาพของกระจกนิรภัยด้านข้างสำหรับรถยนต์ หรือที่เรียกว่า กระจกไพรเวซี่ ว่ามีของเสียมากเกินกว่าข้อตกลง ข้อตกลงก็คือ ของเสียในแต่ละล็อทต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งที่ผ่านมานั้นหลังจากมีการปรับลดเปอร์เซ็นต์ของเสียลงจาก 4.0 เป็น 2.5 เปอร์เซ็นต์ ของเสียรวมในแต่ละล็อทเกิน 2.5 เปอร์เซ็นต์มาตลอด และประกอบกับผลการตรวจสอบพบของเสียภายในกระบวนการผลิตเองก็มีเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ค่อนข้างสูง แสดงได้ดังนี้

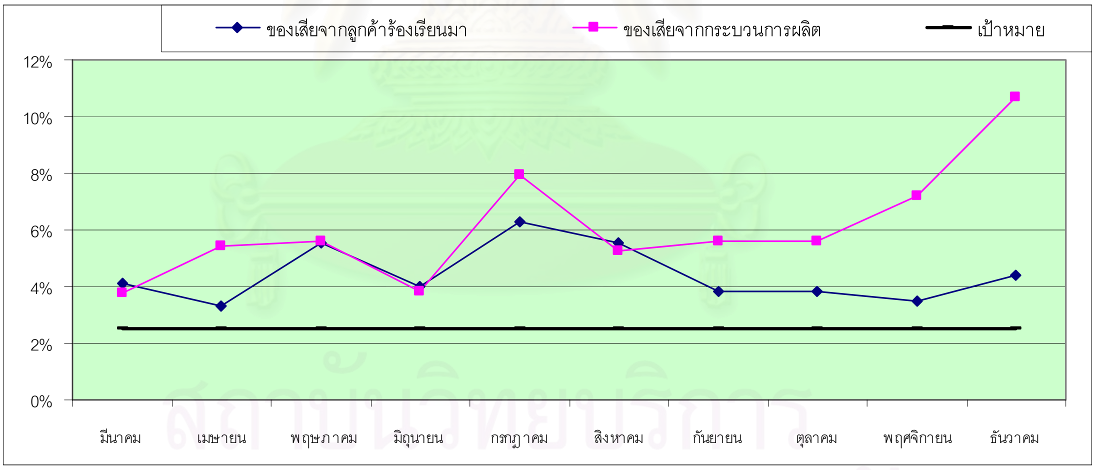
ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงสถิติของเสียในกระบวนการผลิต และจากลูกค้าร้องเรียนมา ตั้งแต่เดือน มีนาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2545

เดือน	จำนวน ยอดที่ส่ง (แผ่น)	ของเสียจากลูกค้าร้องเรียนมา		จำนวน ยอดการผลิต (แผ่น)	ของเสียในกระบวนการผลิต	
		จำนวน (แผ่น)	%		จำนวน (แผ่น)	%
มีนาคม	280,000	11,500	4.11	290,000	11,000	3.79
เมษายน	450,000	15,000	3.33	460,000	25,000	5.43
พฤษภาคม	360,000	20,000	5.56	374,000	21,000	5.61

เดือน	จำนวนยอดที่ส่ง (แผ่น)	ของเสียจากลูกค้าร้องเรียนมา		จำนวนยอดการผลิต (แผ่น)	ของเสียในกระบวนการผลิต	
		จำนวน (แผ่น)	%		จำนวน (แผ่น)	%
มิถุนายน	540,000	21,500	3.98	577,000	22,000	3.81
กรกฎาคม	510,000	32,000	6.27	540,000	43,000	7.96
สิงหาคม	380,000	21,000	5.53	388,000	20,500	5.28
กันยายน	365,000	14,000	3.84	375,000	21,000	5.60
ตุลาคม	415,000	16,000	3.86	430,000	24,000	5.58
พฤศจิกายน	490,000	17,000	3.47	500,000	36,000	7.20
ธันวาคม	430,000	19,000	4.42	450,000	48,000	10.67

หมายเหตุ: ข้อมูลมาจากรายงานการตรวจรับกระจกจากลูกค้า และรายงานการผลิตประจำปี 2545

จากตารางที่ 3.3 ทีมผู้ชำนาญการได้นำมาทำกราฟเส้นเพื่อดูแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน ซึ่งเปอร์เซ็นต์ที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนไม่คงที่ มีเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่าเป้าหมายที่ลูกค้าได้กำหนดไว้ คือเกิน 2.5 เปอร์เซ็นต์ ตามรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการผลิต และจากลูกค้าร้องเรียนมา

หลังจากทราบกระบวนการที่ต้องวิเคราะห์เพื่อดำเนินการลดของเสียแล้ว ทีมผู้ชำนาญการได้รวบรวมสถิติของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการหลอม (Melting), กระบวนการขึ้นรูป (Drawing), กระบวนการตัด (Cutting) และกระบวนการบรรจุ (Packing) โดยรวบรวมข้อมูลของเสียจากกระบวนการผลิตของแต่ละเดือนเทียบกับข้อมูลของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมา เพื่อทราบถึงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นแต่ละกระบวนการ ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

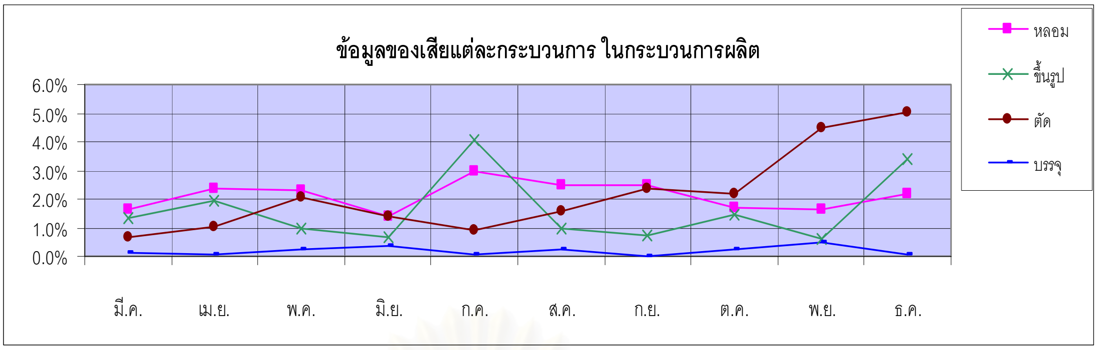
จากตารางที่ 3.3 ทีมผู้ชำนาญการได้นำเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดในแต่ละเดือนมาทำการแจกแจงข้อมูลออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียในแต่ละกระบวนการที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือน ดังตารางที่ 3.4 และ ตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.4 แสดงลักษณะของเสียในแต่ละกระบวนการ
ตั้งแต่เดือน มีนาคม – ธันวาคม 2545

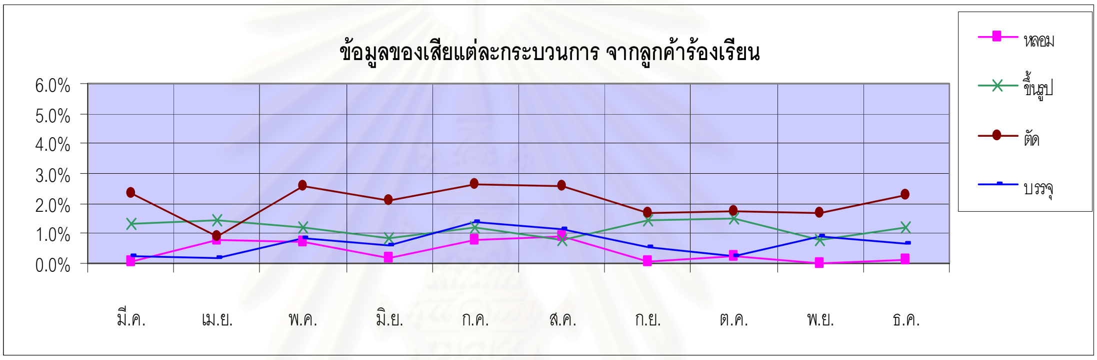
กระบวนการ	ชนิดของเสีย	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	รวม
หลอม (Melting)	สิ่งเจือปน(Stone)	1,500	2,200	685	850	6,800	1,650	7,200	1,900	4,200	2,000	28,985
	สีเพี้ยน	300	2,300	950	150	200	450	200	1,900	1,100	2,300	9,850
	ฟองอากาศสีดำ(Black bubble)	3,000	6,500	7,000	7,000	9,100	7,500	2,000	3,500	3,000	5,400	54,000
ขึ้นรูป (Drawing)	ผิดความหนา(Thickness)	300	3,250	1,000	2,000	100	1,500	1,500	3,500	1,700	6,300	21,150
	ดีบุก(Tin)	600	1,000	700	500	200	200	200	600	500	1,100	5,600
	รอยโรลเลอร์(Roller mark)	3,000	4,600	2,000	1,400	21,500	2,000	1,100	2,100	900	8,000	46,600
ตัด (Cutting)	กลับด้าน(Top-Bottom)	900	500	4,500	400	2,000	3,500	1,200	1,000	4,500	2,400	20,900
	กะเทาะ(Chip)	-	400	800	400	100	650	-	850	500	-	3,700
	รอยขีดข่วน(Scratch)	300	1,200	965	1,800	2,100	550	2,200	2,300	6,900	7,600	25,915
	ผิดขนาด(Size)	-	900	500	1,200	-	200	-	1,400	-	1,200	5,400
	คราบน้ำ(Water stain)	500	700	700	3,100	400	350	5,200	2,600	9,500	11,300	34,350
	เศษกระจก(Cullet)	300	1,050	200	1,000	200	900	200	1,200	900	200	6,150
บรรจุ (Packing)	แตกจากการ pack	300	400	1,000	700	-	700	-	650	2,300	-	6,050
	คราบผงโรย(Plastic powder)	-	-	-	1,500	300	350	-	500	-	200	2,850
	ของเสียรวม	11,000	25,000	21,000	22,000	43,000	20,500	21,000	24,000	36,000	48,000	271,500
	ยอดการผลิตรวม	290,000	460,000	374,000	577,000	540,000	388,000	375,000	430,000	500,000	450,000	4,384,000
	% ของเสีย	3.79%	5.43%	5.61%	3.81%	7.96%	5.28%	5.60%	5.58%	7.20%	10.67%	6.19%

ตารางที่ 3.5 แสดงลักษณะของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมาในแต่ละกระบวนการ
ตั้งแต่เดือน มีนาคม – ธันวาคม 2545

กระบวนการ	ชนิดของเสีย	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	รวม
หลอม (Melting)	สิ่งเจือปน(Stone)	-	3,400	2,300	560	3,300	2,000	-	150	20	20	11,750
	สีเพี้ยน	-	5	500	-	550	500	-	350	80	80	2,065
	ฟองอากาศสีดำ(Black bubble)	200	100	-	500	350	1,000	250	550	-	450	3,400
ขึ้นรูป (Drawing)	ผิดความหนา(Thickness)	500	1,500	600	1,300	1,900	100	1,250	2,050	1,200	800	11,200
	ดีบุก(Tin)	400	500	-	600	690	400	1,800	1,400	200	1,500	7,490
	รอยโรลเลอร์(Roller mark)	2,900	4,500	3,800	2,900	3,750	2,500	2,300	2,900	2,500	3,000	31,050
ตัด (Cutting)	กลับด้าน(Top-Bottom)	400	445	540	890	1,300	100	800	2,500	1,200	1,900	10,075
	กะเทาะ(Chip)	-	150	-	-	540	-	200	200	400	250	1,740
	รอยขีดข่วน(Scratch)	3,200	1,000	1,400	4,260	5,430	2,300	700	500	3,000	3,300	25,090
	ผิดขนาด(Size)	-	150	1,000	-	695	-	500	200	500	100	3,145
	คราบน้ำ(Water stain)	1,200	1,300	4,560	5,490	5,430	4,500	2,000	3,000	2,000	2,900	32,380
	เศษกระจก(Cullet)	2,000	1,200	2,100	1,500	765	3,200	2,200	1,200	1,400	1,800	17,365
บรรจุ (Packing)	แตกจากการ pack	600	300	1,900	3,000	5,900	2,500	1,700	700	3,500	2,500	22,600
	คราบผงโรย(Plastic powder)	100	450	1,300	500	1,400	1,900	300	300	1,000	400	7,650
	ของเสียรวม	11,500	15,000	20,000	21,500	32,000	21,000	14,000	16,000	17,000	19,000	187,000
	ยอดส่งสินค้ารวม	280,000	450,000	360,000	540,000	510,000	380,000	365,000	415,000	490,000	430,000	4,220,000
	% ของเสีย	4.11%	3.33%	5.56%	3.98%	6.27%	5.53%	3.84%	3.86%	3.47%	4.42%	4.43%



รูปที่ 3.5 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการผลิต ของแต่ละกระบวนการตั้งแต่เดือน มี.ค. – ธ.ค. 2545

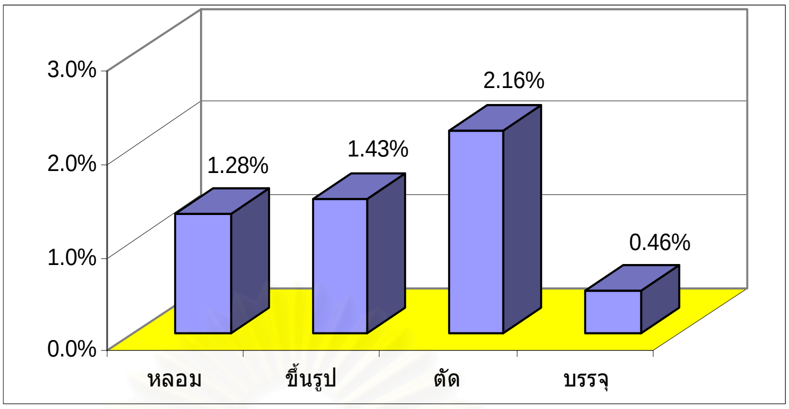


รูปที่ 3.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมาในแต่ละกระบวนการตั้งแต่เดือน มี.ค. – ธ.ค. 2545

จากรูปที่ 3.5 และ 3.6 จะพบว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนจะเกิดจากกระบวนการตัด (Cutting) กระบวนการขึ้นรูป (Drawing) และกระบวนการหลอม (Melting) ส่วนกระบวนการบรรจุ (Packing) นั้นค่อนข้างน้อย แต่ทางทีมผู้ชำนาญการยังไม่ตัดกระบวนการบรรจุ (Packing) ออก แต่จะนำทุกกระบวนการมาศึกษาว่ามีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการใดบ้าง ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงได้ดำเนินการรวบรวมเปอร์เซ็นต์ของเสียสะสมที่เกิดขึ้นทั้งหมดในแต่ละกระบวนการ ตั้งแต่เดือน มีนาคม – ธันวาคม 2545 เพื่อให้ทราบของเสียส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการผลิตใด ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียสะสมตั้งแต่เดือน มีนาคม – ธันวาคม 2545

กระบวนการ	หลอม (Melting)	ขึ้นรูป (Drawing)	ตัด (Cutting)	บรรจุ (Packing)
จำนวนที่ผลิตและจำนวนส่งสะสม	8,604,000			
จำนวนของเสียสะสม	110,050	123,090	186,210	39,150
% ของเสียสะสม	1.28%	1.43%	2.16%	0.46%



รูปที่ 3.7 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียสะสมของแต่ละกระบวนการ
ตั้งแต่เดือน มีนาคม – ธันวาคม 2545

จากรูปที่ 3.7 ทีมผู้ชำนาญการพบว่าสถิติข้อมูลของเสียส่วนใหญ่ที่เกิดจากกระบวนการผลิตกระจกโฟลทแผ่นเรียบ เกรดไพรเวซี่ สำหรับรถยนต์นั้น เกิดจากกระบวนการตัด (Cutting) 2.16%, กระบวนการขึ้นรูป (Drawing) 1.43%, กระบวนการหลอม (Melting) 1.28% และกระบวนการบรรจุ (Packing) 0.46% ทางทีมผู้ชำนาญการ จึงนำทั้ง 4 กระบวนการ คือ กระบวนการตัด (Cutting), กระบวนการขึ้นรูป (Drawing), กระบวนการหลอม (Melting) และกระบวนการบรรจุ (Packing) มาเป็นข้อมูลในการดำเนินการลดของเสียต่อไป

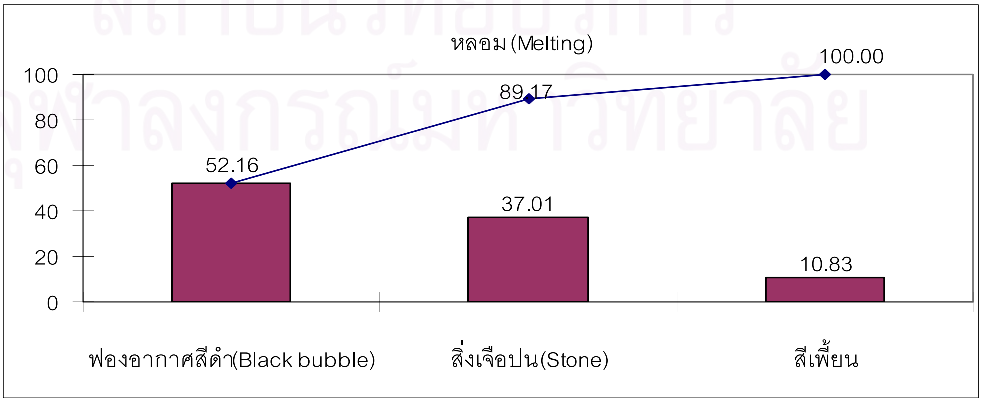
3.4 ข้อมูลแสดงลักษณะของเสีย ในแต่ละกระบวนการ

หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้ทราบกระบวนการหลักที่ทำให้เกิดของเสียแล้ว ซึ่งก็คือ กระบวนการตัด (Cutting), กระบวนการขึ้นรูป (Drawing), กระบวนการหลอม (Melting) และกระบวนการบรรจุ (Packing) ตามลำดับ ทางทีมผู้ชำนาญการได้ดำเนินการรวบรวมลักษณะและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ ดังกล่าว เพื่อให้ทราบถึงลักษณะว่าของเสียใดที่มีปริมาณของเสียมากที่สุด ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงลักษณะของเสียในแต่ละกระบวนการ

กระบวนการ	ชนิดของเสีย	จำนวนของเสีย (แผ่น)	% ของเสีย
Melting (หลอม)	ฟองอากาศสีดำ(Black bubble)	57,400	0.67%
	สีเพี้ยน	11,915	0.14%
	สิ่งเจือปน (Stone)	40,735	0.47%
Drawing (ขึ้นรูป)	รอยโรลเลอร์(Roller mark)	77,650	0.90%
	ดีบุก (Tin)	13,090	0.15%
	ผิดความหนา (Thickness)	32,350	0.38%
Cutting (ตัด)	กลับด้าน (Top-Bottom)	30,975	0.36%
	เศษกระจก (Cullet)	23,515	0.27%
	คราบน้ำ (Water stain)	66,730	0.78%
	รอยขีดข่วน (Scratch)	51,005	0.59%
	ผิดขนาด (Size)	8,545	0.10%
	กะเทาะ (Chip)	5,440	0.06%
Packing (บรรจุ)	กระจกแตกในลัง	28,650	0.33%
	คราบผงโรย (Plastic powder)	10,500	0.12%

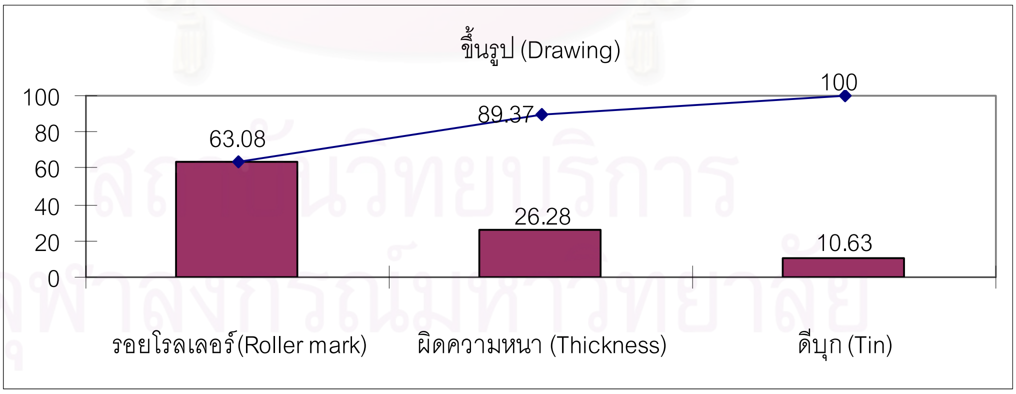
จากตารางที่ 3.7 ทีมผู้ชำนาญการได้นำลักษณะของเสียในแต่ละกระบวนการมาจัดทำ ผังพาเรโต เพื่อค้นหาสาเหตุหลักของของเสียที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลนำไปแก้ไขปัญหาต่อไป ดังรูปที่ 3.8, 3.10, 3.11 และ 3.12



รูปที่ 3.8 ผังพาเรโตแสดงลักษณะและจำนวนของเสียในกระบวนการหลอม (Melting)

จากรูปที่ 3.8 พบว่าในกระบวนการหลอม (Melting) ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย โดยเรียงลำดับเปอร์เซ็นต์จากมากไปน้อยคือ ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) 52.16%, สิ่งเจือปน (Stone) 37.01% และ สีเพี้ยน 10.83% ทางทีมผู้ชำนาญการได้คัดเลือกปัญหา ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) และสิ่งเจือปน (Stone) ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการหลอม (Melting) มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงลดของเสียก่อน เนื่องจากว่ามีเปอร์เซ็นต์สะสมของปัญหารวมกันสูงถึง 89.17% ของปัญหาทั้งหมด และประเด็นสำคัญคือ ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) นั้นเป็นปัญหารุนแรงกับลูกค้ามากที่สุดในด้านความปลอดภัย คืออาจทำให้กระจกรถยนต์ที่ลูกค้าใช้งานนั้นแตกเองได้ หากฟองอากาศสีดำ (Black bubble) นั้นมีส่วนผสมของนิกเกิลซัลไฟล์ (NiS) ซึ่งจะทำให้กระจกแตกเองได้ ดังรูปที่ 3.9

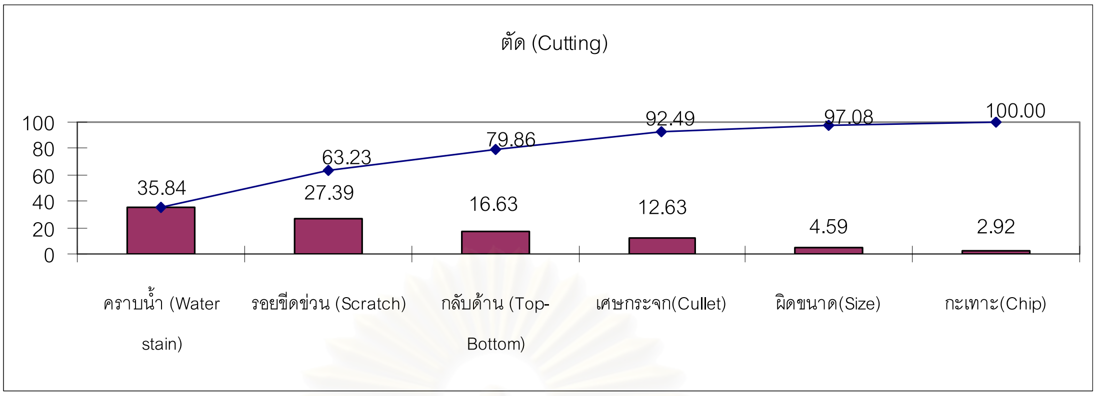
รูปที่ 3.9 แสดงตัวอย่างของฟองอากาศสีดำ (Black bubble)
และตัวอย่างการแตกของกระจก



รูปที่ 3.10 ผังพาเรโตแสดงลักษณะและจำนวนของเสียในกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)

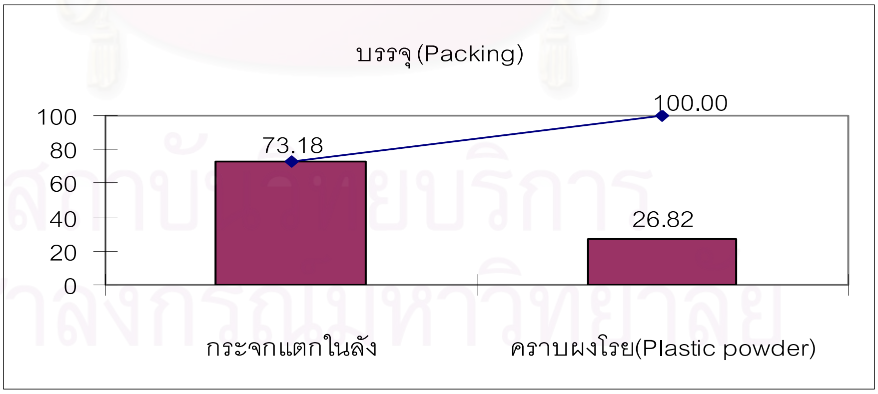
จากรูปที่ 3.10 พบว่ากระบวนการขึ้นรูป (Drawing) ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย โดยเรียงลำดับเปอร์เซ็นต์จากมากไปน้อยคือ รอยโรลเลอร์ (Roller mark) 63.08%, ผิดความหนา (Thickness) 26.28% และ ดีบุก (Tin) 10.63% ทางทีมผู้ชำนาญการได้คัดเลือกปัญหา รอยโรลเลอร์ (Roller mark) และ ผิดความหนา (Thickness) ซึ่งเป็นปัญหาส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดของเสียใน

กระบวนการขึ้นรูป (Drawing) เนื่องจากเปอร์เซ็นต์สะสมของทั้งสองปัญหารวมกันเท่ากับ 89.37% มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงลดของเสียต่อไป



รูปที่ 3.11ผังพาเรโตแสดงลักษณะและจำนวนของเสียในกระบวนการตัด (Cutting)

จากรูปที่ 3.11 พบว่ากระบวนการตัด (Cutting) ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย โดยเรียงลำดับเปอร์เซ็นต์จากมากไปน้อยคือ คราบน้ำ (Water stain) 35.84%, รอยขีดข่วน (Scratch) 27.39%, กระจกกลับด้าน (Top-Bottom) 16.63%, เศษกระจก (Cullet) 12.63%, , ผิดขนาด (Size) 4.59% และ กะเทาะ (Chip) 2.92% ทางทีมผู้ชำนาญการได้คัดเลือกปัญหา คราบน้ำ (Water stain) และเศษกระจก (Cullet) ซึ่งเป็นปัญหาส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการตัด (Cutting) เนื่องจากเปอร์เซ็นต์สะสมของทั้งสองปัญหารวมกันเท่ากับ 63.23% มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงลดของเสียต่อไป



รูปที่ 3.12 ผังพาเรโตแสดงลักษณะและจำนวนของเสียในกระบวนการบรรจุ (Packing)

จากรูปที่ 3.12 พบว่ากระบวนการบรรจุ (Packing) ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย โดยเรียงลำดับเปอร์เซ็นต์จากมากไปน้อยคือ กระจกแตกในลัง 73.18% และ คราบผงโรย (Plastic powder) 26.82% ทางทีมผู้ชำนาญการได้คัดเลือกปัญหา กระจกแตกในลัง ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่

ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการบรรจุ (Packing) มาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงลดของเสียต่อไป

3.5 สรุปผลการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ

ปัญหาหลักที่ทำให้เกิดของเสียขึ้นในแต่ละกระบวนการสามารถดูได้จากผังพาเรโตข้างต้น ซึ่งผังพาเรโตที่ได้นั้นจะนำไปสู่การหาสาเหตุของปัญหา เพื่อจะนำมากำหนดมาตรการในการปรับปรุงเพื่อลดของเสียในแต่ละกระบวนการ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงปัญหาหลักที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ

กระบวนการ	ปัญหาที่เกิดขึ้น
หลอม (Melting)	▪ ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ▪ สิ่งเจือปน (Stone)
ขึ้นรูป (Drawing)	▪ รอยโรลเลอร์ (Roller mark) ▪ ผิดความหนา (Thickness)
ตัด (Cutting)	▪ คราบน้ำ (Water stain) ▪ รอยขีดข่วน (Scratch)
บรรจุ (Packing)	▪ กระจกแตกในลัง

3.6 การหาสาเหตุของปัญหา

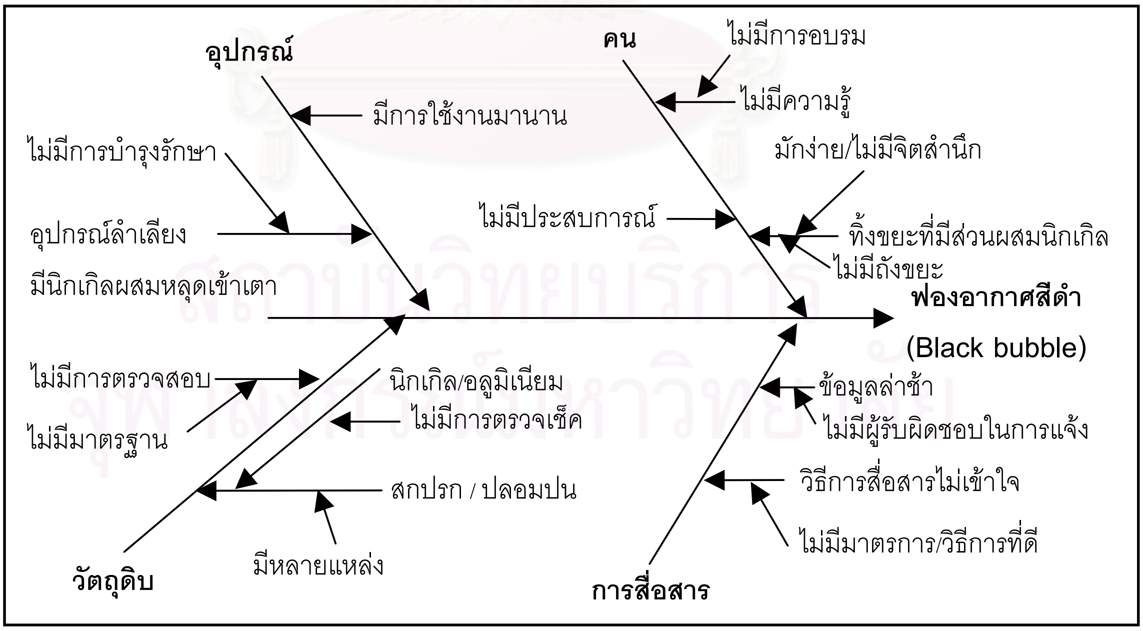
หลังจากได้ทราบลักษณะปัญหาหลักที่ทำให้เกิดของเสียในแต่ละกระบวนการแล้ว ทางผู้วิจัยได้ร่วมกับทีมผู้ชำนาญการ หาสาเหตุของปัญหาแต่ละชนิด โดยการนำผังก้างปลามาประยุกต์ใช้ โดยการระดมความคิดเห็นจากทีมผู้ชำนาญการ ดังแสดงได้ดังรูปที่ 3.13

3.6.1 การหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดจาก ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) โดยใช้ผังก้างปลา

ทีมผู้ชำนาญการได้ร่วมกันระดมความคิดในการหาสาเหตุของการเกิด ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยดังต่อไปนี้

- พิจารณาที่พนักงาน สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - ➢ พนักงานไม่มีความรู้ ในด้านการตรวจสอบ การวิเคราะห์ และไม่ทราบว่าฟองอากาศสีดำมีผลกระทบอย่างไรกับลูกค้า
  - ➢ พนักงานทิ้งขยะที่มีส่วนผสมนิกเกิลในกองวัตถุดิบ (ขาดจิตสำนึก) โดยฝ่ายที่รับผิดชอบไม่มีการแยกประเภทการทิ้งของขยะที่ชัดเจน
  - ➢ พนักงานไม่มีประสบการณ์ในด้านการผลิตกระจกสำหรับรถยนต์มาก่อน เดิมนั้นผลิตกระจกสำหรับงานก่อสร้างทั่วไป

- พิจารณาที่อุปกรณ์ สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - อุปกรณ์ลำเลียงวัตถุดิบเข้าเตาหลอมที่มีนิกเกิลเป็นส่วนผสมหลุดเข้าเตา
  - มีการบำรุงรักษาไม่ดี ไม่มีตารางการทำงานที่แน่นอน หากทราบว่าอุปกรณ์ชิ้นไหนชำรุดจึงจะทำการเปลี่ยน
- พิจารณาที่วัตถุดิบ สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - ไม่มีการตรวจสอบวัตถุดิบก่อนเข้าสายการผลิตทุกล็อท เป็นเพียงการสุ่มตัวเป็นบางครั้งคราว ทางโรงงานจะพิจารณาค่าของผลวิเคราะห์ของผู้ขาย (Supplier) หรือ C of A (Certificate of Analysis)
  - วัตถุดิบสกปรก มีส่วนผสมของนิกเกิล อลูมิเนียม ปลอมปน ซึ่งมาจากต้นทาง คือก่อนรับเข้าโรงงาน โดยเวลานำเก็บก็มีการลำเลียงลงที่เก็บเลย หากเจอสิ่งปลอมปนที่มองเห็นชัดเจนพนักงานก็จะหยิบออก และแจ้งทางผู้ขายเป็นครั้งคราว
- พิจารณาที่การสื่อสาร สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - ไม่มีมาตรการสื่อสารให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทราบหากตรวจเจอฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ในกระบวนการผลิต
  - ข้อมูลที่เกี่ยวกับฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ล่าช้า เช่นตรวจเจอที่ไหน ขนาดเท่าไร เวลาที่เกิดเมื่อไร มีการดำเนินการอย่างไร ไม่มีผู้รับผิดชอบ



รูปที่ 3.13 ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของการเกิด ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้จัดทำผังก้างปลาเสร็จแล้วได้ร่วมกันสรุปหาสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิด ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ที่มีส่วนผสมของนิกเกิลซัลไฟด์ (NiS) ซึ่งเมื่อพิจารณาการเกิด ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) แล้วพบว่า พนักงาน, อุปกรณ์ และวัตถุดิบเป็นสาเหตุในการเกิด ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) กล่าวคือ ปัญหาฟองอากาศสีดำ (Black bubble) นั้นเป็นปัญหาใหม่สำหรับโรงงานนี้ เนื่องจากโรงงานนี้เพิ่งจะเริ่มผลิตกระจกเกรดไพรเวซี่สำหรับรถยนต์ ซึ่งแต่เดิมนั้นโรงงานนี้ได้แต่ผลิตกระจกที่ใช้ในงานการก่อสร้างทั่วไป ไม่มีการวิเคราะห์ถึงสาเหตุการแตกของกระจกที่มาจาก ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ที่มีส่วนผสมของนิกเกิล (NiS) สาเหตุของการเกิด ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ที่มีส่วนผสมของนิกเกิล (NiS)ที่ได้จากการระดมสมองของทีมผู้ชำนาญการคือ พนักงานทิ้งขยะ หรือขยะที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงในกองวัตถุดิบและบริเวณทั่วไป, อุปกรณ์ลำเลียงที่มีนิกเกิลเป็นส่วนผสมหลุดเข้าเตาและวัตถุดิบสกปรกมีส่วนผสมของนิกเกิล และอลูมิเนียม ปลอมปน

3.6.2 การหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากสิ่งเจือปน (Stone) โดยใช้ผังก้างปลา

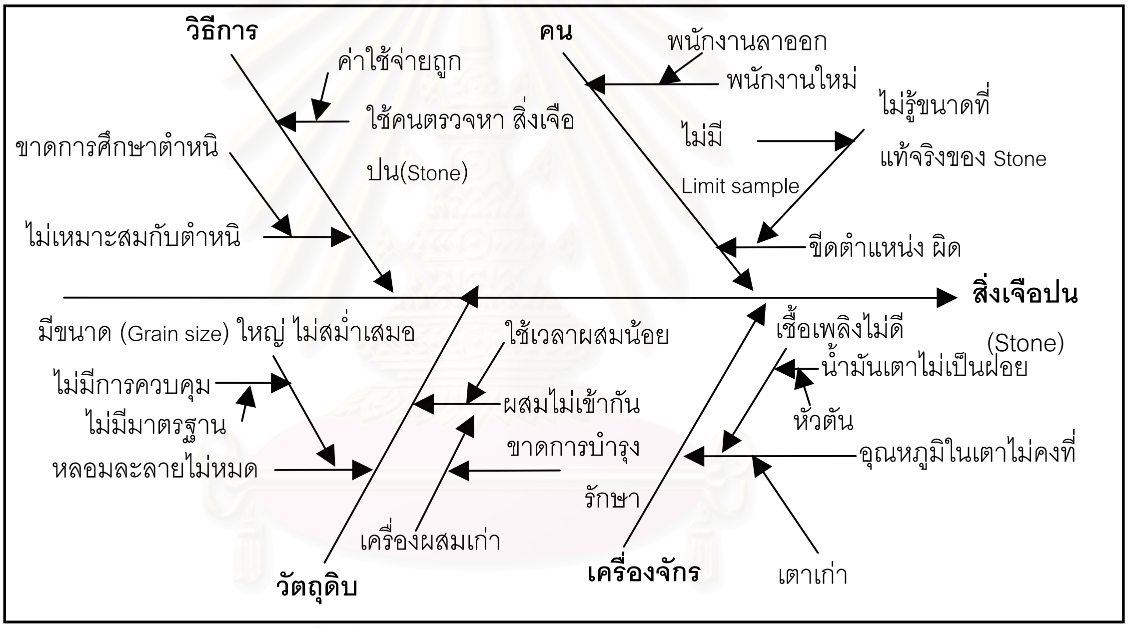
ทีมผู้ชำนาญการได้ร่วมกันระดมความคิดในการหาสาเหตุของการเกิดสิ่งเจือปน (Stone) โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยดังต่อไปนี้

- พิจารณาที่พนักงาน สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - พนักงานขีดตำแหน่งของ สิ่งเจือปน (Stone) ผิด เนื่องจากไม่รู้ขนาดที่แท้จริงของสิ่งเจือปน (Stone) พนักงานเหล่านี้จะนั่งทำงานอยู่ในห้องมืด แต่จะมีแสงสว่างบริเวณกระจกที่ตรวจ ซึ่งอาศัยหลักการให้แสงส่องด้านบนกระจกแล้วมีฉากสีขาวมารองรับด้านล่าง หากมีตำหนิในเนื้อกระจก ตำหนินั้นก็จะสะท้อนบนฉากโดยภาพที่สะท้อนจะมีขนาดใหญ่กว่าของจริงประมาณ 4 เท่า ทำให้พนักงานกะขนาดที่แท้จริงของตำหนิไม่ถูกต้อง หากขีดทุกจุดที่เห็นก็ทำให้แผ่นนั้นเสียทั้งๆ ที่ขนาดของตำหนิอยู่ในมาตรฐาน หากไม่ขีดก็ทำให้ของเสียหลุดไปถึงลูกค้า
  - พนักงานใหม่ ไม่มีประสบการณ์ มีการเข้าออกของพนักงานบ่อย โดยมีสาเหตุ เช่น ความร้อนในที่ทำงาน, การเข้ากะ, สวัสดิการ เป็นต้น
- พิจารณาที่วิธีการ สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - ใช้คนในการตรวจหา สิ่งเจือปน (Stone) การตรวจหาโดยที่กระจกจะไหลผ่านไปเรื่อยๆ หากมองเห็นตำหนิก็จะขีด ต้องจ้องมองที่แผ่นกระจกตลอดเวลาทำให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าได้
- พิจารณาที่วัตถุดิบ สาเหตุย่อยเกิดจาก

- หลอมละลายในเตาหลอมไม่หมด เนื่องจาก ขนาด (Grain size) ของวัตถุดิบใหญ่ ไม่สม่ำเสมอกัน อุณหภูมิและเวลาในการหลอมมีการกำหนดไว้ที่แน่นอน
- ผสมไม่เข้ากัน ส่วนผสมในการทำกระจกมีหลายชนิดต้องมีการเตรียมการผสมข้างนอกก่อน แล้วจึงส่งเข้าเตาหากผสมไม่เข้ากันก็ทำให้หลอมละลายไม่ดี

▪ พิจารณาที่เครื่องจักร สาเหตุย่อยเกิดจาก

➢ อุณหภูมิในเตาไม่คงที่ เนื่องจากเชื้อเพลิงและการจ่ายเชื้อเพลิง และวัสดุที่ห่อหุ้มรอบๆ เตา เช่น ใยแก้ว เพื่อป้องกันความร้อนระบายเสื่อมชำรุด และน้ำมันไม่เป็นฝอยทำให้การเผาไหม้ไม่ดี อันเนื่องมาจากหัวสเปรย์ตัน



รูปที่ 3.14 ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของการเกิดสิ่งเจือปน (Stone)

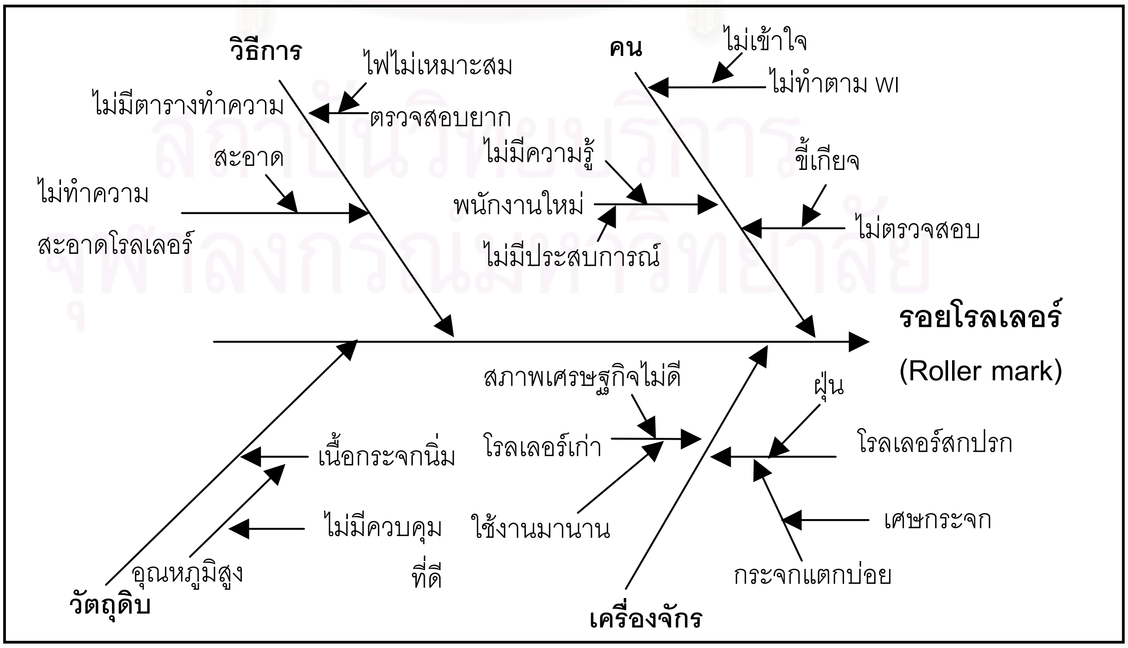
หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้จัดทำผังก้างปลาเสร็จแล้วได้ร่วมกันสรุปหาสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิดสิ่งเจือปน (Stone) ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าการหลอมละลายของวัตถุดิบไม่หมดทำให้เกิด สิ่งเจือปน (Stone) ซึ่งเป็นเพราะวัตถุดิบมี ขนาด (Grain size) ที่ใหญ่ ไม่สม่ำเสมอ และการตรวจจับจะใช้คนในการขีดตำแหน่งแต่พนักงานที่ขีดไม่รู้ขนาดที่แท้จริงของ สิ่งเจือปน (Stone) ทำให้ขีดผิด

ดังนั้น สาเหตุหลักของการเกิดสิ่งเจือปน (Stone) ที่ได้จากการระดมสมองของทีมผู้ชำนาญการคือ ขนาด (Grain size) ของวัตถุดิบใหญ่ หลอมละลายไม่หมด และพนักงานไม่รู้ขนาดที่แท้จริงของ สิ่งเจือปน (Stone) ทำให้ขีดผิด

3.6.3 การหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดจาก รอยโรยเลอร์ (Roller mark) โดยใช้ผังก้างปลา

ทีมผู้ชำนาญการได้ร่วมกันระดมความคิดในการหาสาเหตุของการเกิด รอยโรลเลอร์ (Roller mark) โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยดังต่อไปนี้

- พิจารณาที่พนักงาน สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - พนักงานไม่ทำตามคู่มือ พนักงานไม่ตรวจสอบ
  - พนักงานใหม่ ไม่มีประสบการณ์
- พิจารณาที่วิธีการ สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - พนักงานไม่ทำความสะอาดโรลเลอร์ กระจกเคลื่อนที่เพราะมีโรลเลอร์เป็นตัวขับเคลื่อน ซึ่งโรลเลอร์ในไลน์การผลิตมีประมาณ 100 อัน ซึ่งก็จะมีกำหนดการทำความสะอาด แต่บริเวณนั้นร้อนมากอาจทำให้พนักงานละเลยทำบ้างไม่ทำบ้าง
- พิจารณาที่วัตถุดิบ สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - เนื้อกระจกนิ่มเกินไป ทำให้เกิดรอยได้ง่าย ขณะที่กระจกเคลื่อนที่บนโรลเลอร์นั้นอุณหภูมิประมาณ 120 องศาเซลเซียส หากมีบางอย่างไปโดนก็ทำให้เกิดรอยได้
- พิจารณาที่เครื่องจักร สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - โรลเลอร์เก่า ใช้งานมานาน
  - โรลเลอร์สกปรก เนื่องจากมีฝุ่นไปเกาะ หรือมีเศษกระจกไปติดเนื่องจากมีกระจกแตกบ่อย



รูปที่ 3.15 ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของการเกิด รอยโรลเลอร์ (Roller mark)

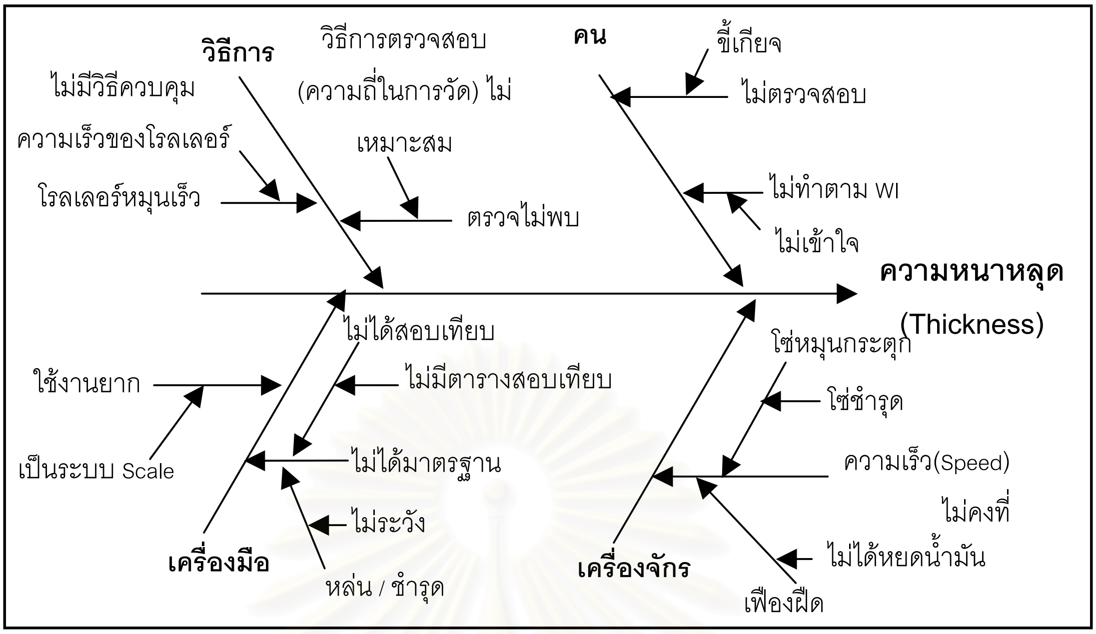
หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้จัดทำผังก้างปลาเสร็จแล้วได้ร่วมกันสรุปหาสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิด รอยโรลเลอร์ (Roller mark) ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าโรลเลอร์สกปรก และเนื้อกระจกนิ่มเกินไปเป็นสาเหตุหลักในการเกืด รอยโรลเลอร์ (Roller mark) กล่าวคือโรลเลอร์ทำหน้าที่ขับเคลื่อนให้กระจกไหลไปข้างหน้า หากตัวโรลเลอร์สกปรกก็จะทำใก้เกิดรอยที่เรียกว่า รอยโรลเลอร์ (Roller mark) ที่ผิวกระจกด้านล่าง (ด้านที่สัมผัสกับกระจก) ซึ่งสาเหตุย่อยที่ทำให้โรลเลอร์สกปรกก็คือมีฝุ่นไปเกาะที่โรลเลอร์ และมีเศษกระจกไปติดที่โรลเลอร์เนื่องจากมีกระจกแตกบ่อย ถ้าไม่มีการทำความสะอาดโรลเลอร์ก็จะทำให้เกิดรอยโรลเลอร์ (Roller mark) ดังที่กล่าวมาข้างต้น และอีกประเด็นที่สำคัญก็คือ เนื้อกระจกนิ่มเกินไป ทำให้เกิดรอยได้ง่าย

ดังนั้น สาเหตุหลักของการเกิด รอยโรลเลอร์ (Roller mark) ที่ได้จากการระดมสมองของทีมผู้ชำนาญการคือ โรลเลอร์สกปรก และเนื้อกระจกนิ่มเกินไป

3.6.4 การหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากผิดความหนา (Thickness) โดยใช้ผังก้างปลา

ทีมผู้ชำนาญการได้ร่วมกันระดมความคิดในการหาสาเหตุของผิดความหนา (Thickness) โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยดังต่อไปนี้

- พิจารณาที่พนักงาน สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - พนักงานไม่ทำตามคู่มือปฏิบัติงาน เนื่องจากไม่เข้าใจ
  - พนักงานไม่ตรวจสอบความหนา เนื่องจากขี้เกียจ
- พิจารณาที่วิธีการ สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - ไม่มีวิธีการควบคุมความเร็วของโรลเลอร์ มีการปรับเองตามประสบการณ์ของพนักงานแต่ละคน
  - วิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม โดยทางฝ่ายควบคุม คุณภาพจะวัดทุกชั่วโมง ชั่วโมงละ 10 แผ่น ซึ่งระยะเวลานานเกินไป ทำให้ โอกาสในการตรวจพบน้อย
- พิจารณาที่เครื่องมือ สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - เครื่องมือที่ใช้วัดความหนาไม่ได้มาตรฐาน เนื่องมาจากไพนักงานไม่ส่งอุปกรณ์ที่ครบกำหนดการสอบเทียบตามเวลาที่กำหนด หรือเครื่องมือที่ใช้หล่น ชำรุดแล้วไม่แจ้งให้หัวหน้าทราบ
  - เครื่องมือที่ใช้วัดความหนาใช้งานยาก เป็นระบบสเกล
- พิจารณาที่เครื่องจักร สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - ความเร็วที่ใช้ขับเคลื่อนโรลเลอร์ไม่คงที่ เนื่องจากโซ่ชำรุดและเฟืองฝืด



รูปที่ 3.16 ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของผิดความหนา (Thickness)

หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้จัดทำผังก้างปลาเสร็จแล้วได้ร่วมกันสรุปหาสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิดผิดความหนา (Thickness) ไม่ได้มาตรฐานตามที่ลูกค้ากำหนด ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า ความเร็วของโรลเลอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนกระจกให้มีความหนา-บางตามที่ต้องการนั้นมีความเร็วไม่คงที่อันเนื่องมาจากโซ่ชำรุดหรือไม่อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และความถี่ในการวัดไม่เหมาะสม ทำให้ไม่ทราบแนวโน้มของการเกิดผิดความหนา

ดังนั้น สาเหตุหลักของการเกิดผิดความหนา ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด ที่ได้จากการระดมสมองของทีมผู้ชำนาญการคือ ความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่ และ ความถี่ในการวัดไม่เหมาะสม ทำให้ไม่ทราบแนวโน้มของการเกิดความหนาที่ผิดมาตรฐาน

3.6.5 การหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดจาก ขีดข่วน (Scratch) โดยใช้ผังก้างปลา

ทีมผู้ชำนาญการได้ร่วมกันระดมความคิดในการหาสาเหตุของการเกิดขีดข่วน (Scratch) โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยดังต่อไปนี้

- พิจารณาที่พนักงาน สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - พนักงานไม่ทำตามคู่มือปฏิบัติงาน
  - พนักงานเมื่อยล้า ขณะยก เพราะรอบการไหลของกระจกแต่ละแผ่นเร็วและบริเวณที่ทำงานมีอากาศร้อน
- พิจารณาที่วิธีการ สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - ตรวจสอบยาก มองไม่เห็น

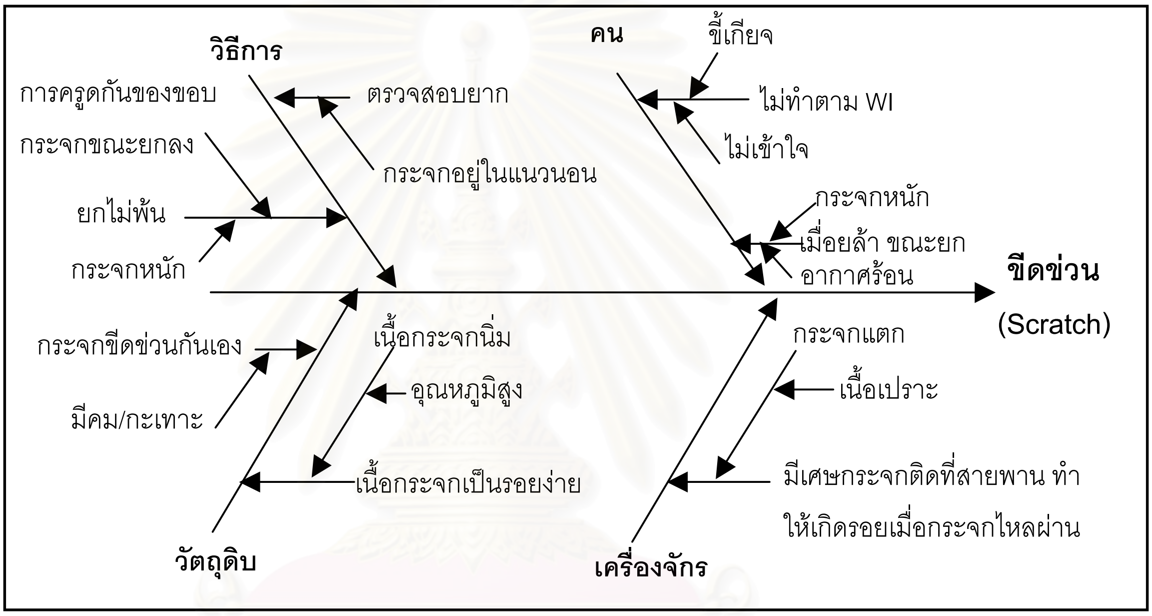
- การครูดกันของขอบกระจกขณะยกลงพัลเลท อันเนื่องจากความเมื่อยล้า และน้ำหนักของกระจกแต่ละแผ่น ทำให้ยกกระจกไม่พ้น

■ พิจารณาที่วัตถุดิบ

- เนื้อกระจกนิ่มไป เกิดรอยได้ง่าย เนื่องจากอุณหภูมิสูง
- กระจกขีดข่วนกันเองเนื่องจากกระจกมีคม และกะเทาะ

■ พิจารณาที่เครื่องจักร

- มีเศษกระจกติดที่สายพาน ทำให้เกิดรอยเมื่อกระจกไหลผ่าน เศษกระจกติดที่สายพานเนื่องจากกระจกแตกแล้วพนักงานไม่เป่าเอาออกทันที



รูปที่ 3.17 ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของการเกิดขีดข่วน (Scratch)

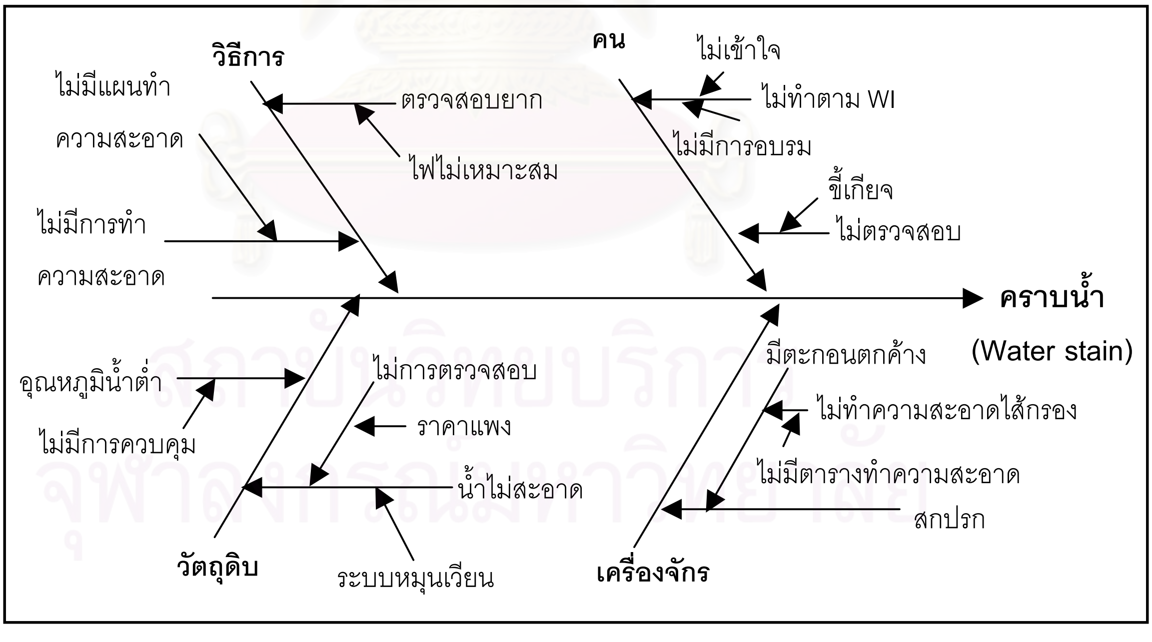
หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้จัดทำผังก้างปลาเสร็จแล้วได้ร่วมกันสรุปหาสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิดขีดข่วน (Scratch) ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าเกิดจากการครูดกันของขอบกระจกขณะยกลงพัลเลท ซึ่งจะเป็นรอยเหมือนตัวหนอน ส่วนที่มีสาเหตุจากการขูดขีดกับเศษกระจกที่สายพานนั้นจะมีรอยเป็นเส้นตรง และเป็นด้านล่างเท่านั้น

ดังนั้น สาเหตุหลักของการเกิดขีดข่วน (Scratch) ที่ได้จากการระดมสมองของทีมผู้ชำนาญการคือ วิธีการยกของพนักงานยกไปครูดกันเองระหว่างขอบกระจกขณะยกลง และการขูดขีดกับเศษกระจกที่สายพาน

3.6.6 การหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากคราบน้ำ (Water stain) โดยใช้ผังก้างปลา

ทีมผู้ชำนาญการได้ร่วมกันระดมความคิดในการหาสาเหตุของการเกิดคราบน้ำ (Water stain) โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยดังต่อไปนี้

- พิจารณาที่พนักงาน สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - พนักงานไม่ทำตามคู่มือปฏิบัติงาน เนื่องจากไม่เข้าใจงาน
  - พนักงานไม่ตรวจสอบ เนื่องจากขี้เกียจ
- พิจารณาที่วิธีการ สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - ไม่มีแผนงานทำความสะอาดเครื่องล้าง
  - วิธีการตรวจสอบคราบน้ำนั้นตรวจสอบยาก เพราะไฟไม่เหมาะสม
- พิจารณาที่วัตถุดิบ สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - น้ำสำหรับล้างกระจกนั้นไม่สะอาดเพียงพอ เป็นระบบหมุนเวียน
  - อุณหภูมิน้ำต่ำเกินไป ไม่สามารถล้างคราบไขมันออกได้ ไม่มีการควบคุม
- พิจารณาที่เครื่องจักร สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - เครื่องล้างสกปรก มีตะกอนตกล้างในเครื่องล้าง ในเครื่องล้างจะประกอบไปด้วยแปรงขัด และฟองน้ำสำหรับซับน้ำ หากไม่ทำความสะอาดจะเกิดตะกอนสะสมได้ โดยเฉพาะไส้กรอง (Filter)



รูปที่ 3.18 ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของการเกิดคราบน้ำ (Water stain)

หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้จัดทำผังก้างปลาเสร็จแล้วได้ร่วมกันสรุปหาสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิดคราบน้ำ (Water stain) ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า น้ำที่ใช้ล้างกระจกนั้นหากไม่สะอาด

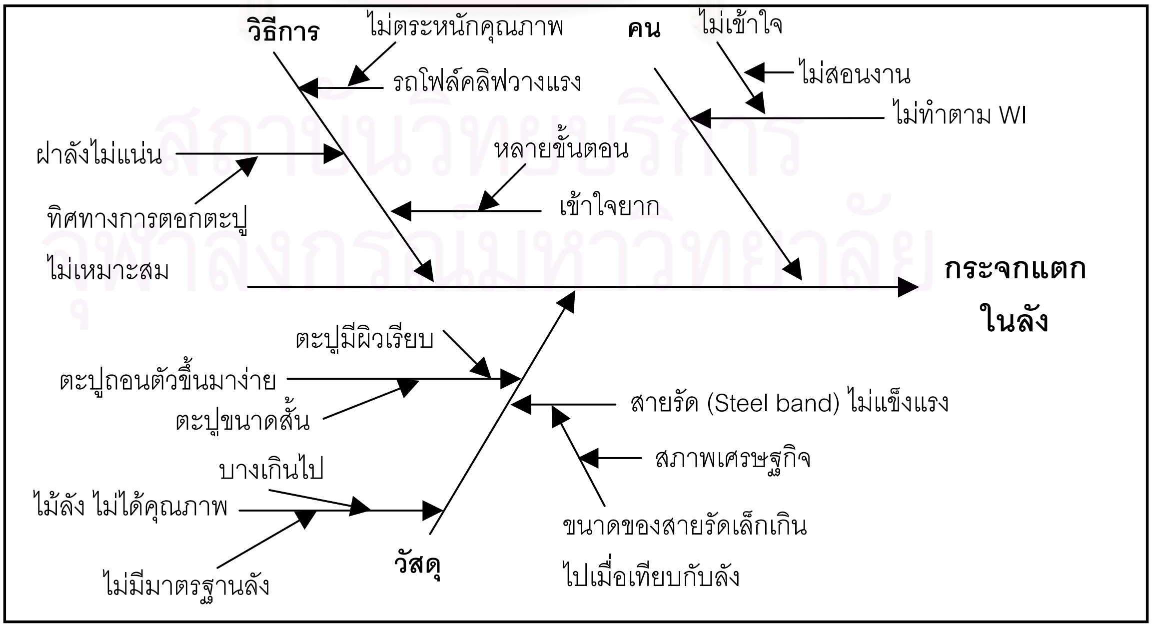
เพียงพอจะทำให้เกิดเป็นคราบน้ำได้ และเครื่องล้างกระจกสกปรกหรือมีตะกอนตกค้างในเครื่องล้างทำให้เกิดเป็นคราบน้ำ ซึ่งอุปกรณ์ภายในเครื่องล้างนั้นก็ประกอบไปด้วยแปรงและฟองน้ำซึ่งเป็นที่สะสมของความสกปรกได้

ดังนั้น สาเหตุหลักของการเกิดคราบน้ำ (Water stain) ที่ได้จากการระดมสมองของทีมผู้ชำนาญการคือ น้ำที่ใช้ล้างกระจกไม่สะอาดเพียงพอ และตัวเครื่องล้างเองสกปรก

3.6.7 การหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากกระจกแตกในลัง โดยใช้ผังก้างปลา

ทีมผู้ชำนาญการได้ร่วมกันระดมความคิดในการหาสาเหตุของการเกิดกระจกแตกในลัง โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยดังต่อไปนี้

- พิจารณาที่พนักงาน สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - พนักงานไม่ทำตามคู่มือปฏิบัติงาน อันเนื่องมาจากไม่สอนงานจึงไม่เข้าใจ
- พิจารณาที่วิธีการ สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - วิธีการบรรจุ (Pack) มีหลายขั้นตอน ได้แก่ ห่อพลาสติก สวมลังไม่ 4 ชิ้น รัดสายรัด สกรีนลังไม้เพื่อบ่งชี้ชนิดกระจก ทำให้เข้าใจยาก
  - รถโฟล์คลิฟวางแรงเกินไปอาจทำให้แตกภายในลังได้ มองไม่เห็น
  - ฝาลังไม่แน่น เนื่องจากทิศทางการตอกตะปูไม่เหมาสม
- พิจารณาที่วัสดุสำหรับบรรจุ (Pack) สาเหตุย่อยเกิดจาก
  - สายรัด (Steel band) ไม่แข็งแรง เนื่องจากขนาดของสายรัดไม่เหมาะสม
  - ไม้ลังไม่ได้คุณภาพ บางเกินไป เพราะไม่มีมาตรฐานในการตรวจรับลัง
  - ตะปูถอนตัวขึ้นมาง่าย เนื่องจากตะปูมีผิวเรียบ และตะปูมีขนาดสั้นเกินไป



รูปที่ 3.19 ผังก้างปลาแสดงแสดงสาเหตุของการเกิดกระจกแตกในลัง

หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้จัดทำผังก้างปลาเสร็จแล้วได้ร่วมกันสรุปหาสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิดกระจกแตกในลัง ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่า วัสดุที่นำมายึดลังนั้นไม่แข็งแรง อันได้แก่ สายรัด (Steel band) กล่าวคือ ขนาดความกว้างของสายรัดเล็กเกินไปเมื่อเทียบกับขนาดลังทำให้ภายในลังมีช่องว่างทำให้กระจกกระทบกันแตกได้เมื่อมีการเคลื่อนย้าย และฝาลังไม่แน่นเนื่องจากตำแหน่งที่ตอกตะปูไม่เหมาสม ผิวตะปูเรียบ ถอนตัวขึ้นมาได้ง่าย

3.7 สรุปสาเหตุที่เป็นไปได้ ในการเกิดของเสีย

ทีมผู้ชำนาญการสามารถหาสาเหตุหลักของการเกิดของเสียในแต่ละปัญหาได้จากการใช้ผังก้างปลา ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 แสดงสาเหตุของการเกิดของเสีย

ลักษณะของเสีย	กระบวนการที่พบ	สาเหตุหลัก
ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)	หลอม (Melting)	■ วัตถุดิบสกปรกมีส่วนผสมของนิกเกิล ปลอมปน ■ อุปกรณ์ลำเลียงที่มีนิกเกิลเป็นส่วนผสมหลุดเข้าเตา ■ พนักงานทิ้งขยะ หรือขยะที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงในกองวัตถุดิบและบริเวณทั่วไป
สิ่งเจือปน (Stone)	หลอม (Melting)	■ ขนาด (Grain size) ของวัตถุดิบใหญ่ หลอมละลายไม่หมด □ พนักงานไม่รู้ขนาดที่แท้จริงของสิ่งเจือปน (Stone) ทำให้ขีดผิด
รอยโรลเลอร์ (Roller mark)	ดึง (Drawing)	■ เนื้อกระจกนิ่ม ■ โรลเลอร์ สกปรก
ผิดความหนา (Thickness)	ดึง (Drawing)	■ ความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่ ■ ความถี่ในการวัดไม่เหมาะสม ทำให้ไม่ทราบแนวโน้มของการเกิดความหนาหลุด
ขีดข่วน (Scratch)	ตัด (Cutting)	■ วิธีการยกของพนักงานยกไปครูดกันเองระหว่างขอบกระจกขณะยกลง □ การขูดขีดกับเศษกระจกที่สายพาน เนื่องจากกระจกแตก
คราบน้ำ (Water stain)	ตัด (Cutting)	■ น้ำไม่สะอาด ■ เครื่องล้างสกปรกมีตะกอนตกค้าง
กระจกแตกในลัง	บรรจุ (Packing)	■ วัสดุ สำหรับตอกลังมีผิวเรียบ ถอนตัวขึ้นมาได้ง่าย ■ ฝาลังไม่แน่นเนื่องจากทิศทางการตอกตะปูไม่เหมาสม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.8 การกำหนดความรุนแรงและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากของเสีย

เมื่อทราบลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการแล้ว ทีมผู้ชำนาญการได้ร่วมกันสรุปรูปแบบของของเสียที่เกิดขึ้น ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้นเพื่อพิจารณาถึงระดับความรุนแรงของลักษณะของเสียที่เกิดขึ้น โดยมีการพิจารณาดังต่อไปนี้

3.8.1 กระจกมีฟองอากาศสีดำ (Black bubble)

กระบวนการที่สามารถเกิดฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ที่มีนิกเกิลซัลไฟด์ (NiS) ได้คือกระบวนการหลอม ซึ่งหากมีในชิ้นงานจะทำให้กระจกสามารถแตกเองได้ ซึ่งหากกระจกแตกเองได้จะเป็นอันตรายกับผู้ใช้รถยนต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความรุนแรงตามตารางที่ 2.1 แล้วพบว่าอยู่ในช่วงผลกระทบที่รุนแรงสูงมากคือ ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้ ซึ่งตรงกับระดับคะแนน 9 ทีมผู้ชำนาญการจึงเลือกตัวเลขแสดงระดับความรุนแรงที่ 9

3.8.2 กระจกมีสิ่งเจือปน (Stone)

กระบวนการที่สามารถเกิดสิ่งเจือปน (Stone) ได้คือกระบวนการหลอม ซึ่งหากกระจกที่นำไปประกอบเป็นกระจกรถยนต์แล้วมีสิ่งเจือปน (Stone) อยู่ในเนื้อกระจกจะทำให้มองเห็นว่ากระจกมีรอย ไม่สวยงาม คนโดยทั่วไป (มากกว่า 75%) สามารถสังเกตเห็นได้ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความรุนแรงตามตารางที่ 2.1 แล้วพบว่าอยู่ในช่วงผลกระทบที่รุนแรงต่ำมาก ซึ่งตรงกับระดับคะแนน 4 ทีมผู้ชำนาญการจึงเลือกตัวเลขแสดงระดับความรุนแรงที่ 4

3.8.3 กระจกมี รอยโรลเลอร์ (Roller mark)

กระบวนการที่สามารถเกิดรอยโรลเลอร์ (Roller mark) ได้คือกระบวนการดึง ซึ่งหากกระจกที่นำไปประกอบเป็นกระจกรถยนต์แล้วมีรอยโรลเลอร์ (Roller mark) อยู่ที่ผิว จะทำให้มองเห็นว่ากระจกมีรอย ไม่สวยงาม คนโดยทั่วไป (มากกว่า 75%) สามารถสังเกตเห็นได้ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความรุนแรงตามตารางที่ 2.1 แล้วพบว่าอยู่ในช่วงผลกระทบที่รุนแรงต่ำมาก ซึ่งตรงกับระดับคะแนน 4 ทีมผู้ชำนาญการจึงเลือกตัวเลขแสดงระดับความรุนแรงที่ 4

3.8.4 กระจกผิดความหนา (Thickness) คือความหนาไม่ได้มาตรฐาน

กระบวนการที่สามารถเกิดความหนาไม่ได้มาตรฐาน คือกระบวนการดึง หากพบว่าความหนาของกระจกไม่ได้มาตรฐานก็จะมีผลกับการประกอบเข้าเฟรมไม่ได้ อาจทำให้หลวมหรือคับเกินไปต้องมีการคัดแยกผลิตภัณฑ์ และบางส่วนต้องถูกกำจัดทิ้ง (น้อยกว่า 100%) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความรุนแรงตามตารางที่ 2.1 แล้วพบว่าอยู่ในช่วงผลกระทบที่รุนแรงสูง ซึ่งตรงกับระดับคะแนน 7 ทีมผู้ชำนาญการจึงเลือกตัวเลขแสดงระดับความรุนแรงที่ 7

3.8.5 กระจกมี รอยขีดข่วน (Scratch)

กระบวนการที่สามารถเกิดขีดข่วน (Scratch) ได้ คือกระบวนการตัด หากพบว่าผิวกระจกมีรอยขีดข่วน (Scratch) จะทำให้มองเห็นว่ากระจกมีรอย ไม่สวยงาม คนโดยทั่วไป (มากกว่า

75%) สามารถสังเกตเห็นได้ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความรุนแรงตามตารางที่ 2.1 แล้วพบว่าอยู่ในช่วงผลกระทบที่รุนแรงต่ำมาก ซึ่งตรงกับระดับคะแนน 4 ทีมผู้ชำนาญการจึงเลือกตัวเลขแสดงระดับความรุนแรงที่

3.8.6 กระจกมีคราบน้ำ (Water stain)

กระบวนการที่สามารถเกิดคราบน้ำได้ คือกระบวนการตัด ซึ่งมักจะเกิดจากเครื่องล้างและน้ำที่ใช้ล้างกระจก หากนำด้านที่มีคราบน้ำไปพิมพ์สี (Screen) จะทำให้สีที่ออกมาด่าง ไม่สวยงาม โดยไม่ต้องมีการคัดแยกผลิตภัณฑ์ และบางส่วนต้องถูกกำจัดทิ้ง (น้อยกว่า 100%) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความรุนแรงตามตารางที่ 2.1 แล้วพบว่าอยู่ในช่วงผลกระทบที่รุนแรงสูง ซึ่งตรงกับระดับคะแนน 6 ทีมผู้ชำนาญการจึงเลือกตัวเลขแสดงระดับความรุนแรงที่ 6

3.8.7 กระจกแตกในลัง

กระบวนการที่สามารถเกิดกระจกแตกในลัง ได้ คือกระบวนการบรรจุ ซึ่งเมื่อกระจกแตกแล้วก็ต้องทำการคัดแยกทิ้งเท่านั้นไม่สามารถนำมาใช้งานได้ และบางส่วนต้องถูกกำจัดทิ้ง (น้อยกว่า 100%) เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความรุนแรงตามตารางที่ 2.1 แล้วพบว่าอยู่ในช่วงผลกระทบที่รุนแรงสูง ซึ่งตรงกับระดับคะแนน 6 ทีมผู้ชำนาญการจึงเลือกตัวเลขแสดงระดับความรุนแรงที่ 6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.10 แสดงความรุนแรงและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากของเสีย

กระบวนการ	ลักษณะของเสีย	ผลกระทบ	ระดับความรุนแรง
หลอม (Melting)	กระจกมีฟองอากาศสีดำ (Black bubble)	ความล้มเหลวที่เกิดส่งผลกระทบต่อความปลอดภัย	9
	กระจกมีสิ่งเจือปน (Stone)	ชิ้นงานไม่สอดคล้องในด้านการตกแต่ง ลูกค้าส่วนใหญ่ (มากกว่า75%) สังเกตได้	4
ดึง (Drawing)	กระจกมีรอยโรลเลอร์ (Roller mark)	ชิ้นงานไม่สอดคล้องในด้านการตกแต่ง ลูกค้าส่วนใหญ่ (มากกว่า75%) สังเกตได้	4
	กระจกผิดความหนา (Thickness)	ต้องมีการคัดแยกผลิตภัณฑ์ และบางส่วนต้องถูกกำจัดทิ้ง (น้อยกว่า 100%)	7
ตัด (Cutting)	กระจกมี รอยขีดข่วน (Scratch)	ชิ้นงานไม่สอดคล้องในด้านการตกแต่ง ลูกค้าส่วนใหญ่ (มากกว่า75%) สังเกตได้	4
	กระจกมีคราบน้ำ (Water stain)	ส่วนหนึ่งของชิ้นงาน (น้อยกว่า 100%) ถูกแก้ไข โดยไม่ต้องคัดแยก	6
บรรจุ (Packing)	กระจกแตกในลัง	ต้องมีการคัดแยกผลิตภัณฑ์ และบางส่วนต้องถูกกำจัดทิ้ง (น้อยกว่า 100%)	6

3.9 การควบคุมของเสียในปัจจุบัน

3.9.1 กระจกมีฟองอากาศสีดำ (Black bubble)

จากการพิจารณากระบวนการปัจจุบันพบว่า ขนาดของฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ที่ตรวจเจอนั้นมีสีดำ ขนาดค่อนข้างเล็ก ซึ่งสามารถตรวจเจอได้ด้วยการตรวจจับด้วยคนเท่านั้น การตัดสินใจ ไม่อนุญาตให้มีฟองอากาศสีดำ (Black bubble) เลยไม่ว่าจะขนาดใดก็ตาม เพราะในฟองอากาศสีดำนั้นอาจจะมีนิกเกิลซัลไฟด์ (NiS) เป็นส่วนผสม ดังนั้นเมื่อพิจารณาเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 2.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบต่ำ ใช้เครื่องมือและคนในการตรวจสอบแล้วนำมาทำเป็นกราฟเพื่อดูแนวโน้มการเกิดของฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ซึ่งตรงกับหมายเลข 6

3.9.2 กระจกมี สิ่งเจือปน (Stone)

จากการพิจารณากระบวนการปัจจุบันพบว่าสิ่งเจือปน (Stone) เกิดจากการหลอมละลายของวัตถุดิบไม่หมด อันเนื่องมาจากขนาด (Grain size) ของวัตถุดิบไม่สม่ำเสมอ ซึ่งจะตรวจสอบขนาดโดยทั่วไปด้วยสายตาเท่านั้น และหลังจากหลอมละลายเป็นแผ่นกระจกแล้วก็ใช้คนในการขีด

ตำหนิ ดังนั้นเมื่อพิจารณาเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 2.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบ Stone ที่มาจากสาเหตุ ดังกล่าวข้างต้นนั้นจะตรวจสอบด้วยสายตาเท่านั้น ซึ่งตรงกับหมายเลข 7 ส่วน

3.9.3 กระจกมีรอยโรลเลอร์ (Roller mark)

จากการพิจารณากระบวนการปัจจุบันพบว่ารอยโรลเลอร์ (Roller mark) เกิดจากเนื้อกระจกนิ่มไป และตัวโรลเลอร์สกปรกนั้น สามารถแยกออกได้ว่ามาจากสาเหตุใด เพราะรอยที่ปรากฏนั้นไม่เหมือนกัน กล่าวคือ รอยที่เกิดจากเนื้อกระจกนิ่มนั้นรอยจะเนียนเรียบกว่าเพราะเกิดในขณะที่กระจกยังมีอุณหภูมิที่ร้อนอยู่ ส่วนรอยที่เกิดจากตัวโรลเลอร์สกปรกนั้นรอยจะไม่เรียบเพราะเกิดในขณะที่กระจกเริ่มเย็นตัวลงแล้ว ดังนั้นเมื่อพิจารณาเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 2.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบ Roller mark ที่มาจากสาเหตุเนื้อกระจกนิ่มนั้นมีการตรวจสอบด้วยสายตาเท่านั้น ซึ่งตรงกับหมายเลข 6 ส่วนรอยโรลเลอร์ (Roller mark) ที่มาจากสาเหตุโรลเลอร์สกปรกนั้นก็มีการตรวจสอบด้วยสายตาเท่านั้นเช่นกัน ซึ่งตรงกับหมายเลข 6

3.9.4 กระจกผิดความหนา (Thickness) คือความหนาไม่ได้มาตรฐาน

จากการพิจารณากระบวนการปัจจุบัน ความหนาไม่ได้มาตรฐานมีการใช้ไมโครมิเตอร์ตรวจสอบ ดังนั้นเมื่อพิจารณาเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 2.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบปานกลาง ซึ่งตรงกับหมายเลข 5

3.9.5 กระจกมี ขีดข่วน (Scratch)

จากการพิจารณากระบวนการปัจจุบัน กระจกมีรอยขีดข่วนนั้นแยกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกเป็นรูปร่างคล้ายตัวหนอนเกิดจากการยกครูดกันของพนักงาน ลักษณะที่ 2 มีรูปร่างเป็นเส้นตรงเกิดจากมีเศษกระจกฝังติดที่สายพานลำเลียงแล้วกระจกไหลผ่าน ซึ่งรอยลักษณะแรกนั้นจะตรวจสอบลำบากเพราะพนักงานยกกระจกลงเร็ว บางครั้งยกดีก็ไม่เป็นรอย ยกไม่ดีก็เป็นรอย ซึ่งมีการควบคุมการยกโดยหัวหน้างานบอกให้พนักงานยกด้วยความระมัดระวังเท่านั้น ดังนั้นเมื่อพิจารณาเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 2.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบ ขีดข่วน ที่มีสาเหตุมาจากการยกของพนักงานตรงกับหมายเลข 8 ส่วนลักษณะที่ 2นั้นมีการควบคุมโดยถ้ามีกระจกแตกก็จะทำการเป่าออกเท่านั้น ดังนั้นเมื่อพิจารณาเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 2.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบ ขีดข่วน ที่มีสาเหตุมาจากเศษกระจกฝังติดที่สายพานนั้นตรงกับหมายเลข 5

3.9.6 กระจกมีคราบน้ำ (Water stain)

จากการพิจารณากระบวนการปัจจุบัน คราบน้ำมีสาเหตุมาจากเครื่องล้างกับน้ำที่ใช้ล้างเท่านั้น ซึ่งคราบที่เกิดจากเครื่องล้างจะมีความต่อเนื่องของคราบ บางครั้งเป็นเส้น บางครั้งเป็นจุด ส่วนคราบที่เกิดจากน้ำสกปรกจะมีลักษณะเป็นลวดลายของน้ำ ความคมชัดของคราบจะบางกว่า ดังนั้นเมื่อพิจารณาเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 2.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบการควบคุมมีการตรวจสอบด้วยสายตาเท่านั้น ซึ่งตรงกับหมายเลข 8

3.9.7 กระจกแตกในลัง

จากการพิจารณากระบวนการปัจจุบัน กระจกแตกในลังที่มีสาเหตุจากฝาลังไม่แน่นนั้น หลังการประกอบลังแล้วจะมองไม่เห็นต้องปล่อยไว้ประมาณ 1 เดือน ฝาลังบางลังจะค่อยๆ เผยอออก ซึ่งเป็นไปยากที่ตรวจหลังการ Pack ดังนั้นเมื่อพิจารณาเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 2.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบเป็นไปได้ยาก มีการตรวจสอบด้วยสายตาเท่านั้น ซึ่งตรงกับหมายเลข 7ส่วนอีกสาเหตุหนึ่งนั้นมาจากวัสดุ ตะปูที่ใช้ตอกลังมีผิวเรียบ ถอนตัวขึ้นมาได้ง่าย ดังนั้นเมื่อพิจารณาเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 2.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบเป็นไปได้ต่ำ ซึ่งตรงกับหมายเลข 7

3.10 ความถี่ในการเกิดของเสีย

หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้ข้อมูลระดับความรุนแรง (S) ที่เกิดจากผลกระทบของของเสีย พร้อมทั้งข้อมูลความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับการควบคุมในปัจจุบันแล้วได้ดำเนินการหาสถิติของเสียที่เกิดขึ้นโดยใช้ข้อมูลเดือนมีนาคม – ธันวาคม พ.ศ.2545 ตามตารางที่ 3.4 และ 3.5 ซึ่งมีการผลิตชิ้นงานและส่งให้ลูกค้ารวมทั้งสิ้น 8,604,000 แผ่น โดยผลสรุปจากการดำเนินการอ้างอิงเกณฑ์การประเมินความถี่ในการเกิด (O) สำหรับ PFMEA ตามตารางที่ 2.2 ได้ผลดังนี้

3.10.1 กระบวนการหลอม (Melting)

- ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) โดยมีสาเหตุจาก

-วัตถุดิบสกปรกมีนิกเกิลปลอมปน โดยมีเก็บข้อมูลการตรวจเจอสิ่งปลอมปนในกองวัตถุดิบของหน่วยงานวัตถุดิบ ได้แก่ เศษไม้, แผ่นยาง, เศษถุงกระสอบ เป็นต้น โดยปริมาณของสิ่งปลอมปนที่ตรวจพบนั้นมีน้ำหนักได้ประมาณ 454 กิโลกรัม จากปริมาณวัตถุดิบที่รับเข้ามา 100,000 กิโลกรัม (ภาคผนวก ข หน้า176) ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.45% ซึ่งตรงกับเลข 6

-อุปกรณ์ลำเลียงที่มีนิกเกิลเป็นส่วนผสมหลุดเข้าเตา โดยได้ตรวจสอบรายการอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่หลุดหาย 3 ชิ้น เทียบกับรายการที่มีอยู่ ทั้งหมด 680 ชิ้น ทีมผู้ชำนาญการ จึงนำ ข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.44% ซึ่งตรงกับเลข 6

-พนักงานโยน/ทิ้งเศษขยะ หรือขยะที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงกองวัตถุดิบและบริเวณทั่วไป ได้ทำการสำรวจและคัดแยกเศษขยะออก ได้แก่ กระป๋องอลูมิเนียม, ถุงพลาสติก, ซองบุหรี่, ถุงมือ เป็นต้น โดยปริมาณเศษขยะที่เก็บได้มีน้ำหนัก 16.56 กิโลกรัม จากกองปริมาณขยะทั้งหมด 5,046 กิโลกรัม (ภาคผนวก ข หน้า177) ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.33% ซึ่งตรงกับเลข 6

- สิ่งเจือปน (Stone) มีสาเหตุจาก

-วัตถุดิบมีขนาด (Grain size) ที่ใหญ่ ไม่สม่ำเสมอ โดยสุ่มวัตถุดิบมาร่อน 2,600 กิโลกรัม ได้ผลว่ามีขนาดของวัตถุดิบที่ค้างตะแกรงร่อน 18 กิโลกรัม ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.69% ซึ่งตรงกับเลข 6

-พนักงานขีดกระจกขีดผิดเพราะกะขนาดที่แท้จริงของสิ่งเจือปน (Stone) ผิด โดยนำผลการตรวจกระจกของฝ่ายควบคุมคุณภาพที่ตรวจพบว่ามีสิ่งเจือปน (Stone) ที่มีขนาดใหญ่กว่าที่กำหนดหลุดมาเทียบกับจำนวน Stone ที่ขีดมาทั้งหมด (ภาคผนวก ข หน้า178) ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.67% ซึ่งตรงกับเลข 6

3.10.2 **กระบวนการดึง** (Drawing)

- รอยโรลเลอร์ (Roller mark) โดยมีสาเหตุจาก

-เนื้อกระจกนิ่มเกินไป โดยการสังเกตรอยที่เกิดนั้นจะมีลักษณะจุดๆ กระจายทั่วไปและรอยจะดังกล่าวจะมีลักษณะฝังลึกเข้าไปในเนื้อกระจก อธิบายได้ว่ามีการสัมผัสในขณะที่เนื้อกระจกนิ่ม (อุณหภูมิสูง) จากข้อมูลการสุ่มตรวจกระจกของฝ่ายควบคุมคุณภาพโดยรอยที่เกิดจากสาเหตุเนื้อกระจกนิ่มเกินไปมีจำนวน 68 แผ่น เทียบกับจำนวนกระจกที่สุ่มตรวจทั้งหมด 5,500 แผ่น ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหาคิดเป็น 1.23% ซึ่งตรงกับเลข 7

-โรลเลอร์สกปรก โดยการสังเกตรอยที่เกิดนั้นจะมีลักษณะจุดๆ สีขาวขุ่นประมาณ 1-2 จุด ต่อแผ่น ซึ่งจะแตกต่างจากสาเหตุข้างต้น จากข้อมูลการสุ่มตรวจกระจกของฝ่ายควบคุมคุณภาพ โดยรอยที่เกิดจากสาเหตุโรลเลอร์สกปรกมีจำนวน 32 แผ่น เทียบกับจำนวน

กระจกที่สุ่มตรวจทั้งหมด 3,500 แผ่น ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.91% ซึ่งตรงกับเลข 7

- ผิดความหนา (Thickness) โดยมีสาเหตุจาก

-ความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่ โดยดูผลการวัดความหนาของกระจกจากฝ่ายตัดจะแกว่ง ไม่คงที่ บางตำแหน่งหนาเกินไป บางตำแหน่งบางเกินไป (ภาคผนวก ข หน้า 180) ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.4% ซึ่งตรงกับเลข 6

-วิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม กล่าวคือการควบคุมคุณภาพจะวัดความหนา 10 แผ่น / ชั่วโมง ซึ่งพิจารณาแล้วโอกาสที่จะวัดเจอความหนาผิดปกติจะน้อยเมื่อเทียบกับยอดผลิต ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลปริมาณกระจกที่ถูก Lot out จากฝ่ายควบคุมคุณภาพ เทียบกับยอดการผลิต โดยมีจำนวน Lot out ทั้งหมด 1,250 แผ่น จากยอดการผลิต 250,000 แผ่น มาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.50% ซึ่งตรงกับเลข 6

3.10.3 **กระบวนการตัด** (Cutting)

- ขีดข่วน (Scratch) โดยมีสาเหตุจาก

-พนักงานยกกระจกครูดกัน โดยรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นจะมีทิศทางที่ไม่แน่นอน ตำแหน่งไม่แน่นอน โดยดูผลการบันทึกจากฝ่ายควบคุมคุณภาพ (ภาคผนวก ข หน้า179) ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.54% ซึ่งตรงกับเลข 6

-มีสาเหตุจากขูดขีดกับเศษกระจกบนสายพาน โดยรอยขีดข่วนจะมีทิศทางการเกิดที่แน่นอน ตำแหน่งแน่นอน โดยดูผลการบันทึกจากฝ่ายควบคุมคุณภาพ (ภาคผนวก ข หน้า179) ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.13% ซึ่งตรงกับเลข 4

- คราบน้ำ (Water stain) โดยมีสาเหตุจาก

-น้ำไม่สะอาด จากผลการสุ่มตรวจค่าความกระด้าง (Hardness) ของน้ำที่ใช้ในสายการผลิต เทียบกับจำนวนตัวอย่างที่เก็บทั้งหมด โดยมีน้ำที่มีค่าความกระด้างสูงเกินค่ามาตรฐาน 4 ตัวอย่าง จากจำนวนที่เก็บมาสุ่มทั้งหมด 1,100 ตัวอย่าง ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.36% ซึ่งตรงกับเลข 6

-เครื่องล้างสกปรก โดยคราบน้ำที่เกิดจะเป็นแถบต่อเนื่อง ซึ่งจะแตกต่างจากสาเหตุของน้ำไม่สะอาด (เป็นริ้วของน้ำ) โดยในเครื่องล้างประกอบด้วยแปรงขัดและฟองน้ำ ซึ่ง

คราบน้ำจะเป็นแถบตามแปรงขัดและฟองน้ำ หลังจากทำความสะอาดเครื่องล้าง คราบน้ำก็จะหายไป แต่ถ้าทิ้งไว้นานก็จะเป็นคราบฝังแน่นล้างไม่ออก โดยนำข้อมูลจากการสุ่มตรวจกระจกของฝ่ายควบคุมคุณภาพ ซึ่งเจอคราบน้ำ 19 แผ่น จากจำนวนกระจกที่ตรวจสอบทั้งหมด 3,050 แผ่น ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.62% ซึ่งตรงกับเลข 6

3.10.4 **กระบวนการบรรจุ** (Pack)

- กระจกแตกในลัง โดยมีสาเหตุ

-ฝาลังไม่แน่น ซึ่งเกิดจากทิศทางการตอกไม่เหมาะสม และตะปูที่ใช้สำหรับตอกลังมีผิวเรียบ ถอนตัวขึ้นมาได้ง่าย โดยทางฝ่ายบรรจุได้เก็บข้อมูลกระจกที่แตกเนื่องจากฝาลังไม่แน่น ซึ่งมีกระจกแตกทั้งหมด 14 ลัง จาก 6,000 ลัง ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.23% ซึ่งตรงกับเลข 5

3.11การคำนวณค่า RPN

หลังจากทีมผู้ชำนาญกาได้ทราบระดับความรุนแรง (Severity) ที่เกิดจากผลกระทบของของเสีย ความถี่ในการเกิดของเสีย (Occurrence) รวมทั้งความสามารถในการตรวจจับของเสีย (Detection) ทีมงานดำเนินการในปัจจุบันแล้ว จึงได้นำมาคำนวณหาค่าตัวเลขที่แสดงระดับความรุนแรง (Rick Priority Number) ที่เกิดจากของเสียดังที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณากำหนดเกณฑ์ในการปรับปรุงเพื่อลดของเสียต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.11 แสดงค่า RPNที่ได้ในแต่ละกระบวนการ

กระบวนการ	ลักษณะของเสีย	Severity	สาเหตุ	Occurrence	Detection	RPN
หลอม (Melting)	ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)	9	■ วัตถุดิบสกปรกมีส่วนผสมของนิกเกิล ปลอมปน	6	7	378
			■ อุปกรณ์ลำเลียงที่มีนิกเกิลเป็นส่วนผสมหลุดเข้าเตา	6	5	270
			□ พนักงานโยน/ทิ้งขยะ หรือขยะที่มีนิกเกิลลงในกองวัตถุดิบและบริเวณทั่วไป	6	4	216
	สิ่งเจือปน (Stone)	4	□ Grain size ของวัตถุดิบมีขนาดใหญ่ ไม่สม่ำเสมอ	6	7	168
			■ พนักงานขีดตำหนิ กะขนาดของตำหนิไม่ถูกต้อง	6	7	168
ดึง (Drawing)	รอยโรลเลอร์ (Roller mark)	4	■ เนื้อกระจกนิ่ม	7	6	168
			□ โรลเลอร์ สกปรก	7	6	168
	ผิดความหนา (Thickness)	7	■ ความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่	6	7	294
			□ วิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม	6	5	210
ตัด (Cutting)	ขีดข่วน (Scratch)	4	■ พนักงานยกกระจกครูดกัน	6	8	192
			□ ขูดขีดกับเศษกระจกบนสายพาน	4	5	80
	คราบน้ำ (Water stain)	6	■ น้ำไม่สะอาด	6	8	288
			□ เครื่องล้างสกปรกมีตะกอนตกค้าง	6	8	288
บรรจุ (Packing)	กระจกแตกในลัง	6	■ ฝาลังไม่แน่น เกิดจากทิศทางการตอกไม่เหมาะสมและตะปูตอกลังมีผิวเรียบ ถอนตัวขึ้นมาได้ง่าย	5	7	210

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.12 การบันทึกข้อมูลในตาราง Process FMEA

ตารางที่ 3.12 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการหลอม (Melting)

QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT		
APPROVED BY	CHECKED BY	ISSUED BY

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(PROCESS FMEA)

ชื่องาน	หน่วยงานรับผิดชอบกระบวนการ	จัดเตรียมโดย
ITEM : กระบวนการหลอม	PROCESS RESPONSIBILITY : Core team	PREPARED BY : ธัญญาภรณ์
รุ่น / ปีผลิต / ประเภท	กำหนดเสร็จ	วันที่จัดทำครั้งแรก
MODEL YEAR(S)/VEHICLE(S): -	KEY DATE: -	FMEA DATE(ORIGINAL) : 2 เมษายน 2546, แก้ไข : 00

หมายเลข

CORE TEAM : ปริญญา (หลอม), นิยม (ขึ้นรูป), (ตัด), เอกชัย (บรรจุ), ธัญญาภรณ์ (QA), มิชัย (จัดซื้อ), สมชาย (ไฟฟ้า), (วิศวกรรม), วินัย (คลังสินค้า), เยาวลักษณ์ ( )

FMEA no. : FMEA-001

S No.	PROCESS กระบวนการ / REQUIREMENTS	POTENTIAL FAILURE MODE รูปแบบของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	POTENTIAL EFFECT(S) OF FAILURE ผลของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	Severity	Class	POTENTIAL CAUSE(S)/ MECHANISM(S) OF FAILURE สาเหตุของความล้มเหลว	Occurrence	CURRENT PROCESS CONTROLS PREVENTION / DETECTION การป้องกัน/ตรวจจับ ความล้มเหลว	Detection	RPN	RECOMMENDED ACTION(S) มาตรการแก้ไข	RESPONSIBILITY & TARGET COMPLETION DAT ผู้รับผิดชอบในการแก้ไขและกำหนดเสร็จ	ACTION RESULTS: ACTIONS TAKEN วิธีปฏิบัติจริง	Severity	Occurrence	Detection	RPN
1	หลอม (Melting)	Black bubble (NiS) กระจกแตกเองได้	กระจกแตกเอง ทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิต	9		1. วัตถุดิบที่ใช้ทำกระจกสกปรก มีส่วนผสมของนิกเกิล ปลอมปน	6	-มีการตรวจสอบในกองวัตถุดิบ โดยให้พนักงานเลือกดูด้วยสายตา หากเจอให้เก็บออก	7	378							
						2. อุปกรณ์ลำเลียงวัตถุดิบเข้าเตาหลอม ซึ่งมีส่วนประกอบของนิกเกิลชำรุด ทำให้หลุดเข้าไปในเตาหลอม	6	-มีการเดินสำรวจโดยรอบว่าอุปกรณ์ตัวใดชำรุด แล้วดำเนินการเปลี่ยนใหม่	5	270							
						3. พนักงานขาดจิตสำนึก (Quality awareness) โดยทิ้งเศษของที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงในกอง Cullet และบริเวณทั่วไป	6	-มีประกาศห้ามพนักงานนำวัสดุที่มีส่วนผสมของนิกเกิลเข้ามาในโรงงาน (ตัวอย่าง: ดูในภาคผนวก)	4	216							

ตารางที่ 3.12 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการหลอม (Melting) (ต่อ)

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(PROCESS FMEA)

QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT		
APPROVED BY	CHECKED BY	ISSUED BY

ชื่องาน
ITEM : กระบวนการหลอม
รุ่น / ปีผลิต / ประเภท
MODEL YEAR(S)/VEHICLE(S): -

หน่วยงานรับผิดชอบกระบวนการ
PROCESS RESPONSIBILITY : Core team
กำหนดเสร็จ
KEY DATE: -

จัดเตรียมโดย
PREPARED BY : ธัญญาภรณ์
วันที่จัดทำครั้งแรก
FMEA DATE(ORIGINAL) : 2 เมษายน 2546. แก้ไข : 00

หมายเลข
FMEA no. : FMEA-001

CORE TEAM : ปริญญา (หลอม), นิยม (ขึ้นรูป), (คัด), เอกชัย (บรรจุ), ธัญญาภรณ์ (QA), มิชัย (จัดซื้อ), สมชาย (ไฟฟ้า), (วิศวกรรม), วินัย (คลังสินค้า), เยาวลักษณ์ ( )

S No.	PROCESS กระบวนการ / REQUIREMENTS	POTENTIAL FAILURE MODE รูปแบบของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	POTENTIAL EFFECT(S) OF FAILURE ผลของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	Severity	Class	POTENTIAL CAUSE(S)/ MECHANISM(S) OF FAILURE สาเหตุของความล้มเหลว	Occurrence	CURRENT PROCESS CONTROLS PREVENTION / DETECTION การป้องกันตรวจจับ ความล้มเหลว	Detection	RPN	RECOMMENDED ACTION(S) มาตรการแก้ไข	RESPONSIBILITY & TARGET COMPLETION DATE ผู้รับผิดชอบในการแก้ไขและกำหนดเสร็จ	ACTION RESULTS: ACTIONS TAKEN วิธีปฏิบัติจริง	Severity	Occurrence	Detection	RPN
2	หลอม (Melting)	สิ่งเจือปน (Stone)	เมื่อนำไปประกอบเป็นเครื่องประดับ แล้วทำให้มองเห็นตำหนิ ไม่สวยงาม	4		1.วัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมมี Grain size ใหญ่ ไม่สม่ำเสมอทำให้หลอมละลายไม่หมด	6	-มีการตรวจรับและตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมี (Composition) เพื่อยืนยันว่าได้ตามมาตรฐานหรือไม่	7	168							
						2.พนักงานในห้องรีดที่ทำหน้าที่รีดตำหนิ ระบุขนาดที่แท้จริงของ stone ไม่ถูกต้อง	6	-จัดทำ Limit sample ไว้ให้พนักงานเปรียบเทียบ หากมีขนาดใหญ่กว่าให้รีดได้	7	168							

ตารางที่ 3.13 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการดึง (Drawing)

QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT		
APPROVED BY	CHECKED BY	ISSUED BY

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

ชื่องาน	หน่วยงานรับผิดชอบกระบวนการ	จัดเตรียมโดย	
ITEM : กระบวนการขึ้นรูป	PROCESS RESPONSIBILITY : Core team	PREPARED BY : ธัญญาภรณ์	
รุ่น / ปีผลิต / ประเภท	กำหนดเสร็จ	วันที่จัดทำครั้งแรก	
MODEL YEAR(S)/VEHICLE(S): -	KEY DATE: -	FMEA DATE(ORIGINAL) : 2 เมษายน 2546. แก้ไข : 00	หมายเลข
CORE TEAM : ปริญญา (หลอม), นิยม (ขึ้นรูป),	(ตัด), เอกชัย (บรรจุ), ธัญญาภรณ์ (QA), มิชัย (จัดซื้อ), สมชาย (ไฟฟ้า),	(วิศวกรรม), วินัย (คลังสินค้า), เยาวลักษณ์ ( )	FMEA no. : FMEA-002

S No.	PROCESS กระบวนการ / REQUIREMENTS	POTENTIAL FAILURE MODE รูปแบบของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	POTENTIAL EFFECT(S) OF FAILURE ผลของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	Severity	Class	POTENTIAL CAUSE(S)/ MECHANISM(S) OF FAILURE สาเหตุของความล้มเหลว	Occurrence	CURRENT PROCESS CONTROLS PREVENTION / DETECTION การป้องกัน/ตรวจจับ ความล้มเหลว	Detection	RPN	RECOMMENDED ACTION(S) มาตรการแก้ไข	RESPONSIBILITY & TARGET COMPLETION DATE ผู้รับผิดชอบในการแก้ไขและกำหนดเสร็จ	ACTION RESULTS: ACTIONS TAKEN วิธีปฏิบัติจริง	Severity	Occurrence	Detection	RPN
3	ขึ้นรูป (Drawing)	Roller mark	เมื่อนำไปประกอบเป็นกระจกรถยนต์แล้วทำให้มองเห็นชัดเจน ไม่สวยงาม	4		1. เนื้อกระจกนิ่มเกินไป	7	- ปรับอุณหภูมิโดยใช้ประสบการณ์ของพนักงานแต่ละคน	6	168							
						2. โรลเลอร์สกปรก เนื่องจากฝุ่นผง หรือมีเศษกระจกไปปะติด	7	- ทำความสะอาดโรลเลอร์เดือนละ 1 ครั้ง	6	168							
4	ขึ้นรูป (Drawing)	Thickness ความหนากระจกไม่ได้ตามที่ลูกค้าต้องการ	ทำให้ประกอบเข้าเฟรมไม่ได้ ลูกค้าไม่ยอมรับ	7		1. ความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่ เนื่องจากโซ่ชำรุด / เสื่อม	6	- ไม่มีการซ่อมบำรุงโซ่ที่ใช้ขับเคลื่อน จนกว่าโซ่จะขาดจึงจะเปลี่ยน	7	294							
						2.วิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม	6	-มีการวัดความหนา 10 แผ่น/ชม.	5	210							

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.14 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการตัด (Cutting)

QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT		
APPROVED BY	CHECKED BY	ISSUED BY

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

ชื่องาน	หน่วยงานรับผิดชอบกระบวนการ	จัดเตรียมโดย	
ITEM : กระบวนการตัด	PROCESS RESPONSIBILITY : Core team	PREPARED BY : ธัญญาภรณ์	
รุ่น / ปีผลิต / ประเภท	กำหนดเสร็จ	วันที่จัดทำครั้งแรก	
MODEL YEAR(S)/VEHICLE(S): -	KEY DATE: -	FMEA DATE(ORIGINAL) : 2 เมษายน 2546. แก้ไข : 00	หมายเลข
CORE TEAM : ปริญญา (หลอม), นิยม (ขึ้นรูป),	(ตัด), เอกชัย (บรรจุ), ธัญญาภรณ์ (QA), มิชัย (จัดซื้อ), สมชาย (ไฟฟ้า),	(วิศวกรรม), วินัย (คลังสินค้า), เยาวลักษณ์ ( )	FMEA no. : FMEA-003

S No.	PROCESS กระบวนการ / REQUIREMENTS	POTENTIAL FAILURE MODE รูปแบบของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	POTENTIAL EFFECT(S) OF FAILURE ผลของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	Severity	Class	POTENTIAL CAUSE(S)/ MECHANISM(S) OF FAILURE สาเหตุของความล้มเหลว	Occurrence	CURRENT PROCESS CONTROLS PREVENTION / DETECTION การป้องกัน/ตรวจจับ ความล้มเหลว	Detection	RPN	RECOMMENDED ACTION(S) มาตรการแก้ไข	RESPONSIBILITY & TARGET COMPLETION DATE ผู้รับผิดชอบในการแก้ไขและกำหนดเสร็จ	ACTION RESULTS: ACTIONS TAKEN วิธีปฏิบัติจริง	Severity	Occurrence	Detection	RPN
5	ตัด (Cutting)	ขีดข่วน (Scratch)	เมื่อนำไปประกอบเป็นกระจกรถยนต์ แล้วทำให้มองเห็นตำหนิ ไม่สวยงาม	4		1.การดูดจับของระบบยกกระจก ขณะยกกระจกลงพาเลท (Skid)	6	-ให้พนักงานระมัดระวังในการยก	8	192							
						2.ลูกยึดจับเศษกระจกบน สายพานลำเลียง	4	-เมื่อกระจกแตกทุกครั้งให้ใช้ลมเป่า ไล่เศษกระจกทุกครั้ง	5	80							
6.	ตัด (Cutting)	คราบน้ำ Water stain	- เมื่อนำไป screen สีจะทำให้ไม่ติดสี ต่างได้ เกิดเป็นคราบบนแผ่น	6		1. น้ำไม่สะอาด	6	- ใช้น้ำประปาล้างกระจกในน้ำสุดท้าย	8	288							
						2. เครื่องล้างสกปรก	6	- ทำความสะอาด Filter เดือนละ 2 ครั้ง	8	288							

ตารางที่ 3.15 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการบรรจุ (Packing)

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT		
APPROVED BY	CHECKED BY	ISSUED BY

ชื่องาน | หน่วยงานรับผิดชอบกระบวนการ | จัดเตรียมโดย

ITEM : กระบวนการบรรจุ | PROCESS RESPONSIBILITY : Core team | PREPARED BY : ธัญญาภรณ์

รุ่น / ปีผลิต / ประเภท | กำหนดเสร็จ | วันที่จัดทำครั้งแรก

MODEL YEAR(S)/VEHICLE(S): - | KEY DATE: - | FMEA DATE(ORIGINAL) : 2 เมษายน 2546. แก้ไข : 00 | หมายเลข

CORE TEAM : ปริญญา (ผสม), นิยม (ขึ้นรูป), [illegible] (ตัด), เอกชัย (บรรจุ), ธัญญาภรณ์ (QA), มิชัย (จัดซื้อ), สมชาย (ไฟฟ้า), (วิศวกรรม), วินัย (คลังสินค้า), เยาวลักษณ์ ( ) | FMEA no. : FMEA-004

S No.	PROCESS กระบวนการ / REQUIREMENTS	POTENTIAL FAILURE MODE รูปแบบของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	POTENTIAL EFFECT(S) OF FAILURE ผลของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	Severity	Class	POTENTIAL CAUSE(S)/ MECHANISM(S) OF FAILURE สาเหตุของความล้มเหลว	Occurrence	CURRENT PROCESS CONTROLS PREVENTION / DETECTION การป้องกัน/ตรวจจับ ความล้มเหลว	Detection	RPN	RECOMMENDED ACTION(S) มาตรการแก้ไข	RESPONSIBILITY & TARGET COMPLETION DATE ผู้รับผิดชอบในการแก้ไขและกำหนดเสร็จ	ACTION RESULTS: ACTIONS TAKEN วิธีปฏิบัติจริง	Severity	Occurrence	Detection	RPN
7	บรรจุ (Packing)	กระจกแตกในลัง	ไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากกระจกแตก	6		-วิธีการ ติดตามการตอกตะปูไม่เหมาะสม ทำให้ฝาลังไม่แน่น	5	- ติดตามการตอกตะปู ตลอดจากบนลงล่าง	7	210							
						-อุปกรณ์ ตะปูที่ใช้สำหรับตอกลังมีผิวเรียบ ทำให้ตะปูถอนตัวขึ้นมาได้ง่าย	5	-ใช้ตะปูชนิดผิวเรียบ สำหรับตอกลัง	7	210							

บทที่ 4

การดำเนินการลดของเสียโดยใช้ Process FMEA

4.1 การปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการครั้งที่ 1

จากการศึกษาและวิเคราะห์ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง พบว่าลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นมี ดังนี้ ฟองอากาศสีดำ (Black bubble), สิ่งเจือปน (Stone), รอยโรลเลอร์ (Roller mark), ผิดความหนา (Thickness), รอยขีดข่วน (Scratch), คราบน้ำ (Water stain) และกระจกแตกในลัง ดังนั้นจึงมีวิธีการลดของเสียดังกล่าวโดยการใช้ Process FMEA ซึ่งเทคนิคดังกล่าวจะพิจารณาถึงค่าความเสี่ยง (RPN: Risk Priority Number) โดยทีมผู้ชำนาญการกำหนดให้ค่าความเสี่ยง (RPN) ที่ มากกว่าหรือเท่ากับ 100 จะได้รับการพิจารณาในการแก้ไขทั้งหมด โดยมีรายการดังต่อไปนี้

- กระบวนการหลอม (Melting) มีของเสียที่เกิดขึ้น 2 รายการที่มีค่า RPN >/=100 คือ
    1. ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)
        - มีสาเหตุมาจากวัตถุดิบปลอมปนด้วยนิกเกิล มีค่า RPN =378
        - มีสาเหตุมาจากอุปกรณ์ลำเลียงที่มีส่วนผสมของนิกเกิลชำรุดหลุดเข้าเตาหลอม มีค่า RPN =270
        - มีสาเหตุมาจากพนักงานขาดจิตสำนึก โยน/ทิ้งเศษขยะที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงในกองเศษกระจก (Cullet) และบริเวณทั่วไป มีค่า RPN =216
    2. สิ่งเจือปน (Stone)
        - มีสาเหตุมาจากวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมมีขนาดใหญ่ (Grain size) ไม่สม่ำเสมอ ทำให้หลอมละลายไม่หมด มีค่า RPN =168
        - มีสาเหตุมาจากพนักงานในห้องมืดที่ทำหน้าที่ขีดตำหนิกะขนาดที่แท้จริงของตำหนิไม่ถูกต้อง มีค่า RPN=168
- กระบวนการขึ้นรูป (Drawing) ของเสียที่เกิดขึ้น 2 รายการที่มีค่า RPN >/=100 คือ
    1. รอยโรลเลอร์ (Roller mark)
        - มีสาเหตุมาจากเนื้อกระจกนิ่มเกินไป มีค่า RPN =168
        - มีสาเหตุมาจากโรลเลอร์ที่ขับเคลื่อนกระจกสกปรก มีค่า RPN=168
    2. ผิดความหนา (Thickness)
        - มีสาเหตุมาจากความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่เนื่องจากโซ่ชำรุด มีค่า RPN =294

- มีสาเหตุมาจากวิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม มีค่า RPN =210

- กระบวนการตัด (Cutting)ของเสียที่เกิดขึ้น 2 รายการที่มีค่า RPN >/= 100 คือ
    1. รอยขีดข่วน (Scratch)
        - มีสาเหตุมาจากการครูดกันของขอบกระจกขณะยกลงพัลเลท มีค่า RPN =192
    2. คราบน้ำ (Water stain)
        - มีสาเหตุมาจากน้ำไม่สะอาด มีค่า RPN =288
        - มีสาเหตุมาจากเครื่องล้างสกปรก มีค่า RPN =288
- กระบวนการบรรจุ (Packing) ของเสียที่เกิดขึ้น 1 รายการที่มีค่า RPN >/=100 คือ
    1. กระจกแตกในลัง
        - มีสาเหตุจากฝาลังไม่แน่น เนื่องจากทิศทางการตอกไม่เหมาะสม และตะปูสำหรับตอกมีผิวเรียบทำให้ถอนตัวขึ้นมาได้ง่าย มีค่า RPN =210

4.1.1 การปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการหลอม (Melting) ครั้งที่1

ในกระบวนการหลอม (Melting) ลักษณะของเสียที่พบคือ ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) และ สิ่งเจือปน (Stone) ดังนั้น ทีมผู้ชำนาญการจึงร่วมกันดำเนินการ ดังต่อไปนี้

➢ ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)

ซึ่งมีสาเหตุมาจากวัตถุดิบที่ใช้ทำกระจกสกปรกมีส่วนผสมของนิกเกิลปลอมปน, อุปกรณ์ที่ใช้ลำเลียงวัตถุดิบเข้าเตาหลอม ซึ่งมีนิกเกิลเป็นส่วนประกอบนั้นชำรุด หลุดเข้าไปในเตาหลอม และพนักงานขาดจิตสำนึก (Quality Awareness) โยน /ทิ้งเศษขยะ หรือขยะที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงในกองเศษกระจก (Cullet) และบริเวณทั่วไป ซึ่งถ้าพิจารณาระบบปัจจุบันที่มีอยู่พบว่ามีการตรวจสอบวัตถุดิบหลังลงกองแล้ว โดยการเกลี่ยดูด้วยสายตาหากเจอก็หยิบทิ้งไป ส่วนอุปกรณ์การลำเลียงก็มีการสำรวจและเปลี่ยนในส่วนที่ชำรุด ส่วนพนักงานในโรงงานก็มีการประกาศห้ามพนักงานนำวัสดุที่มีส่วนผสมของอลูมิเนียมและนิกเกิลเข้ามาในโรงงาน ดังรูปที่ 4.1 แต่ก็ยังมีของเสียเกิดขึ้นอยู่ ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

รูปที่ 4.1 แสดงประกาศบริษัทและตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของอลูมิเนียมและนิกเกิล

1.สาเหตุที่มาจากวัตถุดิบที่ใช้ทำกระจกสกปรกมีส่วนผสมของนิกเกิลปลอมปน ทางฝ่ายวัตถุดิบได้มีการปรึกษากับฝ่ายซ่อมบำรุงเพื่อติดตั้งตะแกรงขณะทำการลำเลียงวัตถุดิบเก็บเข้าโรงเก็บ โดยมีการบันทึกการตรวจรับว่าเจอสิ่งปลอมปนมาหรือไม่ลงในแบบฟอร์มหมายเลข AF-33-002

รูปที่ 4.2 แสดงตะแกรงสำหรับร่อนวัตถุดิบก่อนเก็บเข้าโรงเก็บ

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 7 เหลือ 3

2.สาเหตุที่มาจากอุปกรณ์ที่ใช้ลำเลียงวัตถุดิบเข้าเตาหลอม ซึ่งมีนิกเกิลเป็นส่วนประกอบนั้นชำรุด หลุดเข้าไปในเตาหลอม ได้มีการติดตั้งแม่เหล็ก (Metal detector) ในสายการลำเลียงเพื่อดักจับอุปกรณ์ที่ชำรุด หลุดออกมาก่อนเข้าเตาหลอม โดยมีการบันทึกการดักจับลงในแบบฟอร์มหมายเลข AF-33-014

รูปที่ 4.3 แสดงแม่เหล็ก (Metal detector) เพื่อดักจับอุปกรณ์ที่ชำรุดก่อนเข้าเตาหลอม

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 5 เหลือ 4

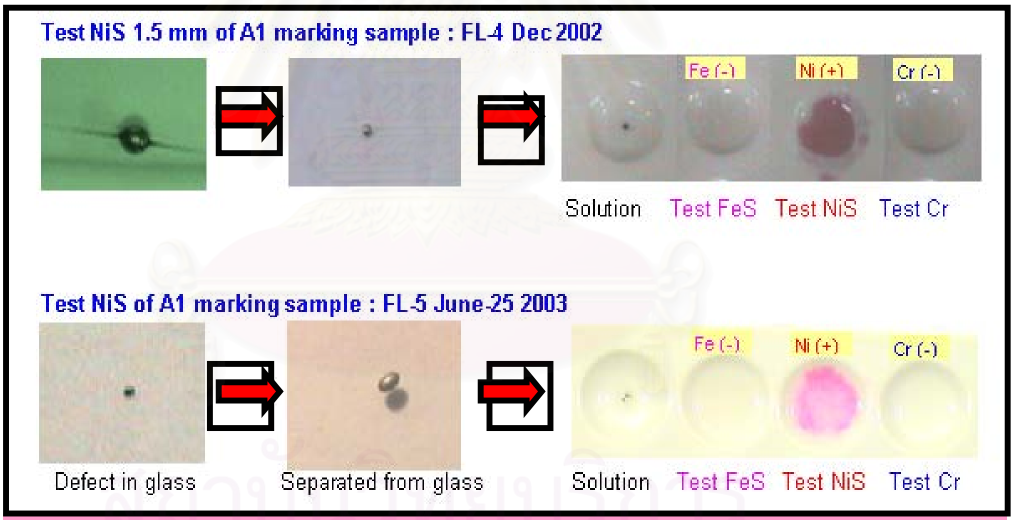
3.สาเหตุที่มาจากพนักงานขาดจิตสำนึก (Quality Awareness) โยน /ทิ้งเศษขยะ หรือขยะที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงในกองเศษกระจก (Cullet) และบริเวณทั่วไป มีการจัดอบรมพนักงานในเรื่องเกี่ยวกับการเกิดฟองอากาศสีดำ (Black bubble) และการป้องกัน เพื่อให้พนักงานมีความเข้าใจและตระหนักถึงเรื่องคุณภาพ โดยกำหนดว่าพนักงานที่เข้ามาใหม่ทุกคนจะได้รับการปฐมนิเทศ ส่วนพนักงานเก่าจะต้องมีการทบทวนเกี่ยวกับฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ทุก 6 เดือน โดยบันทึกลงในแบบฟอร์มหมายเลข AF-11-002

รูปที่ 4.4 แสดงการขาดจำสำนึกของพนักงาน โยน/ทิ้งเศษขยะลงในกองเศษกระจก

รูปที่ 4.5 แสดงการฝึกอบรมเรื่องเกี่ยวกับการเกิดฟองอากาศสีดำ (Black bubble)

<u>การทดสอบนิกเกิลซัลไฟด์ใน Black bubble</u>

การทดสอบว่าฟองอากาศสีดำ (Black bubble) นั้นมีนิกเกิลซัลไฟด์เป็นส่วนผสมหรือไม่นั้น ทำโดยการหยดสารละลายนิกเกิลลงในเนื้อกระจกที่บดละเอียดเตรียมไว้ หากกระจกมีนิกเกิลซัลไฟด์เป็นส่วนผสมสารละลายจะเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู ดังรูปที่ 4.6



หลังจากหยดสารละลายลงไปที่ตัวอย่าง หากมี NiS จะให้สีชมพู

รูปที่ 4.6 แสดงการทดสอบนิกเกิลซัลไฟด์ใน Black bubble

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 4 เหลือ 3

➢ สิ่งเจือปน (Stone)

ซึ่งมีสาเหตุมาจากวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมมีขนาด (Grain size) ที่ใหญ่ ไม่สม่ำเสมอ ทำให้หลอมละลายไม่หมด และพนักงานในห้องมืดที่ทำหน้าที่ขีดตำหนิ กะขนาดที่แท้จริงของตำหนิไม่ถูกต้อง ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

1.สาเหตุที่มาจากวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมมีขนาด (Grain size) ที่ใหญ่ ไม่สม่ำเสมอ ทำให้หลอมละลายไม่หมดนั้น ถ้าพิจารณาระบบปัจจุบันทีมีอยู่พบว่ามีการตรวจรับและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Composition) แต่ก็ยังมีของเสียเกิดขึ้นอยู่ ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

- เพิ่มการตรวจสอบขนาดของวัตถุดิบ (Grain size) โดยใช้ตะแกรงร่อน (Sieve mesh test) แล้วบันทึกผลลงในแบบฟอร์มหมายเลข AF-82-006

รูปที่ 4.7 แสดงเครื่องมือตรวจสอบขนาดของวัตถุดิบ (Grain size)

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 7 เหลือ 5

2.สาเหตุที่มาจากพนักงานในห้องมืดที่ทำหน้าที่ขีดตำหนิ กะขนาดที่แท้จริงของตำหนิไม่ถูกต้องนั้น ถ้าพิจารณาระบบปัจจุบันทีมีอยู่พบว่ามีการจัดทำตัวอย่าง (Limit sample) ไว้ให้พนักงานเทียบกับตำหนิ หากมีขนาดใหญ่กว่าตัวอย่าง (Limit sample) ก็ให้ขีดตำหนินั้นไป แต่ก็ยังมีของเสียเกิดขึ้นอยู่ ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

- ติดไฟฟลูออร์เรสเซ็นต์เพิ่มในห้องตรวจสอบ เพื่อช่วยให้มองเห็นได้ชัดเจนขึ้น (ซึ่งเดิมนั้นมีเพียงไฟ Point light) โดยเขียนใบสั่งงานเลขที่ 009/2003

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 7 เหลือ 6

4.1.2 การปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูป (Drawing) ครั้งที่1

ในกระบวนการขึ้นรูป (Drawing) ลักษณะของเสียที่พบคือรอยโรลเลอร์ (Roller mark) และ ผิดความหนา (Thickness) ดังนั้น ทีมผู้ชำนาญการจึงร่วมกันดำเนินการ ดังต่อไปนี้

➢ รอยโรลเลอร์ (Roller mark)

ซึ่งมีสาเหตุมาจากเนื้อกระจกนิ่มเกินไป และโรลเลอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนกระจกสกปรกเนื่องจากฝุ่นเกาะหรือมีเศษกระจกไปฝังติด ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

1.สาเหตุที่มาจากเนื้อกระจกนิ่มเกินไป ถ้าพิจารณาระบบปัจจุบันทีมีอยู่พบว่ามีการปรับอุณหภูมิโดยใช้ประสบการณ์ของพนักงานแต่ละคน ซึ่งก็ยังมีของเสียเกิดขึ้นอยู่ ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

- ติดตั้งตัวตัดอุณหภูมิอัตโนมัติ โดยกำหนดค่าสูงต่ำ (Max-Min) ที่ต้องการควบคุม แล้วบันทึกผลการปรับอุณหภูมิลงในแบบฟอร์มหมายเลข AF-43-005

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 6 เหลือ 2

2.สาเหตุที่มาจากโรลเลอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนกระจกสกปรกเนื่องจากฝุ่นเกาะหรือมีเศษกระจกไปฝังติด ถ้าพิจารณาระบบปัจจุบันทีมีอยู่พบว่ามีการทำความสะอาดโรลเลอร์เดือนละ 1ครั้ง ซึ่งก็ยังมีของเสียเกิดขึ้นอยู่ ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

- ทำความสะอาดโรลเลอร์เดือนละ 1ครั้ง และทุกครั้งที่เปลี่ยนความหนา (Job change) แล้วบันทึกผลลงในแบบฟอร์มหมายเลข AF-43-008

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 6 เหลือ 5

➢ ผิดความหนา (Thickness)

ซึ่งมีสาเหตุมาจากความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่เนื่องจากโซ่ชำรุด และวิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

1.สาเหตุที่มาจากความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่เนื่องจากโซ่ชำรุด ถ้าพิจารณาระบบปัจจุบันทีมีอยู่พบว่าไม่มีการซ่อมบำรุงโซ่เลยจะมีการเปลี่ยนก็ต่อเมื่อโซ่ขาด ซึ่งทำให้มีของเสียเกิดขึ้นอยู่ ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

-กำหนดระยะเวลาในการซ่อมบำรุงทุก 2เดือนแล้วบันทึกผลการซ่อมบำรุงลงในแบบฟอร์มหมายเลข AF-43-025

-ศึกษาอายุการใช้งานของโซ่ แล้วเปลี่ยนใหม่เมื่อครบอายุการใช้งาน

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 7 เหลือ 4

2.สาเหตุที่มาจากวิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม ถ้าพิจารณาระบบปัจจุบันทีมีอยู่พบว่ามีการวัดความหนา 10 แผ่น / ชั่วโมง ซึ่งก็ยังมีของเสียเกิดขึ้นอยู่ ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

-เปลี่ยนการวัดความหนาเป็น 5 แผ่น / 30 นาที แล้วบันทึกผลลงในแบบฟอร์มหมายเลข AF-83-009

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 5 เหลือ 3

4.1.3 การปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการตัด (Cutting) ครั้งที่1

ในกระบวนการตัด (Cutting) ลักษณะของเสียที่พบคือ ขีดข่วน (Scratch) และคราบน้ำ (Water stain) ดังนั้น ทีมผู้ชำนาญการจึงร่วมกันดำเนินการ ดังต่อไปนี้

- ขีดข่วน (Scratch)

ซึ่งมีสาเหตุมาจากการครูดกันของขอบกระจกขณะยกลงพัลเลท (Skid) ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

1.สาเหตุที่มาจากครูดกันของขอบกระจกขณะยกลงพัลเลท (Skid) ถ้าพิจารณาระบบปัจจุบันทีมีอยู่พบว่ามีเพียงการแจ้งให้พนักงานระมัดระวังในการยกกระจกเท่านั้น ซึ่งก็ยังมีของเสียเกิดขึ้นอยู่ ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

-จัดทำอุปกรณ์กั้น (Stopper) ให้กั้นกระจกเพื่อหักเหทิศทางการวางกระจกของพนักงานขึ้นในใบสั่งงานเลขที่ 013/2003

รูปที่ 4.8 แสดงอุปกรณ์กั้น (Stopper) และวิธีการยกกระจกข้ามอุปกรณ์กั้น

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 8 เหลือ 6

➢ คราบน้ำ (Water stain)

ซึ่งมีสาเหตุมาจากการน้ำในเครื่องล้างไม่สะอาด และเครื่องล้างสกปรก ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

1.สาเหตุที่มาจากน้ำในเครื่องล้างไม่สะอาด ถ้าพิจารณาระบบปัจจุบันที่มีอยู่พบว่ามีการใช้น้ำประปาล้างกระจกในน้ำสุดท้าย ซึ่งทำให้เกิดคราบน้ำ ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

-ติดตั้งเครื่องกรองน้ำ เพื่อใช้ล้างกระจกในน้ำสุดท้ายขึ้นในใบสั่งงานเลขที่ 020/2003

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 8 เหลือ 7

2.สาเหตุที่มาจากเครื่องล้างสกปรก ถ้าพิจารณาระบบปัจจุบันที่มีอยู่พบว่ามีการทำความสะอาดเครื่องกรอง (filter) เดือนละ 2 ครั้ง (ทุก 2สัปดาห์ 1 ครั้ง) ซึ่งก็ยังมีของเสียเกิดขึ้นอยู่ ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

-ทำความสะอาดเครื่องกรอง (filter) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง และบันทึกผลลงในแบบฟอร์มเลขที่ WI-43-002

-ตรวจสอบหาคราบน้ำที่ผิวกระจกก่อนการทำความสะอาดที่กรอง (filter) 1วัน เพื่อยืนยันระยะเวลาในการทำความสะอาดและบันทึกผลลงในแบบฟอร์มเลขที่ AF-83-024

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 8 เหลือ 4

4.1.4 การปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการบรรจุ (Packing) ครั้งที่1

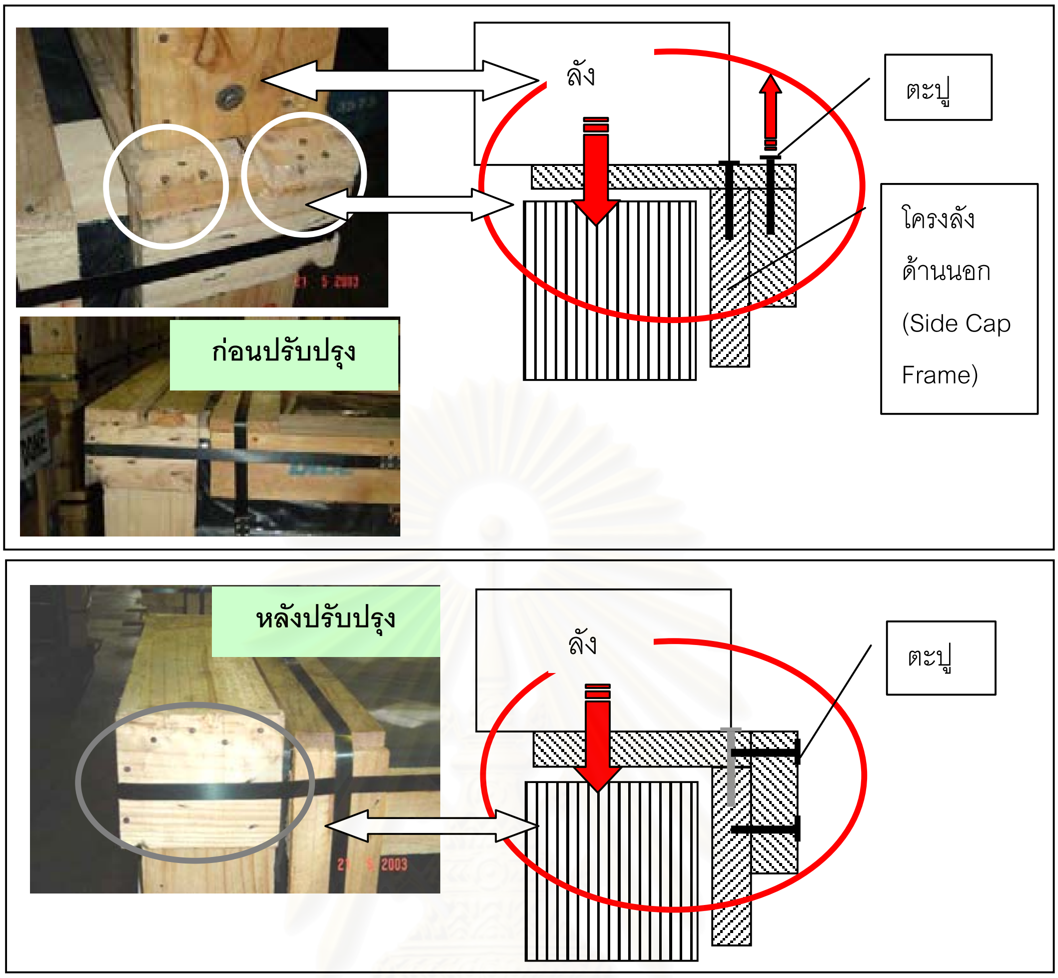
ในกระบวนการบรรจุ (Packing) ลักษณะของเสียที่พบคือ กระจกแตกในลัง ดังนั้น ทีมผู้ชำนาญการจึงร่วมกันดำเนินการ ดังต่อไปนี้

➢ กระจกแตกในลัง

ซึ่งมีสาเหตุมาจากฝาลังไม่แข็งแรงอันเนื่องจากทิศทางการตอกตะปู และตะปูถอนตัวขึ้นมาได้ง่าย ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

1.สาเหตุที่มาจากฝาลังไม่แข็งแรง ถ้าพิจารณาระบบปัจจุบันที่มีอยู่พบว่ามีการใช้ค้อนตอกตะปู และสังเกตดูว่าตะปูฝังตัวเรียบร้อยดีหรือไม่ โดยตอกในตำแหน่งบนลงล่าง ซึ่งก็ยังทำให้เกิดของเสียอยู่ ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงกำหนดการปรับปรุง ดังนี้

-เปลี่ยนตำแหน่งการตอกจากบนลงล่าง เป็นจากด้านข้างเข้าไป ดังรูปที่ 4.9 โดยแจ้งให้พนักงานที่รับผิดชอบทราบในคู่มือปฏิบัติงาน WI-43-003



รูปที่ 4.9 แสดงการเปลี่ยนตำแหน่งตอกตะปูของลังไม้ ก่อน-หลังการปรับปรุง

-เปลี่ยนชนิดตะปูจากผิวเรียบเป็นผิวขรุขระ ดังรูปที่ 4.10 โดยแจ้งให้พนักงานที่รับผิดชอบทราบในคู่มือปฏิบัติงาน WI-43-003

ก่อนปรับปรุง: ตะปูผิวเรียบ หลังปรับปรุง: ตะปูผิวขรุขระ

รูปที่ 4.10 แสดงเปรียบเทียบตะปูที่ใช้ตอกลัง ก่อน-หลัง ปรับปรุง

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 7 เหลือ 6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 1 ในกระบวนการหลอม (Melting)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Detection (D)	วิธีดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Detection (D)
ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)	วัตถุดิบที่ใช้ทำกระจกสกปรก มีส่วนผสมของนิกเกิลปลอมปน	7	-ติดตะแกรงขณะทำการลำเลียงวัตถุดิบเก็บเข้าโรงเก็บ	-เพื่อกรองสิ่งปลอมปนที่มากับวัตถุดิบ	AF-33-002	3
	อุปกรณ์ลำเลียงวัตถุดิบเข้าเตาหลอม ซึ่งมีส่วนประกอบของนิกเกิลชำรุด ทำให้หลุดรอดเข้าเตาหลอม	5	-ติดตั้งแม่เหล็ก (Metal detector) ในสายการลำเลียง	-เพื่อดักจับอุปกรณ์ที่ชำรุด หลุดรอดออกมาก่อนเข้าเตาหลอม	แบบฟอร์ม AF-33-014	4
	พนักงานขาดจิตสำนึก (Quality Awareness) โยน/ทิ้งเศษขยะที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงในกองเศษกระจก (Cullet) และบริเวณทั่วไป	4	-จัดอบรมพนักงานในเรื่องเกี่ยวกับการเกิดฟองอากาศสีดำ (Black bubble) และการป้องกัน โดยพนักงานที่เข้าใหม่จะมีการปฐมนิเทศ ส่วนพนักงานเก่าจะมีการทบทวนทุก 6 เดือน	-เพื่อให้พนักงานทุกคนรับทราบ และเกิดความตระหนักในเรื่องของคุณภาพ	แบบฟอร์ม AF-11-002	3

ตารางที่ 4.1 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 1 ในกระบวนการหลอม (Melting) (ต่อ)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Detection (D)	วิธีดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Detection (D)
สิ่งเจือปน (Stone)	วัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมมีขนาด (Grain size) ใหญ่ไม่สม่ำเสมอ ทำให้หลอมละลายไม่หมด	7	-เพิ่มการตรวจสอบขนาด (Grain size) โดยใช้ตะแกรงร่อนทดสอบ (Sieve mesh test)	-เพื่อตรวจสอบขนาด (Grain size) ของวัตถุดิบไม่ให้มีขนาดที่ใหญ่เกินกว่าที่กำหนด	แบบฟอร์ม AF-82-006	5
	พนักงานในห้องมืดที่ทำหน้าที่ขีดตำหนิ กะขนาดที่แท้จริงของตำหนิไม่ถูกต้อง	7	-ติดไฟฟลูออร์เรสเซ็นต์เพิ่มในห้องตรวจสอบ (เดิม:มีเพียงไฟ Point light)	-เพื่อช่วยให้พนักงานมองเห็นตำหนิได้ชัดเจนขึ้น	ใบสั่งงานเลขที่ 009/2003	6

ตารางที่ 4.2 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 1 ในกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Detection (D)	วิธีดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Detection (D)
รอยโรลเลอร์ (Roller mark)	เนื้อกระจกนิ่มเกินไป	6	-ติดตั้งตัวตัดอุณหภูมิอัตโนมัติ โดยกำหนดค่าสูงต่ำ (Max-Min) ที่ต้องการควบคุม	-เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการปรับอุณหภูมิของพนักงาน -เพื่อให้อุณหภูมิอยู่ในช่วงที่ต้องการควบคุม ทำให้กระจกไม่นิ่มเกินไป	แบบฟอร์ม AF-43-005	2
	โรลเลอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนกระจกสกปรก เนื่องมาจากฝุ่น หรือมีเศษกระจกไปฝังติด	6	-ทำความสะอาดโรลเลอร์เดือนละ 1 ครั้ง และทุกครั้งที่เปลี่ยนความหนา (Job change)	-เพื่อให้โรลเลอร์สะอาด ไม่เกิดรอยโรลเลอร์	แบบฟอร์ม AF-43-008	5
ผิดความหนา (Thickness)	ความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่ เนื่องจากโซ่หลุด/ เสื่อม	7	-กำหนดเวลาในการซ่อมบำรุงโซ่ทุก 2 เดือน -ศึกษาอายุการใช้งานของโซ่แล้วเปลี่ยนใหม่เมื่อครบอายุการใช้งาน	-เพื่อให้โซ่อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน ซึ่งจะส่งผลให้ความเร็วของโรลเลอร์คงที่ ไม่สะดุด	แบบฟอร์ม AF-43-025	4
	วิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม	5	-เปลี่ยนการวัดความหนาจาก 10แผ่น / ชม. เป็น 5แผ่น/ 30 นาที และบันทึกค่าที่ได้ลงใน Control chart	-เพื่อดูแนวโน้มของความหนาได้ชัดเจนขึ้น หากเกิดปัญหาจะได้สามารถแก้ไขได้ทัน	แบบฟอร์ม AF-83-009	3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 1 ในกระบวนการตัด (Cutting)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Detection (D)	วิธีดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Detection (D)
ขีดข่วน (Scratch)	การครูดกันของขอบกระจกขณะยกลงพัลเลท (Skid)	8	-จัดทำ Stopper กั้นกระจก	-เพื่อหักเหทิศทางการวางกระจกของพนักงาน ไม่ให้ขอบกระจกทิ่มไปครูดกับกระจกอีกแผ่นหนึ่ง	ใบสั่งงานเลขที่ 013/2003	6
คราบน้ำ (Water stain)	น้ำในเครื่องล้างไม่สะอาด	8	-ติดตั้งเครื่องกรองน้ำ ในขั้นตอนการล้างน้ำสุดท้าย	-เพื่อให้น้ำล้างกระจกมีความสะอาด ไม่เกิดคราบน้ำตกค้าง	ใบสั่งงานเลขที่ 020/2003	7
	เครื่องล้างสกปรก	8	-ทำความสะอาดเครื่องกรอง (filter) สัปดาห์ละ 1 ครั้ง -ตรวจสอบหาคราบน้ำที่ผิวกระจกก่อนการทำความสะอาดเครื่องกรอง (filter) 1 วัน	-เพื่อให้เครื่องล้างมีความสะอาด ไม่เกิดคราบ -เพื่อยืนยันระยะเวลาในการทำความสะอาดว่าเพียงพอหรือไม่	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน WI-43-002, แบบฟอร์ม AF-83-024	4

ตารางที่ 4.4 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 1 ในกระบวนการบรรจุ (Packing)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Detection (D)	วิธีดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Detection (D)
กระจกแตกในลัง	ฝาลังไม่แข็งแรง เนื่องจากทิศทางการตอกตะปูไม่เหมาะสม และตะปูที่ใช้ตอกลัง ผิวเรียบทำให้ถอนตัวขึ้นมาง่าย	7	-เปลี่ยนตำแหน่งการตอกจากบนลงล่าง เป็นจากด้านข้างเข้าไป -เปลี่ยนตะปูตอกลังจากผิวเรียบเป็นผิวขรุขระ	-เพื่อเพิ่มแข็งแรงในการยึดติดกันของลังไม้ อันเนื่องจากน้ำหนักของกระจกในลังกดทำให้ไม้ออกจากกัน -เพิ่มความแข็งแรงในการยึดเกาะ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน WI-43-003	6

หมายเหตุ: Detection (D) อ้างอิงจากตารางที่ 2.3 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การเก็บข้อมูลความถี่ในการเกิดของเสียหลังการปรับปรุงครั้งที่ 1

จากการดำเนินการปรับปรุงลดของเสีย โดยใช้ระยะเวลาในการดำเนินการในเดือนกุมภาพันธ์ –พฤษภาคม พ.ศ.2546 โดยผลสรุปจากการดำเนินการอ้างอิงเกณฑ์การประเมินความถี่ในการเกิด (O) สำหรับ PFMEA ตามตารางที่ 2.2 ได้ผลดังนี้

4.2.1 กระบวนการหลอม (Melting)

➢ ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) โดยมีสาเหตุจาก

- วัตถุดิบมีนิกเกิลปลอมปน โดยมีเก็บข้อมูลการตรวจเจอสิ่งปลอมปนในกองวัตถุดิบของหน่วยงานวัตถุดิบ ได้แก่ เศษไม้, แผ่นยาง, เศษถุงกระสอบ เป็นต้น โดยปริมาณของสิ่งปลอมปนที่ตรวจพบนั้นมีน้ำหนักได้ประมาณ 133 กิโลกรัม จากปริมาณวัตถุดิบที่รับเข้ามา 44,310 กิโลกรัม ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.37% ซึ่งตรงกับเลข 6

-อุปกรณ์ลำเลียงที่มีนิกเกิลเป็นส่วนผสมหลุดเข้าเตา โดยได้ตรวจสอบรายการอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่หลุดหาย 1 ชิ้น เทียบกับรายการที่มีอยู่ ทั้งหมด 680 ชิ้น ทีมผู้ชำนาญการ จึงนำ ข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.14% ซึ่งตรงกับเลข 4

-พนักงานโยน/ทิ้งเศษขยะ หรือขยะที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงกองวัตถุดิบและบริเวณทั่วไป ได้ทำการสำรวจและคัดแยกเศษขยะออก ได้แก่ กระป๋องอลูมิเนียม, ถุงพลาสติก, ซองบุหรี่, ถุงมือ เป็นต้น โดยปริมาณเศษขยะที่เก็บได้มีน้ำหนัก 2.29 กิโลกรัม จากกองขยะ 1,160 กิโลกรัม ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.2% ซึ่งตรงกับเลข 5

➢ สิ่งเจือปน (Stone)

-วัตถุดิบมีขนาด (Grain size) ที่ใหญ่ ไม่สม่ำเสมอ โดยสุ่มวัตถุดิบมาร่อน ได้ผลว่ามีขนาดของวัตถุดิบที่ค้างตะแกรง ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.18% ซึ่งตรงกับเลข 5

-พนักงานขีดกระจกขีดผิดเพราะกะขนาดที่แท้จริงของสิ่งเจือปน (Stone) ผิด โดยนำผลการตรวจกระจกของฝ่ายควบคุมคุณภาพที่ตรวจพบว่ามีสิ่งเจือปน (Stone) ที่มีขนาดใหญ่กว่าที่กำหนดหลุดมาเทียบกับจำนวนแผ่นกระจกทั้งหมดส่งสุ่มตรวจ ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.21% ซึ่งตรงกับเลข 5

4.2.2 กระบวนการขึ้นรูป (Drawing)

➢ รอยโรลเลอร์ (Roller mark)

-เนื้อกระจกนิ่มเกินไป โดยการสังเกตรอยที่เกิดนั้นจะมีลักษณะจุดๆ กระจายทั่วไปและรอยจะดังกล่าวจะมีลักษณะฝังลึกเข้าไปในเนื้อกระจก อธิบายได้ว่ามีการสัมผัสในขณะที่เนื้อกระจกนิ่ม (อุณหภูมิสูง) จากข้อมูลการสุ่มตรวจกระจกของฝ่ายควบคุมคุณภาพโดยรอยที่เกิดจากสาเหตุเนื้อกระจกนิ่มเกินไป เทียบกับจำนวนกระจกที่สุ่มตรวจ ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.48% ซึ่งตรงกับเลข 6

-โรลเลอร์สกปรก โดยการสังเกตรอยที่เกิดนั้นจะมีลักษณะจุดๆ สีขาวขุ่นประมาณ 1-2 จุด ต่อแผ่น ซึ่งจะแตกต่างจากสาเหตุข้างต้น จากข้อมูลการสุ่มตรวจกระจกของฝ่ายควบคุมคุณภาพ โดยรอยที่เกิดจากสาเหตุโรลเลอร์สกปรก เทียบกับจำนวนกระจกที่สุ่มตรวจ ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.39% ซึ่งตรงกับเลข 6

➢ ผิดความหนา (Thickness)

-ความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่ โดยดูผลการวัดความหนาของกระจกจากฝ่ายตัดจะแกว่ง ไม่คงที่ บางตำแหน่งหนาเกินไป บางตำแหน่งบางเกินไป ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.06% ซึ่งตรงกับเลข 3

-วิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม กล่าวคือการควบคุมคุณภาพจะวัดความหนา 10 แผ่น / ชั่วโมง ซึ่งพิจารณาแล้วโอกาสที่จะวัดเจอความหนาผิดปกติจะน้อยเมื่อเทียบกับยอดผลิต ถึงแม้นว่าตรวจเจอความหนาผิดปกติก็มีผลทำให้ช่วงของการ Lot out นั้นกว้างมาก ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาแปรความหมายเพื่อคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา โดยนำจำนวนที่ถูก Lot out ความหนาเทียบกับยอดผลิต คิดเป็น 0.04% ซึ่งตรงกับเลข 3

4.2.3 กระบวนการตัด (Cutting)

➢ ขีดข่วน (Scratch)

-พนักงานยกกระจกครูดกัน โดยรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นจะมีทิศทางที่ไม่แน่นอน ตำแหน่งไม่แน่นอน โดยดูผลการบันทึกจากฝ่ายควบคุมคุณภาพ ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.04% ซึ่งตรงกับเลข 3

- คราบน้ำ (Water stain)

-น้ำไม่สะอาด จากผลการสุ่มตรวจค่าความกระด้าง (Hardness) ของน้ำที่ใช้ในสายการผลิต เทียบกับจำนวนตัวอย่างที่เก็บทั้งหมด ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.12% ซึ่งตรงกับเลข 4

-เครื่องล้างสกปรก โดยคราบน้ำที่เกิดจะเป็นแถบต่อเนื่อง ซึ่งจะแตกต่างจากสาเหตุของน้ำไม่สะอาด (เป็นริ้วของน้ำ) โดยในเครื่องล้างประกอบด้วยแปรงขัดและฟองน้ำ ซึ่งคราบน้ำจะเป็นแถบตามแปรงขัดและฟองน้ำ หลังจากทำความสะอาดเครื่องล้าง คราบน้ำก็จะหายไป โดยนำข้อมูลจากการสุ่มตรวจกระจกของฝ่ายควบคุมคุณภาพ ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.09% ซึ่งตรงกับเลข 4

4.2.4 กระบวนการบรรจุ (Packing)

- กระจกแตกในลัง

-ฝาลังไม่แน่น ซึ่งเกิดจากทิศทางการตอกไม่เหมาะสม และตะปูที่ใช้สำหรับตอกลังมีผิวเรียบ ถอนตัวขึ้นมาได้ง่าย โดยทางฝ่ายบรรจุได้เก็บ ข้อมูลกระจกที่แตกเนื่องจากฝาลังไม่แน่น ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.14% ซึ่งตรงกับเลข 4

4.3 การคำนวณค่า RPN จากการปรับปรุงครั้งที่ 1

จากการดำเนินการปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการ โดยการลดค่าความสามารถในการตรวจจับ (D) และจากการเก็บข้อมูลความถี่ในการเกิดของเสียของการดำเนินการลดของเสียในเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม พ.ศ.2546 สามารถสรุปผลได้ดังนี้

4.3.1 กระบวนการหลอม (Melting)

จากการปรับปรุงลดของเสียในกระบวนการหลอม (Melting) ครั้งที่ 1 พบว่า

- ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ที่มีสาเหตุจากวัตถุดิบมีนิกเกิลปลอมปน ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 378 เหลือ 162
- ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ที่มีสาเหตุจากอุปกรณ์ลำเลียงมีส่วนประกอบของนิกเกิลชำรุดหลุดเข้าเตา ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 270 เหลือ 144
- ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ที่มีสาเหตุจากพนักงานขาดจิตสำนึกโยน/ทิ้งวัสดุที่ส่วนผสมของนิกเกิลลงในกอง Cullet และบริเวณทั่วไป ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 216 เหลือ 135

➢ สิ่งเจือปน (Stone) ที่มีสาเหตุจากวัตถุดิบมีขนาด (Grain size) ใหญ่ ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 168 เหลือ 100

➢ สิ่งเจือปน (Stone) ที่มีสาเหตุจากพนักงานขีดตำหนิ กะขนาดของตำหนิผิด ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 168 เหลือ 120

ค่า RPN ที่ได้หลังการปรับปรุงครั้งที่ 1 ยังคงมีค่าสูงกว่า 100 ตามที่ผู้ชำนาญการกำหนด จึงนำเข้าสู่การปรับปรุงครั้งที่ 2 ต่อไป

ตารางที่ 4.5 แสดงค่า RPN ก่อน-หลัง การปรับปรุงครั้งที่ 1 ของกระบวนการหลอม (Melting)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุ	Severity (S)	ข้อมูลก่อนการปรับปรุง			ข้อมูลหลังการปรับปรุง		
			Occurrence (O)	Detection (D)	RPN	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN
ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)	วัตถุดิบปลอมปน	9	6	7	378	6	3	162
	อุปกรณ์หลุดเข้าเตา	9	6	5	270	4	4	144
	พนักงานขาดจิตสำนึก	9	6	4	216	5	3	135
สิ่งเจือปน (Stone)	วัตถุดิบมีขนาด (Grain size) ใหญ่เกินไป	4	6	7	168	5	5	100
	พนักงานขีดตำหนิ กะขนาดผิด	4	6	7	168	5	6	120

4.3.2 กระบวนการขึ้นรูป (Drawing)

จากการปรับปรุงลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูป (Drawing) ครั้งที่ 1 พบว่า

➢ รอยโรลเลอร์ (Roller mark) ที่มีสาเหตุจากเนื้อกระจกนิ่มเกินไป ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 168 เหลือ 48

➢ รอยโรลเลอร์ (Roller mark) ที่มีสาเหตุจากโรลเลอร์สกปรก ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 168 เหลือ 120

➢ ผิดความหนา (Thickness) ที่มีสาเหตุจากความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่ ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 294 เหลือ 84

➢ ผิดความหนา (Thickness) ที่มีสาเหตุจากวิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 210 เหลือ 63

ค่า RPN ที่ได้หลังการปรับปรุงครั้งที่ 1 ของรอยโรลเลอร์ (Roller mark) ที่เกิดจากเนื้อกระจกนิ่มเกินไป, ความหนาหลุด ที่เกิดจากความเร็วของโรลเลอร์ไม่สม่ำเสมอ และวิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัดไม่เหมาะสม) มีค่าต่ำกว่า 100 ตามที่ผู้ชำนาญการกำหนด จึงไม่นำไปเป็น

ข้อมูลปรับปรุงครั้งที่ 2 แต่ Roller mark ที่เกิดจากโรลเลอร์สกปรกนั้น ยังคงมีค่าสูงกว่า 100 ตามที่ผู้ชำนาญการกำหนด จึงนำเข้าสู่การปรับปรุงครั้งที่ 2 ต่อไป

ตารางที่ 4.6 แสดงค่า RPN ก่อน-หลัง การปรับปรุงครั้งที่ 1 ของกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุ	Severity (S)	ข้อมูลก่อนการปรับปรุง			ข้อมูลหลังการปรับปรุง		
			Occurrence (O)	Detection (D)	RPN	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN
รอยโรลเลอร์ (Roller mark)	เนื้อกระจกนิ่มไป	4	7	6	168	6	2	48
	โรลเลอร์สกปรก	4	7	6	168	6	5	120
ผิดความหนา (Thickness)	ความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่	7	6	7	294	3	4	84
	วิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม	7	6	5	210	3	3	63

4.3.3 กระบวนการตัด (Cutting)

จากการปรับปรุงลดของเสียในกระบวนการตัด (Cutting) ครั้งที่ 1 พบว่า

- ขีดข่วน (Scratch) ที่มีสาเหตุจากการครูดกันของขอบกระจก ขณะยกลงพัลเลท ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 192 เหลือ 72
- คราบน้ำ (Water stain) ที่มีสาเหตุจากการน้ำไม่สะอาด ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 288 เหลือ 168
- คราบน้ำ (Water stain) ที่มีสาเหตุจากการเครื่องล้างสกปรก ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 288 เหลือ 96

ค่า RPN ที่ได้หลังการปรับปรุงครั้งที่ 1 ของรอยขีดข่วน (Scratch) ที่เกิดจากการครูดกันของขอบกระจก ขณะยกลงพัลเลท และคราบน้ำ (Water stain) ที่เกิดจากเครื่องล้างสกปรกนั้นมีค่าต่ำกว่า 100 ตามที่ผู้ชำนาญการกำหนด จึงไม่นำไปเป็นข้อมูลปรับปรุงครั้งที่ 2 แต่ คราบน้ำ (Water stain) ที่เกิดจากน้ำไม่สะอาดนั้นยังคงมีค่าสูงกว่า 100 ตามที่ผู้ชำนาญการกำหนด จึงนำเข้าสู่การปรับปรุงครั้งที่ 2 ต่อไป

ตารางที่ 4.7 แสดงค่า RPN ก่อน-หลัง การปรับปรุงครั้งที่ 1 ของกระบวนการตัด (Cutting)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุ	Severity (S)	ข้อมูลก่อนการปรับปรุง			ข้อมูลหลังการปรับปรุง		
			Occurrence (O)	Detection (D)	RPN	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN
ขีดข่วน (Scratch)	การครูดกันของขอบกระจกขณะยกลงพัลเลท	4	6	8	192	3	6	72
คราบน้ำ (Water stain)	น้ำไม่สะอาด	6	6	8	288	4	7	168
	เครื่องล้างสกปรก	6	6	8	288	4	4	96

4.3.4 กระบวนการบรรจุ (Packing)

จากการปรับปรุงลดของเสียในกระบวนการบรรจุ (Packing) ครั้งที่ 1 พบว่า

- กระจกแตกในลัง ที่มีสาเหตุจากฝาลังไม่แข็งแรง เนื่องจากทิศทางการตอกไม่เหมาะสม และตะปูสำหรับตอกลัง ถอนตัวขึ้นมาง่าย ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 210 เหลือ 144

ค่า RPN ที่ได้หลังการปรับปรุงครั้งที่ 1 ของกระจกแตกในลังที่เกิดจากฝาลังไม่แข็งแรงและตะปูที่ใช้ตอกลังถอนตัวขึ้นมาง่าย มีค่าสูงกว่า 100 ตามที่ผู้ชำนาญการกำหนด จึงนำเข้าสู่การปรับปรุงครั้งที่ 2 ต่อไป

ตารางที่ 4.8 แสดงค่า RPN ก่อน-หลัง การปรับปรุงครั้งที่ 1 ของกระบวนการบรรจุ (Packing)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุ	Severity (S)	ข้อมูลก่อนการปรับปรุง			ข้อมูลหลังการปรับปรุง		
			Occurrence (O)	Detection (D)	RPN	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN
กระจกแตกในลัง	ฝาลังไม่แข็งแรง เนื่องจากทิศทางการตอกไม่เหมาะสม และตะปูตอกลังถอนตัวขึ้นมาง่าย	6	5	7	210	4	6	144

4.4 การปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการครั้งที่ 2

จากการปรับปรุงลดของเสียในครั้งที่ 1 โดยใช้ค่า RPN (ค่าความเสี่ยง Rick Priority Number) เป็นเกณฑ์ในการกำหนดมาตรฐานการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งพบว่ายังต้องดำเนินการปรับปรุงลดของเสียเพิ่มเติมอีก เพื่อลดค่า RPN (ค่าความเสี่ยง Rick Priority Number) ที่ได้จากการปรับปรุงครั้งที่ 1 ให้มีค่า RPN (ค่าความเสี่ยง Rick Priority Number) ต่ำกว่า 100 ตามเกณฑ์ที่ทีมผู้ชำนาญการกำหนด โดยค่า RPN ที่ >/= 100 มีรายการดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- กระบวนการหลอม (Melting) มีของเสียที่เกิดขึ้น 2 รายการที่มีค่า RPN >/= 100 คือ
    1. ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)
        - มีสาเหตุมาจากวัตถุดิบปลอมปนด้วยนิกเกิล มีค่า RPN =162
        - มีสาเหตุมาจากอุปกรณ์ลำเลียงที่มีส่วนผสมของนิกเกิลชำรุดหลุดเข้าเตาหลอม มีค่า RPN =144
        - มีสาเหตุมาจากพนักงานขาดจิตสำนึก โยน/ทิ้งเศษขยะที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงในกองเศษกระจก (Cullet) และบริเวณทั่วไป มีค่า RPN =135
    2. สิ่งเจือปน (Stone)
        - มีสาเหตุมาจากวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมมีขนาด (Grain size) ใหญ่ไม่สม่ำเสมอ ทำให้หลอมละลายไม่หมด มีค่า RPN =100
        - มีสาเหตุมาจากพนักงานในห้องมืดที่ทำหน้าที่ขีดตำหนิกะขนาดที่แท้จริงของตำหนิไม่ถูกต้อง มีค่า RPN=120
- กระบวนการขึ้นรูป (Drawing) ของเสียที่เกิดขึ้น 1 รายการที่มีค่า RPN >/=100 คือ
    1. รอยโรลเลอร์ (Roller mark)
        - มีสาเหตุมาจากโรลเลอร์สกปรก มีค่า RPN=120
- กระบวนการตัด (Cutting) ของเสียที่เกิดขึ้น 1 รายการที่มีค่า RPN >/=100 คือ
    1. คราบน้ำ (Water stain)
        - มีสาเหตุมาจากน้ำไม่สะอาด มีค่า RPN =168
- กระบวนการบรรจุ (Packing) ของเสียที่เกิดขึ้น 1 รายการที่มีค่า RPN >/=100 คือ
    1. กระจกแตกในลัง
        - มีสาเหตุจากฝาลังไม่แข็งแรง เนื่องจากทิศทางการตอกไม่เหมาะสมและตะปูตอกลัง ถอนตัวขึ้นมาง่าย มีค่า RPN =144

4.4.1 การปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการหลอม (Melting) ครั้งที่ 2

➢ ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)

1.สาเหตุที่มาจากวัตถุดิบที่ใช้ทำกระจกสกปรกมีส่วนผสมของนิกเกิลปลอมปน ได้มีการไปตรวจสอบ (Audit) ทางผู้ขายวัตถุดิบ (Supplier) ว่าอย่าให้มีสิ่งปลอมปน ซึ่งทุกเดือนจะมีการสรุปผลมาว่าทางฝ่ายวัตถุดิบมีการดักจับสิ่งปลอมปนได้เท่าไร แล้วนำไปประชุมเพื่อให้ทางผู้ขายวัตถุดิบ (Supplier) ปรับปรุงแก้ไข โดยบันทึกลงในแบบฟอร์มหมายเลข AF-23-072

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 3 เหลือ 2

2.สาเหตุที่มาจากอุปกรณ์ที่ใช้ลำเลียงวัตถุดิบเข้าเตาหลอม ซึ่งมีนิกเกิลเป็นส่วนประกอบนั้นชำรุด หลุดเข้าไปในเตาหลอม ได้มีการประชุมร่วมกันของฝ่ายซ่อมบำรุง, ฝ่ายผลิต และฝ่ายวัตถุดิบจัดทำโครงการเปลี่ยนอุปกรณ์ลำเลียงเป็นสแตนเลสทั้งหมด (Project: NiS Free) โดยเขียนใบสั่งงานเลขที่ 025/2003

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจาก 4 เหลือ 3

3.สาเหตุที่มาจากพนักงานขาดจิตสำนึก (Quality Awareness) โยน /ทิ้งเศษขยะที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงในกองเศษกระจก (Cullet) และบริเวณทั่วไป มีการจัดบอร์ดกลางเพื่อประชาสัมพันธ์ เกี่ยวกับสิ่งปลอมปนในกองวัตถุดิบ, กองเศษกระจก (Cullet) โดยจัดทำเป็นกราฟแสดงแนวโน้มและมีตัวอย่างที่เก็บได้เพื่อกระตุ้นเตือนโดยบันทึกลงในแบบฟอร์มหมายเลข AF-33-005

รูปที่ 4.11 แสดงสิ่งปลอมปนที่เก็บได้เพื่อประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับสิ่งปลอมปนในกองวัตถุดิบ

รูปที่ 4.12 แสดงป้ายรณรงค์ป้องกันสิ่งปลอมปน

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจาก 3 เหลือ 2

➢ สิ่งเจือปน (Stone)

1.สาเหตุที่มาจากวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมมีขนาด (Grain size) ที่ใหญ่ ไม่สม่ำเสมอ ทำให้หลอมละลายไม่หมดนั้น ทีมผู้ชำนาญการได้มีการปรับปรุงเพิ่มเติมโดยการไปตรวจสอบ (Audit) ทางผู้ขายวัตถุดิบ (Supplier) ว่าให้มีการควบคุมขนาด (Grain size) ของวัตถุดิบให้สม่ำเสมอด้วย โดยแจ้งมาตรฐานขนาดของวัตถุดิบ เบอร์ AS-81-001 พร้อมกับส่งผลการตรวจสอบให้ทางผู้ขาย (Supplier) ทราบ และกำหนดกติกาหากพบว่าขนาด (Grain size) ไม่ผ่าน

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) มีค่าลดลงจาก 5 เหลือ 4

2.สาเหตุที่มาจากพนักงานในห้องมืดที่ทำหน้าที่ขีดตำหนิ กะขนาดที่แท้จริงของตำหนิไม่ถูกต้องนั้น ทางทีมผู้ชำนาญการได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ช่วยในการตรวจจับเพิ่มเติมที่เรียกว่า Defect detector โดยเขียนใบสั่งงานเลขที่ 045/2003

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 6 เหลือ 2

4.4.2 การปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูป (Drawing) ครั้งที่ 2

➢ รอยโรลเลอร์ (Roller mark)

1.สาเหตุที่มาจากโรลเลอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนกระจกสกปรกเนื่องจากฝุ่นเกาะหรือมีเศษกระจกไปฝังติด ทางทีมผู้ชำนาญการได้ให้ทาง QC ทำการสุ่มตรวจผิวกระจกเพิ่มกะละ 1 ครั้ง (ทุก 8 ชั่วโมง) ว่ามีโรลเลอร์สกปรกทำให้เกิด Roller mark หรือไม่ โดยให้พนักงาน QC บันทึกผลลงในแบบฟอร์มหมายเลข AF-83-011

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 5 เหลือ 4

4.4.3 การปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการตัด (Cutting) ครั้งที่ 2

➢ คราบน้ำ (Water stain)

สาเหตุที่มาจากน้ำไม่สะอาด ทางทีมผู้ชำนาญการให้เก็บตัวอย่างน้ำไปตรวจสอบเพิ่มเติมเพื่อหาค่าตะกอนในน้ำ (Hardness) แล้วส่งผลข้อมูลให้ทางฝ่ายซ่อมบำรุงในการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำต่อไปโดยบันทึกผลลงในแบบฟอร์ม AF-82-003

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 7 เหลือ 6

4.4.4 การปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการบรรจุ (Packing) ครั้งที่ 2

- กระจกแตกในลัง

สาเหตุที่มาจากฝาลังไม่แข็งแรง ทางทีมผู้ชำนาญการได้มีการประชุมเพื่อแก้ปัญหาจึงมีข้อสรุปมาว่าให้มีการเปลี่ยนรูปแบบการบรรจุจากลังไม้เป็นแบบเปลือยที่เรียกว่า Simple pallet ดังมีแบบดังรูป 4.13 โดยเขียนใบสั่งงานเลขที่ 033/2003

รูปที่ 4.13 แสดงการเปลี่ยนรูปแบบลัง ก่อน-หลังการปรับปรุง

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้น พบว่าค่าความสามารถในการตรวจพบ (D) ลดลงจากเดิม 6 เหลือ 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 2 ในกระบวนการหลอม (Melting)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Detection (D)	วิธีดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Detection (D)
ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)	วัตถุดิบที่ใช้ทำกระจกสกปรก มีส่วนผสมของนิกเกิลปลอมปน	3	-มีการไปตรวจสอบ (Audit) ทางผู้ขายวัตถุดิบ (Supplier) ว่าอย่าให้มีสิ่งปลอมปน ซึ่งทุกเดือนจะมีการสรุปผลมาว่าทางฝ่ายวัตถุดิบมีการดักจับสิ่งปลอมปนได้เท่าไร แล้วนำไปประชุมเพื่อให้ทางผู้ขายวัตถุดิบ (Supplier) ปรับปรุงแก้ไข	-เพื่อให้ทางผู้ขายวัตถดิบ (Supplier) จัดส่งวัตถุดิบที่สะอาด	แบบฟอร์ม AF-23-072	2
	อุปกรณ์ลำเลียงวัตถุดิบเข้าเตาหลอม ซึ่งมีส่วนประกอบของนิกเกิลชำรุด ทำให้หลุดรอดเข้าเตาหลอม	4	-มีการตั้งโครงการนิกเกิลฟรี (NiS Free Project) เพื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ลำเลียงในสายการผลิตทั้งหมด	-เพื่อลดโอกาสการเกิดนิกเกิล หากมีอุปกรณ์ (NiS Free) หลุดเข้าเตาก็จะไม่มีผลกับฟองอากาศสีดำ (Black bubble)	ใบสั่งงานเลขที่ 025/2003	3
	พนักงานขาดจิตสำนึก (Quality Awareness) โยน/ทิ้งเศษขยะที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงในกอง Cullet และบริเวณทั่วไป	3	-จัดบอร์ดกลางเพื่อประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับสิ่งปลอมปนในกองวัตถุดิบ, กองเศษกระจก (Cullet) โดยจัดทำเป็นกราฟแสดงแนวโน้มและมีตัวอย่างที่เก็บได้เพื่อกระตุ้นเตือน	-เพื่อให้พนักงานทุกคนรับทราบสถานการณ์ของนิกเกิล (NiS) และสิ่งปลอมปน และเกิดความตระหนักในเรื่องของคุณภาพ	แบบฟอร์ม AF-33-005	2

ตารางที่ 4.9 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 2 ในกระบวนการหลอม (Melting) (ต่อ)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Detection (D)	วิธีดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Detection (D)
สิ่งเจือปน (Stone)	วัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมมีขนาด (Grain size) ใหญ่ไม่สม่ำเสมอ ทำให้หลอมละลายไม่หมด	5	- มีการไปตรวจสอบ (Audit) ทางผู้ขายวัตถุดิบ (Supplier) ว่าให้มีการควบคุมขนาด (Grain size) ของวัตถุดิบให้สม่ำเสมอด้วย โดยแจ้งมาตรฐานขนาดของวัตถุดิบ พร้อมกับส่งผลการตรวจสอบให้ทางผู้ขายวัตถุดิบ (Supplier) ทราบ และกำหนดกติกาหากพบว่าขนาดของวัตถุดิบไม่ผ่าน	-เพื่อให้ทางผู้ขายวัตถุดิบ (Supplier) จัดส่งวัตถุดิบที่มีขนาด (Grain size) ตามมาตรฐาน	มาตรฐานเบอร์ AS-81-001	4
	พนักงานในห้องมืดที่ทำหน้าที่ขีดตำหนิ กะขนาดที่แท้จริงของตำหนิไม่ถูกต้อง	6	-มีการติดตั้งอุปกรณ์ช่วยในการตรวจจับเพิ่มเติมที่เรียกว่า Defect detector	-เพื่อช่วยตรวจจับตำหนิที่หลุดรอดจากพนักงานมา และสามารถจับตำหนิได้ทุกเม็ดที่เกินค่าที่ตั้ง (Set up) ไว้	ใบสั่งงานเลขที่ 045/2003	2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 2 ในกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Detection (D)	วิธีดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Detection (D)
รอยโรลเลอร์ (Roller mark)	โรลเลอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนกระจกสกปรก เนื่องมาจากฝุ่น หรือมีเศษกระจกไปฝังติด	5	-ทำการสุ่มตรวจผิวกระจกเพิ่มกะละ 1 ครั้ง (ทุก 8 ชั่วโมง) ว่ามีโรลเลอร์สกปรกทำให้เกิดรอยโรลเลอร์ (Roller mark) หรือไม่	-เพื่อติดตามปัญหา	แบบฟอร์ม AF-83-011	4

ตารางที่ 4.11 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 2 ในกระบวนการตัด (Cutting)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Detection (D)	วิธีดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Detection (D)
คราบน้ำ (Water stain)	น้ำในเครื่องล้างไม่สะอาด	7	-เก็บตัวอย่างน้ำไปตรวจสอบเพิ่มเติมเพื่อหาค่าตะกอน (Hardness) แล้วส่งผลข้อมูลให้ทางฝ่ายซ่อมบำรุงในการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำต่อไป	-เพื่อทราบแนวโน้มของคุณภาพน้ำและการบำรุงรักษาเครื่องกรอง	แบบฟอร์ม AF-83-003	6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 แสดงการดำเนินการลดของเสียครั้งที่ 2 ในกระบวนการบรรจุ (Packing)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Detection (D)	วิธีดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Detection (D)
กระจกแตกในลัง	ฝาลังไม่แข็งแรง เนื่องจากทิศทางการตอกลัง ไม่เหมาะสม และตะปูตอกลังถอนตัวขึ้นมาง่าย	6	-เปลี่ยนการบรรจุจากลังไม้เป็นแบบเปลือยที่เรียกว่า Simple pallet	-เพื่อเพิ่มความแข็งแรงในการบรรจุ (Pack)	ใบสั่งงานเลขที่ 033/2003	3

หมายเหตุ: Detection (D) อ้างอิงจากตารางที่ 2.3 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 การเก็บข้อมูลความถี่ในการเกิดของเสียหลังการปรับปรุงครั้งที่ 2

จากการดำเนินการปรับปรุงลดของเสีย โดยใช้ระยะเวลาดำเนินการในเดือนกรกฎาคม – ตุลาคม พ.ศ.2546 โดยผลสรุปจากการปรับปรุงลดของเสียอ้างอิงเกณฑ์การประเมินความถี่ในการเกิด (O) สำหรับ PFMEA ตามตารางที่ 2.2 ได้ผลดังนี้

4.5.1 กระบวนการหลอม (Melting)

- ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) โดยมีสาเหตุจาก

-วัตถุดิบมีนิกเกิลปลอมปน โดยมีเก็บข้อมูลการตรวจเจอสิ่งปลอมปนในกองวัตถุดิบของหน่วยงานวัตถุดิบ ได้แก่ เศษไม้, แผ่นยาง, เศษถุงกระสอบ เป็นต้น โดยปริมาณของสิ่งปลอมปนที่ตรวจพบนั้นมีน้ำหนักได้ประมาณ 175 กิโลกรัม จากปริมาณวัตถุดิบที่รับเข้ามา 98,000 กิโลกรัม ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.17% ซึ่งตรงกับเลข 5

-อุปกรณ์ลำเลียงที่มีนิกเกิลเป็นส่วนผสมหลุดเข้าเตาหลอม โดยได้ตรวจสอบรายการอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่หลุดหาย 1 ชิ้น เทียบกับรายการที่มีอยู่ทั้งหมด 680 ชิ้น ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.14% ซึ่งตรงกับเลข 4

-พนักงานโยน/ทิ้งเศษขยะ หรือขยะที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงกองวัตถุดิบและบริเวณทั่วไป ได้ทำการสำรวจและคัดแยกเศษขยะออก ได้แก่ กระป๋องอลูมิเนียม, ถุงพลาสติก, ซองบุหรี่, ถุงมือ เป็นต้น โดยปริมาณเศษขยะที่เก็บได้มีน้ำหนัก 71 กิโลกรัม จากกองวัตถุดิบ 70,000 กิโลกรัม ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.10% ซึ่งตรงกับเลข 4

- สิ่งเจือปน (Stone) โดยมีสาเหตุจาก

-วัตถุดิบมีขนาด (Grain size) ที่ใหญ่ ไม่สม่ำเสมอ โดยสุ่มวัตถุมาร่อน ได้ผลว่ามีขนาดของวัตถุดิบที่ค้างตะแกรง ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.11% ซึ่งตรงกับเลข 4

-พนักงานขีดกระจกขีดผิดเพราะกะขนาดที่แท้จริงของสิ่งเจือปน (Stone) ผิด โดยนำผลการตรวจกระจกของฝ่ายควบคุมคุณภาพที่ตรวจพบว่ามีสิ่งเจือปน (Stone) ที่มีขนาดใหญ่กว่าที่กำหนดหลุดมาเทียบกับจำนวนแผ่นกระจกทั้งหมดส่งสุ่มตรวจ ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.13% ซึ่งตรงกับเลข 4

4.5.2 กระบวนการขึ้นรูป (Drawing)

- รอยโรลเลอร์ (Roller scratch) โดยมีสาเหตุจาก

-โรลเลอร์สกปรก โดยการสังเกตรอยที่เกิดนั้นจะมีลักษณะจุดๆ สีขาวขุ่น ประมาณ 1-2 จุด ต่อแผ่น ซึ่งจะแตกต่างจากสาเหตุข้างต้น จากข้อมูลการสุ่มตรวจกระจกของฝ่ายควบคุมคุณภาพ โดยรอยที่เกิดจากสาเหตุโรลเลอร์สกปรก เทียบกับจำนวนกระจกที่สุ่มตรวจ ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.34% ซึ่งตรงกับเลข 5

4.5.3 กระบวนการตัด (Cutting)

- คราบน้ำ (Water stain) โดยมีสาเหตุจาก

-น้ำไม่สะอาด จากผลการสุ่มตรวจค่าความกระด้าง (Hardness) ของน้ำที่ใช้ในสายการผลิต เทียบกับจำนวนตัวอย่างที่เก็บทั้งหมด ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหา คิดเป็น 0.01% ซึ่งตรงกับเลข 2

4.5.4 กระบวนการบรรจุ (Packing)

- กระจกแตกในลัง โดยมีสาเหตุจาก

-ฝาลังไม่แน่น ซึ่งเกิดจากทิศทางการตอกไม่เหมาะสม และตะปูที่ใช้ สำหรับตอกลังมีผิวเรียบ ถอนตัวขึ้นมาได้ง่าย โดยทางฝ่ายบรรจุได้เก็บข้อมูลกระจกที่แตกเนื่องจากฝาลังไม่แน่น ทีมผู้ชำนาญการจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าความถี่ของสาเหตุของปัญหาคิดเป็น0.02%ซึ่งตรงกับเลข2

4.6 การคำนวณค่า RPN จากการปรับปรุงครั้งที่ 2

จากการดำเนินการปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการ โดยการลดค่าความสามารถในการตรวจจับ (D) และจากการเก็บข้อมูลความถี่ในการเกิดของเสียของการดำเนินการลดของเสียในเดือนกรกฎาคม – ตุลาคม พ.ศ.2546 สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

4.6.1 กระบวนการหลอม (Melting)

จากการปรับปรุงลดของเสียในกระบวนการหลอม (Melting) ครั้งที่ 2 พบว่า

- ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ที่มีสาเหตุจากวัตถุดิบมีนิกเกิลปลอมปน ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 162 เหลือ 90
- ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ที่มีสาเหตุจากอุปกรณ์ลำเลียงมีส่วนประกอบของนิกเกิลชำรุดหลุดเข้าเตา ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 144 เหลือ 108

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ฟองอากาศสีดำ (Black bubble) ที่มีสาเหตุจากพนักงานขาดจิตสำนึก โยน/ทิ้งวัสดุที่ส่วนผสมของนิกเกิลลงในกองเศษกระจก (Cullet) และบริเวณทั่วไป ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 135 เหลือ 72
- สิ่งเจือปน (Stone) ที่มีสาเหตุจากวัตถุดิบมีขนาด (Grain size) ใหญ่ ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 100 เหลือ 64
- สิ่งเจือปน (Stone) ที่มีสาเหตุจากพนักงานขีดตำหนิ กะขนาดของตำหนิผิด ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 120 เหลือ 32

ค่า RPN ที่ได้หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2 มีค่าต่ำกว่า 100 ตามที่ผู้ชำนาญการกำหนด

ตารางที่ 4.13 แสดงค่า RPNในการปรับปรุงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของกระบวนการหลอม (Melting)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุ	Severity (S)	ข้อมูลการปรับปรุงครั้งที่ 1			ข้อมูลการปรับปรุงครั้งที่ 2		
			Occurrence (O)	Detection (D)	RPN	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN
ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)	วัตถุดิบปลอมปน	9	6	3	162	5	2	90
	อุปกรณ์หลุดเข้าเตา	9	4	4	144	4	3	108
	พนักงานขาดจิตสำนึก	9	5	3	135	4	2	72
สิ่งเจือปน (Stone)	วัตถุดิบมีขนาด (Grain size) ใหญ่เกินไป	4	5	5	100	4	4	64
	พนักงานขีดตำหนิ กะขนาดผิด	4	5	6	120	4	2	32

4.6.2 กระบวนการขึ้นรูป (Drawing)

จากการปรับปรุงลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูป (Drawing) ครั้งที่ 2 พบว่า

- รอยโรลเลอร์ (Roller mark) ที่มีสาเหตุจากโรลเลอร์สกปรก ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 120 เหลือ 80

ค่า RPN ที่ได้หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2 ของ Roller mark ที่เกิดจากโรลเลอร์สกปรกนั้น มีค่าต่ำกว่า 100 ตามที่ผู้ชำนาญการกำหนด

ตารางที่ 4.14 แสดงค่า RPNในการปรับปรุงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2ของกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุ	Severity (S)	ข้อมูลการปรับปรุงครั้งที่ 1			ข้อมูลการปรับปรุงครั้งที่ 2		
			Occurrence (O)	Detection (D)	RPN	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN
รอยโรลเลอร์ (Roller mark)	โรลเลอร์สกปรก	4	6	5	120	5	4	80

4.6.3 กระบวนการตัด (Cutting)

จากการปรับปรุงลดของเสียในกระบวนการตัด (Cutting) ครั้งที่ 2 พบว่า

- คราบน้ำ (Water stain) ที่มีสาเหตุจากการน้ำไม่สะอาด ค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 168 เหลือ 72

ค่า RPN ที่ได้หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2 ของคราบน้ำ (Water stain) ที่เกิดจากน้ำไม่สะอาดนั้นมีค่าต่ำกว่า 100 ตามที่ผู้ชำนาญการ

ตารางที่ 4.15 แสดงค่า RPNในการปรับปรุงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2ของกระบวนการตัด (Cutting)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุ	Severity (S)	ข้อมูลการปรับปรุงครั้งที่ 1			ข้อมูลการปรับปรุงครั้งที่ 2		
			Occurrence (O)	Detection (D)	RPN	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN
คราบน้ำ (Water stain)	น้ำไม่สะอาด	6	4	7	162	2	6	72

4.6.4 กระบวนการบรรจุ (Packing)

จากการปรับปรุงลดของเสียในกระบวนการบรรจุ (Packing) ครั้งที่ 2 พบว่า

- กระจกแตกในลังที่มีสาเหตุจากฝาลังไม่แข็งแรง มีค่า RPN ที่ได้มีค่าลดลงจาก 144 เหลือ 36

ค่า RPN ที่ได้หลังการปรับปรุงครั้งที่ 2 ของกระจกแตกในลังที่เกิดจากฝาลังไม่แข็งแรง มีค่าต่ำกว่า 100 ตามที่ผู้ชำนาญการ

ตารางที่ 4.16 แสดงค่า RPNในการปรับปรุงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2ของกระบวนการบรรจุ (Packing)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุ	Severity (S)	ข้อมูลการปรับปรุงครั้งที่ 1			ข้อมูลการปรับปรุงครั้งที่ 2		
			Occurrence (O)	Detection (D)	RPN	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN
กระจกแตกในลัง	ฝาลังไม่แข็งแรง เนื่องจากทิศทางการตอกไม่เหมาะสม และตะปูตอกลังถอนตัวขึ้นมาง่าย	6	4	6	144	2	3	36

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.7 การบันทึกข้อมูลในตาราง Process FMEA

ตารางที่ 4.17 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการหลอม (Melting)

QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT		
APPROVED BY	CHECKED BY	ISSUED BY

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(PROCESS FMEA)

ชื่องาน	หน่วยงานรับผิดชอบกระบวนการ	จัดเตรียมโดย
ITEM : กระบวนการหลอม	PROCESS RESPONSIBILITY : Core team	PREPARED BY : ธัญญาภรณ์
รุ่น / ปีผลิต / ประเภท	กำหนดเสร็จ	วันที่จัดทำครั้งแรก
MODEL YEAR(S)/VEHICLE(S): -	KEY DATE: -	FMEA DATE(ORIGINAL) : 15 กันยายน 2546. แก้ไข : 01
		หมายเลข
		FMEA no. : FMEA-001

CORE TEAM : ปริญญา (หลอม), ... (ผู้จัดการ), ... (วิศวกร), ธัญญาภรณ์ (QA), ... , ... (ไฟฟ้า), ... , ... (คลังสินค้า), ... ( )

ลำดับ PROCESS กระบวนการ / REQUIREMENTS	POTENTIAL FAILURE MODE รูปแบบของความล้มเหลวที่อาจเป็นไปได้	POTENTIAL EFFECT(S) OF FAILURE ผลของความล้มเหลวที่อาจเป็นไปได้	Severity	Class	POTENTIAL CAUSE(S)/ MECHANISM(S) OF FAILURE สาเหตุของความล้มเหลว	Occurrence	CURRENT PROCESS CONTROLS PREVENTION / DETECTION การป้องกันตรวจจับ ความล้มเหลว	Detection	RPN	RECOMMENDED ACTION(S) มาตรการแก้ไข	RESPONSIBILITY & TARGET COMPLETION DATE ผู้รับผิดชอบในการแก้ไขและกำหนดเสร็จ	ACTIONS TAKEN วิธีปฏิบัติ	Severity	Occurrence	Detection	RPN
1 หลอม (Melting)	Black bubble (MIS) [illegible]	[illegible] ทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิต	9		1. วัตถุดิบที่ใช้มีการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอมที่ทำให้เกิด ปนเปื้อน	6	-มีการตรวจสอบในแต่ละวัตถุดิบ โดยใช้กล้องขยายหรือดูด้วยสายตา และผลไม่พบปัญหา	7	378	-มีการติดตามผล ตรวจวัตถุดิบของซัพพลายเออร์ก่อนส่งโรงงาน			9	4	5	180
										-มีการไป Audit MIS Supplier ว่ามีการให้สิ่งปนเปื้อน [illegible] Supplier [illegible]			9	3	2	54
					2. อุปกรณ์ชำรุดหรือวัตถุดิบเข้าเตาหลอม ซึ่งมีส่วนประกอบของสิ่งเจือปน ทำให้หลุดเข้าไปในเตาหลอม	6	-มีการสุ่มตรวจโดยระบบ อุปกรณ์ตัวใดชำรุด แล้วดำเนินการเปลี่ยนใหม่	5	270	-มีการติด Metal detector ใน Line ก่อนเข้า เพื่อตรวจจับอุปกรณ์ที่ชำรุดหลุดลงมา ก่อนเข้าเตาหลอม			9	4	4	144
										-มีโครงการ MIS Free project เพื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ชำรุดใน Line ผลิตทั้งหมด			9	3	3	81
					3. [illegible] (Cassiterite) [illegible] ที่มีส่วนประกอบที่ทำให้เกิด [illegible] Cullet [illegible]	6	-มีประกาศทำเกณฑ์การตรวจวัตถุดิบที่มีส่วนประกอบที่ทำให้เกิด [illegible] (ตัวอย่างอยู่ในมาตรฐาน)	4	216	-จัดอบรมพนักงานให้มีความรู้เกี่ยวกับการเกิด Black bubble และการป้องกัน เพื่อให้พนักงานมีความเข้าใจ			10	4	3	120
										-จัดเตรียมการเพื่อประสานงาน เกี่ยวกับสิ่งปนเปื้อนในวัตถุดิบและของ Cullet โดยจัดทำเป็นมาตรฐานการตรวจ และมีตัวอย่างที่เห็นได้เพื่อตรวจสอบเทียบ			10	3	2	60

ตารางที่ 4.17 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการหลอม (Melting)(ต่อ)

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT		
APPROVED BY	CHECKED BY	ISSUED BY

ชื่องาน | หน่วยงานรับผิดชอบกระบวนการ | จัดเตรียมโดย

ITEM : กระบวนการหลอม | PROCESS RESPONSIBILITY : Core-team | PREPARED BY : ธัญญาภรณ์

รุ่น / ปีผลิต / ประเภท | กำหนดเสร็จ | วันที่จัดทำครั้งแรก

MODEL YEAR(S)/VEHICLE(S): - | KEY DATE: - | FMEA DATE(ORIGINAL) : 15 กันยายน 2546. แก้ไข : 01 | หมายเลข

CORE TEAM : ปริญญา (หลอม), นิยม (ขึ้นรูป), (ตัด), เอกชัย (บรรจุ), ธัญญาภรณ์ (QA), มีชัย (จัดซื้อ), สมชาย (ไฟฟ้า), (วิศวกรรม), วินัย (คลังสินค้า), เยาวลักษณ์ ( ) | FMEA no. : FMEA-001

S No.	PROCESS กระบวนการ / REQUIREMENTS	POTENTIAL FAILURE MODE รูปแบบของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	POTENTIAL EFFECT(S) OF FAILURE ผลของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	Severity	Class	POTENTIAL CAUSE(S)/ MECHANISM(S) OF FAILURE สาเหตุของความล้มเหลว	Occurrence	CURRENT PROCESS CONTROLS PREVENTION / DETECTION การป้องกันตรวจจับ ความล้มเหลว	Detection	RPN	RECOMMENDED ACTION(S) มาตรการแก้ไข	RESPONSIBILITY & TARGET COMPLETION DAT ผู้รับผิดชอบในการแก้ไขและกำหนดเสร็จ	ACTION RESULTS: ACTIONS TAKEN วิธีปฏิบัติจริง	ACTION RESULTS: Severity	ACTION RESULTS: Occurrence	ACTION RESULTS: Detection	ACTION RESULTS: RPN
2	หลอม (Melting)	สิ่งเจือปน (Stone)	เมื่อนำไปประกอบเป็นกระจกรถยนต์แล้วทำให้มองเห็นชัดเจนไม่สวยงาม	4		1.วัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมมี Grain size ใหญ่ ไม่สม่ำเสมอทำให้หลอมละลายไม่หมด	6	-มีการตรวจรับและตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมี (Composition) เพียงอย่างเดียวว่าได้ตามมาตรฐานหรือไม่	7	168	-เพิ่มการตรวจสอบ Grain size โดยใช้ Sieve mesh test			4	5	5	100
											-มีการไป Audit ทาง Supplier ว่าได้ควบคุม Grain size ของวัตถุดิบ			4	4	4	64
						2.พนักงานในห้องมืดที่ทำหน้าที่ชี้ตำหนิ กะขนาดพื้นที่จริงของ stone ไม่ถูกต้อง	6	-จัดทำ Limit sample ไว้ให้พนักงานเปรียบเทียบ หากมีขนาดใหญ่กว่าให้ชี้ได้	7	168	-ติดไฟฟลูออเรสเซ้นต์เพิ่มในห้องตรวจสอบ เพื่อช่วยให้มองเห็น Stone ได้ชัดเจน			4	5	6	120
											-ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ Defect (Defect detector)			4	4	2	32

ตารางที่ 4.18 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT		
APPROVED BY	CHECKED BY	ISSUED BY

ชื่องาน | หน่วยงานรับผิดชอบกระบวนการ | จัดเตรียมโดย

ITEM : กระบวนการขึ้นรูป | PROCESS RESPONSIBILITY : Core team | PREPARED BY : ธัญญาภรณ์

รุ่น / ปีผลิต / ประเภท | กำหนดเสร็จ | วันที่จัดทำครั้งแรก

MODEL YEAR(S)/VEHICLE(S): - | KEY DATE: - | FMEA DATE(ORIGINAL) : 15 กันยายน 2546. แก้ไข : 01 | หมายเลข

CORE TEAM : ปริญญา (หลอม), นิยม (ขึ้นรูป), (ตัด), เอกชัย (บรรจุ), ธัญญาภรณ์ (QA), มิชัย (จัดซื้อ), สมชาย (ไฟฟ้า), (วิศวกรรม), วินัย (คลังสินค้า), เยาวลักษณ์ ( ) | FMEA no. : FMEA-001

S No.	PROCESS กระบวนการ / REQUIREMENTS	POTENTIAL FAILURE MODE รูปแบบของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	POTENTIAL EFFECT(S) OF FAILURE ผลของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	Severity	Class	POTENTIAL CAUSE(S)/ MECHANISM(S) OF FAILURE สาเหตุของความล้มเหลว	Occurrence	CURRENT PROCESS CONTROLS PREVENTION / DETECTION การป้องกัน/ตรวจจับ ความล้มเหลว	Detection	RPN	RECOMMENDED ACTION(S) มาตรการแก้ไข	RESPONSIBILITY & TARGET COMPLETION DA ผู้รับผิดชอบในการแก้ไขและกำหนดเสร็จ	ACTION RESULTS: ACTIONS TAKEN วิธีปฏิบัติจริง	Severity	Occurence	Detection	RPN
3	ขึ้นรูป (Drawing)	Roller mark	เมื่อนำไปประกอบเป็นกระจกรถยนต์ แล้วทำให้มองเห็นเส้นเงา ไม่สวยงาม	4		1. เนื้อกระจกนิ่มเกินไป	7	- ปรับอุณหภูมิโดยใช้ประสบการณ์ของพนักงานแต่ละคน	6	168	-ติดตั้งตัวตัดอุณหภูมิอัตโนมัติ โดยกำหนดค่า Max-Min ที่ต้องการควบคุม			4	6	2	48
						2. โรลเลอร์สกปรก เนื่องจากฝุ่นเกาะ หรือมีเศษกระจกไปติด	7	- ทำความสะอาดโรลเลอร์เดือนละ 1 ครั้ง	6	168	-ทำความสะอาดโรลเลอร์เดือนละ 1 ครั้ง และทุกครั้งที่เปลี่ยนความหนา			4	6	5	120
											-สุ่มตรวจชิ้นกระจก กะละ 1 ครั้ง (ทุก 8 ชม.)ว่าโรลเลอร์สกปรกทำให้เกิด Roller mark หรือไม่			4	5	4	80
4	ขึ้นรูป (Drawing)	Thickness ความหนากระจกไม่ได้ตามที่ลูกค้าต้องการ	ทำให้ประกอบเข้าเฟรมไม่ได้ ลูกค้าไม่ยอมรับ	7		1. ความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่ เนื่องจากโซ่ชำรุด / เสื่อม	6	- ไม่มีการซ่อมบำรุงโซ่ที่ใช้ขับเคลื่อน จนกว่าโซ่จะขาดจึงจะเปลี่ยน	7	294	-กำหนดเวลาในการซ่อมบำรุงทุก 2 เดือน -กำหนดอายุการใช้งานของโซ่แล้วเปลี่ยนใหม่เมื่อครบอายุการใช้งาน			7	3	4	84
						2.วิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม	6	-มีการวัดความหนา 10 แผ่น/ชม.	5	210	-เปลี่ยนความถี่ในการวัดความหนาเป็น 5 แผ่น /30 นาที แล้วบันทึกค่าลงในControl chart เพื่อดูแนวโน้ม			7	3	3	63

ตารางที่ 4.19 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการตัด (Cutting)

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(PROCESS FMEA)

QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT		
APPROVED BY	CHECKED BY	ISSUED BY

ชื่องาน　　　　　　　　　　　　　หน่วยงานรับผิดชอบกระบวนการ　　　　　　　　จัดเตรียมโดย

ITEM : กระบวนการตัด　　　　　　　　PROCESS RESPONSIBILITY : Core team　　　　　PREPARED BY : ธัญญาภรณ์

รุ่น / ผู้ผลิต / ประเภท　　　　　　　กำหนดเสร็จ　　　　　　　　　　　　　　　วันที่จัดทำครั้งแรก

MODEL YEAR(S)/VEHICLE(S): -　　　　KEY DATE: -　　　　　　　　　　　　　　FMEA DATE(ORIGINAL) : 15 กันยายน 2546. แก้ไข : 01　　　　หมายเลข

CORE TEAM : ปริญญา (หลอม), นิยม (ขึ้นรูป), (ตัด), เอกชัย (บรรจุ), ธัญญาภรณ์ (QA), มิชัย (จัดซื้อ), สมชาย (ไฟฟ้า), (วิศวกรรม), วินัย (คลังสินค้า), เยาวลักษณ์ ( )　　　　FMEA no. : FMEA-001

S No.	PROCESS กระบวนการ / REQUIREMENTS	POTENTIAL FAILURE MODE รูปแบบของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	POTENTIAL EFFECT(S) OF FAILURE ผลของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	Severity	Class	POTENTIAL CAUSE(S)/ MECHANISM(S) OF FAILURE สาเหตุของความล้มเหลว	Occurrence	CURRENT PROCESS CONTROLS PREVENTION / DETECTION การป้องกัน/ตรวจจับ ความล้มเหลว	Detection	RPN	RECOMMENDED ACTION(S) มาตรการแก้ไข	RESPONSIBILITY & TARGET COMPLETION DAT ผู้รับผิดชอบในการแก้ไขและกำหนดเสร็จ	ACTION RESULTS: ACTIONS TAKEN วิธีปฏิบัติจริง	Severity	Occurrence	Detection	RPN
5	ตัด (Cutting)	ขีดข่วน (Scratch)	เมื่อนำไปประกอบเป็นกระจกรถยนต์ แล้วทำให้มองเห็นเป็นเส้น ไม่สวยงาม	4		1.การดูดจับของลูกยางกระจก ขณะถอดหลักเลข (Skid)	6	-ให้พนักงานระมัดระวังในการยก	8	192	-จัดทำ Stopper กั้นกระจกขึ้นมา เพื่อป้องกันการกระแทกกระจกของพนักงาน			4	2	4	32
						2.ลูกล้อสัมผัสกระจกบนสายพานลำเลียง	4	-เมื่อกระจกแตกทุกครั้งให้ใช้ลมเป่า ไล่เศษกระจกทุกครั้ง	5	80							
6.	ตัด (Cutting)	คราบน้ำ Water stain	- เมื่อนำไป screen สีจะทำให้เกิดสีต่างไป เกิดเป็นคราบบนแผ่น	6		1. น้ำไม่สะอาด	6	- ใช้น้ำประปาล้างกระจกในน้ำสุดท้าย	8	384	-ติดตั้งเครื่องกรองน้ำ เพื่อใช้ล้างกระจกในน้ำสุดท้าย			6	3	7	126
											-เก็บตัวอย่างน้ำไปตรวจสอบหาค่าความกระด้าง (Hardness) เพื่อส่งข้อมูลให้ฝ่ายซ่อมบำรุงในการบำรุงรักษา			6	2	5	60
						2. เครื่องล้างสกปรก	6	- ทำความสะอาด Filter เดือนละ 2 ครั้ง	8	384	-ทำความสะอาด filter สัปดาห์ละ 1 ครั้ง -ตรวจสอบหาคราบน้ำที่บนกระจก ก่อนการทำความสะอาดโรลเลอร์ 1 วัน			6	4	4	96

ตารางที่ 4.20 แสดงการวิเคราะห์โดยใช้ Process FMEA สำหรับกระบวนการบรรจุ (Packing)

FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(PROCESS FMEA)

QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT		
APPROVED BY	CHECKED BY	ISSUED BY

ชื่องาน | หน่วยงานรับผิดชอบกระบวนการ | จัดเตรียมโดย

ITEM : กระบวนการบรรจุ | PROCESS RESPONSIBILITY : Core team | PREPARED BY : ธัญญาภรณ์

รุ่น / ปีผลิต / ประเภท | กำหนดเสร็จ | วันที่จัดทำครั้งแรก

MODEL YEAR(S)/VEHICLE(S): - | KEY DATE: - | FMEA DATE(ORIGINAL) : 15 กันยายน 2546. แก้ไข : 01 | หมายเลข

CORE TEAM : ปรัญญา (หลอม), นิยม (ขึ้นรูป), (คัด), เอกชัย (บรรจุ), ธัญญาภรณ์ (QA), มิชัย (จัดซื้อ), สมชาย (ไฟฟ้า), (วิศวกรรม), วินัย (คลังสินค้า), เยาวลักษณ์ ( ) | FMEA no. : FMEA-001

S No.	PROCESS กระบวนการ / REQUIREMENTS	POTENTIAL FAILURE MODE รูปแบบของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	POTENTIAL EFFECT(S) OF FAILURE ผลของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้	Severity	Class	POTENTIAL CAUSE(S)/ MECHANISM(S) OF FAILURE สาเหตุของความล้มเหลว	Occurrence	CURRENT PROCESS CONTROLS PREVENTION / DETECTION การป้องกัน/ตรวจจับ ความล้มเหลว	Detection	RPN	RECOMMENDED ACTION(S) มาตรการแก้ไข	RESPONSIBILITY & TARGET COMPLETION DAT ผู้รับผิดชอบในการแก้ไขและกำหนดเสร็จ	ACTION RESULTS: ACTIONS TAKEN วิธีปฏิบัติจริง	Severity	Occurrence	Detection	RPN
7	บรรจุ (Packing)	กระจกแตกในลัง	ไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากกระจกแตก	6		1.วิธีการ ทิศทางการวางกระจกอยู่ไม่เหมาะสม ทำให้ฝาลังไม่แน่น	5	'- ทิศทางการวางกระจกอยู่ ตลอดจากบนลงล่าง	7	210	-เปลี่ยนทิศทางการวางกระจกจากด้านข้างเข้าด้านใน			6	3	6	108
						2. อุปกรณ์ ตะปูที่ใช้สำหรับตอกลังมีผิวเรียบ ทำให้ถอนตัวขึ้นมาได้ง่าย	5	'-ใช้ตะปูชนิดผิวเรียบ สำหรับตอกลัง	7	210	-เปลี่ยนชนิดตะปูเป็นแบบขรุขระ			6	3	6	108
											-เปลี่ยนการบรรจุจากลังไม้เป็นแบบเปลือย (Simple pallet)			6	2	3	36

บทที่ 5

การเปรียบเทียบของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการศึกษากระบวนการผลิตกระจกโฟลทแผ่นเรียบ คุณภาพเกรดไพรเวซี่ สำหรับรถยนต์นั้น ตลอดจนของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตภายใน และจากที่ลูกค้าภายนอกได้ร้องเรียนมานั้น ทางผู้วิจัยและทีมผู้ชำนาญการได้นำมารวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล พร้อมทั้งหาสาเหตุของของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการโดยใช้เทคนิค PFMEA มาช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุ ผลกระทบ ความถี่ ตลอดจนค่าความเสี่ยง RPN (Rick Priority Number) เพื่อนำไปสู่การลดของเสียที่เกิดขึ้น โดยการศึกษาข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นตั้งแต่ เดือนมีนาคม 2545 – ธันวาคม 2545 พบว่ามีของเสียเกิดขึ้นที่กระบวนการหลอม (Melting) กระบวนการขึ้นรูป (Drawing) กระบวนการตัด (Cutting) และกระบวนการบรรจุ (Packing) ขั้นตอนต่อมาได้ทำการหาสาเหตุของของเสียที่เกิดขึ้นโดยใช้ผังก้างปลาเพื่อกำหนดมาตรการแก้ไข เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำ PFMEA โดยพิจารณาการป้องกันการตรวจจับของเสียในปัจจุบันและพิจารณาค่า RPN ที่เกิดขึ้น ถ้าพบว่าค่า RPN มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 100 ให้กำหนดมาตรการแก้ไข แล้วดำเนินการแก้ไข โดยผลการดำเนินการพบว่า มีการดำเนินการแก้ไขโดยใช้ PFMEA แก้ไข 2 ครั้ง คือในเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2546 และ เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2546 ซึ่งพบว่าหลังดำเนินการมีปริมาณของเสียลดลงจึงได้ใช้มาตรการดำเนินการแก้ไขดังกล่าวต่อเนื่องในเดือนพฤศจิกายน 2546 ซึ่งผลการดำเนินการพบว่าปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นลดลงตามลำดับ ดังนั้นการประเมินผลการปรับปรุงคุณภาพจะดำเนินได้ 3 แนวทาง ดังนี้

(1) การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียกับยอดการผลิตที่เกิดจากกระบวนการผลิต

(2) การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียกับยอดของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมา

(3) การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN)

5.1 ผลการดำเนินการแก้ไข

การดำเนินการแก้ไขจะมีผลการดำเนินการที่ได้ในประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) จำนวนเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต

(2) จำนวนเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากลูกค้าร้องเรียนมา

(3) คะแนนค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) หลังการปรับปรุงแก้ไข

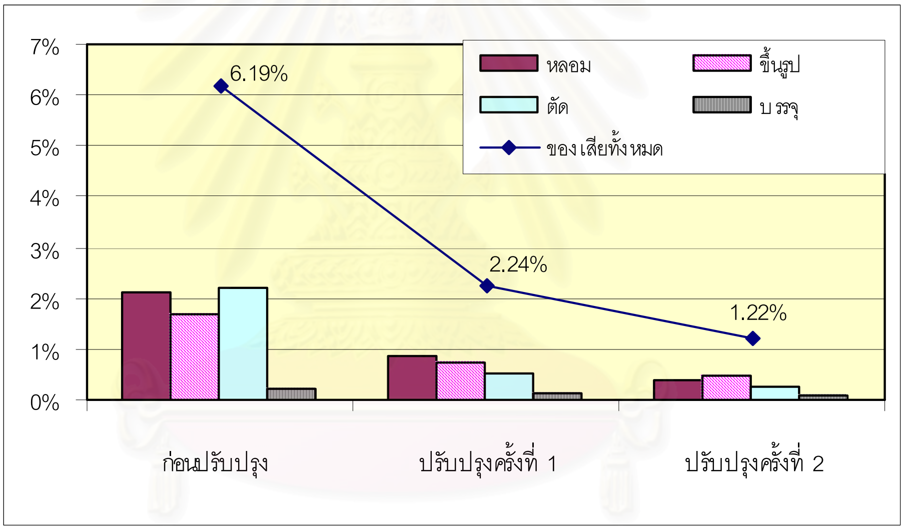
5.1.1 จำนวนเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต

สำหรับผลการดำเนินการแก้ไขในเรื่องของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต ได้ทำการเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นตั้งแต่ เดือนมีนาคม 2545 – ธันวาคม 2545 และดำเนินการแก้ไข โดยผล

การดำเนินการพบว่า มีการดำเนินการแก้ไขโดยใช้ PFMEA แก้ไข 2 ครั้ง คือในเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2546 และ เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2546 สามารถรวบรวมลักษณะของเสียในกระบวนการได้ดังตารางที่ 5.1 และรูปที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการผลิต

เดือน	จำนวนที่ผลิตทั้งหมด	ของเสียทั้งหมด		หลอม (Melting)		ขึ้นรูป (Drawing)		ตัด (Cutting)		บรรจุ (Packing)	
		จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
ก่อนปรับปรุง (มี.ค.-ธ.ค.45)	4,384,000	271,500	6.19%	92,835	2.12%	73,350	1.67%	96,415	2.20%	8,900	0.20%
ปรับปรุงครั้งที่1 (ก.พ.-พ.ค.)	769,600	17,247	2.24%	6,797	0.88%	5,495	0.71%	3,994	0.52%	961	0.12%
ปรับปรุงครั้งที่2 (ก.ค.-ต.ค.)	900,800	11,016	1.22%	3,603	0.40%	4,271	0.47%	2,343	0.26%	799	0.09%



รูปที่ 5.1 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการผลิต

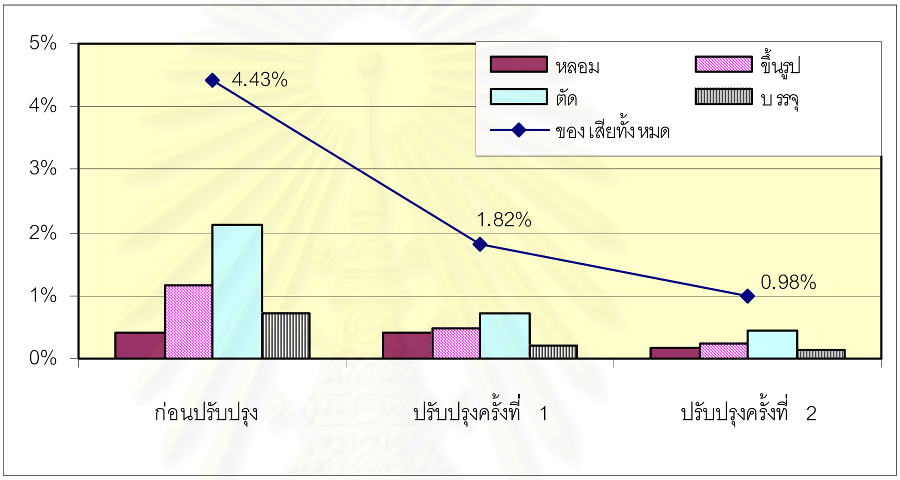
จากตารางที่ 5.1 และรูปที่ 5.1 พบว่าหลังการดำเนินการแก้ไขโดยใช้ PFMEA แก้ไข 2 ครั้ง เปอร์เซ็นต์ของเสียลดลง

5.1.2 จำนวนเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากลูกค้าร้องเรียนมา

สำหรับผลการดำเนินการแก้ไขในเรื่องของเสียที่เกิดจากลูกค้าร้องเรียนมา ได้ทำการเก็บข้อมูลของเสียที่ร้องเรียนมาตั้งแต่ เดือนมีนาคม 2545 – ธันวาคม 2545 และดำเนินการแก้ไข โดยผลการดำเนินการพบว่า มีการดำเนินการแก้ไขโดยใช้ PFMEA แก้ไข 2 ครั้ง คือในเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2546 และ เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2546 สามารถรวบรวมลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้ดังตารางที่ 5.2 .และรูปที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมา

เดือน	จำนวนที่ส่งทั้งหมด	ของเสียทั้งหมด		หลอม (Melting)		ขึ้นรูป (Drawing)		ตัด (Cutting)		บรรจุ (Packing)	
		จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
ก่อนปรับปรุง (มี.ค.-ธ.ค.45)	4,220,000	187,000	4.43%	17,215	0.41	49,740	1.18%	89,795	2.13%	30,250	0.72%
ปรับปรุงครั้งที่1 (ก.พ.-พ.ค.45)	734,900	13,356	1.82%	3,039	0.41%	3,514	0.48%	5,342	0.73%	1461	0.20%
ปรับปรุงครั้งที่2 (ก.ค.-ต.ค.45)	811,300	7,952	0.98%	1457	0.18%	1,833	0.23%	3,670	0.45%	992	0.12%



รูปที่ 5.2 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมา

จากตารางที่ 5.2 และรูปที่ 5.2 พบว่าหลังการดำเนินการแก้ไขโดยใช้ PFMEA แก้ไข 2 ครั้ง เปอร์เซ็นต์ของเสียลดลง

5.1.3 คะแนนค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) หลังการปรับปรุงแก้ไข

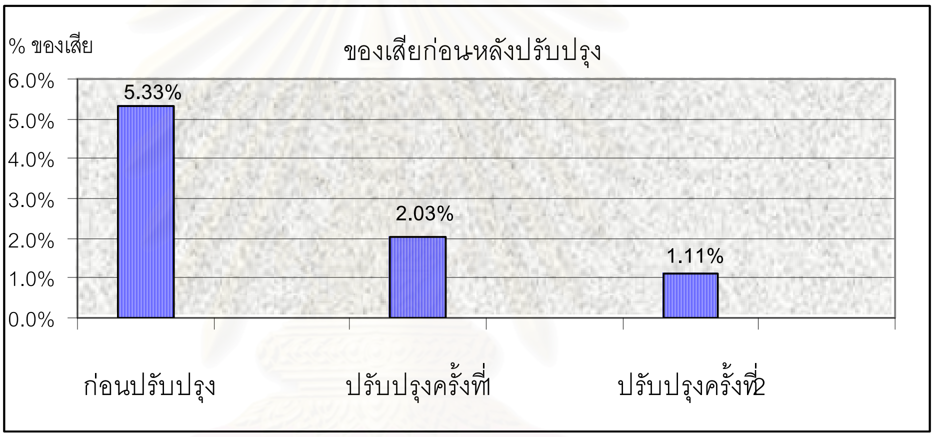
หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้นำเสนอการแก้ไข การปรับปรุง โดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง และผลกระทบต่อคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effect Diagram) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หากระบวนการที่ทำให้เกิดของเสีย และได้ทำการเสนอแนะแนวทางการแก้ไขที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ตั้งแต่ 100 ขึ้นไป จากนั้นได้ให้ทีมผู้ชำนาญการของโรงงานตัวอย่างเป็นผู้ให้คะแนนค่า RPN ก่อน หลังทำการแก้ไขตามข้อเสนอแนะแต่ละกระบวนการเรียบร้อยแล้ว ได้ให้ทีมผู้ชำนาญการประเมินค่า RPN อีกครั้งหนึ่ง เพื่อสามารถนำมาพิจารณาเปรียบเทียบก่อนทำการปรับปรุง และหลังทำการปรับปรุงทั้ง 2 ครั้ง ว่ามีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดของเสียมากขึ้นหรือน้อยลงเพียงใด โดยตารางที่ 5.3 จะแสดงของเสียรวมที่เกิดในกระบวนการผลิตและจากลูกค้าร้องเรียนมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

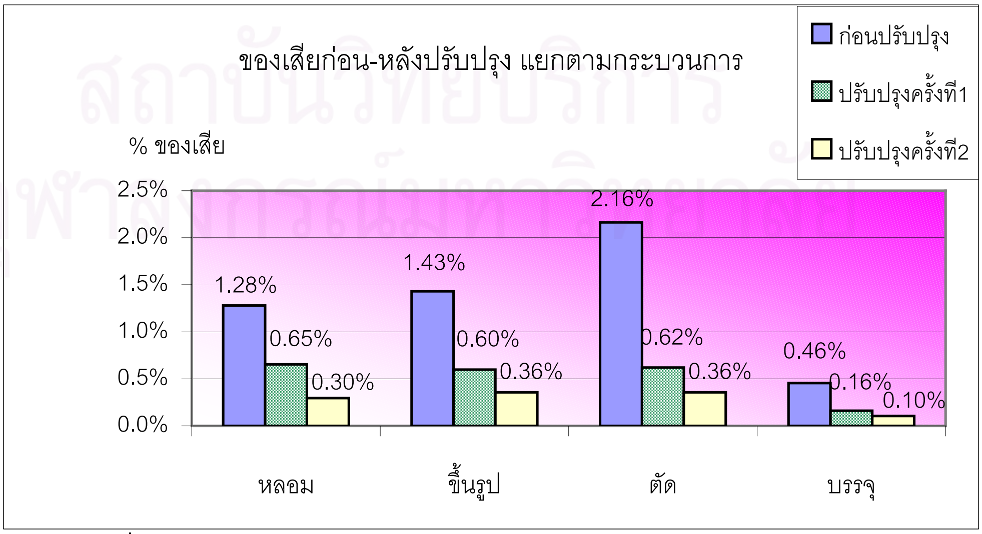
ตารางที่ 5.3 แสดงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นทั้งในกระบวนการผลิตและลูกค้าร้องเรียนมา

เดือน	ยอดการผลิตและยอดส่งรวม	ของเสียทั้งหมด		หลอม (Melting)		ขึ้นรูป (Drawing)		ตัด (Cutting)		บรรจุ (Packing)	
		จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
ก่อนปรับปรุง (มี.ค.-ธ.ค.45)	8,604,000	458,500	5.33%	110,050	1.28%	123,090	1.43%	186,210	2.16%	39,150	0.46%
ปรับปรุงครั้งที่1 (ก.พ.-พ.ค.45)	1,504,500	30,603	2.03%	9836	0.65%	9,009	0.60%	9,336	0.62%	2,422	0.16%
ปรับปรุงครั้งที่2 (ก.ค.-ต.ค.45)	1,712,100	18,968	1.11%	5,060	0.30%	6,104	0.36%	6,013	0.36%	1791	0.10%

อ้างอิงจากสรุปยอดการผลิตกระจกโฟลทแผ่นเรียบ คุณภาพเกรดไพรเวซี่ สำหรับรถยนต์ ประจำเดือนมีนาคม-ธันวาคม 2545, กุมภาพันธ์ –พฤษภาคม 2546 และ กรกฎาคม-ตุลาคม 2546



รูปที่ 5.3 แสดงสถิติของเสียเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง



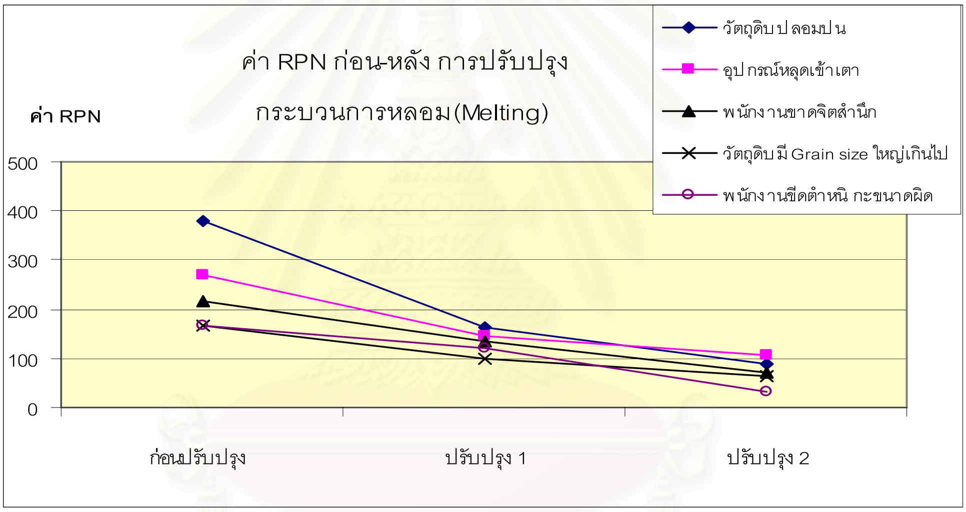
รูปที่ 5.4 แสดงสถิติของเสียเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง แยกตามกระบวนการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการดำเนินการดังกล่าวข้างต้นนั้นทำให้ของเสียลดลง และทำให้ค่า RPN ที่เกิดขึ้นของแต่ละกระบวนการลดลงตามตารางด้านล่าง

ตารางที่ 5.4 แสดงค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการหลอม (Melting)

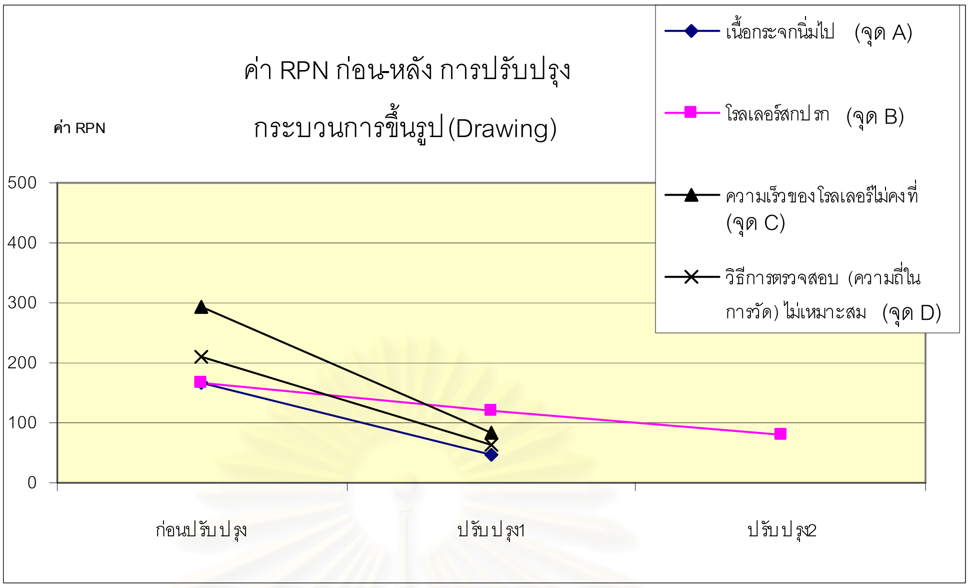
สาเหตุ	ค่า RPN		
	ก่อนปรับปรุง มี.ค.-ธ.ค.45	ปรับปรุง1 ก.พ.-พ.ค.46	ปรับปรุง2 ก.ค.-ต.ค.46
วัตถุดิบปลอมปน	378	162	90
อุปกรณ์หลุดเข้าเตา	270	144	108
พนักงานขาดจิตสำนึก	216	135	72
วัตถุดิบมีขนาด (Grain size) ใหญ่เกินไป	168	100	64
พนักงานขีดตำหนิ กะขนาดผิด	168	120	32



รูปที่ 5.5 แสดงค่า RPN ที่เกิดขึ้นในกระบวนการหลอม (Melting)

ตารางที่ 5.5 แสดงค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)

สาเหตุ	ค่า RPN		
	ก่อนปรับปรุง มี.ค.-ธ.ค.45	ปรับปรุง1 ก.พ.-พ.ค.46	ปรับปรุง2 ก.ค.-ต.ค.46
เนื้อกระจกนิ่มไป	168	48	-
โรลเลอร์สกปรก	168	120	80
ความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่	294	84	-
วิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม	210	63	-

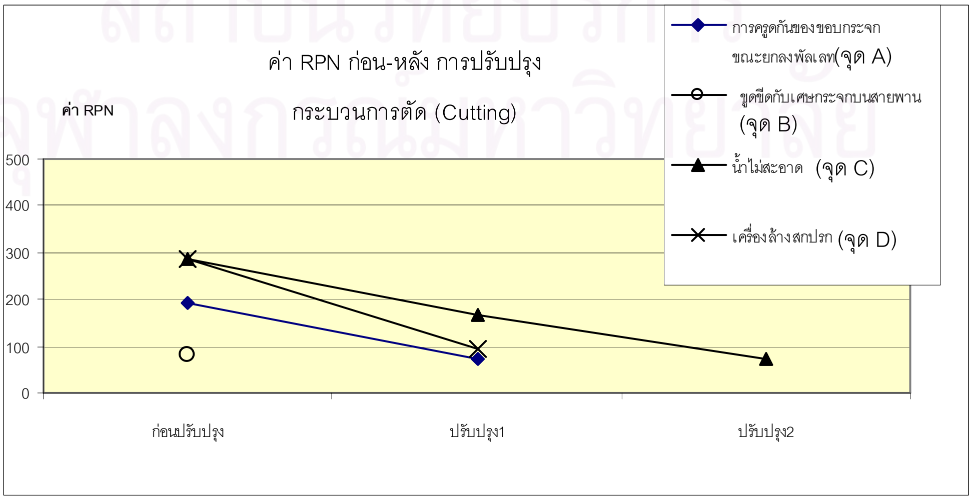


รูปที่ 5.6 แสดงค่า RPN ที่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นรูป (Drawing)

หมายเหตุ: สำหรับจุด A, C และ D นั้นไม่มีข้อมูลในส่วนของการปรับปรุงครั้งที่ 2 เพราะค่า RPNที่ได้นั้น ตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือค่า RPN มีคะแนนต่ำกว่า 100 จึงไม่ได้นำมาแก้ปัญหาต่อ

ตารางที่ 5.6 แสดงค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการตัด (Cutting)

สาเหตุ	ค่า RPN		
	ก่อนปรับปรุง มี.ค.-ธ.ค.45	ปรับปรุง1 ก.พ.-พ.ค.46	ปรับปรุง2 ก.ค.-ต.ค.46
การครูดกันของขอบกระจก ขณะยกลงพัลเลท	192	72	-
ขูดขีดกับเศษกระจกบนสายพาน	80	-	-
น้ำไม่สะอาด	288	168	72
เครื่องล้างสกปรก	288	96	-

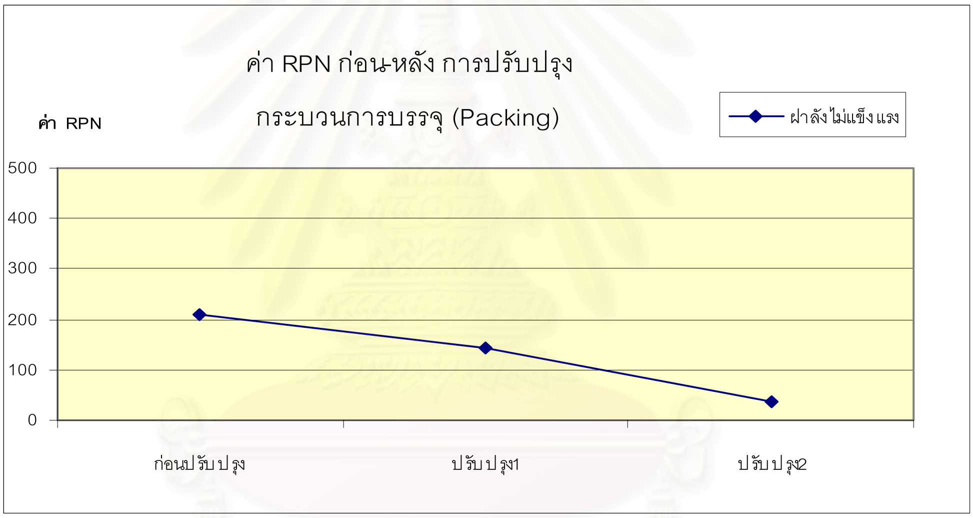


รูปที่ 5.7 แสดงค่า RPN ที่เกิดขึ้นในกระบวนการตัด (Cutting)

หมายเหตุ: สำหรับจุด B นั้นมีข้อมูลเฉพาะก่อนปรับปรุงนั้น เพราะค่า RPN ที่ได้มีค่าตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้จึงไม่ได้นำมาแก้ไขต่อ ส่วนจุด A และ D นั้นไม่มีข้อมูลในส่วนของการปรับปรุงครั้งที่ 2 เพราะค่า RPN ที่ได้มีค่าตรงตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือค่า RPN มีคะแนนต่ำกว่า 100 จึงไม่ได้นำมาแก้ปัญหาต่อ

ตารางที่ 5.7 แสดงค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงของกระบวนการบรรจุ (Packing)

สาเหตุ	ค่า RPN		
	ก่อนปรับปรุง มี.ค.-ธ.ค.45	ปรับปรุง1 ก.พ.-พ.ค.46	ปรับปรุง2 ก.ค.-ต.ค.46
ฝาลังไม่แข็งแรง เนื่องจากทิศทางการตอกไม่เหมาะสม และตะปูสำหรับตอกลัง ถอนตัวขึ้นมาง่าย	210	144	36



รูปที่ 5.8 แสดงค่า RPN ที่เกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุ (Packing)

ตารางที่ 5.8 แสดงค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงทั้ง 2 ครั้ง

กระบวนการ	ลักษณะของเสีย	สาเหตุ	RPN (ก่อน)	RPN (ปรับปรุงที่1)	RPN (ปรับปรุงที่2)
หลอม (Melting)	ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)	■ วัตถุดิบสกปรกมีส่วนผสมของนิกเกิล ปลอมปน	378	162	90
		□ อุปกรณ์ลำเลียงที่มีนิกเกิลเป็นส่วนผสมหลุดเข้าเตา	270	144	108
		□ พนักงานโยน/ทิ้งขยะ หรือขยะที่มีนิกเกิลลงในกองวัตถุดิบและบริเวณทั่วไป	216	135	72
	สิ่งเจือปน (Stone)	□ Grain size ของวัตถุดิบมีขนาดใหญ่ ไม่สม่ำเสมอ	168	100	64
		■ พนักงานขีดตำหนิ กะขนาดของตำหนิไม่ถูกต้อง	168	120	32
ดึง (Drawing)	รอยโรลเลอร์ (Roller mark)	■ เนื้อกระจกนิ่ม	168	48	-
		□ โรลเลอร์ สกปรก	168	120	80
	ผิดความหนา (Thickness)	■ ความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่	294	84	-
		□ วิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม	210	63	-
ตัด (Cutting)	ขีดข่วน (Scratch)	■ พนักงานยกกระจกครูดกัน	192	72	-
		□ ขูดขีดกับเศษกระจกบนสายพาน	80	-	-
	คราบน้ำ (Water stain)	■ น้ำไม่สะอาด	288	168	72
		□ เครื่องล้างสกปรกมีตะกอนตกค้าง	288	96	-
บรรจุ (Packing)	กระจกแตกในลัง	■ ฝาลังไม่แน่น เนื่องจากทิศทางการตอกไม่เหมาะสม และตะปูสำหรับตอกลังมีผิวเรียบ ถอนตัวขึ้นมาได้ง่าย	210	144	36

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการมุ่งเน้นทางด้านการปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิตกระจกโฟลทแผ่นเรียบ เกรดไพรเวซี่สำหรับกระจกรถยนต์ จากการศึกษาถึงสภาพของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง พบว่าปัญหาหลัก ที่ส่งผลกระทบต่อชิ้นงาน ที่ต้องรีบดำเนินการปรับปรุงแก้ไขทางด้านคุณภาพของโรงงานตัวอย่าง โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 6.1

หลังจากที่ได้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิตกระจกโฟลทแผ่นเรียบ เกรดไพรเวซี่สำหรับกระจกรถยนต์ด้านข้างตามข้อเสนอแนะข้างต้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุงคุณภาพ ทั้ง 2 ครั้ง สามารถสรุปได้ดังนี้ เปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบยอดผลิต ลดลงจาก 6.19% เหลือ 2.24% และ 1.22% ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบยอดส่งให้ลูกค้า ลดลงจาก 4.43% เหลือ 1.82% และ 0.98% ตามลำดับ สำหรับค่าดัชนีวัดความเสี่ยงชี้นำ (RPN) พบว่าลดลง….จากค่า RPN ของกระบวนการผลิตก่อนการแก้ไข

ตารางที่ 6.1 สรุปปัญหาที่ได้ทำการแก้ไขปรับปรุง

ลักษณะปัญหา	สาเหตุ	ปฏิบัติการแก้ไข
ฟองอากาศสีดำ (Black bubble)	1. วัตถุดิบที่ใช้ทำกระจกสกปรก มีส่วนผสมของนิกเกิล ปลอมปน	• มีการติดตะแกรง กรองวัตถุดิบขณะลำเลียงเก็บเข้าโรงเก็บ • มีการไป Audit ทาง Supplier ว่าอย่าให้มีสิ่งปลอมปน ซึ่งทุกเดือนจะมีสรุปผลว่าดักจับได้เท่าไร แล้วไปประชุม เพื่อให้ทาง Supplier ปรับปรุง
	2. อุปกรณ์ลำเลียงวัตถุดิบเข้าเตาหลอม ซึ่งมีส่วนประกอบของนิกเกิลชำรุด ทำให้หลุดเข้าไปในเตาหลอม	• มีการติด Meltal detector ใน Line ลำเลียงเพื่อดักจับอุปกรณ์ที่ชำรุดหลุดออกมา ก่อนเข้าเตาหลอม • มีโครงการ NiS Free project เพื่อเปลี่ยนอุปกรณ์ลำเลียงใน Line ผลิตทั้งหมด
	3.พนักงานขาดจิตสำนึก (Quality awareness) โยน/ทิ้งเศษขยะที่มีส่วนผสมของนิกเกิลลงในกอง Cullet และบริเวณทั่วไป	• จัดอบรมพนักงานในเรื่องเกี่ยวกับการเกิด Black bubble และการป้องกัน เพื่อให้พนักงานมีความเข้าใจ • จัดบอร์ดกลางเพื่อประชาสัมพันธ์ เกี่ยวกับสิ่งปลอมปนในกองวัตถุดิบและกอง Cullet โดยจัดทำเป็นกราฟแสดงแนวโน้ม และมีตัวอย่างที่เก็บได้เพื่อกระตุ้นเตือน
สิ่งเจือปน (Stone)	1.วัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมมี Grain sizeใหญ่ ไม่สม่ำเสมอทำให้หลอมละลายไม่หมด	• เพิ่มการตรวจสอบ Grain size โดยใช้ Sieve mesh test • มีการไป Audit ทาง Supplier ว่าให้ควบคุม Grain size ของวัตถุดิบ
	2.พนักงานในห้องมืดที่ทำหน้าที่ขีดตำหนิ กะขนาดที่แท้จริงของ stone ไม่ถูกต้อง	• ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ Defect (Defect detector) แทนการให้พนักงานขีดตำหนิ

ตารางที่ 6.1 สรุปปัญหาที่ได้ทำการแก้ไขปรับปรุง (ต่อ)

ลักษณะปัญหา	สาเหตุ	ปฏิบัติการแก้ไข
โรลเลอร์มาร์ค (Roller mark)	1. เนื้อกระจกนิ่มเกินไป	● ติดตั้งตัวตัดอุณหภูมิอัตโนมัติ โดยกำหนดค่า Max-Min ที่ต้องการควบคุม
	2. โรลเลอร์สกปรก เนื่องจากฝุ่นเกาะ หรือมีเศษกระจกไปฝังติด	● ทำความสะอาดโรลเลอร์เดือนละ 1 ครั้ง และทุกครั้งที่เปลี่ยนความหนา ● สุ่มตรวจผิวกระจก กะละ 1 ครั้ง (ทุก 8 ชม.)ว่าโรลเลอร์สกปรกทำให้เกิด Roller mark หรือไม่
ผิดความหนา (Thickness)	1. ความเร็วของโรลเลอร์ไม่คงที่ เนื่องจากโซ่ชำรุด / เสื่อม	● กำหนดเวลาในการซ่อมบำรุงทุก 2เดือน ● ศึกษาอายุการใช้งานของโซ่แล้วเปลี่ยนใหม่เมื่อครบอายุการใช้งาน
	2.วิธีการตรวจสอบ (ความถี่ในการวัด) ไม่เหมาะสม	● เปลี่ยนความถี่ในการวัดความหนาเป็น 5 แผ่น /30 นาที แล้วบันทึกค่าลงในControl chart เพื่อดูแนวโน้ม
รอยขีดข่วน (Scratch)	1.การครูดกันของขอบกระจกขณะยกลงพัลเลท (Skid)	● จัดทำ Stopper กั้นกระจกขึ้นมา เพื่อหักเหทิศทางการวางกระจกของพนักงาน
	2.ขูดขีดกับเศษกระจกบนสายพานลำเลียง	● เมื่อกระจกแตกทุกครั้งให้ใช้ลมเป่า ไล่เศษกระจกทุกครั้ง
คราบน้ำ (water stain)	1. น้ำไม่สะอาด	● ติดตั้งเครื่องกรองน้ำ เพื่อใช้ล้างกระจกในน้ำสุดท้าย ● เก็บตัวอย่างน้ำไปตรวจสอบหาค่าตะกอน (Hardness) เพื่อส่งข้อมูลให้ฝ่ายซ่อมบำรุงในการบำรุงรักษา
	2. เครื่องล้างสกปรก	● ทำความสะอาด filter สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ● ตรวจสอบหาคราบน้ำที่ผิวกระจกก่อนการทำความสะอาดโรลเลอร์ 1 วัน
กระจกแตกในลัง	1.วิธีการ ทิศทางการตอกตะปูไม่เหมาะสม ทำให้ฝาลังไม่แน่น	● เปลี่ยนการบรรจุจากลังไม้เป็นแบบเปลือย (Simple pallet)
	2. ตะปูที่ใช้สำหรับตอกลังมีผิวเรียบ ทำให้ถอนตัวขึ้นมาได้ง่าย	

หลังจากนั้นได้นำเทคนิค Process FMEA เข้ามาดำเนินการลดของเสียโดยพิจารณาจากค่าระดับความรุนแรงของของเสียที่เกิดขึ้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากของเสียดังกล่าว พิจารณาโอกาสหรือความถี่ที่เกิดปัญหาดังกล่าวขึ้น โดยพิจารณาจากข้อมูลของเสียตั้งแต่เดือนมีนาคม 2545 – ธันวาคม 2545 พร้อมทั้งพิจารณาการควบคุมของเสียในปัจจุบันที่เป็นลักษณะการควบคุมของเสียและการตรวจจับ ซึ่งจะทำให้เราทราบค่า Detection ส่งผลให้สามารถคำนวณค่า RPN ได้

ดังนั้นการดำเนินการลดของเสียในกระบวนการ จึงพิจารณาจากค่า RPN ที่เกิดขึ้น ซึ่งกระบวนการใดที่มีค่า RPN >/= 100 จะได้รับการพิจารณาเป็นอันดับแรกในการหามาตรการการแก้ไข จนกระทั่งค่า RPN ทุกตัว < 100 ซึ่งมาตรการแก้ไขดังกล่าวได้พิจารณาจากสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย โดยมีการดำเนินการดังนี้

- เพิ่มความสามารถในการตรวจจับของเสีย เช่น ตรวจสอบชิ้นงานแรกที่ทำการผลิต, ติดตั้งอุปกรณ์ช่วยตรวจจับ ได้แก่ Defect detector, Metal detector เป็นต้น
- ลดโอกาสหรือความถี่ในการเกิดปัญหา เช่น ทบทวนการบำรุงรักษาเครื่องจักร, การไป Audit ผู้ขายวัตถุดิบ (Supplier) ตลอดจนการฝึกอบรมเพื่อให้พนักงานมีความเข้าใจตระหนักถึงคุณภาพ (Quality awareness)

จากการดำเนินการดังกล่าวพบว่า

- กระบวนการหลอม (Melting) ค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงมีค่าลดลงตามรูปที่ 5.5 ดังนั้นจึงส่งผลให้ปริมาณของเสียลดลง โดยมีปริมาณของเสียในเดือนมีนาคม 2545 – ธันวาคม 2545 จำนวน 1.28% ลดลงเป็น 0.65% และ o.30%ในเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม 2546 และเดือนกรกฎาคม –ตุลาคม 2546 ตามลำดับ
- กระบวนการขึ้นรูป (Drawing)ค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงมีค่าลดลงตามรูปที่ 5.6 ดังนั้นจึงส่งผลให้ปริมาณของเสียลดลง โดยมีปริมาณของเสียในเดือนมีนาคม 2545 – ธันวาคม 2545 จำนวน 1.43% ลดลงเป็น 0.60% และ 0.36%ในเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม 2546 และเดือนกรกฎาคม –ตุลาคม 2546 ตามลำดับ
- กระบวนการตัด (Cutting) ค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงมีค่าลดลงตามรูปที่ 5.7 ดังนั้นจึงส่งผลให้ปริมาณของเสียลดลง โดยมีปริมาณของเสียในเดือนมีนาคม 2545 – ธันวาคม 2545 จำนวน 2.16% ลดลงเป็น 0.62% และ 0.36%ในเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม 2546 และเดือนกรกฎาคม –ตุลาคม 2546 ตามลำดับ
- กระบวนการ (Packing) ค่า RPN ก่อนและหลังการปรับปรุงมีค่าลดลงตามรูปที่ 5.8 ดังนั้นจึงส่งผลให้ปริมาณของเสียลดลง โดยมีปริมาณของเสียในเดือนมีนาคม 2545 – ธันวาคม 2545 จำนวน 0.46% ลดลงเป็น 0.16% และ 0.10% ในเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม 2546 และเดือนกรกฎาคม –ตุลาคม 2546 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2 ปัญหาอุปสรรค ข้อเสนอแนะ และข้อจำกัดของงานวิจัย

6.2.1 ปัญหาและอุปสรรค

ในระหว่างดำเนินการศึกษาเพื่อแก้ไขปัญหา พบว่าปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการแก้ไขปัญหาในครั้งนี้ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

(1) การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง เพื่อนำมารวบรวมเป็นข้อมูลพื้นฐานในการแก้ปัญหา และประเมินผลเปรียบเทียบต้องใช้ระยะเวลาในการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลเป็นเวลานานเนื่องจากข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นไม่มีการจัดเก็บในสถานที่เก็บเดียวกัน นอกจากนี้ข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นบางวันไม่มีการจดบันทึกทำให้ต้องละเว้นข้อมูลในส่วนนี้

(2) ปัญหาสภาพเศรษฐกิจ ส่งผลให้โรงงานตัวอย่างต้องทำการควบคุมต้นทุนการผลิตให้ต่ำที่สุดเพื่อแข่งขันกับผู้ผลิตภายนอก ทำให้การของบประมาณสำหรับการสั่งซื้ออุปกรณ์ และเครื่องมือที่จำเป็นในการแก้ไขปัญหามีความล่าช้ามาก เนื่องจากการสั่งซื้อแต่ละครั้งต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบหลายขั้นตอน และต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้บริหารระดับสูง ทำให้ต้องรออุปกรณ์และเครื่องมือเป็นเวลานาน ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินการแก้ไขปัญหา

(3) การฝึกอบรมพนักงาน เกี่ยวกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน พบว่าพนักงานมีการเข้าออกบ่อยทำให้ต้องมีการจัดการฝึกอบรมบ่อยครั้ง และพนักงานขาดความชำนาญในการปฏิบัติงาน

(4) การขาดการประสานงานร่วมมือ และการทำงานเป็นทีมภายในองค์กร ทำให้การแก้ไขปัญหามีความล่าช้า เนื่องจากผู้รับผิดชอบในการแก้ไขปัญหาไม่เข้าใจหน้าที่ความรับผิดชอบของตนเอง ทำให้ทุกครั้งที่เกิดปัญหาต้องให้ผู้บริหารระดับสูงหรือผู้จัดการโรงงานลงมาช่วยแก้ไขปัญหาจึงจะสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาได้

(5) การประชุมเพื่อติดตามและสรุปการแก้ไขปัญหา ต้องใช้เวลาในการประชุมนาน เนื่องจากผู้รับผิดชอบโดยตรงขาดการประชุม และไม่มีการมอบหมายงานที่ตัวเองรับผิดชอบให้กับผู้อื่นเข้ามาประชุมแทน นอกจากนี้ผู้เข้าประชุมไม่มีการเตรียมความพร้อมของข้อมูลทำให้ต้องสอบถามวิธีการแก้ไขปัญหาในที่ประชุม

6.2.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทำการวิจัยในโรงงานตัวอย่างเพื่อการปรับปรุงคุณภาพ พบว่ามีปัญหาบางประการที่ควรทำการเสนอแนะต่อโรงงานตัวอย่างเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ทางโรงงานตัวอย่างควรปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานของพนักงานให้เหมาะสม เนื่องจากการทำงานบริเวณตัดและตรวจสอบคุณภาพพนักงานทำงานตลอดเวลามีอุณหภูมิสูงประมาณ 40 องศาเซลเซียส ทำให้พนักงานขาดสมาธิในการทำงาน พนักงานรีบทำให้เสร็จเพื่อจะได้ไปพักทำให้ถูกละเลยในเรื่องคุณภาพ ทางโรงงานจึงควรออกแบบปรับปรุงสถานที่ทำงานให้มีอากาศถ่ายเท หรือจัดช่วงเวลาทำงานของพนักงานแต่ละคนให้เหมาะสม เช่นทำงาน 2 ชั่วโมง หยุดพัก 1 ชั่วโมง เพื่อจะได้ไม่เกิดความอ่อนล้าในการทำงาน

(2) อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตของโรงงานตัวอย่างมีอายุการใช้งานมานาน ดังนั้นทางโรงงานควรทำการวางแผนการซ่อมบำรุง เพื่อปรบปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ให้อยู่ในสภาพที่สามารถพร้อมใช้งานได้อยู่สม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยลดความแปรปรวนทางด้านคุณภาพลงได้

(3) ทางโรงงานตัวอย่างมีการทำกิจกรรม QCC กิจกรรม 5ส อยู่แล้ว แต่ขาดการส่งเสริมจากผู้บริหารระดับสูง และทำอย่างต่อเนื่อง

(4) ผู้บริหารของโรงงานตัวอย่างควรกำหนดนโยบายในเรื่องคุณภาพอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติสามารถนำเอานโยบายดังกล่าวไปดำเนินการให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ อีกทั้งควรมีการติดตามผลการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

(5) ควรกำหนดการแก้ไขหรือลดของเสียเพิ่มเติมในกรณีที่พบว่าค่า RPN ทั้งหมดที่ได้จากการทำ PFMEA มีค่าน้อยกว่า 100 เช่นการพิจารณาค่า RPN ที่มีค่าสูงสุดจำนวน 2 ค่า ไปดำเนินการปรับปรุงแก้ไขต่อไป หรือพิจารณาระดับความรุนแรงหรือผลกระทบที่เกิดขึ้นจากของเสียดังกล่าว

(6) ควรมีการวิเคราะห์ต้นทุนในการปรับปรุงว่าคุมค่าที่จะลงทุนหรือไม่เมื่อเทียบกับของเสียที่สามารถลดลงได้ เพื่อช่วยในการพิจารณาตัดสินใจของผู้บริหาร

(7) ทางโรงงานตัวอย่างมีการใช้พนักงานรับเหมาร่วมกับพนักงานประจำทำงานกระจายทั่วไปทุกส่วนรวมถึงตรวจสอบคุณภาพกระจกด้วย ซึ่งอาจทำให้มีผลกระทบกับคุณภาพ เพราะพนักงานรับเหมาจะมีความรับผิดชอบน้อยกว่าพนักงานประจำ ทางโรงงานจึงควรพิจารณาใช้พนักงานรับเหมาในบางส่วนเท่านั้น สำหรับส่วนที่เกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพควรเปลี่ยนเป็นพนักงานประจำ

(8) ฝ่ายบริหารควรรักษาระดับมาตรฐานการควบคุมของเสีย (Maintain System) ไว้โดยมีการไปเยี่ยมชมและประเมิน Supplier อยู่เสมอ, ผู้บริหารควรมีการกำหนดนโยบายคุณภาพให้ชัดเจนเพื่อให้พนักงานระดับปฏิบัติการนำไปปฏิบัติและจะต้องมีการติดตามผลอย่างใกล้ชิด รวมถึงการให้พนักงานทุกคนในองค์กรมีส่วนร่วมในการเสนอปัญหาและร่วมกันแก้ปัญหาโดยอาจจะออกมาในรูปแบบของกิจกรรมข้อเสนอแนะรายบุคคล หรือกิจกรรมกลุ่ม

6.2.3 **ข้อจำกัดของงานวิจัย**

(1) วัตถุดิบบางชนิดที่ช่วยทำให้กระจกมีคุณสมบัติเป็นไพรเวซี่ (Privacy glass) ต้องนำเข้ามาจากสำนักงานใหญ่ที่ประเทศญี่ปุ่น โดยทางสำนักงานใหญ่จะเป็นผู้จัดส่งโดยตรงมาให้ทางโรงงานตัวอย่าง

(2) เตาหลอมมีอายุการใช้งานนาน ซึ่งเตาหลอมดังกล่าวครบอายุการใช้งานแล้ว แต่ทางโรงงานตัวอย่างพยายามยืดเวลาการใช้งาน โดยเปลี่ยนอิฐทนไฟบางชนิดเพื่อยืดเวลาการใช้งาน ทำให้มีตำหนิเกิดจากอิฐทนไฟและอุณหภูมิขึ้นมาแล้วควบคุมไม่ได้ ต้องปล่อยให้เกิดขึ้นจนหมด บางครั้งทำให้คุณภาพไม่ดี และยอดการผลิตตกต่ำ

(3) พนักงานที่ทำงานในส่วนการผลิตเป็นพนักงานรับเหมา ไม่ใช่พนักงานประจำ ด้วยอัตราส่วนพนักงานประจำต่อพนักงานรับเหมาประมาณ 40/60 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีผลในเรื่องคุณภาพ พนักงานรับเหมาทำงานหนักกว่าและสวัสดิการน้อยกว่า ทำให้เกิดความไม่พอใจอาจทำให้เกิดการเรียกร้องและประท้วงหยุดงานได้ ส่วนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง ไม่สามารถใช้พนักงานประจำทั้งหมดได้เนื่องจากนโยบายบริษัทเพื่อลดต้นทุนการผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

หนังสือภาษาไทย

ศ.เสรี ยูนิพันธ์, รศ.จรูญ มหิทธาฟองกุล และรศ.ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, เทคนิคการควบคุมคุณภาพ, ภาควิชาวิศวกรรมอุสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

คะทซึยะ โฮโซตานิ, การแก้ปัญหาแบบคิวซี, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), พมพ์ครั้งที่2, 2538.

โยชิโนบุ นายาทานิ และคณะ, 7 New QC Tools เครื่องมือสู่คุณภาพยุคใหม่, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), พิมพ์ครั้งที่3, 2545.

วันชัย ริจิรวนิช, การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม เทคนิคและกรณีศึกษา, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พิมพ์ครั้งที่2, 2543.

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม1 และ2, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2542.

ดร.พิชิต สุขเจริญพงษ์, การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2535.

รศ.ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, การควบคุมคุณภาพ สำหรับนักบริหารและกรณีศึกษา, QC for Executive and cases study., กรุงเทพมหานคร, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สำนักพิมพ์ เอ็ม แอนด์ อี จำกัด, 2540.

หนังสือภาษาอังกฤษ

Daimler Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Reference Manual, Third Edition, July, 2001.

Richard A.Harpster, How to Get More Out of Your FMEA, Quality Digest, June,1999.

Jerry Bank, Principles of Quality Control, John Wiley & Sons, Inc.,1989.

www.quality-one.com

www.glassresource.com

www.newcastle.edu.au/discipline/chemistry

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.
(มาตรฐานการทำงาน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์ : กระจกเทมเปอร์

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ความหนาและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน วัสดุ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบกระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์ : กระจกเทมเปอร์

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมถึงกระจกเทมเปอร์ โปร่งใส ทั้งที่มีสีและไม่มีสี ใช้สำหรับประกอบเป็นกระจกส่วนต่าง ๆ ของรถยนต์ ยกเว้นกระจกกันลมหน้า แต่ไม่รวมถึงกระจกนิรภัยที่ทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการป้องกันกระสุนปืน

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 กระจกนิรภัย (safety glass) หมายถึง กระจกที่ผ่านกรรมวิธีเฉพาะอย่างจนทำให้เมื่อกระจกนั้นแตก อันตรายเนื่องจากการบาดและแทงโดยเศษกระจกที่แตกจะน้อยที่สุด

2.2 กระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์ : กระจกเทมเปอร์ ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "กระจกเทมเปอร์" หมายถึง กระจกนิรภัยที่ใช้เป็นส่วนประกอบของรถยนต์ ทำโดยผ่านกรรมวิธีทางความร้อนเพื่อให้เกิดความเค้นอัดที่ผิว ซึ่งจะเพิ่มความต้านทานแรงกระทำภายนอกและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ รวมทั้งทำให้เศษกระจกกระจายเป็นชิ้นเล็ก ๆ เมื่อแตกอีกด้วย

2.3 รอยขูดขีด (scratch) หมายถึง รอยบนผิวกระจกที่เกิดขึ้นระหว่างการทำหรือการขนย้ายผลิตภัณฑ์ แบ่งเป็นรอยขูดขีดหนักและรอยขูดขีดเบา รอยขูดขีดหนักจะรู้สึกได้ง่ายด้วยการสัมผัส แต่รอยขูดขีดเบาเมื่อสัมผัสอาจไม่รู้สึก

2.4 วัสดุฝังใน (inclusion material) หมายถึง ฟองอากาศที่เป็นสี สารที่ไม่หลอมตัว สารที่ตกผลึกในเนื้อแก้ว (devitrification) ซึ่งฝังอยู่ในเนื้อกระจก

3. ความหนาและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

3.1 ความหนาและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของกระจกเทมเปอร์ ให้เป็นไปตามตารางที่ 1
การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบกระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์ มาตรฐานเลขที่ มอก. 195

ตารางที่ 1 ความหนาและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

(ข้อ 3.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความหนาระบุ	ความหนา	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
3.1	3.1	± 0.2
3.5	3.5	
4	4.0	± 0.3
5	5.0	
6	6.0	

4. วัสดุ

4.1 กระจกแผ่นที่ใช้ทำกระจกเทมเปอร์ แนะนำให้ใช้กระจกโฟลต

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 ลักษณะทั่วไป
ให้เป็นไปตามตารางที่ 2
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 195

5.2 การส่งผ่านแสง
เมื่อทดสอบตาม มอก. 195 อัตราส่วนการส่งผ่านแสงต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

5.3 ความทนการกระแทก
เมื่อทดสอบตาม มอก. 195 แล้ว ชิ้นทดสอบต้องไม่แตกร้าว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ลักษณะทั่วไปของกระจกเทมเปอร์

(ข้อ 5.1)

ข้อบกพร่อง	เกณฑ์ที่กำหนด
ฟองอากาศ	ยาวระหว่าง 3.0 มิลลิเมตร ถึง 15.0 มิลลิเมตร กว้างไม่เกิน 1.0 มิลลิเมตร
รอยขูดขีด	รอยขูดขีดหนัก ยาวระหว่าง 3.0 มิลลิเมตร ถึง 15.0 มิลลิเมตร รอยขูดขีดเบา ยาวระหว่าง 5.0 มิลลิเมตร ถึง 30.0 มิลลิเมตร
วัสดุฝังใน	ยาวระหว่าง 0.5 มิลลิเมตร ถึง 1.5 มิลลิเมตร
ข้อบกพร่องรวม	(1) ยอมให้มีกลุ่มข้อบกพร่องที่มีขนาดความยาวหรือความกว้างต่ำกว่าค่าต่ำสุดแต่ละค่าที่กำหนดข้างต้นได้ ถ้าไม่เป็นผลเสียต่อการส่งผ่านแสง เมื่อทดสอบตาม มอก.195 (2) ภายในพื้นที่วงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร ยอมให้มีข้อบกพร่องตามเกณฑ์ที่กำหนดข้างต้นได้ไม่เกิน 5 รายการ ใน 5 รายการนี้ยอมให้มีข้อบกพร่องใหญ่ได้ไม่เกิน 1 รายการ ข้อบกพร่องใหญ่ หมายถึง ฟองอากาศยาว 10.0 มิลลิเมตร ถึง 15.0 มิลลิเมตร รอยขูดขีดหนักยาว 10.0 มิลลิเมตร ถึง 15.0 มิลลิเมตร
รอยคีม (tong mark)	ให้มีได้ในบริเวณที่ห่างจากขอบไม่เกิน 8 มิลลิเมตรสำหรับกระจกราบ ให้มีได้ในบริเวณที่ห่างจากขอบไม่เกิน 12 มิลลิเมตรสำหรับกระจกโค้ง
รอยแบบ (mould mark)	ให้มีได้ในบริเวณที่ห่างจากขอบไม่เกิน 12 มิลลิเมตรสำหรับกระจกโค้ง
รอยร้าว	ไม่ให้มี
รอยบิ่นที่ขอบ	ให้มีได้ในบริเวณที่ห่างจากขอบไม่เกิน 1.0 มิลลิเมตร และในบริเวณที่มองไม่เห็นเมื่อติดตั้งแล้วโดยต้องไม่เป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 ลักษณะการแตก

เมื่อทดสอบตาม มอก. 195 แล้ว ต้องเป็นดังนี้

5.4.1 จำนวนเศษกระจกแตกในกรอบนับจำนวนขนาด 50 มิลลิเมตร x 50 มิลลิเมตร ต้องไม่น้อยกว่า 40 ชิ้น และไม่เกิน 400 ชิ้น ในกรณีที่ชิ้นทดสอบมีความหนาระบุไม่เกิน 3.5 มิลลิเมตร ถ้าจำนวนเศษกระจกแตกหยาบที่สุดน้อยกว่า 40 ชิ้น เมื่อนับจำนวนเศษกระจกแตกอีกครั้งด้วยกรอบนับจำนวนขนาด 100 มิลลิเมตร x 100 มิลลิเมตร โดยรวมในพื้นที่เดิมด้วยแล้ว ต้องมีเศษกระจกแตกไม่น้อยกว่า 160 ชิ้น

5.4.2 จำนวนเศษกระจกแตกที่มีพื้นที่เกิน 3 ตารางเซนติเมตร แต่ไม่เกิน 5 ตารางเซนติเมตร ต้องไม่เกิน 2 ชิ้น

5.4.3 จำนวนเศษกระจกแตกที่เป็นชิ้นยาวเกิน 75 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 150 มิลลิเมตร ต้องไม่เกิน 5 ชิ้น

5.4.4 ถ้าเศษกระจกแตกที่เป็นชิ้นยาวชี้ไปที่ขอบกระจกและทำมุมกับขอบกระจกไม่น้อยกว่า 45 องศา เศษกระจกแตกดังกล่าวต้องยาวน้อยกว่า 60 มิลลิเมตร

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่มุมใดมุมหนึ่งของกระจกเทมเปอร์ทุกแผ่น อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และไม่ลบเลือนง่าย

(1) คำว่า "กระจกเทมเปอร์" หรือ "Tempered" หรืออักษร "T"

(2) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

6.2 ที่หีบห่อบรรจุกระจกเทมเปอร์ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) คำว่า "กระจกเทมเปอร์" หรือ "Tempered" หรืออักษร "T"

(2) ความหนา เป็นมิลลิเมตร

(3) จำนวน

(4) รหัสรุ่นที่ทำ

(5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

6.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6.4 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง กระจกเทมเปอร์ที่มีความหนาเดียวกัน ทำจากวัสดุอย่างเดียวกัน ภายใต้ภาวะเดียวกันและต่อเนื่องกันในระยะเวลาหนึ่ง ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความหนา ลักษณะทั่วไป และการส่งผ่านแสง

7.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันมาเป็นชิ้นทดสอบจำนวน 3 ชิ้น

7.2.1.2 ชิ้นทดสอบทุกชิ้นต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ข้อ 5.1 และข้อ 5.2 จึงจะถือว่ากระจกเทมเปอร์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความทนการกระแทก

7.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันมาเป็นชิ้นทดสอบจำนวน 6 ชิ้น

7.2.2.2 ชิ้นทดสอบอย่างน้อย 5 ชิ้นต้องเป็นไปตามข้อ 5.3 จึงจะถือว่ากระจกเทมเปอร์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

หากมีชิ้นทดสอบที่ไม่เป็นไปตามข้อ 5.3 เกิน 2 ชิ้น ให้ถือว่ากระจกเทมเปอร์รุ่นนั้นไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

หากมีชิ้นทดสอบที่ไม่เป็นไปตามข้อ 5.3 จำนวน 2 ชิ้น ให้ชักตัวอย่างมาเป็นชิ้นทดสอบเพิ่มอีก 6 ชิ้นมาทดสอบซ้ำ ผลการทดสอบซ้ำต้องเป็นไปตามข้อ 5.3 ทุกชิ้น จึงจะถือว่ากระจกเทมเปอร์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะการแตก

7.2.3.1 การชักตัวอย่าง

(1) กระจกราบหรือกระจกโค้งที่มีรัศมีความโค้งค่าเดียว

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันมาเป็นชิ้นทดสอบจำนวน 3 ชิ้น

(2) กระจกโค้งที่มีรัศมีความโค้งหลายค่า

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันมาเป็นชิ้นทดสอบจำนวน 4 ชิ้น

7.2.3.2 การยอมรับ

(1) กระจกราบหรือกระจกโค้งที่มีรัศมีความโค้งค่าเดียว

ชิ้นทดสอบทุกชิ้นต้องเป็นไปตามข้อ 5.4 จึงจะถือว่ากระจกเทมเปอร์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

หากมีชิ้นทดสอบที่ไม่เป็นไปตามข้อ 5.4 จำนวน 1 ชิ้น ให้ชักตัวอย่างมาเป็นชิ้นทดสอบเพิ่มอีก 1 ชิ้นมาทดสอบซ้ำที่จุดทดสอบเดียวกับที่ทดสอบชิ้นทดสอบซึ่งไม่ผ่านการทดสอบนั้น และชิ้นทดสอบต้องเป็นไปตามข้อ 5.4 จึงจะถือว่ากระจกเทมเปอร์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

หากมีชิ้นทดสอบที่ไม่เป็นไปตามข้อ 5.4 เกิน 1 ชิ้น ให้ชักตัวอย่างมาเป็นชิ้นทดสอบเพิ่มอีก 3 ชิ้นมาทดสอบซ้ำ ผลการทดสอบซ้ำต้องเป็นไปตามข้อ 5.4 ทุกชิ้น จึงจะถือว่ากระจกเทมเปอร์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

(2) กระจกโค้งที่มีรัศมีความโค้งหลายค่า

ชิ้นทดสอบทุกชิ้นต้องเป็นไปตามข้อ 5.4 จึงจะถือว่ากระจกเทมเปอร์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

หากมีชิ้นทดสอบที่ไม่เป็นไปตามข้อ 5.4 จำนวน 1 ชิ้น ให้ชักตัวอย่างมาเป็นชิ้นทดสอบเพิ่มอีก 1 ชิ้นมาทดสอบซ้ำที่จุดทดสอบเดียวกับที่ทดสอบชิ้นทดสอบซึ่งไม่ผ่านการทดสอบนั้น และชิ้นทดสอบต้องเป็นไปตามข้อ 5.4 จึงจะถือว่ากระจกเทมเปอร์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

หากมีชิ้นทดสอบที่ไม่เป็นไปตามข้อ 5.4 จำนวน 2 หรือ 3 ชิ้น ให้ชักตัวอย่างมาเป็นชิ้นทดสอบเพิ่มอีก 4 ชิ้นมาทดสอบซ้ำ ผลการทดสอบซ้ำต้องเป็นไปตามข้อ 5.4 ทุกชิ้น จึงจะถือว่ากระจกเทมเปอร์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างกระจกเทมเปอร์ต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1.2 ข้อ 7.2.2.2 และข้อ 7.2.3.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่ากระจกเทมเปอร์รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(PURCHASING DEPARTMENT)

ระเบียบปฏิบัติงาน

สำหรับ

☐ ผู้ขายวัตถุดิบ , เคมีภัณฑ์ , น้ำมัน ☐ ผู้รับซื้อของไม่ใช้แล้ว ☐ ผู้รับเหมา

ภายในบริเวณโรงงาน

1. การเข้า-ออก ภายในบริษัท ฯ จะต้องทำตามระเบียบของบริษัทฯ
2. เมื่ออยู่ภายในบริษัทฯ พนักงานขับรถส่งของจะต้องขับรถไม่เกิน 20 กม. / ชม.
3. ผู้ขายจะต้องระมัดระวังไม่ให้ของตกหล่นระหว่างการขน-ถ่ายสินค้า รวมทั้งจะต้องรับผิดชอบในการทำความสะอาดทันทีในกรณีที่เกิดของตกหล่น
4. กรณีรถบรรทุกสินค้าที่ไม่มีหลังคา ผู้ขายจะต้องจัดหาผ้าใบคลุมให้มิดชิดเพื่อป้องกันไม่ให้วัตถุดิบ-สารเคมีตกหล่น ปลิวฟุ้งกระจาย หรือจัดยานพาหนะให้เหมาะสมกับวัตถุดิบ-สารเคมีนั้น ๆ
5. ผู้ขายจะต้องดูแลยานพาหนะที่ใช้งานและต้องตรวจสภาพตามที่กฎหมายกำหนดอยู่เสมอ
6. ผู้ขายจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์เกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติงานส่วนบุคคล (Personal Protection Equipment : PPE) ไว้ประจำรถตลอดเวลา
7. ผู้ขายจะต้องจัดเตรียมหมายเลขโทรศัพท์เพื่อการติดต่อในกรณีฉุกเฉิน ดังนี้
   7.1 หมายเลขโทรศัพท์ และผู้รับผิดชอบของบริษัทผู้ขายเอง
   7.2 หน่วยงานตำรวจ แจ้งเหตุด่วนเหตุร้าย 191 หรือ 0-2248-1338-42
   7.3 หมายเลขโทรศัพท์ของหน่วยงานบรรเทาสาธารณภัยที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีนั้น ๆ
8. กรณีสินค้าที่จัดเป็นวัตถุอันตรายตามที่กฎหมายกำหนด ผู้ขายจะต้องจัดให้มีเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสินค้า (Material Safety Data Sheet : MSDS) ติดไว้ประจำรถที่ขนสินค้าประเภทนั้น ๆ
9. กรณีวัตถุดิบที่จัดส่งทางเรือ ผู้ขายต้องจัดให้มี MSDS ติดไว้ประจำเรือขนส่งตลอดเวลา รวมทั้งจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์เกี่ยวกับความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และหมายเลขโทรศัพท์ เพื่อการติดต่อในกรณีฉุกเฉินเช่นเดียวกับทางรถยนต์
10. ผู้ขายจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดเฉพาะพื้นที่ของหน่วยงานต้นสังกัด (ถ้ามี)
    # ....

ชื่อบริษัท .... แจ้งโดย

....

รับทราบโดย .... วันที่ .... (ฝ่ายจัดซื้อ)

ตำแหน่ง ....

หมายเหตุ : กรณีผู้รับซื้อของที่ไม่ใช้แล้ว / ผู้รับเหมาให้ปฏิบัติตามข้อ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>คำอธิบายแนบท้ายการประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ขาย</u>

<u>ขอบเขตการประเมิน</u>

เพื่อใช้ประเมินผู้ขายวัตถุดิบ เคมีภัณฑ์ น้ำมัน ตาม AG-81-001 (List of raw materials) และ AG-81-004 (List of indirect materials) ที่กำหนดโดยฝ่าย QA

<u>เกณฑ์การประเมิน</u>

1. QUALITY - คุณภาพของสินค้าต้องเป็นไปตาม Specification ของฝ่าย QA กำหนดโดยประเมินตาม Lot receive และ Lot accept

2. QUANTITY - ปริมาณการรับต้องเป็นไปตามที่กำหนดในใบสั่งซื้อ หากมีการเปลี่ยนแปลงต้องได้รับการแจ้งอย่างเป็นลายลักษณ์อักษร จากฝ่ายผู้ออกใบขอซื้อ
   - ถ้าปริมาณการส่งสินค้าไม่ตรงตามใบสั่งซื้อ ± ไม่เกิน 20% จะถูกตัด 10% ต่อรอบการประเมินนั้น
   - ถ้าปริมาณการส่งสินค้าเกิน 20% จากใบสั่งซื้อจะถูกตัด 30% ต่อรอบการประเมินนั้น

3. DELIVERY - วันส่งมอบสินค้าต้องเป็นไปตามที่กำหนดในใบสั่งซื้อ หากผู้ขายส่งมอบสินค้าล่าช้ากว่าที่กำหนดถือว่าตกเกรดการประเมิน (เกณฑ์การประเมินยอมรับที่ +3 , -2 วัน จากวันที่กำหนด ในใบสั่งซื้อ)
   - กรณีที่มีการส่งของล่าช้ากว่าที่กำหนด จะต้องได้รับการแจ้งจากผู้ขาย และต้องได้รับการยืนยันจากฝ่ายผู้ขอซื้อว่าจะไม่ทำให้กระทบต่อกระบวนการผลิต จึงจะถือว่าไม่ตกเกรดการประเมิน

4. PRICE - เปรียบเทียบจากฐานของ Vendor List ในสินค้าประเภทเดียวกันที่ฝ่ายจัดซื้อควรมีอย่างน้อย 4 ราย / ระดับคะแนน ดังนี้

จำนวน Vendor	ราคาต่ำสุด ————→ ราคาสูงสุด				หมายเหตุ
	ระดับคะแนน				
4 ราย	10	9	8	7	สูงสุด 10 คะแนน
3 ราย	-	9	8	7	สูงสุด 9 คะแนน
2 ราย	-	-	8	7	สูงสุด 8 คะแนน
1 ราย	-	-	-	7	สูงสุด 7 คะแนน

5. GENERAL SERVICE & COMMUNICATION - ประเมินจากความพึงพอใจของผู้ให้คะแนน โดยมุ่งเน้นถึงการให้บริการโดยรวมเป็นสำคัญ

AUDIT PLAN & SCHEDULE

TO : SALES DEPARTMENT MANAGER **Purchasing Dept.**

VENDOR NAME MATERIAL NAME	
Auditing type	☐ Annual ☐ Failure ☐ Emergency ☐ New

Address ____________________

____

Tel ____________________ Fax ____________________

Auditee : ____________________

____

____

Lead Auditor ____________________ Auditor ____________________

____

Lead Auditor ____________________ ____________________

Date	Time	Schedule

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เลขที่เอกสาร : WI-81-017
หัวข้อ : วิธีการวิเคราะห์น้ำ	หน้า 1 จาก 4

เป้าหมาย

เพื่อหาปริมาร Total hardness, Chloride, Total iron, P-alkalinity, M-alkalinity และ Orthophosphate ในน้ำตัวอย่าง

ตำแหน่งงานที่ทำ

พนักงานวิเคราะห์น้ำ

อุปกรณ์ที่ใช้

1. บีกเกอร์ขนาด 250, 400 ml
2. ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml
3. ถ้วยกระเบื้องขนาด 200 ml
4. ปิเปตขนาด 5 , 10 , 50 ml
5. Water bath
6. UV-VIS Spectrophotometer

ขั้นตอนการทำงาน

1.0 การหาปริมาณ Total hardness

1.1 ปิเปตน้ำตัวอย่าง 50 ml ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 ml

1.2 เติมสารละลายบัฟเฟอร์ pH 10 ลงไป 2 ml คนให้เข้ากัน

1.3 หยดอินดิเคเตอร์ BET (1%) 2 หยด คนให้เข้ากัน

1.4 นำไปไตเตรทกับ 0.01 M EDTA ที่จุดยุติ สารละลายจะเปลี่ยนสี จากสีม่วงแดง เป็นสีน้ำเงิน บันทึกปริมาตรของสารละลาย EDTA ที่ใช้ไป

$$\text{Total hardness} = \frac{a \times f \times 100}{s} \text{ ppm}$$

a = mi of 0.01 M EDTA

f = Factor of 0.01 MEDTA

s = ml of water sample

แก้ไขครั้งที่ : 1 วันที่	อนุมัติโดย :

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เลขที่เอกสาร : WI-81-017
หัวข้อ : วิธีการวิเคราะห์น้ำ	หน้า 2 จาก 4

2.0 การหาปริมาณ Chloride (cl)

2.1 ปิเปตน้ำตัวอย่าง 50 ml ใส่ในถ้วยกระเบื้องขนาด 200 ml

2.2 หยดสารละลาย K_2CrO_4 (10%) 2 - 3 หยด คนให้เข้ากันดี

2.3 นำไปไตเตรทกับ 0.01 N $AgNo_3$ ที่จุดยุติ สารละลายจะเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลแดงอ่อน ๆ บันทึกปริมาตร $AgNo_3$ ที่ใช้ไป

$$Cl = a \times f \times 35.46 \quad ppm$$

a = ml of 0.01 N $AgNo_3$

f = Factor of 0.01 N $AgNo_3$

s = ml of Water Sample

3.0 การหาปริมาณ Total iron (Fe^{3T})

3.1 ปิเปตน้ำตัวอย่าง 50 ml ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 ml

3.2 เติม Tartaric acid (10%) 5 ml เขย่าให้เข้ากันดี

3.3 เติม P-Nitrophenol (0.2%) 2 หยด เขย่าให้เข้ากันดี

3.4 เติม NH_4OH (1:1) ทีละหยด พร้อมเขย่าเติมจนสารละลายเป็นสีเหลือง

3.5 เติม HcL (1:1) ทีละหยด พร้อมเขย่าเติมจนสีเหลืองหายไป

3.6 เติม NH_2OH-HCl (10%) 2 ml

3.7 เติม 1, 10 Phenantholine (0.1%) 10 ml

3.8 ปรับปริมาตรให้ได้ 100 ml เขย่าสารละลายให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 510 nm

$$Fe^{3T} = \frac{(a-b)\ f \times 100}{50} \quad ppm$$

a = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายน้ำตัวอย่าง

b = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย blank

f = ค่าคงที่จาก Calibration curve ของ Fe^{3T}

4.0 การหาปริมาณ P-alkalinity และ M-alkalinity

4.1 ปิเปตน้ำตัวอย่าง 50 ml ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 400 ml

แก้ไขครั้งที่ : 1 วันที่	อนุมัติโดย :

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เลขที่เอกสาร : WI-81-017
หัวข้อ : วิธีการวิเคราะห์น้ำ	หน้า 3 จาก 4

4.2 หยดอินดิเคเตอร์ Phenolphthalein (1%) 3 หยด คนให้เข้ากันดี ถ้าสารละลายใส แสดงว่า

P-alkalinity = 0 ถ้ามีสีชมพู ไปข้อ 4.3

4.3 นำมาไตเตรทกับ 0.02 N H_2So_4 ที่จุดยุติ สารละลายจะเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นใส บันทึกปริมาตร H_2So_4 ที่ใช้ไป (a ml)

4.4 หยดอินดิเคเตอร์ ผสม Methyl red + Bromocresol green (0.05% + 0.07%) 3 หยด คนให้เข้ากันดี

4.5 เติม $Na_2S_2O_3$ (2.5%) 5 หยด คนให้เข้ากันดี

4.6 นำมาไตเตรทกับ 0.02 N H_2So_4 ที่จุดยุติสารละลาย จะเปลี่ยนสีจากสีเขียว เป็นสีชมพูอ่อน ๆ จดปริมาตร H_2So_4 ที่ใช้ไป (b ml)

P-alkalinity = $\underline{a \times f \times 1000}$ ppm

M-alkalinity = $\underline{b \times f \times 1000}$ ppm

a = ml of 0.02 N H_2So_4 ในข้อ 4.3

b = ml of 0.02 N H_2So_4 ในข้อ 4.6

f = Factor of 0.02 N H_2So_4

s = ml of water sample

5.0 **การหาปริมาณ** Orthophosphate (Po^{3-}_4)

5.1 ปิเปตน้ำตัวอย่าง 5 nl ใส่ในขวดวัดปริมาตร 100 ml เติมน้ำกลั่น 25 ml

5.2 เติมอินดิเคเตอร์ Phenolphthalein (1%) 1-2 หยด เขย่าให้เข้ากันดี

5.3 เติม H_2So_4 (1:1) 1 ml เขย่าให้เข้ากันดี

5.4 นำไปวางบน water bath 90 นาที แล้วนำออกมาแช่ในอ่างน้ำ จนสารละลายเย็น

5.5 หยด NaOH (10%) ทีละหยด จนสารละลายเป็นสีชมพูอ่อน ๆ

5.6 เติม Ammonium molybdate (1.5%) 5 ml เขย่าให้เข้ากันดี

5.7 เติม Stannous chloride (2%) 0.25 ml เขย่าให้เข้ากันดี

แก้ไขครั้งที่ : 1 วันที่	อนุมัติโดย :

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เลขที่เอกสาร : WI-81-017
หัวข้อ : วิธีการวิเคราะห์น้ำ	หน้า 4 จาก 4

5.8 ปรับปริมาตร ให้ได้ 100 ml ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 nm

$$Po^{3-}_{4} = \frac{(a-b) \times f \times 100}{s} \text{ ppm}$$

a = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายน้ำตัวอย่าง

b = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย blank

f = ค่าคงที่จาก Calibration curve ของ Po^{3-}_{4}

s = ml of water sample

6.0 **ลงผลรายงานใน** Water Analysis Report (AF-81-009)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แก้ไขครั้งที่ : 1 วันที่	อนุมัติโดย :

WATER ANALYSIS REPORT

Sampling date. Analyze by..................................

Sampling time. 8.00 a.m. Approved by................................

Water Samples	Analysis items							Remark
	TH	Cl^-	M-alkali	P-alkali	PH	Fe	Calsorb	
City water								
Green glass water								
Spray pond # 3								
Soft # 3								
Soft # 4								
Soft pond								
Drinking water								
Inside boiler								
Deep well								
Reflective # D-1								
Reflective # D-2								
Reflective Soften								
Chiller 7 c								
Chiller 12 c								
Di-process-G55								
Cooling G-32								
Cooling G-55								
G-79-Deionised								
G-79-Return Soften								
G-79-Washing								

Remark.

1.Total Hardness (TH) = ppm as $CaCO_3$

2.M-Alkalinity = ppm as $CaCO_3$

3.P-Alkalinity = ppm as $CaCO_3$

4. Cl^- = ppm as Cl^-

5. Fe = ppm as Fe^{2+}

6. Calsorb = ppm as PO_4^{3-}

AF-82-003

RAW MATERIAL SPECIFICATION
(FLOAT)

NAME	GRAIN SIZE				COMPOSITION					
	#14	#18	#25	Under #140	moisture	LOI	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	SiO_2
Normal Sand	0.00%	≤ 0.1 %		≤ 12.0 %	≤ 5.5 %	≤ 0.40 %	≤ 0.40 %		≤ 0.090 %	≥ 99.2 %
Sand (Low TiO2)	0.00%	0.00%	≤ 0.1%	≤ 6.0%	≤ 5.0%	≤ 0.40 %	≤ 0.40 %	≤ 0.05 %	≤ 0.090 %	≥ 99.2%
	#20	#30	Under #100		Moisture	LOI	Al_2O_3	Cr_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2
Sand (Low Iron)	0.00%	≤ 1.0 %	≤ 6.0 %		≤ 5.0 %	≤ 0.20 %	0.03- 0.09%	≤ 1.0 ppm	≤ 0.008%	≥ 99.6%
(Sodium Carbonate)	#8		Under #140		Moisture	LOI	Na_2SO_4	Fe_2O_3	Na_2CO_3	NaCl
Soda ash	0.00%		≤ 15.0 %		≤ 1.0 %	≤ 0.40 %	≤ 0.20%	≤ 0.002%	≥ 99.2%	≤ 0.40%
	# 8	#12	Under # 140		SiO_2	R_2O_3		Fe_2O_3	MgO	
Dolomite	0.00%		≤ 45.0 %		≤ 0.50 %	≤ 0.15 %			≥ 18.0 %	
Dolomite-RY	0.00%		≤ 20.0 %		≤ 0.50 %	≤ 0.15 %			≥ 18.0 %	
Dolomite(Low Iron)		0.00%	≤ 45.0 %		≤ 0.50%			≤ 0.035 %	≥ 18.0 %	
	#25	#35	#40	Under# 140	Fe_2O_3	Al_2O_3		K_2O	R_2O	
Feldspar-SP	0.00%	0.00%	≤ 0.5%		≤ 0.60 %	≥ 16.2 %			≥ 9.50%	
Feldspar-CB&RY	0.00%	≤ 1.5 %		≤ 30.0 %	≤ 0.60 %	≥ 16.2 %		≥ 2.5%	≥ 9.50%	
(Sodium Sulfate)	#14		#140 + Under# 140		Moisture		Na_2SO_4	Fe_2O_3	Ca + Mg	
Salt cake	0.00%		≤ 40.0 %		≤ 0.3 %		≥ 99.0%	≤ 0.005%	≤ 0.2 %	
Sludge,Rivermite	#14	Under#35	Under # 50		CaO	MgO	Al_2O_3		Fe_2O_3	
,Calumite	0.00%	85-90%	50-70%		> 35.0%	> 5.0%	14.7 ± 1.0 %		< 0.40%	

Remark : Grain size

# 8 = 2.36 mm.	# 20 = 850 microns	# 50 = 300 microns
# 12 = 1.70 mm.	# 25 = 710 microns	# 70 = 212 microns
# 14 = 1.40 mm.	# 30 = 600 microns	# 80 = 180 microns
# 16 = 1.18 mm.	# 35 = 500 microns	# 100 = 150 microns
# 18 = 1.0 mm.	# 40 = 425 microns	# 140 = 106 microns

Approved by .... Date 2-April-2003

(Quality Assurance Manager)

REV : 9

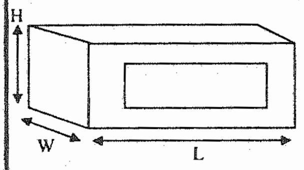
AS-81-001

THAI ASAHI GLASS COMPANY

Wooden Box Specification
(มาตรฐานการตรวจสอบลัง)

I. ลักษณะทั่ว ๆ ไป

1) ระยะภายในลัง



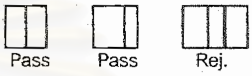
	Tolerance (mm.)
W =	- 0 , + 6
H =	- 0 , + 10
L =	- 0 , + 10

2) จำนวนชั้นไม้ของ Main frame

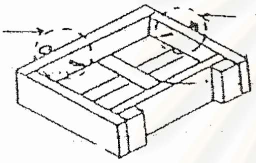
2.1 ลังที่ใช้ไม้ความกว้าง < 9 นิ้ว ใช้ได้ 2 ชิ้น

2.2 ลังที่ใช้ไม้ความกว้าง > 9 นิ้ว ใช้ ≥ 2 ชิ้น

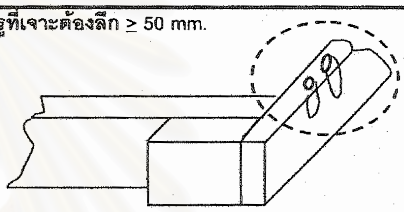
<u>หมายเหตุ</u> ลักษณะใช้ไม้ ≥ 2 ชิ้น ดังรูป



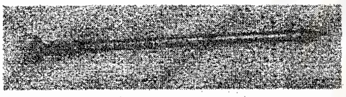
3) ปลายตะปูต้องไม่โผล่ออกนอกไม้



4) รูที่เจาะต้องลึก ≥ 50 mm.

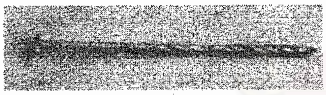


5) ใช้ตะปูชนิดผิวขรุขระ



✗

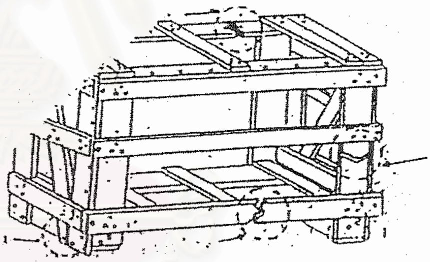
ตะปูผิวเรียบ



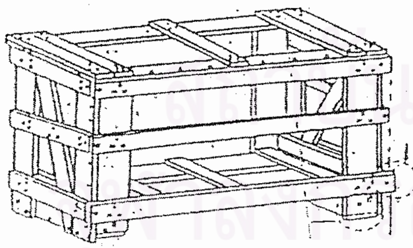
✓

ตะปูผิวขรุขระ

6) คุณภาพของไม้ต้องไม่แตกหัก หรือมีรอยร้าว

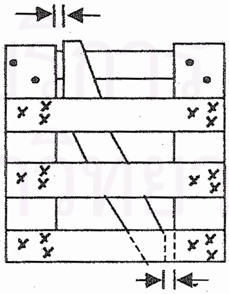


7) ความยาวไม้ต้องไม่เกินขนาดลัง



8) การประกอบขอบลังกับตัวยึดต้องห่างดังนี้

ด้านบนและด้านล่าง ≤ 2 mm.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AS-83-005 Approved by ....

(Quality Assurance Manager)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เลขที่เอกสาร : WI-43-002
หัวข้อ : การทำความสะอาดเครื่องกรองน้ำ	หน้า 1 จาก 1

เป้าหมาย

เพื่อทความสะอาดเครื่องกรองน้ำ ให้มีคุณภาพน้ำตามมาตรฐานที่กำหนด

ตำแหน่งงานที่ทำ

ผู้ช่วยหัวหน้าหน่วย

เอกสารอ้างอิง-มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

- AM-83-004 การใช้เครื่องกรองน้ำ
- AF-83-024 บันทึกผลการตรวจหาคราบน้ำ

ขั้นตอนการทำงาน

1. ผู้ที่ทำความสะอาดแจ้งให้ผู้ครอบครองทราบเพื่อขออนุญาติดำเนินการ
2. ถอนใส่กรองเบอร์1 และ เบอร์2 ออกมาล้างทำความสะอาด
3. ละลายเกลือ 10 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 5 ลิตร แล้วน้ำเกลือที่ได้กรอกลงในเครื่องกรอง ทิ้งไว้ 5 นาที
4. ปล่อยน้ำเกลือออก แล้วไล่น้ำเกลือด้วยน้ำเปล่าประมาณ 15 นาที
5. เปลี่ยนไส้กรองคาร์บอน ตามกำหนดการใช้งาน

ขอบเขตการทำงาน

ความถี่ในการทดสอบ 6 เดือน / ครั้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

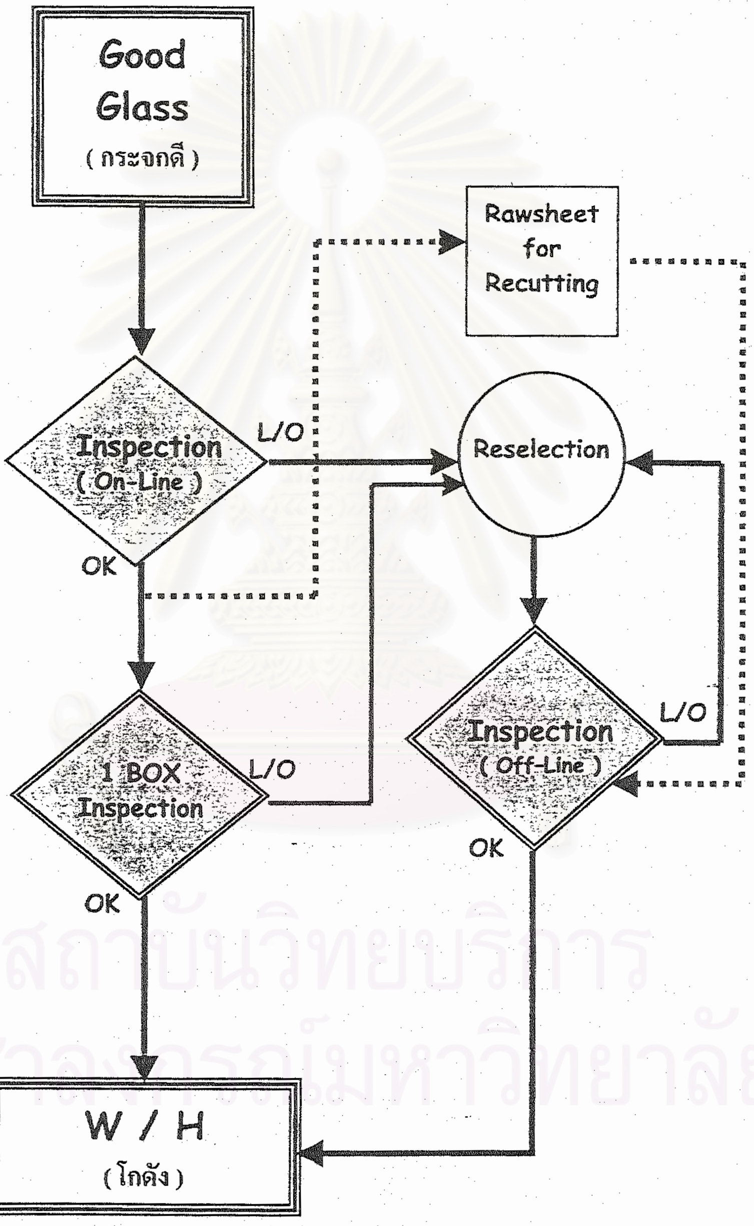
แก้ไขครั้งที่ : 2 วันที่ 23 เมษายน 2546	อนุมัติโดย :

PGFL Quality Control System

TAGC THAI ASAHI GLASS COMPANY

PGFL INSPECTION FLOW

(ขั้นตอนการตรวจสอบกระจกคุณภาพพิเศษ)



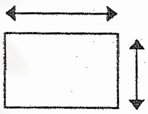
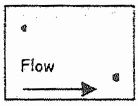
Document No. AG-83-002 (PGFL Quality Control System)	REV : 8	Approved by
	Date : 29 April 2003	
Prepared by : Mrs.Tanyaporn	Page 1 of 8	

PGFL Quality Control System

INSPECTION FOR SPECIAL GLASS (EXPORT BASIC TEMPERED)

QA - SP (ON – LINE)

Purpose : Guarantee quality form Production   วัตถุประสงค์ : รับรองคุณภาพกระจกที่ผลิตมาจากฝ่ายผลิต (On-line)

Items (หัวข้อ)		Details (รายละเอียด)
Frequency (ความถี่ในการเช็ค)		32 pcs. / hr. (แผ่น / ชั่วโมง) ■ Primary defect 1 → 32 pcs. ■ Primary defect 2 & Secondary defect → 16 pcs.
Inspection 1	Equipment (อุปกรณ์)	■ kendai stand + fluorescent + pointlight
	Check (การตรวจสอบ)	■ Size 5 pcs. / hr. (วัดขนาด 5 แผ่น / ชม.) 
		■ Thickness 5 pcs. / hr. , 2 points measurement (วัดความหนา 5 แผ่น / ชม. , วัด 2 ตำแหน่ง ดังรูป) 
		■ Warp 1 net / hr. (used FT. glass) (ความโค้ง 1 เน็ต / ชม. โดยใช้กระจกของเฟรมเทส)
	Criteria (เกณฑ์การตัดสินใจ)	■ see table A & B (ดูจากตาราง A และ B)
Inspection 2	Equipment (อุปกรณ์)	■ kendai stand + spotlight
	Criteria (เกณฑ์การตัดสินใจ)	■ see table A & B (ดูจากตาราง A และ B)
	More careful (ข้อควรระวัง ในการตรวจสอบ)	■ Top – Bottom mistake (กระจกกลับด้าน) ■ density of plastic powder too much (ปริมาณผงพลาสติก) ■ handling (chip & scratch) (การเคลื่อนย้ายอาจทำให้เกิด กะเทาะ และ ขีดข่วน) ■ No white pencil mark on the good glass (ต้องไม่มีรอยมาร์คของดินสอขาวที่กระจกดี)
Data Analysis	Daily meeting	■ QA & Cutting meeting for quality report, take action and follow up the problems.
	Weekly meeting	■ QA & concern group (Float) performance report
	Monthly	■ Summary defect to production, cutting and AGC.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PGFL Quality Control System

THAI ASAHI GLASS COMPANY

INSPECTION FOR SPECIAL GLASS (EXPORT BASIC TEMPERED)

QA – SP (BOX INSPECTION)

Purpose : Guarantee quality from Production & QA. วัตถุประสงค์ : รับรองคุณภาพกระจกก่อนส่งให้ลูกค้า (เสมือนเป็นลูกค้า)

Items (หัวข้อ)	Details (รายละเอียด)
Equipment (อุปกรณ์)	▪ kendai stand + fluorescent + pointlight - spotlight
Check (การตรวจสอบ)	▪ min 2 boxes / shift (total 6 boxes / day) (เช็คอย่างน้อย 2 ลัง / กะ : รวม 6 ลัง / วัน) ▪ 20 pcs. / box (เช็ค 20 แผ่น / ลัง) ▪ all defect in the both side (Top – Bottom) (เช็คคุณภาพทุกอย่างทั้ง 2 ด้าน คือด้านบน –ด้านล่าง)
Criteria (เกณฑ์การตัดสินใจ)	▪ see table C (ดูจากตาราง C)
More careful (ข้อควรระวัง ในการตรวจสอบ)	▪ Top – Bottom mistake (กระจกกลับด้าน) ▪ density of plastic powder too much (ปริมาณผงพลาสติก) ▪ handling (chip & scratch) (การเคลื่อนย้ายอาจทำให้เกิด กะเทาะ และ ขีดข่วน) ▪ No white pencil mark on the good glass (ต้องไม่มีรอยมาร์คของดินสอขาวที่กระจกดี)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PGFL Quality Control System

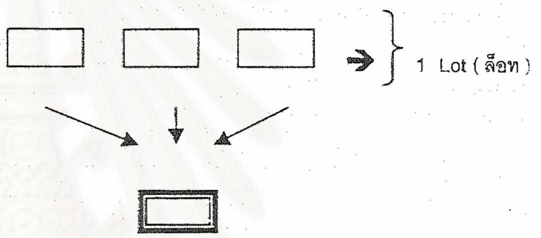
TAGC THAI ASAHI GLASS COMPANY

INSPECTION FOR SPECIAL GLASS (EXPORT BASIC TEMPERED)

QA - SP (OFF – LINE)

Purpose : Guarantee quality from Reselection & Recut

วัตถุประสงค์ : รับรองคุณภาพกระจกที่มาจาก Reselection และ Recut

Items (หัวข้อ)	Details (รายละเอียด)
Lot sampling	▪ Lot ≤ 3 skids (pallets) ▪ each lot that same as production date & kind of defect (กระจก 1 ล็อทที่เลือกหรือตัดแล้ว ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 พัลเลท) (แต่ละล็อทต้องเป็นกระจกที่ผลิตมาจากวันที่เดียวกัน L/O ด้วยdefectชนิดเดียวกัน) 
Equipment (อุปกรณ์)	▪ kendai stand + fluorescent + pointlight + spotlight
Check (การตรวจสอบ)	▪ 20 pcs. / Lot (เช็ค 20 แผ่น / ล็อท) ▪ all defect in the both side (Top – Bottom) (เช็คคุณภาพทุกอย่างทั้ง 2 ด้าน คือด้านบน –ด้านล่าง)
Criteria (เกณฑ์การตัดสินใจ)	▪ see table D (ดูจากตาราง D)
More careful (ข้อควรระวัง ในการตรวจสอบ)	▪ Top – Bottom mistake (กระจกกลับด้าน) ▪ density of plastic powder too much (ปริมาณผงพลาสติก) ▪ handling (chip & scratch) (การเคลื่อนย้ายอาจทำให้เกิด กะเทาะ และ ขีดข่วน) ▪ No white pencil mark on the good glass (ต้องไม่มีรอยมาร์คของดินสอขาวที่กระจกดี) *For Recutting Glass (สำหรับกระจก Recut)* ▪ check cullet before cleaning the glass, 5 pcs. / Lot (ก่อนทำความสะอาด ให้เช็คว่ามีเศษกระจกจากการตัด ติดมาหรือเปล่าจำนวน 5 แผ่น / ล็อท)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PGFL Quality Control System

TAGC THAI ASAHI GLASS COMPANY

Criteria of Acceptance Quality Level for Special Glass Inspection

(เกณฑ์การยอมรับคุณภาพ สำหรับการตรวจสอบกระจกคุณภาพพิเศษ)

Primary defect 1. ให้ตรวจสอบ 32 แผ่น => ให้ดูในช่อง 32 แผ่น / Primary defect 2 และ Secondary defect ให้ตรวจสอบ 16 แผ่น => ให้ดูในช่อง 16 แผ่น

➢ Table A : Normal Inspection

	Kind of Defect (ชนิดของตำหนิ)	32 Accept (ผ่าน)	32 Reject (ไม่ผ่าน)	16 Accept (ผ่าน)	16 Reject (ไม่ผ่าน)	Judgement of Lot out (เกณฑ์ตัดสินใจ หากคุณภาพไม่ผ่าน)
Primary d. 1	Bubble, stone, drip, kaowool, BOS	2	3			All branch (L/O ทุกบร้าน) + / - 1 hr.
	Dust spec, reamknot, bubble drip, tin pick up	-	1			
	Black Bubble (NiS)	-	1			
Primary d.2	Scar, dross band, roller scratch,			-	1	depend on the cause (ขึ้นอยู่กับสาเหตุการเกิด)
Secondary d.	Push mark, cullet, scratch, chip			1	2	

หากตรวจพบ Black bubble ให้สุ่มเพิ่มอีก 32 แผ่น โดยที่ 32 แผ่นหลังนี้ให้ตรวจหาเฉพาะ Black bubble หากเจอ defect อื่นๆ ให้ตัดสินตามตารางข้างล่าง (Table B) โดยนำของเสียจาก 32 แผ่นแรกมารวมด้วย

➢ Table B : Double Inspection

	Kind of Defect (ชนิดของตำหนิ)	64 Accept (ผ่าน)	64 Reject (ไม่ผ่าน)	Judgement of Lot out (เกณฑ์ตัดสินใจ หากคุณภาพไม่ผ่าน)
Primary d. 1	Bubble, stone, drip, kaowool, BOS	4	5	All branch (L/O ทุกบร้าน) + / - 1 hr.
	Dust spec, reamknot, bubble drip, tin pick up	-	1	
	Black Bubble (NiS)	-	1	

➢ Table C : Box Inspection

	Kind of Defect (ชนิดของตำหนิ)	Accept (ผ่าน) 20	 10	Reject (ไม่ผ่าน) 20	 10	Judgement of Lot out (เกณฑ์ตัดสินใจ หากคุณภาพไม่ผ่าน)
Primary d. 1	Bubble, stone, drip, kaowool, BOS	1	-	2	1	All branch (L/O ทุกบร้าน) + / - 1 hr.
	Dust spec, reamknot, bubble drip, tin pick up	-	-	1	1	
	Black Bubble (NiS)	-	-	1	1	
Primary d.2	Scar, dross band, roller scratch,	-	-	1	1	depend on the cause (ขึ้นอยู่กับสาเหตุการเกิด)
Secondary d.	Push mark, cullet, scratch, chip	1	-	2	1	

Exsample :

08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
OK	NG	OK	OK	OK	OK	OK	OK

← L / O → Lot out time : Primary d.1 → L / O + / - 1 hr. : เวลา L / O (บวก / ลบ 1 ชั่วโมง)

Primary d.2 → Continuous d. , secondary d. → find out the actual time of cause.

(ตำหนิที่เกิดต่อเนื่อง ทั้งไพรมารี่ และ เซคันดารี่ ดีเฟค → ต้องหาเวลาที่แท้จริงในการเกิดของตำหนินั้น เพื่อนำมา L/O

➢ Table D : Off – Line Inspection

	Kind of Defect (ชนิดของตำหนิ)	20 Accept (ผ่าน)	20 Reject (ไม่ผ่าน)	Judgement of Lot out (เกณฑ์ตัดสินใจ หากคุณภาพไม่ผ่าน)
Primary d. 1	Bubble , stone , drip , kaowool , BOS	1	2	Another skids(pallets) in lot have result same as Lot sampling (พัลเลทที่สุ่มเช็คมีผลเช่นไร พัลเลทอื่นในล็อทเดียวกันก็มีผลเช่นเดียวกัน)
	Dust spec , reamknot, bubble drip, tin pick up	-	1	
	Black Bubble (NiS)	-	1	
Primary d.2	Scar , Dross band , Roller scratch	-	1	
Secondary d	Push mark, cullet, scratch, chip	1	2	

Document No. AG-83-002 (PGFL Quality Control System)	REV : 8	Approved by
	DATE : 29 April 2003	
Prepared by : Mrs.Tanyaporn	Page 5 of 8	

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PGFL Quality Control System

THAI ASAHI GLASS COMPANY

Inspection Record Form

Form (แบบฟอร์มที่ใช้)	On-Line - Inspection 1 & 2	* AF-83-051 (Inspection Recording Paper Export Basic Tempered) * AF-83-052 (Inspection Report for Export Basic Tempered) * AF-83-053 (Inspection Recording for Paper Export Basic Tempered) (Inspection 2)
	Box Inspection	* AF-83-054 (Inspection Recording for Export Basic Tempered) (3 Boxes Inspection)
	Off-Line	* AF-83-051 (Inspection Recording Paper Export Basic Tempered) * AF-83-052 (Inspection Report for Export Basic Tempered)

Decision making when produce Keep and Good status

Status of product	Sampling	Decision
Good + Keep	Good	• Result "OK" → Accept stamp only "Good" (ผล "OK" → ปั๊ม Accept เฉพาะ "Good" • Result "NG" → Reject stamp both "Good & Keep" (ผล "NG" → ปั๊ม Reject ทั้ง "Good และ Keep"
Keep	Keep	• Result "OK" → No stamp nothing (ผล "OK" → ไม่ต้องแสดงสถานะใดๆ) • Result "NG" → Reject stamp (ผล "NG" → ปั๊ม Reject)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PGFL Quality Control System

THAI ASAHI GLASS COMPANY

Raw Sheet Inspection Flow

(การตรวจสอบกระจก Raw Sheet)

Cutting combine small 20 pcs. /
(Cutting ตัดกระจกเป็นแผ่นเล็ก จำนวน 20 แผ่น)

+

Raw Sheet : sampling 4 pcs. / hr.
(กระจก Raw Sheet : สุ่มเช็คจำนวน 4 แผ่น / ชม.)

↓

Check : all defect
ตรวจสอบ : คุณภาพทุกอย่าง ทั้ง 2 ด้าน
(Top-Bottom)

Check : secondary defect + ream
ตรวจสอบ : คุณภาพเฉพาะที่ผิวกระจก ทั้ง 2 ด้าน
(Top-Bottom) และ รีมเกรด

↓

Follow : Criteria of Acceptance Quality Level for Special Glass Inspection
ปฏิบัติตาม : เกณฑ์การยอมรับคุณภาพ สำหรับการตรวจสอบกระจกคุณภาพพิเศษ

↓

No marking on continuous defect (ream, color line, wave, zebra,........) → L / O
and fast inform Cutting for tack action.
(หากพบดีเฟคต่อเนื่อง ที่ไม่มีมาร์คมา → ให้ L / O และรีบแจ้งให้ Cutting ทราบเพื่อแก้ไข)

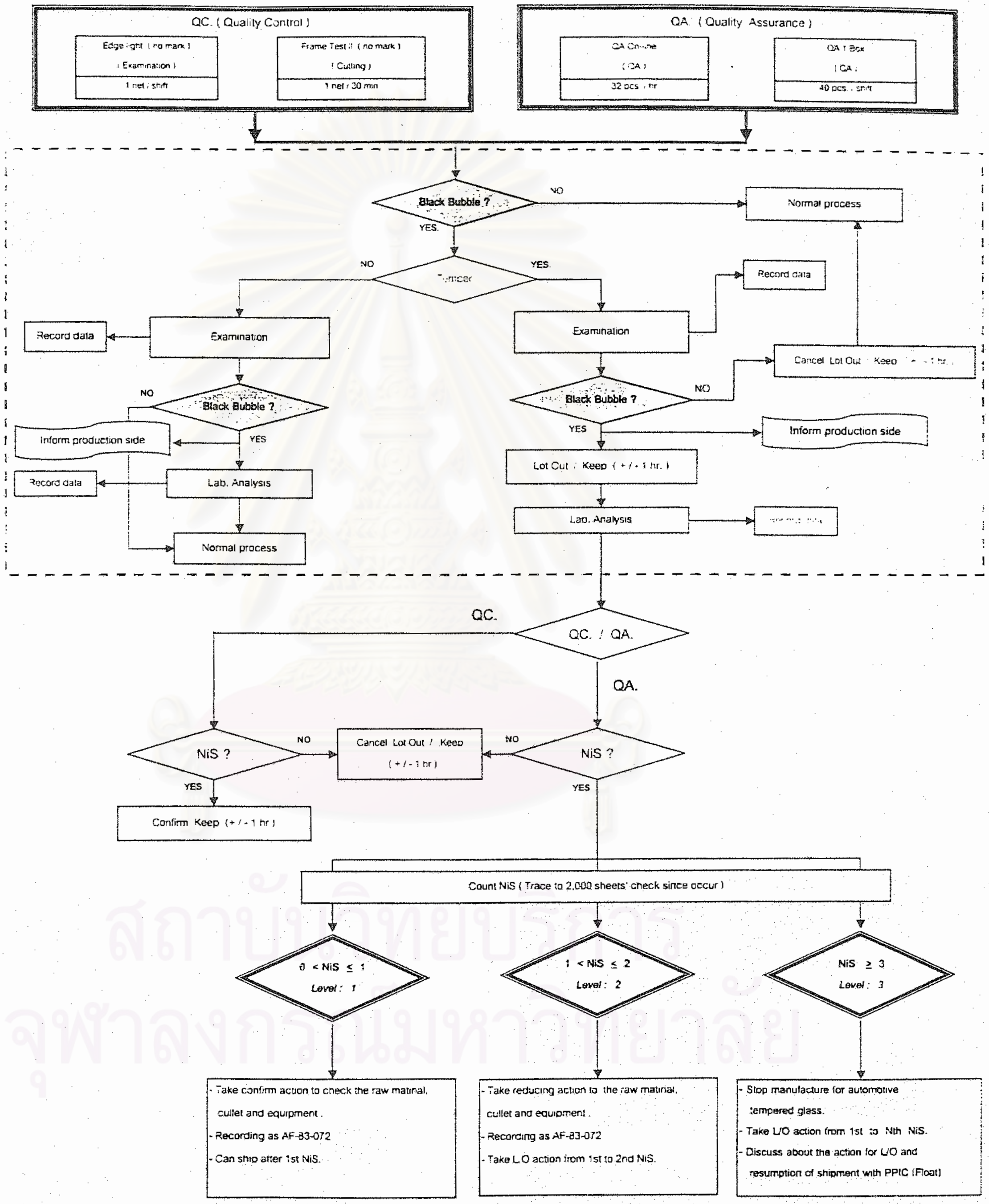
↓

if found scratch on "combine glass"
- scratch from mainline → L/O all
- scratch from handling → inform Cutting
- scratch from cullet → L/O Br. occurred.

if found scratch on "raw sheet glass"
- scratch from mainline → L/O all
- scratch from handling → L/O Br. occurred.
- scratch from cullet → L/O Br. occurred.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

NiS Control System Flow : SP Factory

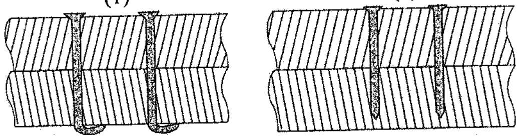


Document No. AG-83-002	REV : 8	Approved by
(PGFL Quality Control System)	Date : 29 April 2003	
Prepared by : Mrs. Tanyaporn	Page 8 of 8	

KCC complain about wooden box

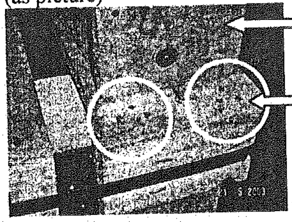
According to KCC (KAC) complain for nail from wooden box. That inconvenience causes glass breakage.

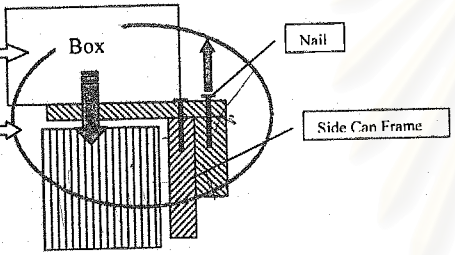
During box making, our supplier drives the nail from inside of the box. If the nail longer than wooden's thickness, it will be bent. But when the nail shorter than wooden's thickness, it will be straight (as picture)



We think this KCC complain possibility that occurred from this cause (case(2))

(as picture)



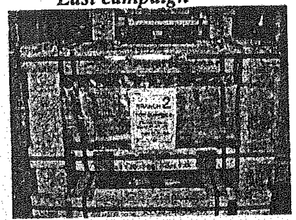


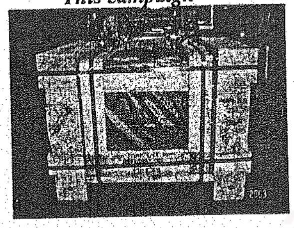
Countermeasure

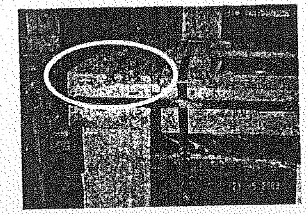
1. Box improvement

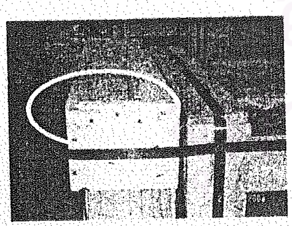
   This campaign we change the box from side cap to AMG's box style

Last campaign ***This campaign***

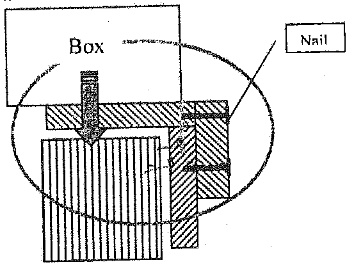








Normally AMG's box style drive the nail from side of the box as the picture so its hard to come out.



Description	Plan
2. Inform to supplier for increasing their attention for checking	Already Finished
3. Inform and advice Packing worker and controller to increase their attention to check when box preparing.	Proceeding
4. Usually, Sundry will check box after box receiving.	Proceeding

Actually, the box size 2400 x 1100 (thickness 3mm.) we have not produced in TAGC-SP.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

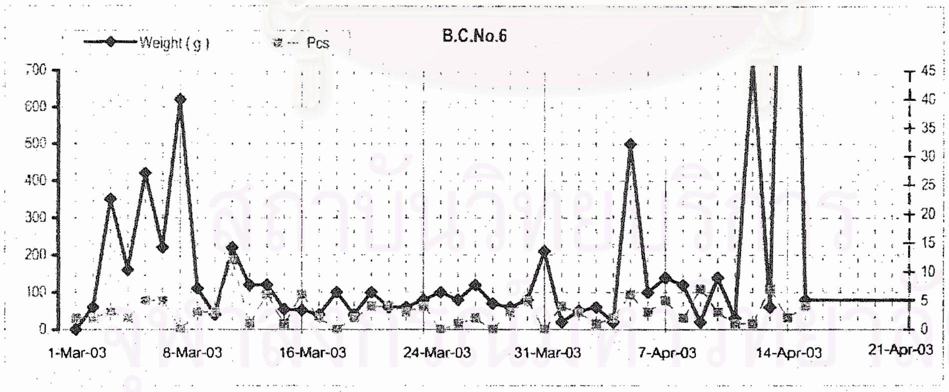
ภาคผนวก ข.
(บันทึกการทำงาน)

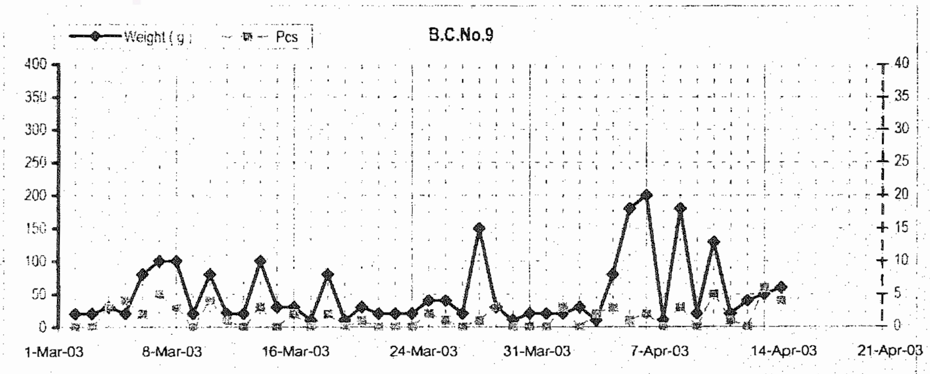
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บันทึกการตรวจเจอสิ่งปลอมปนโดยแม่เหล็ก

CONTAMINATED DATA ON B.C.No.9 MAGNET AF-33-014

	B.C. No.9 (Dog House)			B.C. No.6 (Batch House)		
Date	Weight (g	Pcs	Remark	Weight (g	Pcs	Remark
01-Mar-03	20	0	Steel scrap & Rusty	60	2	Steel scrap & Rusty , Wire
02-Mar-03	20	0	Steel scrap & Rusty	350	2	Steel scrap & Rusty , Bolt
03-Mar-03	30	3	Steel scrap & Rusty , Bolt , Nut	160	3	Steel scrap & Rusty
04-Mar-03	20	4	Steel scrap & Rusty	420	2	Steel scrap & Rusty , Nail
05-Mar-03	80	2	Steel scrap & Rusty , Bolt , Wire	220	5	Steel scrap & Rusty , Ring
06-Mar-03	100	5	Steel scrap & Rusty	620	5	Steel scrap & Rusty , Wire , Rign
07-Mar-03	100	3	Steel scrap & Rusty , Bolt , Nut	110	0	Steel scrap & Rusty
08-Mar-03	20	0	Steel scrap & Rusty	40	3	Steel scrap & Rusty , Wire
09-Mar-03	80	4	Steel scrap & Rusty	220	3	Steel scrap & Rusty
10-Mar-03	20	1	Steel scrap & Rusty	120	12	Steel scrap & Rusty , Wire
11-Mar-03	20	0	Steel scrap & Rusty	120	1	Steel scrap & Rusty
12-Mar-03	100	3	Steel scrap & Rusty , Bolt	54	6	Steel scrap & Rusty , Wire
13-Mar-03	30	0	Steel scrap & Rusty	52	1	Steel scrap & Rusty
14-Mar-03	30	2	Steel scrap & Rusty	40	6	Steel scrap & Rusty
15-Mar-03	10	0	Steel scrap & Rusty	100	2	Steel scrap & Rusty , Wire , Welding Wire
16-Mar-03	80	2	Steel scrap & Rusty	40	0	Steel scrap & Rusty
17-Mar-03	10	0	Steel scrap & Rusty	100	2	Steel scrap & Rusty , Wire
18-Mar-03	30	1	Steel scrap & Rusty	60	4	Steel scrap & Rusty , Wire
19-Mar-03	20	0	Steel scrap & Rusty	60	4	Steel scrap & Rusty
20-Mar-03	20	0	Steel scrap & Rusty	80	3	Steel scrap & Rusty
21-Mar-03	20	0	Steel scrap & Rusty	100	4	Steel scrap & Rusty , Welding Wire
22-Mar-03	40	2	Steel scrap & Rusty	80	0	Steel scrap & Rusty
23-Mar-03	40	1	Steel scrap & Rusty	120	1	Steel scrap & Rusty
24-Mar-03	20	0	Steel scrap & Rusty	70	2	Steel scrap & Rusty , Rope , Nail
25-Mar-03	150	1	Steel scrap & Rusty	60	0	Steel scrap & Rusty
26-Mar-03	30	3	Steel scrap & Rusty, Welding Wire , Wire	80	3	Steel scrap & Rusty , Nail
27-Mar-03	10	0	Steel scrap & Rusty	210	5	Steel scrap & Rusty , Bolt , Wire , Welding Wire
28-Mar-03	20	0	Steel scrap & Rusty	20	0	Steel scrap & Rusty
29-Mar-03	20	0	Steel scrap & Rusty	50	4	Steel scrap & Rusty
30-Mar-03	20	3	Steel scrap & Rusty , Nut , Nail	60	3	Steel scrap & Rusty , Ring , Bolt
31-Mar-03	30	0	Steel scrap & Rusty	20	1	Steel scrap & Rusty
01-Apr-03	10	2	Steel scrap & Rusty , Wire	500	2	Steel scrap & Rusty
02-Apr-03	80	3	Steel scrap & Rusty , Ring , Bolt	100	6	Steel scrap & Rusty , Welding Rod , Nail
03-Apr-03	180	1	Steel scrap & Rusty	140	3	Steel scrap & Rusty , Bolt , Nut
04-Apr-03	200	2	Steel scrap & Rusty	120	5	Steel scrap & Rusty
05-Apr-03	10	0	Steel scrap & Rusty	20	2	Steel scrap & Rusty , Nail
06-Apr-03	180	3	Steel scrap & Rusty	140	7	Steel scrap & Rusty
07-Apr-03	20	0	Steel scrap & Rusty	30	3	Steel scrap & Rusty
08-Apr-03	129	5	Steel scrap & Rusty , Wire	730	1	Steel scrap & Rusty
09-Apr-03	20	1	Steel scrap & Rusty	60	1	Steel scrap & Rusty
10-Apr-03	40	0	Steel scrap & Rusty	2020	7	Steel scrap & Rusty
11-Apr-03	50	6	Steel scrap & Rusty , Bolt	80	2	Steel scrap & Rusty , Bolt
12-Apr-03	60	4	Steel scrap & Rusty , Wire , Bolt	60	4	Steel scrap & Rusty



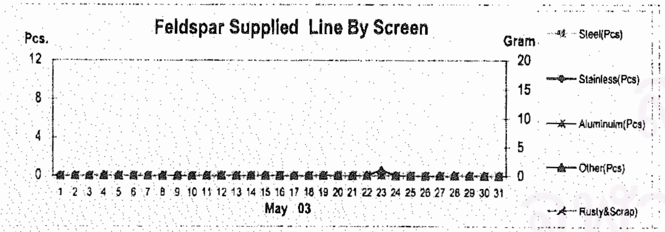


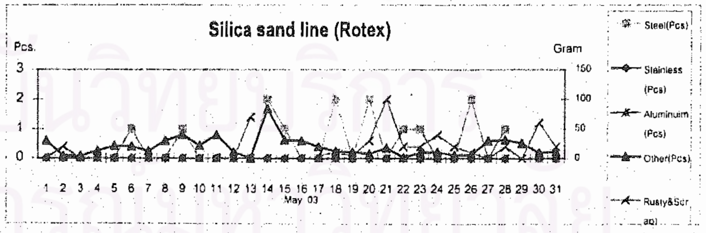
Record of contaminated materials for Feldspar Supplied line(Screen)

Date	Contaminate					
	Steel(Pcs)	Stainless(Pcs)	Aluminuim(Pcs)	Other(Pcs)	Rusty&Scrap)	Total
1-May-03	-	-	-	-	-	0
2-May-03	-	-	-	-	-	0
3-May-03	-	-	-	-	-	0
4-May-03	-	-	-	-	-	0
5-May-03	-	-	-	-	-	0
6-May-03	-	-	-	-	-	0
7-May-03	-	-	-	-	-	0
8-May-03	-	-	-	-	-	0
9-May-03	-	-	-	-	-	0
10-May-03	-	-	-	-	-	0
11-May-03	-	-	-	-	-	0
12-May-03	-	-	-	-	-	0
13-May-03	-	-	-	-	-	0
14-May-03	-	-	-	-	-	0
15-May-03	-	-	-	-	-	0
16-May-03	-	-	-	-	-	0
17-May-03	-	-	-	-	-	0
18-May-03	-	-	-	-	-	0
19-May-03	-	-	-	-	-	0
20-May-03	-	-	-	-	-	0
21-May-03	-	-	-	-	-	0
22-May-03	-	-	-	-	-	0
23-May-03	-	-	-	1	-	1
24-May-03	-	-	-	-	-	-
25-May-03	-	-	-	-	-	-
26-May-03	-	-	-	-	-	-
27-May-03	-	-	-	-	-	-
28-May-03	-	-	-	-	-	-
29-May-03	-	-	-	-	-	-
30-May-03	-	-	-	-	-	-
31-May-03	-	-	-	-	-	-
Total	0	0	0	1	0	1

Record of contaminated materials for Silica sand line(Rotex)

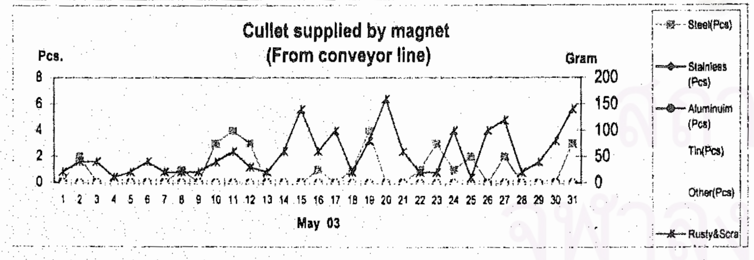
Date	Contaminate					
	Steel(Pcs)	Stainless(Pcs)	Aluminuim(Pcs)	Other(Pcs)	Rusty&Scrap)	Total
1-May-03	-	-	-	30	-	30
2-May-03	-	-	-	4	20	24
3-May-03	-	-	-	4	-	4
4-May-03	-	-	-	13	-	13
5-May-03	-	-	-	21	-	21
6-May-03	1	-	-	20	-	21
7-May-03	-	-	-	12	-	12
8-May-03	-	-	-	30	-	30
9-May-03	1	-	-	40	-	41
10-May-03	-	-	-	22	-	22
11-May-03	-	-	-	40	-	40
12-May-03	-	-	-	11	-	11
13-May-03	-	-	-	-	70	70
14-May-03	2	-	-	84		86
15-May-03	1	-	-	31		32
16-May-03	-	-	-	30		30
17-May-03	-	-	-	20	5	25
18-May-03	2	-	-	12	10	24
19-May-03	-	-	-	11	5	16
20-May-03	2	-	-	8	30	40
21-May-03	-	-	-	18	100	118
22-May-03	1	-	-	2	20	23
23-May-03	1	-	-	10	20	31
24-May-03	-	-	-	11	40	51
25-May-03	-	-	-	6	20	26
26-May-03	2	-	-	6	10	18
27-May-03	-	-	-	30	-	30
28-May-03	1	-	-	32	20	53
29-May-03		-	-	26	-	26
30-May-03	-	-	-	10	60	70
31-May-03	-	-	-	11.5	20	31.5
Total	14	0	0	605.5	450	1069.5





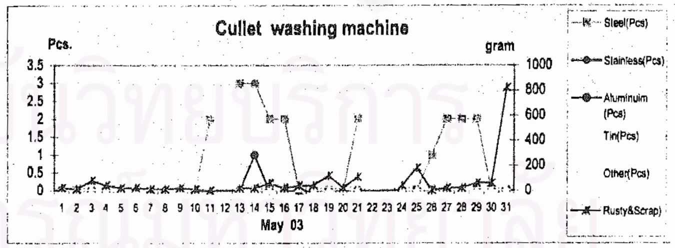
Record of contaminated materials for Cullet Supplied Line by Magnet (Conveyor line)

Date	Contaminate						
	Steel(Pcs)	Stainless(Pcs)	Aluminuim(Pcs)	Tin(Pcs)	Other(Pcs)	Rusty&Scrap)	Total
1-May-03	-	-	-	-	-	20	20
2-May-03	2	-	-	-	-	40	42
3-May-03	-	-	-	-	-	40	40
4-May-03	-	-	-	-	-	10	10
5-May-03	-	-	-	-	-	20	20
6-May-03	-	-	-	-	-	40	40
7-May-03	-	-	-	-	-	20	20
8-May-03	1	-	-	-	-	20	21
9-May-03	-	-	-	-	-	20	20
10-May-03	3	-	-	-	-	40	43
11-May-03	4	-	-	-	-	60	64
12-May-03	3	-	-	-	-	30	33
13-May-03	-	-	-	-	-	20	20
14-May-03	-	-	-	-	-	60	60
15-May-03	-	-	-	-	-	140	140
16-May-03	1	-	-	-	-	60	61
17-May-03	-	-	-	-	-	100	100
18-May-03	1	-	-	-	-	20	21
19-May-03	4	-	-	-	-	80	84
20-May-03	-	-	-	-	-	160	160
21-May-03	-	-	-	-	-	60	60
22-May-03	1	-	-	-	-	20	21
23-May-03	3	-	-	-	-	20	23
24-May-03	1	-	-	-	-	100	101
25-May-03	2	-	-	-	-	10	12
26-May-03	-	-	-	-	-	100	100
27-May-03	2	-	-	-	-	120	122
28-May-03	-	-	-	-	-	20	20
29-May-03	-	-	-	-	-	40	40
30-May-03	-	-	-	-	-	80	80
31-May-03	3	-	-	-	-	140	143
Total	31	0	0	0	0	1710	1741



Record of contaminated materials for Cullet Washing Machine

Date	Contaminate						
	Steel(Pcs)	Stainless(Pcs)	Aluminuim(Pcs)	Tin(Pcs)	Other(Pcs)	Rusty&Scrap)	Total
1-May-03	-	-	-	1	33	20	54
2-May-03	-	-	-	-	20	10	30
3-May-03	-	-	-	-	30	80	110
4-May-03	-	-	-	-	38	40	78
5-May-03	-	-	-	-	7	20	27
6-May-03	-	-	-	-	50	20	70
7-May-03	-	-	-	-	28	10	38
8-May-03	-	-	-	-	53	10	63
9-May-03	-	-	-	-	20	20	40
10-May-03	-	-	-	-	50	10	60
11-May-03	2				55	-	57
12-May-03							0
13-May-03	3		-	-	31	20	54
14-May-03	3	-	1	-	30	20	54
15-May-03	2	-	-	2	25	60	89
16-May-03	2	-	-	1	30	20	53
17-May-03	-	-	-	19	25	40	84
18-May-03	-	-	-	3	35	40	78
19-May-03	-	-	-	1	23	120	144
20-May-03	-	-	-	5	26	20	51
21-May-03	2	-	-	-	-	110	112
22-May-03							0
23-May-03							0
24-May-03	-	-	-	2	5	40	47
25-May-03	-	-	-	-	3	180	183
26-May-03	1	-	-	4	14	-	19
27-May-03	2	-	-	-	-	20	22
28-May-03	2	-	-	-	13	20	35
29-May-03	2	-	-	-	15	60	77
30-May-03	-	-	-	-	19	60	79
31-May-03	-	-	-	-	28	820	848
Total	21	0	1	38	706	1890	2656



AF-71-905
Issu. A May 95
Rev. 2 1 Dec 96

ใบสั่งงาน
WORKING REQUISITION

ผู้เสนอ
DEMANDER

เลขที่ / NO. 009 /2003
วันที่ / DATE 18 มี.ค. 2003
แผนก / SECTION (NAME) ตัด cutting
อนุมัติโดย / APPROVED BY [signature]

ผู้ทำ
MAKER อนุมัติโดย / APPROVED BY ....

☐ controlled / ☐ uncontrolled.

เรื่อง TITLE		ชื่อเครื่อง MACHINE NAME	
รายการ DESCRIPTION	ช่วยดำเนินการตัดหัวไฟฟลูออเรสเซนต์ ในห้องมีดให้ด้วย (ติดต่อ คุณ กัลยา ก่อน # 1541)		
เลขรหัส CODE NO.		ต้องการ เสร็จวันที่ EXPECTED DATE TO COMPLETE	24 มี.ค. 2546
วงเงิน BUDGET		หมายเหตุ REMARK	

หน่วยงาน : ถึง
TO :

☒ MECHANICAL
☐ CIVIL & CONS

☒ POWER
☐ ELECTRICAL
☐ INSTRUMENT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AF-71-905
Issu. A May 95
Rev. 2 1 Dec 96

ใบสั่งงาน
WORKING REQUISITION

ผู้เสนอ
DEMANDER

เลขที่ / NO. 013 /2003
วันที่ / DATE 20 เมษายน 2003
แผนก / SECTION (NAME) ตัด (cutting)
อนุมัติโดย / APPROVED BY [signature]

ผู้ทำ
MAKER อนุมัติโดย / APPROVED BY ....

☐ controlled / ☐ uncontrolled.

เรื่อง TITLE		ชื่อเครื่อง MACHINE NAME	
รายการ DESCRIPTION	ช่วยจัดทำที่กั้น stopper เพื่อวางไว้หน้าบรันซ์ด้วย จำนวน ๖ อัน (ทดลองใช้งานก่อน หากใช้งานได้จะสั่งเพิ่มอีก) ติดต่อ K. สุทัศน์		
เลขรหัส CODE NO.		ต้องการ เสร็จวันที่ EXPECTED DATE TO COMPLETE	5 มิ.ย. 2003
วงเงิน BUDGET		หมายเหตุ REMARK	

หน่วยงาน : ถึง TO :

☑ MECHANICAL
☐ CIVIL & CONS.
☐ POWER
☐ ELECTRICAL
☐ INSTRUMENT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AF-71-905
Issu. A May 95
Rev. 2 1 Dec 96

ใบสั่งงาน
WORKING REQUISITION

ผู้เสนอ
DEMANDER

เลขที่ NO. : 020 /2003
วันที่ DATE : 25 เมษายน 2003
แผนก SECTION (NAME) : ตัด (cutting)
อนุมัติโดย APPROVED BY : ....

ผู้ทำ MAKER อนุมัติโดย APPROVED BY ....

☐ controlled / ☐ uncontrolled.

เรื่อง TITLE		ชื่อเครื่อง MACHINE NAME	
รายการ DESCRIPTION	ซ่อมตัวเครื่องกรองน้ำ รุ่น DX-006 ใบพัดชำรุด (ติดต่อ K.สุภาพรณ์)		
เลขรหัส CODE NO.		ต้องการ เสร็จวันที่ EXPECTED DATE TO COMPLETE	10 พ.ค. 2003
วงเงิน BUDGET		หมายเหตุ REMARK	

หน่วยงาน : ถึง TO :
☑ MECHANICAL
☐ CIVIL & CONS
☐ POWER
☐ ELECTRICAL
☐ INSTRUMENT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AF-71-905
Issu. A May 95
Rev. 2 1 Dec 96

ใบสั่งงาน
WORKING REQUISITION

เลขที่ / NO. 025 /2003

วันที่ / DATE 22/ก.ย./2003

ผู้เสนอ / DEMANDER

แผนก / SECTION (NAME) ตัด (cutting)

อนุมัติโดย / APPROVED BY

ผู้ทำ / MAKER อนุมัติโดย / APPROVED BY

☐ controlled / ☐ uncontrolled.

เรื่อง TITLE		ชื่อเครื่อง MACHINE NAME	
รายการ DESCRIPTION	เปลี่ยนอุปกรณ์ในไลน์ลำเลียง 4 จุด (Scale hopper, Cullet line, BC-6, BC-9) ติดต่อ K. วาทัญญู		
เลขรหัส CODE NO.		ต้องการ เสร็จวันที่ EXPECTED DATE TO COMPLETE	30 ตุลาคม 2003
วงเงิน BUDGET		หมายเหตุ REMARK	

หน่วยงาน : ถึง
TO :

☑ MECHANICAL
☐ CIVIL & CONS
☐ POWER
☐ ELECTRICAL
☐ INSTRUMENT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AF-71-905

Issu. A May 95

Rev. 2 1 Dec 96

ใบสั่งงาน
WORKING REQUISITION

ผู้เสนอ
DEMANDER

เลขที่ / NO. 045 /2003

วันที่ / DATE 2 ตุลาคม /2003

แผนก / SECTION (NAME) ตัด (cutting)

อนุมัติโดย / APPROVED BY ....

ผู้ทำ
MAKER อนุมัติโดย / APPROVED BY ....

☐ controlled / ☐ uncontrolled.

เรื่อง TITLE		ชื่อเครื่อง MACHINE NAME	
รายการ DESCRIPTION	ต้องการเครื่องตรวจจับกระดูก Detect Detector จากประเทศญี่ปุ่นตามที่ Mr. Yamamoto แนะนำไว้		
เลขรหัส CODE NO.		ต้องการ เสร็จวันที่ EXPECTED DATE TO COMPLETE	30 ตุลาคม 2003
วงเงิน BUDGET		หมายเหตุ REMARK	

หน่วยงาน : ถึง TO :

☑ MECHANICAL
☐ CIVIL & CONS

☑ POWER
☐ ELECTRICAL
☐ INSTRUMENT

AF-71-905
Issu. A May 95
Rev. 2 1 Dec 96

ใบสั่งงาน
WORKING REQUISITION

ผู้เสนอ
DEMANDER

เลขที่ 033/2003
NO.

วันที่ 20 กันยายน 2003
DATE

แผนก บรรจุ (Packing)
SECTION (NAME)

อนุมัติโดย [signature]
APPROVED BY

ผู้ทำ
MAKER อนุมัติโดย ....
APPROVED BY

☐ controlled / ☐ uncontrolled.

เรื่อง TITLE		ชื่อเครื่อง MACHINE NAME	
รายการ DESCRIPTION	ดำเนินการจัดทำตัวแบบ simple pallet แบบไม่ใช้ชุดไม้ โดยให้ส่งต่อ ไป แผนก (Packing) ทดลองใช้		
เลขรหัส CODE NO.		ต้องการ เสร็จวันที่ EXPECTED DATE TO COMPLETE	15 ต.ค. 2003
วงเงิน BUDGET		หมายเหตุ REMARK	

หน่วยงาน : ถึง
TO :

☑ MECHANICAL
☐ CIVIL & CONS
☐ POWER
☐ ELECTRICAL
☐ INSTRUMENT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THAI ASAHI GLASS COMPANY

Tel. 4258970-80

BATCH F-3 SIEVING TEST REPORT

Sampling Date 8-Feb-03

Laboratory Received 9-Feb-03

Report Date 9-Feb-03

Mesh No.	Sieving Results (% by weight)		
	Shift M	Shift E	Shift N
#14			1.24
#18			1.44
#25			1.38
#35			3.03
#50			17.39
#70			19.93
#80			10.32
#100			12.36
#140			18.68
Under#140			14.23

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AF-82-006

Issu A : Rev 2 :Feb 06, 2003

THAI-ASAHI GLASS PUBLIC CO.,LTD.

Tel. 4258970-80

SAND ANALYSIS REPORT

Lot No. ____________

Quantity ____________ tons

Materials Received ____________

Laboratory Received ____________

DATE ____________

1. Sieving Test			2.Chemical Analysis			
Mesh No.	Specs	Result (% by weight)	Analysis Items	Result (% by weight)	Specs	Specs(Low TiO_2)
#12	0.0%		Moisture		≤ 6.5 %	≤ 6.5 %
#16	#16+#24 ≤ 0.1%		LOI		≤ 0.40 %	≤ 0.40 %
#24			Al_2O_3		≤ 0.40 %	≤ 0.40 %
#32			Fe_2O_3		≤ 0.09 %	≤ 0.09 %
#48			TiO_2			≤ 0.05 %
#65	#65+#80 ≥ 35.0%		SiO_2		≥ 99.2 %	≥ 99.2 %
#80						
#100						
#150						
over#150	≤ 20.0 %					

O PASS

For Purchasing interface only

o Moisture ≤ 5.5% Normal price

o 5.5% < Moisture ≤ 6.5% Compensated price

O REJECT

____

AF-81-001

Issu A: Rev 2 :Nov 15, 2003

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Inprocess Checking Report for Float glass

(บันทึกผลการทำความสะอาดโรลเลอร์)

Production date ____________________ **Shift / Team** ____________________

Time : .... Kind : .... Net = ...

L [ ] 48" Result ☐OK ☐NG
Actual thick : [ ] [ ]

Time : .... Kind : .... Net = ...

L [ ] 48" Result ☐OK ☐NG
Actual thick : [ ] [ ]

Time : .... Kind : .... Net = ...

L [ ] 48" Result ☐OK ☐NG
Actual thick : [ ] [ ]

Time : .... Kind : .... Net = ...

L [ ] 48" Result ☐OK ☐NG
Actual thick : [ ] [ ]

Time : .... Kind : .... Net = ...

L [ ] 48" Result ☐OK ☐NG
Actual thick : [ ] [ ]

Time : .... Kind : .... Net = ...

L [ ] 48" Result ☐OK ☐NG
Actual thick : [ ] [ ]

Time : .... Kind : .... Net = ...

L [ ] 48" Result ☐OK ☐NG
Actual thick : [ ] [ ]

Time : .... Kind : .... Net = ...

L [ ] 48" Result ☐OK ☐NG
Actual thick : [ ] [ ]

Reported by .... (Q.A Worker)

Acknowledged by .... (Cutting Leader Shift)

Approved by .... (Inspection Engineer)

AF-43-008

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Off-line Inspection Recording Paper [Export Basic Tempered]

☑ RECUT
☐ RESELECT

Check Top-Bottom: ✓ OK ○ NG

Kind / Size X	Kind / Size Y	Thickness A	Thickness B	Checking No.	PRIMARY DEFECT Bubble	Black Bubble	Stone	BOS.	Drip	Ream knot	Ream grade	Kao wool	Scar	Dross band	Roller scratch	Bubble drip	Tin pick up	Dust spec	Top spec	Other	SECONDARY DEFECT Scratch	Push mark	Chip	Cullet	Other	Judge per pcs
0	0	2.50	2.51	1																						✓
0	0	2.52	2.50	2											1 ([illegible])											✗
0	0	2.51	2.51	3																						✓
0	0	2.51	2.50	4																	1					✗
0	0	2.52	2.51	5							2.0															✓
				6																						✓
				7																						✓
				8							2.0															✓
				9																				1(0.4x0.8)		✗
				10	(0.1x0.1)																					✓
				11																						✓
				12																						✓
				13																						✓
				14																						✓
				15																						✓
				16																						✓
				17																						✓
				18																						✓
				19																						✓
				20																						✓

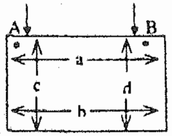
Production date: 20-4-03
Kind / Size: [illegible] 2.5
Shift / Team: E/A
Br.: 3
Time: 18.00 -18.50
Defect ที่เลือก: scratch
Defect ที่ L/O:
Slip No. 4557

Remark (วาดรูป):
41" Roller scratch (Nu)
scratch (Bottom) (Nu)
cullet (0.4x0.8)

Kind / Size X	Kind / Size Y	Thickness A	Thickness B	Checking No.	PRIMARY DEFECT Bubble	Black Bubble	Stone	BOS.	Drip	Ream knot	Ream grade	Kao wool	Scar	Dross band	Roller scratch	Bubble drip	Tin pick up	Dust spec	Top spec	Other	SECONDARY DEFECT Scratch	Push mark	Chip	Cullet	Other	Judge per pcs
				1																					คลื่นน้ำ	✗
				2							1.5															✓
0.5	0	3.2	3.3	3																						✓
0	0	3.2	3.3	4																						✓
0	0.5	3.3	3.3	5																					คลื่นน้ำ	✗
0.5	0.5	3.2	3.2	6																						✓
0	0	3.2	3.3	7				(0.2x0.1)																		✓
				8																						✓
				9																						✓
				10																						✓
				11																						✓
				12	(0.2x0.1)																					✓
				13																						✓
				14																						✓
				15																						✓
				16																						✓
				17																					คลื่นน้ำ	✗
				18																						✓
				19																						✓
				20																						✓

Production date: 20/4/03
Kind / Size: [illegible] 3.2
Shift / Team: N/D
Br.: 4
Time: 02:00- 03.00
Defect ที่เลือก: คลื่นน้ำ
Defect ที่ L/O: คลื่นน้ำ
Slip No. 0042

Remark (วาดรูป):
คลื่นน้ำ (Top)
คลื่นน้ำ (Top)



CHECK SHEET FOR FLOAT GLASS

AF-83-026

Production date (วันที่ผลิต) 15/4/03 Checking date (วันที่เช็ค) 16/4/03 Approved by (ตรวจโดย) [signature]

Team/Shift (กะ/ทีม) E/D Inspection by (ตรวจสอบโดย) มนเทียร

Kind / Size (ชนิด/ขนาด)	Time (เวลา)	Checking quantity (จำนวนที่เช็ค)	Thickness (ความหนา) A	Thickness (ความหนา) B	Size (ขนาด) a	Size (ขนาด) b	Size (ขนาด) c	Size (ขนาด) d	Bubble (ฟองอากาศ)	Stone (ตะกอน)	Angle (มุม)	Chip (กะเทาะ)	Other (อื่น ๆ)	Judge (ผล)	วาดรูป Defect	หมายเหตุ (Order)
		1												✓		
		2							1					×	② Bubble 1.2 mm.	ไม่มีเครื่องหมาย
		3												✓		
		4												✓		
		5												✓		
		6								1				×	⑥ stone 2.5 mm.	ไม่มีเครื่องหมาย
		7												✓		
		8								1				×	⑧ stone 3.0 mm.	ไม่มีเครื่องหมาย
		9												✓		
		10							1					×	⑩ Bubble 1.6 mm.	ไม่มีเครื่องหมาย
		11												✓		
		12												✓		
		13												✓		
		14												✓		
		15												✓		
		16												✓		
		17												✓		
		18												✓		
		19												✓		
		20												✓		

Check 20 pcs.

No good 4 pcs. 20 %

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Inspection Recording for Export Basic Tempered
(Inspection 2): การตรวจสอบผิวกระจก

Page(หน้า)..............

Prod.date(วันที่ผลิต) .... Shift / Team (กะ / ทีม) .... Reported by (ชื่อผู้ตรวจสอบ) .... Date (วันที่).....................................

↑ L

(8) Br (............)	(7) Br (............)	(6) Br (............)	(5) Br (............)	(4) Br (............)	(3) Br (............)	(2) Br (............)	(1) Br (............)	R
								Time .... Size .... X ....

↑ L

(8) Br (............)	(7) Br (............)	(6) Br (............)	(5) Br (............)	(4) Br (............)	(3) Br (............)	(2) Br (............)	(1) Br (............)	R
								Time .... Size .... X ....

AF-83-024

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบบันทึกการฝึกอบรมในงาน (ON THE JOB TRAINING RECORD)

บริษัท กระจกไทย - อาซาฮี จำกัด (มหาชน)

ชื่อ - สกุล อโนทัย บุญโฮบ เลขประจำตัว 4550 ตำแหน่ง : พนักงานตรวจสอบ

แผนก: ตรวจสอบคุณภาพ ฝ่าย: ควบคุมคุณภาพ

ลำดับที่	หัวข้อ/เรื่อง	วันที่ฝึกอบรม	ผู้ให้การฝึกอบรม
1	AG-83-002 (PGFL Quality Control System)	4/4/03	เอนก
2	AS-83-009 (Basic Temper for Japan Specification	7-9/4/03	
3	AS-83-011 (Basic Temper for LSH_Taiwan)	10/4/03	
4	AS-83-012 (Basic Temper for KKC_Korea)		
5	Quality Awarenwss (สิ่งปลอมปนในวัตถุดิบ)	15/4/03	Production (ปรีชา)
6	ความรู้เรื่อง Blackbubble		

ขอรับรองว่าพนักงานที่มีชื่อข้างต้นของหนังสือฉบับนี้ได้รับการฝึกอบรมในงาน ตามความจำเป็นของตำแหน่งงานที่ระบุไว้ในตารางระบุความจำเป็นสำหรับการฝึกอบรมในงานเรียบร้อยแล้ว และผลการประเมินเป็นที่น่าพอใจ

ลงชื่อ อโนทัย พนักงาน

ลงชื่อ [signature]

(..............................)

ตำแหน่ง QA. Manager

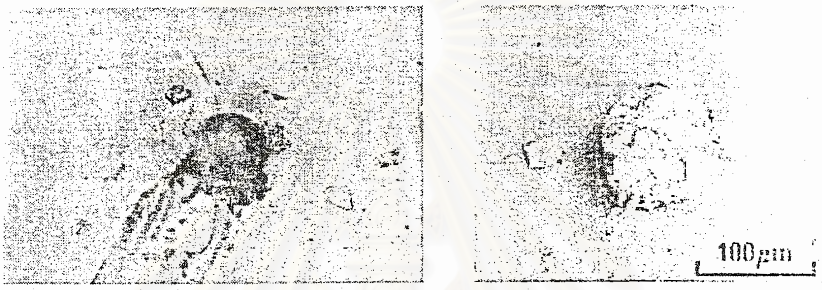
......../......../........

Issu. A : Rev 2 : 15 Oct '00 AF-11-002

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

NiS คืออะไร

- NiS หรือ นิเกิลซัลไฟด์ เป็นสโตนที่เกิดจากโลหะนิเกิล ซึ่งอาจอยู่ในรูปส่วนผสม เช่นในลวดนิโครม โลหะสเตนเลส ลวดเชื่อม ฝาเกลียว เหรียญกษาปณ์ แบตเตอรี่ กระป๋อง เป็นต้น



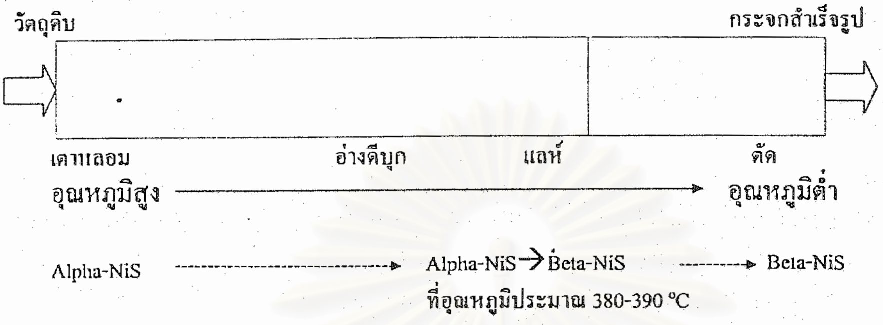
สโตน ขนาด 100 ไมครอน (0.1 mm.) ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลกตรอน

เกิดขึ้นได้อย่างไร

- เมื่อโลหะที่มีส่วนผสมของนิเกิล เช่น สเตนเลส ปนมากับวัตถุดิบหรือ cullet จะทำปฏิกิริยากับซัลเฟอร์ในน้ำแก้วเกิดเป็นนิเกิลซัลไฟด์
- ซึ่งปฏิกิริยาจะเกิดช่วงอุณหภูมิประมาณ 740°C
  - Na_2SO_4 +2C → Na_2S+$2CO_2$
    (ซอลท์เคก) (คาร์บอน)
  - Na_2S+Ni → NiS

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณสมบัติของ NiS ในกระจกโฟลต

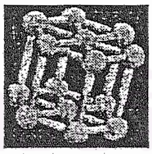


- ผลึกของ NiS เสถียร ณ อุณหภูมิสูง เรียกว่า Alpha-NiS ผลึกเป็นหกเหลี่ยม
- ผลึกของ NiS เสถียร ณ อุณหภูมิต่ำ เรียกว่า Beta-NiS ผลึกเป็นรูปทรงคล้ายลูกบาศก์มีหน้าเป็นรูปขนมเปียกปูนหกหน้า

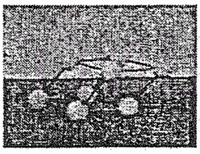
ความแตกต่างระหว่าง Alpha-NiS กับ Beta NiS

- ลักษณะผลึก

Alpha-NiS : ผลึกรูปหกเหลี่ยม(Hexagonal)



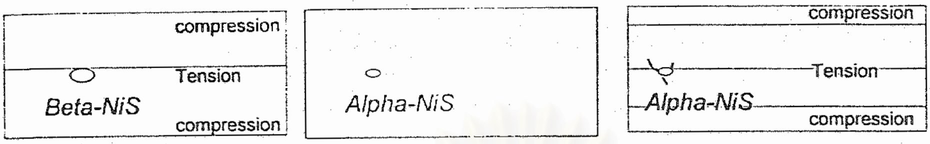
Beta-NiS : ผลึกรูปทรงคล้ายลูกบาศก์มีหน้าเป็นรูปขนมเปียกปูนหกหน้า(Rhombohedral)



- ขนาดหรือปริมาตร
  - Beta-Nis มีขนาดใหญ่กว่า Alpha-NiS ประมาณ 4 %

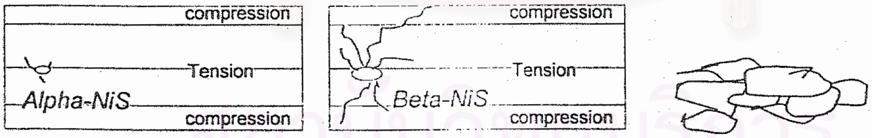
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การแตกของกระจกเนื่องจาก NiS



- กระบวนการผลิตกระจกนิภัยเทมเปอร์จะให้ความร้อนแก่กระจกประมาณ 650 ถึง 700 oC
- หากมี NiS ผลึกของ NiS จะเปลี่ยนจาก Beta NiS เป็น Alpha NiS ซึ่งมีปริมาตรน้อยลง
- กระบวนการให้ความร้อนจะนานพอ ที่กระจกจะรับการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของสโตน NiS ได้
- แต่ช่วงการลดอุณหภูมิจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ไม่มีเวลาให้ผลึก NiS เปลี่ยนกลับเป็น Beta NiS ที่มีปริมาตรใหญ่ขึ้น
- สโตน NiS จะแยกจากกระจกเนื่องจากการขยายตัว (thermal expansion) ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดรอยแตกเล็กๆ (micro crack) รอบสโตน NiS

การแตกของกระจกเนื่องจาก NiS

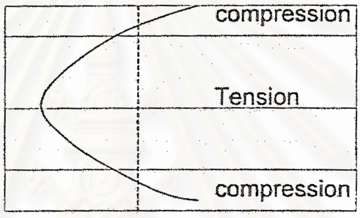


- เป็นอันตรายต่อกระจกนิรภัยเทมเปอร์เนื่องจากสโตน NiS อยู่ในบริเวณแรงเค้นแบบดึง (tension zone)
- ผลึก NiS จะเปลี่ยนแปลงตัวเองให้สอดคล้องกับอุณหภูมิกระจก
- สโตน NiS จะมีขนาดใหญ่ขึ้น
- สโตนที่ใหญ่ขึ้นจะเพิ่มแรงดันในรอยแยก
- รอยแตกเล็กๆ จะกว้าง และเพิ่มมากขึ้น
- กระจกจะแตกโดยทันที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กระจกนิรภัยเทมเปอร์

➢ กระจกนิรภัยเทมเปอร์ คือ การให้ความร้อนแก่กระจก ณ อุณหภูมิต่ำกว่าค่า softening point (650 ถึง 700 °C) แล้วเป่าลมให้อุณหภูมิลดต่ำอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดแรงเค้นแบบอัดที่ผิว (compression ~1/3 ความหนา) และแรงเค้นแบบดึง (tension) บริเวณกลางแผ่นกระจก



มาตรฐานการแตก (ASTM C158)

- กระจกโฟลต (Annealed glass) : 41 MPa
- กระจกกึ่งนิรภัย (Heat strengthened) : 82 MPa
- กระจกนิรภัยเทมเปอร์ (Tempered Glass) : 165 MPa
  - บริเวณแรงเค้นแบบดึง (Tension Zone) 50~60 MPa
  - บริเวณแรงเค้นอัดแบบดัด (Compression Zone) 150~160 MPa

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Additional Action for NiS Project

(Maintenance Department SP)

Date	objective	Additional action
Sep 1,03	~To control SUS welding rod	~make regulation and implement to
	and stainless scrape	worker & contractor
	contaminateinto Batch	~paint stainless parts by yellow colour
		~paint SUS welding rod by pink colour
Sep12,03	~To audit regulation following	~site survey every Wednesday .
	of contractor & worker	
Sepr 17,0	~To do contineous improvement	Investigate the contamination found in
		each kind of raw material (every morning)
Sep31,03	~To follow up & Sharing NiS	Meeting with Float and Raw material
	Problem and corrective action	(three time a week : Monday, Wednesday
		and Friday)
	~To follow up & Sharing NiS	Meeting with Fabricated,Raw material and
	Problem and corrective action	Admin (Once aweek : Thursday)
Oct 1,03	~To do contineous improvement	Investigate the contamination found by
		General Admin. (everyday)
Oct 6,03	~To reduce steel rusty in cullet	Replace steel casing of Cullet BE
Oct 10,03	~ To control steel welding rod	~indicate welding rod owner by colour
	contaminate into Batch	mark
Oct 17,03	~To prove that nut & bolt	~List up dimension of nut&bolt for online
	come from raw mat or	machine
	online equipment	
Oct 17,03	~To prove that nut & bolt	~paint each nut & bolt which setting at
	come from where	online machine
Oct 17,03	~ To confirm the source of steel	~ set temporary magnet at Silica sand
	contaminate	unloading conveyor
		~ set temporary magnet at circulating
		cullet line from Cutting conveyor
Oct 24,03	~To control waste scrap	~audit dolomite & feld spa supplier
	contaminateinto raw material	
	~ to reduce steel rusty in Silica sand	~ Replace silica sand charging hopper
Oct 26,03	~To control waste scrap	~audit site of sand supplier
	contaminateinto raw material	
Oct28,03	~ To check contaminate in any	~Install steel mesh for Felspar charging
	kind of raw material	hopper
		~Install steel mesh for dolomite unloading
Nov 30,03	~ For more strickly control working	~ Issue punishment regulation
	of sub contractor	
Nov 23,03	~ For more reliable in Nis prevention	~ NiS awareness for all Engineering persons
	(SP factory)	* Engineer staffs upward (14 pers)
		*Maintenance dept. (60 pers)
		*Power & Utility Dept.(44 pers)
		~ Internal audit for all Engineering SP system
	~ For more reliable in Nis prevention	~Stainless work Control for EP project
	(SP factory)	There are many stainless material works
		on site (near cullet supplied place), So we
		plan to set the special control regulation for
		this work

The items which is neccesary be replaced to Ni free material

1 Screw of scale hopper	Because screw will be corroded in a long run.
2 Bolt, nut, wire in Batch house and Melting	Because easier to be fallen to the transportation line and he furnace.
3 Cover plate of nose pan	Because easier to be corroded and fallen into the furnace.
4 Furnace pressure probe	Because easier to be corroded and fallen into the furnace.
5 Canal cooler	Because becomes rusty and it will be contaminated in cullet.
6 Brush of A /R barrel cleaning	Because wire of brush will be contaminated in cullet.
7 Brush of LOR cleaning	Because wire of brush will be contaminated in cullet.
8 SUS Derrick	well controlled and stocked by production day time unit
9 SUS spare parts	well controlled and stocked by production engineering day tim unit
10 Patching plate	Prohibit to use Hardox 400 (Ni 0.25%) material because of Ni content
11 BC6 sensor	Because easier to be fallen to the transportation line and the furnace.
12 Proximity or level switch witch directly contact to raw material	Because easy to be fallen to the transportation line and the furnace.
13 Window of Refiner cooler (SUS)	Because easy to be corroded and posible to fall into the furnace.
14 Part of Ni Free material	" Ni contained < 0.2 % " is acceptable. (Conclussion on June 24,03)
15 Part of Ni Free material	" Ni contained < 0.6 % " is acceptable. (Revised on Jul 30,03)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SITE SURVEY FOR Ni FREE REPORT (Maintenance Dept. SP) Date _____________ Time________________

Section ____________________ Department __________________ Surveyor________________________________

Location	Equipment	Risk of Quality Problem	Risk of NiS Problem	Unconscious Problem	Detail

Schedule The 2nd Wednesday of month

Surveyor Group A : Mr.Watcharin & staffs → Float plant : Raw material, Production,Cutting & packing ,Power

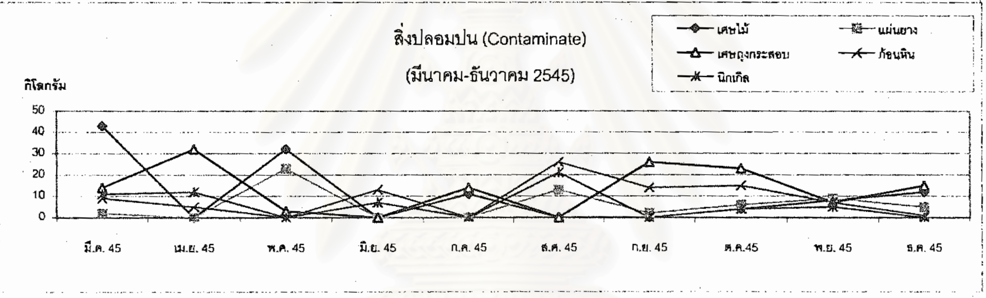
Group B : Mr.Chaluch & staffs → Fabricated Plant : Mirror, Reflective,AFT,IGU

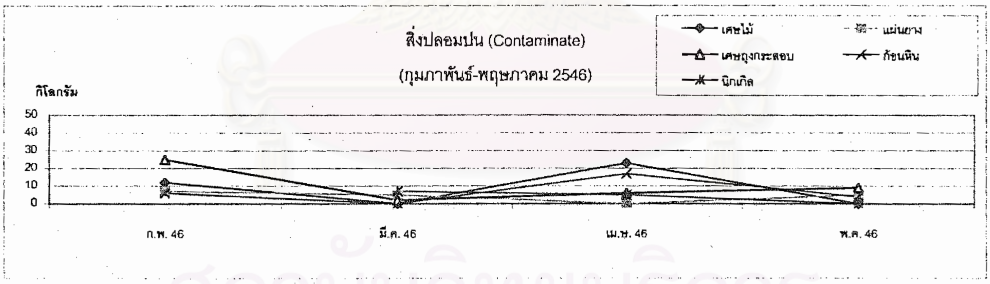
Group C : Mr.Somjate & staffs → General : Delivery,Admin,Maintenance & common area

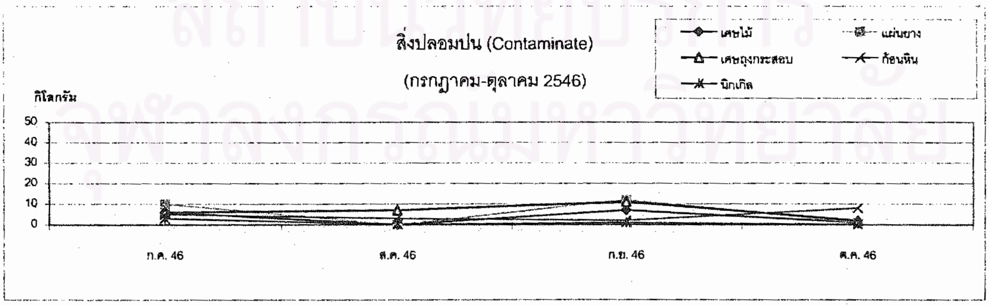
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บันทึกการตรวจพบสิ่งปลอมปนในวัตถุดิบ

วันที่	ปริมาณวัตถุดิบที่รับเข้า (กก)	สิ่งปลอมปน (Contaminate) กิโลกรัม						เปอร์เซ็นต์
		เศษไม้	แผ่นยาง	เศษถุงกระสอบ	ก้อนหิน	นิกเกิล	รวม	
มี.ค. 45	9,500	43	2	14	9	11	79	0.83%
เม.ย. 45	9,255	-	-	32	5	12	49	0.53%
พ.ค. 45	9,875	32	23	3	-	-	58	0.59%
มิ.ย. 45	8,640	-	-	-	13	7	20	0.23%
ก.ค. 45	8,550	11	-	14	-	-	25	0.29%
ส.ค. 45	12,000	-	13	-	26	21	60	0.50%
ก.ย. 45	8,590	-	2	26	14	-	42	0.49%
ต.ค.45	9,500	4	6	23	15	4	52	0.55%
พ.ย. 45	11,540	8	9	7	7	5	36	0.31%
ธ.ค. 45	12,550	12	5	15	1	-	33	0.26%
รวม	100,000	110	60	134	90	60	454	0.45%
ก.พ. 46	10,900	12	7	25	6		50	0.46%
มี.ค. 46	12,600	-	5	2	-	7	14	0.11%
เม.ษ. 46	11,250	23	-	6	17	5	51	0.45%
พ.ค. 46	9,560	-	5	9	4	-	18	0.19%
รวม	44,310	35	17	42	27	12	133	0.30%
ก.ค. 46	9,800	6	10	6	5	3	30	0.31%
ส.ค. 46	12,500	-	-	7	3	-	10	0.08%
ก.ย. 46	8,590	7	12	11	2	1	33	0.38%
ต.ค. 46	11,855	1	1	2	8	-	12	0.10%
รวม	42,745	14	23	26	18	4	85	0.20%



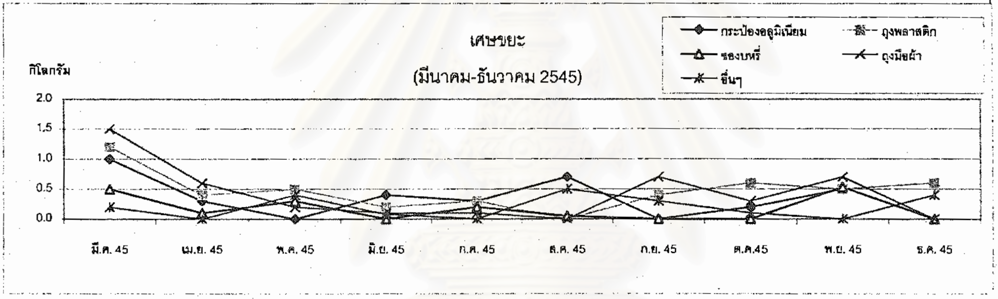


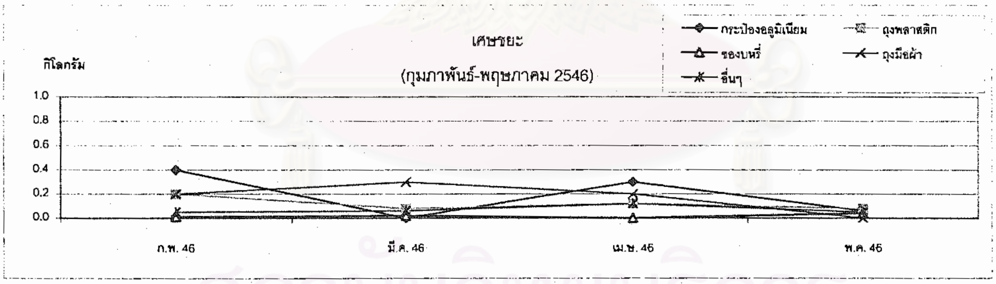


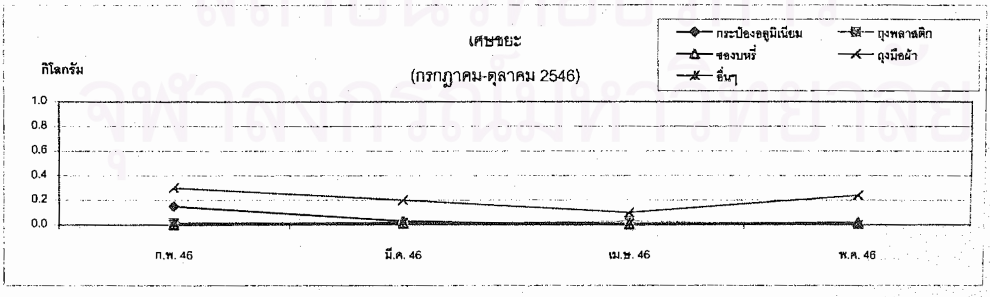
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บันทึกผลการสำรวจและคัดแยกเศษขยะจากการทิ้งของพนักงาน

วันที่	ปริมาณขยะทั้งหมด (กก)	สิงปลอมปน (Contaminate) กิโลกรัม						เปอร์เซ็นต์
		กระป๋องอลูมิเนียม	ถุงพลาสติก	ซองบุหรี่	ถุงมือผ้า	อื่นๆ	รวม	
มี.ค. 45	450	1	1.2	0.5	1.5	0.2	4.4	0.98%
เม.ย. 45	589	0.3	0.4	0.1	0.6	-	1.4	0.24%
พ.ค. 45	398	-	0.5	0.3	0.2	0.4	1.4	0.35%
มิ.ย. 45	450	0.4	0.2	-	0.1	0.08	0.78	0.17%
ก.ค. 45	694	0.3	0.3	0.2	0.1	-	0.9	0.13%
ส.ค. 45	432	0.7	-	0.05	-	0.5	1.25	0.29%
ก.ย. 45	538	-	0.4	-	0.7	0.3	1.4	0.26%
ต.ค.45	428	0.2	0.6	-	0.3	0.1	1.2	0.28%
พ.ย. 45	484	0.5	0.5	0.53	0.7	-	2.23	0.46%
ธ.ค. 45	583	0.6	0.6	-	-	0.4	1.6	0.27%
รวม	5,046	4	4.7	1.68	4.2	1.98	16.56	0.33%
ก.พ. 46	250	0.4	0.2	0.01	0.2	0.05	0.86	0.34%
มี.ค. 46	320	-	0.08	0.02	0.3	0.06	0.46	0.14%
เม.ษ. 46	245	0.3	0.12	-	0.2	0.12	0.74	0.30%
พ.ค. 46	345	0.06	0.08	0.04	-	0.05	0.23	0.07%
รวม	1,160	0.76	0.48	0.07	0.7	0.28	2.29	0.20%
ก.ค. 46	267	0.15	0.02	-	0.3	0.01	0.48	0.18%
ส.ค. 46	231	0.03	0.01	0.01	0.2	0.02	0.27	0.12%
ก.ย. 46	290	-	0.03	-	0.1	0.01	0.14	0.05%
ต.ค. 46	321	0.01	-	0.02	0.24	-	0.27	0.08%
รวม	1,109	0.19	0.06	0.03	0.84	0.04	1.16	0.10%







ผลการตรวจสอบกระจกที่ QA เจอเพิ่มจากที่ห้องมืดขีดมา

มีนาคม-ธันวาคม 2545

กระจกที่ผ่านการตรวจสอบมาจากห้องมืด		กระจกที่ตรวจสอบโดย QA.
แผ่นที่	จำนวน Stone ที่ขีดมา	Stone ที่เจอเพิ่ม
1	35	1
2	28	0
3	35	1
4	29	0
5	38	0
6	21	0
7	25	0
8	14	1
9	21	0
10	25	0
11	24	0
12	22	0
13	12	0
14	16	0
15	16	0
16	24	0
17	19	1
18	21	0
19	19	0
20	15	0
21	14	0
22	11	0
23	23	0
24	32	0
25	35	0
26	34	0
27	37	0
28	39	0
29	31	0
30	35	1
	750	5

กุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2546

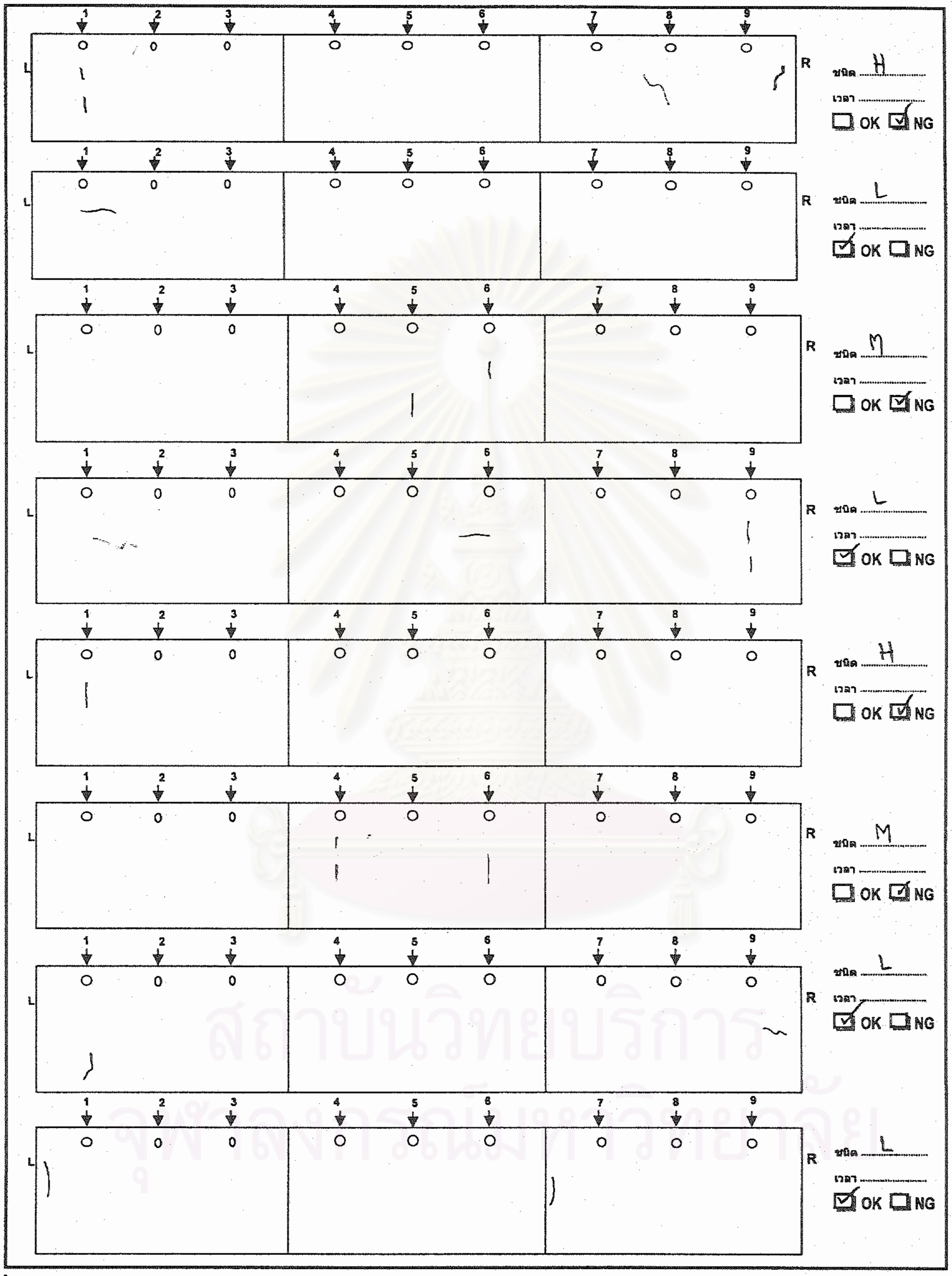
กระจกที่ผ่านการตรวจสอบมาจากห้องมืด		กระจกที่ตรวจสอบโดย QA.
แผ่นที่	จำนวน Stone ที่ขีดมา	Stone ที่เจอเพิ่ม
1	30	0
2	45	0
3	20	0
4	35	0
5	24	0
6	32	0
7	35	0
8	25	0
9	26	0
10	31	0
11	30	0
12	31	0
13	38	0
14	40	0
15	26	0
16	18	0
17	22	0
18	38	0
19	24	1
20	45	0
21	36	0
22	35	0
23	28	0
24	26	0
25	25	0
26	32	0
27	34	0
28	38	0
29	29	1
30	33	0
	931	2

กรกฎาคม-ตุลาคม 2546

กระจกที่ผ่านการตรวจสอบมาจากห้องมืด		กระจกที่ตรวจสอบโดย QA.
แผ่นที่	จำนวน Stone ที่ขีดมา	Stone ที่เจอเพิ่ม
1	25	0
2	23	0
3	12	0
4	32	0
5	45	0
6	30	1
7	28	0
8	26	0
9	24	0
10	29	0
11	30	0
12	31	0
13	33	0
14	24	0
15	22	0
16	23	0
17	29	0
18	28	0
19	27	0
20	22	0
21	23	0
22	25	0
23	24	0
24	26	0
25	28	0
26	23	0
27	22	0
28	21	0
29	25	0
30	29	0
	789	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบฟอร์มการเช็ครอยขีดข่วน



รายงานโดย .... รับทราบโดย .... อนุมัติโดย ....

(พนักงานแผนกตรวจสอบคุณภาพ) (หัวหน้ากะฝ่ายตัดและบรรจุ) (วิศวกรแผนกตรวจสอบคุณภาพ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบฟอร์มการเช็คความหนา

spec : 2.50-2.55 mm.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ชนิด / เวลา	OK / NG
L	2.51	2.50	2.52	2.50	2.51	2.51	2.50	2.52	2.51	ชนิด PGFL2.5 เวลา 14:00	☑ OK ☐ NG
L	2.50	2.54	2.55	2.50	2.51	2.50	2.51	2.51	2.52	ชนิด ... เวลา ...	☑ OK ☐ NG
L	2.53	2.53	(2.61)	2.52	2.51	2.51	2.52	2.52	2.53	ชนิด ... เวลา ...	☐ OK ☑ NG
L	2.51	2.53	(2.58)	2.55	2.53	2.51	2.50	2.52	2.53	ชนิด ... เวลา ...	☐ OK ☑ NG
L	2.52	2.53	2.55	2.50	2.51	2.52	2.54	2.52	2.51	ชนิด ... เวลา ...	☑ OK ☐ NG
L	2.52	2.50	2.53	2.52	2.51	2.50	2.51	2.52	2.52	ชนิด ... เวลา ...	☑ OK ☐ NG
L	2.51	2.51	2.52	2.52	2.51	2.51	2.50	2.51	2.51	ชนิด ... เวลา ...	☑ OK ☐ NG
L	2.54	2.51	2.52	(2.57)	2.55	2.54	2.50	2.57	2.51	ชนิด ... เวลา ...	☐ OK ☑ NG

L/O 3 P/L (375 Pcs.)

รายงานโดย .... (พนักงานแผนกตรวจสอบคุณภาพ)

รับทราบโดย .... (หัวหน้ากะฝ่ายตัดและบรรจุ)

อนุมัติโดย .... (วิศวกรแผนกตรวจสอบคุณภาพ)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางธัญญาภรณ์ ธนบุญสมบัติ เกิดวันที่ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2516 จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีอุสาหกรรมเซรามิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จากสถาบันราชภัฏพระนคร ได้เข้ารับการศึกษาด้านวิศวกรรมอุสาหการในระดับปริญญาโท ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปี พ.ศ. 2544 ปัจจุบันทำงานอยู่ที่ บริษัท กระจกไทยอาซาฮี จำกัด (มหาชน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย