การลดของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นในอุตสาหกรรมยานยนต์โดยการประยุกต์ใช้แนวทางของซิกซ์ ซิกมา (DMAIC)

นางสาว ปวีณ์สุดา ปานอำไพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEFECT REDUCTION FOR EVAPORATOR PRODUCT IN AUTOMOTIVE INDUSTRY USING SIX SIGMA APPROACH (DMAIC)

Miss Paweesuda Panumpai

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นในอุตสาหกรรมยานยนต์โดยการประยุกต์ใช้แนวทางของซิกซ์ ซิกมา (DMAIC)
โดย	นางสาว ปวีณ์สุดา ปานอำไพ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกลุไทย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปวีณ์สุดา ปานอำไพ : การลดของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นในอุตสาหกรรมยานยนต์โดยการประยุกต์ใช้แนวทางของซิกซ์ ซิกมา (DMAIC). (DEFECT REDUCTION FOR EVAPORATOR PRODUCT IN AUTOMOTIVE INDUSTRY USING SIX SIGMA APPROACH (DMAIC)) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดำรงค์ ทวีแสง-สกุลไทย, 195 หน้า.

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์แนวทางในการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกม่า 5 ขั้นตอน (DMAIC) การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และเครื่องมือคุณภาพต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในโรงงานกรณีศึกษา

การดำเนินงานสามารถสรุปได้ดังนี้ 1. การนิยามปัญหา ศึกษาสภาพปัญหาของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต กำหนดเป้าหมาย ขอบเขตของการปรับปรุง และจัดจั้งทีมงาน 2. การวัดสภาพปัญหา เก็บข้อมูลแยกประเภทของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นและชิ้นส่วน Core plate ซึ่งมีมูลค่าการทิ้งสูงสุด 3. การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสียโดยการระดมสมองเพื่อทำแผนภูมิก้างปลา และ FMEA ซึ่งมีการประเมินค่าความรุนแรงของผลกระทบ (S), โอกาสที่จะเกิดผลกระทบ (O) และความสามารถในการตรวจพบข้อบกพร่อง (D) จากนั้นคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) เพื่อเลือกสาเหตุที่มีค่า RPN สูงกว่า 100 คะแนนมาทำการแก้ไข 4. การปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ค่า RPN ลดต่ำกว่า 100 คะแนน จึงทำการติดตั้งระบบควบคุมเครื่องจักร ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดขนาดชิ้นงาน และฝึกอบรมวิธีการทำงานที่ถูกต้องแก่พนักงาน และ 5. การควบคุม จัดทำบอร์ดชี้ควบคุมปริมาณของเสีย และจัดเอกสารควบคุมการผลิต เพื่อให้การผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด จากนั้นเปรียบเทียบข้อมูลของเสียก่อนและหลังทำการแก้ไขปรับปรุง

ผลของงานวิจัยนี้ พบว่าสามารถลดอัตราการเกิดของเสียตัวงานคอยล์เย็นจาก 0.216% ลดลงเหลือ 0.107% หรือลดลง 50.46% ลดจำนวนของเสียโดยเฉลี่ยของชิ้นส่วน Core plate จาก 3,333 ชิ้นต่อเดือนลดลงเหลือ 648 ชิ้นต่อเดือน ส่งผลให้มูลค่าของเสียของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นลดลงจาก 0.019% ลงเหลือ 0.007% หรือลดลง 63.16%

ภาควิชา...วิศวกรรมอุตสาหการ...ลายมือชื่อนิสิต...ปวีณ์สุดา ปานอำไพ...
สาขาวิชา...วิศวกรรมอุตสาหการ...ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา...2553.....

5271434021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : DEFECT REDUCTION / SIX SIGMA / DMAIC/ FMEA / EVAPORATOR

PAWEESUDA PANUMPAI : DEFECT REDUCTION FOR EVAPORATOR PRODUCT IN AUTOMOTIVE INDUSTRY USING SIX SIGMA APPROACH (DMAIC). ADVISOR : ASSOC.PROF.DAMRONG THAWESAENGSKULTHAI, 195 pp.

This thesis applies 5 procedures of Six Sigma (DMAIC) Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) and other quality tools approach with the aim to reduce defect of evaporator production process in studied factory.

The procedures could be concluded as follows: 1. Define phase, defect of production process error, objective and working team of project are identified. 2. Measure phase, collect defect data of Evaporator and Core plate part which have the highest discard value, by defect type categories. 3. Analyze phase, to analysis causes of defection by brainstorming for Fish Bone Diagram and FMEA which assessment of defect severity (S), defect opportunity (O) and defect detection (D) and then calculated Risk Priority Number (RPN) to select causes that have RPN more than 100 point and be improved afterwards. 4. Improve phase, reduce RPN to less than 100 point by install machine control system and sensor to measure work piece size. And worker training for the right working method and 5. Control phase, provide defect control boards and production control documents for the highest production efficiency. After improvement, defect data was compared with before improvement.

The result has shown that evaporator product defect ratio from production error can be reduced from 0.216% to 0.107% or 50.46% reduction. Core plate part can be reduced from 3,333 to 648 pieces/ month. Furthermore, it led that evaporator product defect value to be decreased from 0.19% to 0.007% or 63.16% reduction.

Department : Industrial Engineering Student's Signature Paweesuda P.

Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความรู้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำต่างๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีโดยตลอด ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ร่วมเป็นประธานกรรมการ และกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช ที่กรุณาให้ข้อแนะนำและตรวจสอบความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ตลอดจนให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในงานวิจัย จนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณมนตรี มุสิทธิ์มณี ผู้จัดการทั่วไปแผนกวิศวกรรมการผลิต โรงงานกรณีศึกษา ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย รวมถึงคำแนะนำและความช่วยเหลือในการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเป็นอย่างดี ขอขอบคุณคณะทำงานที่ช่วยในการระดมสมอง เพื่อทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มิได้กล่าวไว้ในที่นี้ด้วย และขอขอบคุณโรงงานกรณีศึกษาที่ให้โอกาสในการเข้าไปทำการวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยให้การสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ณ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษาและ ผลิตภัณฑ์กรณีศึกษา..... 2

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 7

1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 8

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ..... 8

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 8

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 9

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 11

2.1 ระบบการระบายความร้อน..... 11

2.2 วงจรทำความเย็นของแอร์รถยนต์..... 12

2.3 ตัวแบบซิกซ์ ซิกม่า..... 13

2.4 การควบคุมคุณภาพทางวิศวกรรม..... 18

2.5 การบริหารอุตสาหกรรมการผลิต..... 27

2.6 การควบคุมกระบวนการโดยใช้เทคนิคสถิติ..... 29

2.7 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น..... 31

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 39

หน้า

บทที่ 3 การนิยามปัญหา (Define Phase)..... 44
3.1 ศึกษากระบวนการผลิตคอยล์เย็น..... 44
3.2 กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ และเป้าหมาย..... 50
3.3 การจัดตั้งทีมงาน..... 53

บทที่ 4 การวัดสภาพปัญหา (Measure Phase)..... 55
4.1 แนวทางการวัดและเก็บข้อมูลเบื้องต้น..... 55
4.2 สภาพปัญหาของเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต..... 56
4.3 สภาพปัญหาของข้อมูลของเสียในกระบวนการคอยล์เย็น..... 57
4.4 ข้อมูลเกี่ยวกับของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นและชิ้นส่วน Core plate..... 59
4.5 สรุปผลการวัดข้อมูลเบื้องต้น..... 66

บทที่ 5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)..... 67
5.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุจากเอกสารควบคุมกระบวนการผลิต..... 67
5.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการเกิดของเสียที่เกิดจากความผิดพลาด
ของกระบวนการผลิต..... 84
5.3 สรุปสาเหตุหลักของข้อบกพร่องในงานเสียแต่ละประเภท..... 88
5.4 สรุปผลการเลือกสาเหตุหลักของการเกิดงานเสีย..... 89

บทที่ 6 การปรับปรุงแก้ไขปัญหา (Improve Phase)..... 93
6.1 ระยะที่ 1 การแก้ไขสาเหตุของปัญหาที่ก่อให้เกิดข้อบกพร่อง..... 93
6.1.1 การแก้ไขปัญหาของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น..... 93
6.1.2 การแก้ไขปัญหาของเสียประเภทชิ้นส่วน core plate..... 104
6.2 ระยะที่ 2 จัดทำเอกสารคู่มือการควบคุมคุณภาพ..... 104

หน้า

บทที่ 7 การควบคุม (Control Phase)..... 108
7.1 การจัดทำบอร์ดชี้วัดของเสียในกระบวนการผลิต..... 108
7.2 การจัดทำเอกสารการควบคุมกระบวนการผลิต..... 110
7.2.1 แผนควบคุมการผลิต..... 110
7.2.2 ใบหัวข้อในการควบคุมกระบวนการผลิต..... 113
7.2.3 ใบตรวจสอบกระบวนการผลิต..... 114
7.3 สรุปการควบคุมกระบวนการผลิตคอยล์เย็น..... 118

บทที่ 8 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังทำการปรับปรุง..... 119
8.1 การเปรียบเทียบค่า RPN ก่อนและหลังทำการแก้ไขปรับปรุง..... 119
8.2 การเปรียบเทียบผลการดำเนินงานการลดของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต..... 122
8.3 สรุปผลการเปรียบเทียบการดำเนินการทำวิจัย..... 124

บทที่ 9 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 125
9.1 สรุปผลงานวิจัย..... 125
9.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย..... 128
9.3 ปัญหาและอุปสรรค..... 129
9.4 ข้อเสนอแนะ..... 129

รายการอ้างอิง..... 131
ภาคผนวก..... 133
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น..... 134
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Inner fin และ Outer fin 171
ภาคผนวก ค แผนควบคุมการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น..... 176
ภาคผนวก ง ใบหัวข้อในการควบคุมกระบวนการผลิต..... 187
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 195

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ขั้นตอนของกระบวนการ ซิกซ์ ซิกมา กิจกรรมที่ดำเนินงาน และเครื่องมือต่างๆ ที่นิยมนำมาใช้	15
2.2	ขั้นตอนของกระบวนการ ซิกซ์ ซิกมา กิจกรรมที่ดำเนินงาน และเครื่องมือต่างๆ ที่นิยมนำมาใช้ (ต่อ)	16
2.3	ขั้นตอนของกระบวนการ ซิกซ์ ซิกมา กิจกรรมที่ดำเนินงาน และเครื่องมือต่างๆ ที่นิยมนำมาใช้ (ต่อ)	17
2.4	ชนิดของความผันแปร	30
2.5	ชนิดของแผนภูมิควบคุม	30
2.6	ค่าอัตราส่วนสมรรถภาพกระบวนการ (PCR) ของลักษณะกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ	31
2.7	เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น	34
2.8	เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น (ต่อ)	35
2.9	เกณฑ์การประเมินโอกาสที่จะเกิดผลกระทบขึ้น	36
2.10	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการควบคุมข้อบกพร่อง	37
2.11	เกณฑ์การประเมินความสามารถในการควบคุมข้อบกพร่อง (ต่อ)	38
3.1	แสดงหน้าที่ความรับผิดชอบของทีมงานในแต่ละแผนก	53
5.1	หน้าที่ ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต ลักษณะความล้มเหลวที่อาจะกิดขึ้น และผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว ของกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate	70
5.2	หน้าที่ ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต ลักษณะความล้มเหลวที่อาจะกิดขึ้น และผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว ของกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)	71
5.3	หน้าที่ ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต ลักษณะความล้มเหลวที่อาจะกิดขึ้น และผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว ของกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)	72
5.4	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate	76

ตารางที่ หน้า

5.5 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)..... 77

5.6 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)..... 78

5.7 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)..... 79

5.8 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)..... 80

5.9 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate..... 82

5.10 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)..... 83

5.11 สรุปการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบงานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น... 88

5.12 สรุปการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบงานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate..... 89

5.13 สรุปการประเมิณค่า RPN แบ่งตามชนิดของเสีย โดยอ้างอิงจาก FMEA ของงานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น..... 90

5.14 สรุปการประเมิณค่า RPN แบ่งตามชนิดของเสีย โดยอ้างอิงจาก FMEA งานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate..... 91

6.1 สรุปแนวทางการดำเนินการแก้ไขสาเหตุหลักของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นของเสียชนิดงานรั่ว..... 94

6.2 สรุปแนวทางการดำเนินการแก้ไขสาเหตุหลักของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นของเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก..... 98

6.3 สรุปแนวทางการดำเนินการแก้ไขสาเหตุหลักของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นของเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก..... 104

7.1 แผนควบคุมกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate และกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate..... 111

7.2 แผนควบคุมกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate และกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)..... 112

ตารางที่ หน้า

8.1 เปรียบเทียบค่า RPN ก่อนและหลังทำการปรับปรุง งานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ชนิดงานรั่ว และชนิดงานลักษณะผิดปกติภายนอก..... 119
8.2 เปรียบเทียบค่า RPN ก่อนและหลังทำการปรับปรุง งานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ชนิดงานรั่ว และชนิดงานลักษณะผิดปกติภายนอก (ต่อ)..... 120
8.3 เปรียบเทียบค่า RPN ก่อนและหลังทำการปรับปรุง งานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate..... 121
9.1 สรุปสาเหตุของข้อบกพร่องและแนวทางในการแก้ไขงานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นชนิดงานรั่ว..... 126
9.2 สรุปสาเหตุของข้อบกพร่องและแนวทางในการแก้ไขงานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นชนิดงานลักษณะผิดปกติภายนอก..... 127
9.3 สรุปสาเหตุของข้อบกพร่องและแนวทางในการแก้ไขงานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate..... 128
ก-1 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นงาน Core plate..... 135
ก-2 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นงาน Core plate (ต่อ)..... 136
ก-3 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเคลือบ flux บนชิ้นงาน Core plate..... 137
ก-4 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเคลือบ flux บนชิ้นงาน Core plate (ต่อ)..... 138
ก-5 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการอบชิ้นงาน Core plate หลังกระบวนการเคลือบ flux..... 139
ก-6 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการอบชิ้นงาน Core plate หลังกระบวนการเคลือบ flux (ต่อ)..... 140
ก-7 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการอบชิ้นงาน Core plate หลังกระบวนการเคลือบ flux (ต่อ)..... 141
ก-8 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin..... 142

ตารางที่		หน้า
ก-9	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ).....	143
ก-10	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ).....	144
ก-11	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ).....	145
ก-12	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ).....	146
ก-13	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ).....	147
ก-14	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ).....	148
ก-15	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate.....	149
ก-16	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate (ต่อ).....	150
ก-17	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate (ต่อ).....	151
ก-18	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin.....	152
ก-19	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin (ต่อ).....	153
ก-20	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin (ต่อ).....	154
ก-21	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin (ต่อ).....	155
ก-22	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin (ต่อ).....	156

ตารางที่		หน้า
ก-23	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin (ต่อ).....	157
ก-24	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการ Core assembly.....	158
ก-25	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการมัดลวด.....	159
ก-26	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการมัดลวด (ต่อ).....	160
ก-27	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง.....	161
ก-28	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ).....	162
ก-29	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ).....	163
ก-30	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ).....	164
ก-31	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ).....	165
ก-32	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ).....	166
ก-33	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ).....	167
ก-34	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก.....	168
ก-35	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก (ต่อ).....	169
ก-36	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก (ต่อ).....	170

ตารางที่		หน้า
ข-1	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Inner fin.....	172
ข-2	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ).....	173
ข-3	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Outer fin.....	174
ข-4	ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Outer fin (ต่อ).....	175
ค-1	แผนควบคุมกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นงาน Core plate และกระบวนการเคลือบ flux.....	177
ค-2	แผนควบคุมกระบวนการอบชิ้นงาน และกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Inner fin.....	178
ค-3	แผนควบคุมกระบวนการขึ้นรูป Inner fin.....	179
ค-4	แผนควบคุมกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate.....	180
ค-5	แผนควบคุมกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Outer fin และกระบวนการขึ้นรูป Outer fin.....	181
ค-6	แผนควบคุมกระบวนการ Core assembly และกระบวนการมัดลวด.....	182
ค-7	แผนควบคุมกระบวนการมัดลวด (ต่อ) และกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง.....	183
ค-8	แผนควบคุมกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ).....	184
ค-9	แผนควบคุมกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ) และกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก.....	185
ค-10	แผนควบคุมกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก (ต่อ).....	186

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น.....	2
1.2	ส่วนประกอบของคอยล์เย็น.....	3
1.3	ชิ้นส่วน Core plate (Main)….....	4
1.4	ชิ้นส่วน Core plate (In-Out plug).....	4
1.5	การเปรียบเทียบชิ้นส่วน Core plate (Main) และ ชิ้นส่วน Core plate (In plug)	5
1.6	ชิ้นส่วน Inner fin.....	5
1.7	กระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับชิ้นส่วน Core plate6.....	5
1.8	ชิ้นส่วน Joint block.....	5
1.9	ชิ้นส่วน Side plate.....	6
1.10	ชิ้นส่วน End plate.....	6
1.11	ชิ้นส่วน Outer fin.....	6
1.12	วงจรการไหลของสารทำความเย็นภายในผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น.....	7
2.1	ส่วนประกอบของระบบระบายแอร์ในรถยนต์.....	11
2.2	วงจรการทำความเย็น.....	12
2.3	วงจรการไหลของสารทำความเย็นภายในวงจรทำความเย็น.....	12
2.4	ความสัมพันธ์ของวงจรตัวแบบของซิกซ์ ซิกม่าและวงจรการควบคุมคุณภาพของเดมมิ่ง.....	13
2.5	DMAIC: แผนที่เส้นทางการแก้ปัญหาตามกระบวนการ 5 ขั้นของซิกซ์ ซิกมา….	14
3.1	แผนผังการไหลของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น.....	44
3.2	วัตถุดิบ Core plate ขณะอยู่ในเครื่องขึ้นรูป.....	45
3.3	กระบวนการระเหยน้ำมันออกจจากตัวงาน Core plate.....	45
3.4	การนำชิ้นส่วน Core plate ชุบลงใบบ่อ flux เปียก.....	46
3.5	การนำชิ้นส่วน Core plate หลังชุบ flux เปียกเข้าเครื่องอบ.....	46
3.6	ชิ้นส่วน Inner fin หลังการขึ้นรูปก่อนถูกส่งไปตัดความยาวตามขนาดที่ต้องการ.	46
3.7	กระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับชิ้นส่วน Core plate.....	47
3.8	กระบวนการประกอบ Core assembly.....	47
3.9	ชิ้นงานที่ถูกอุปกรณ์จับยึดบังคับตำแหน่งชิ้นส่วนต่างๆ.....	48

ภาพที่		หน้า
3.10	การป้อนชิ้นส่วนเข้าเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง.....	48
3.11	มูลค่าอัตราส่วนของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นเทียบกับมูลค่าของสินค้าที่ขายได้ทั้งหมด (ก่อนการปรับปรุง).....	50
3.12	กลุ่มของเสียที่มีการทิ้งของโรงงานกรณีศึกษา.....	51
3.13	สัดส่วนมูลค่าของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 (แบ่งตามรหัสการทิ้งของเสีย).....	51
3.14	สัดส่วนมูลค่าของเสียโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 (แบ่งตามรหัสการทิ้งของเสีย).....	52
4.1	สัดส่วนมูลค่าของเสียโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต รหัสของเสีย 31 แบ่งตามชนิดของของเสีย ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552.....	58
4.2	แผนภูมิพาเรโตสัดส่วนของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิตแยกตามประเภทของเสียตั้งแต่เดือน เมษายน ถึง ตุลาคม 2552.....	59
4.3	อัตราส่วนการเกิดของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552.....	60
4.4	อัตราส่วนโดยเฉลี่ยของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552.....	61
4.5	สัดส่วนโดยเฉลี่ยของเสียรหัส 31 ประเภทตัวงานคอยล์เย็น แบ่งตามชนิดของเสีย โดยเทียบจากงานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นทั้งหมด ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552.....	62
4.6	แผนภูมิพาเรโตอัตราการเกิดของเสียโดยเฉลี่ยรหัส 31 ประเภทตัวงานคอยล์เย็น ชนิดงานรั่ว ผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552.....	63
4.7	แผนภูมิพาเรโตอัตราการเกิดของเสียโดยเฉลี่ยรหัส 31 ประเภทตัวงานคอยล์เย็น ชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก ผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552.....	64
4.8	จำนวนของเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552.....	65

ภาพที่		หน้า
4.9	โครงสร้างของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น.....	66
5.1	กระบวนการผลิตที่จะนำมาทำการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียในกระบวนการที่ 1 ถึงกระบวนการที่ 11.....	68
5.2	แผนผังก้างปลาในการหาสาเหตุของชิ้นส่วน Core plate ไม่ได้มาตรฐาน.....	74
5.3	การเพิ่มกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate วัตถุดิบ Inner fin และวัตถุดิบ Outer fin.....	81
5.4	แผนผังก้างปลาในการหาสาเหตุของงานเสียชนิดงานรั่ว.....	85
5.5	แผนผังก้างปลาในการหาสาเหตุของงานเสียชนิดงานลักษณะผิดปกติภายนอก.....	86
5.6	แผนผังก้างปลาในการหาสาเหตุของงานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate.....	87
5.7	การเลือกสาเหตุหลักของข้อบกพร่องจากค่า RPN (ก่อนการปรับปรุง).....	91
6.1	การติดตั้งเซ็นเซอร์ในเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate.....	95
6.2	เส้นทางส่งงานที่มีขนาดไม่ได้มาตรฐานไปยังถังทิ้งของเสีย.....	95
6.3	แผงควบคุมอุณหภูมิของเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง.....	96
6.4	แผงควบคุมค่าออกซิเจนของเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง.....	96
6.5	ตัวปรับตั้งค่าการจ่ายไนโตรเจนของเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง...	96
6.6	แผงควบคุมของเครื่องระเหยน้ำมันออกจากชิ้นส่วน Core plate.....	97
6.7	บริเวณติดตั้งอุปกรณ์วัดขนาดของวัตถุดิบ Core plate	97
6.8	เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน และจุดของการปฏิบัติงานกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate	99
6.9	เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน และจุดของการปฏิบัติงานกระบวนการ Core assembly	100
6.10	ตัวอย่างกล่องใส่ชิ้นส่วนต่างๆ ในการเคลื่อนย้าย.....	101
6.11	ตัวอย่างอุปกรณ์ช่วยในการตรวจสอบชิ้นส่วนในการประกอบที่กระบวนการ Core assembly.....	101
6.12	บริเวณติดตั้งอุปกรณ์วัดขนาดของวัตถุดิบ Core plate.....	102

ภาพที่ หน้า

6.13 อัตราการเกิดของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ก่อนการปรับปรุงและหลังจากเริ่มมีการปรับปรุงระยะที่ 1..... 102

6.14 จำนวนการเกิดงานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ก่อนการปรับปรุงและหลังจากเริ่มมีการปรับปรุงระยะที่ 1..... 103

6.15 ตัวอย่างเอกสารคู่มือควบคุมคุณภาพ..... 105

6.16 ตัวอย่างเอกสารคู่มือควบคุมคุณภาพ (ต่อ)..... 106

7.1 การนำงานเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นของแต่ละวันมาทำการประชุม..... 108

7.2 บอร์ดบันทึกของเสียที่ใช้ในการประชุมทุกเช้าของทุกวันผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น..... 109

7.3 บอร์ดบันทึกของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น..... 109

7.4 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิต..... 113

7.5 ตัวอย่างใบตรวจสอบชิ้นงานของกระบวนการขึ้นรูปCore plate..... 115

7.6 ตัวอย่างใบตรวจสอบสภาวะเครื่องจักรของกระบวนการอบชิ้นงาน..... 116

7.7 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมกระบวนการขึ้นรูป Inner fin และ Outer fin..... 117

8.1 ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ก่อนและหลังทำการปรับปรุง..... 121

8.2 เปรียบเทียบอัตราการเกิดของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นก่อนและหลังการปรับปรุง..... 122

8.3 อัตราการเกิดของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นหลังจากเริ่มทำงานวิจัย..... 123

8.4 จำนวนของเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ตั้งแต่เดือนพฤษจิกายน 2552 ถึงตุลาคม 2553..... 123

8.5 มูลค่าอัตราส่วนของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นเทียบกับมูลค่าของสินค้าที่ขายได้ทั้งหมด (หลังการปรับปรุง)..... 124

ง-1 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นงาน Core plate กระบวนการเคลือบ flux และ กระบวนการอบชิ้นงาน..... 188

ง-2 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการขึ้นรูป Inner fin..... 189

ง-3 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการขึ้นรูป Outer fin..... 190

ง-4 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate..... 190

ง-5 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการมัดลวด..... 191

ภาพที่		หน้า
ง-6	ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง.....	192
ง-7	ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ).....	193
ง-8	ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก	194

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันการคมนาคมขนส่ง การสัญจรไปมานับเป็นสิ่งสำคัญมากในการเดินทาง ซึ่งพาหนะนั้นก็เป็นสิ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการคมนาคมขนส่ง การสัญจรไปมาที่กลายมาเป็นปัจจัยหนึ่งในการดำเนินชีวิตของมนุษย์เมืองอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ หรือในอีกแง่หนึ่งมนุษย์เองก็หันมาให้ความสำคัญกับการมีรถยนต์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการมีรถยนต์ถือเป็นการบ่งบอกถึงฐานะทางสังคมอีกด้วยซึ่งกลายเป็นค่านิยมไปแล้วก็ว่าได้ สิ่งเหล่านี้ทำให้ธุรกิจประเภทนี้ดำรงอยู่และเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเทคโนโลยีที่ไม่หยุดนิ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นไปพร้อมๆ กับความต้องการของผู้บริโภคที่มีเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน ดังนั้นผลที่ตามมาก็คือ ธุรกิจประเภทเดียวกันก็ผุดขึ้นมากมายทำให้มีคู่แข่งจำนวนมาก และนับวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นอย่างมาก เนื่องจากระบบการค้าเป็นแบบเสรีลูกค้าสามารถเลือกซื้อที่ไหนก็ได้ ไม่ว่าจะเป็น การแข่งขันทางด้านราคา เทคโนโลยี คุณภาพของสินค้ารวมไปจนถึงสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งก็ส่งผลอันดีกลับมาแก่ผู้บริโภคให้มีตัวเลือกในการตัดสินใจเลือกซื้อได้ เพราะหากสินค้าไม่ดีจริง คุณภาพต่ำก็ไม่สามารถจะดำเนินธุรกิจในประเภทนี้ได้ ดังนั้นบริษัทจึงต้องปรับเปลี่ยนกลยุทธ์มาทำการควบคุมค่าใช้จ่าย และหาวิธีการลดต้นทุนการผลิตเพื่อให้ราคาสามารถแข่งขันได้ และมีกำไรเหลือพอสำหรับการดำเนินกิจการต่างประเทศ การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยในการลดต้นทุนของการผลิต โดยการควบคุมกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพื่อเป็นการลดของเสียที่เกิดจากความผิดปกติของกระบวนการผลิต

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานที่ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ด้านระบบปรับอากาศไม่ว่าจะเป็นชุดทำความเย็น เช่นตู้ปรับอากาศในห้องโดยสาร (HVAC: Heating Ventilation and Air Conditioning System) ที่ถูกติดตั้งอยู่ในแผงหน้ารถ ในปัจจุบันมีความต้องการให้ HVAC มีขนาดเล็ก มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้นและสามารถทำงานด้วยเสียงที่เบาขึ้น และผลิตภัณฑ์อีกชนิดหนึ่งคือ คอยล์เย็น หรือ Evaporator ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำความเย็นให้ความเย็นภายในห้องโดยสารภายในรถยนต์ โดยผลิตภัณฑ์ดังที่กล่าวไปแล้วจะถูกส่งขายให้กับบริษัทผู้ผลิตยานยนต์ทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงการผลิตอะไหล่ทดแทนจำหน่ายเฉพาะดีลเลอร์ของโรงงานเท่านั้น

ด้วยความมุ่งมั่นในด้านความปลอดภัย ความสะดวกสบาย โทรคมนาคม และการรักษาสิ่งแวดล้อม ผลิตภัณฑ์นานาชนิดมาจากการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ชนิดใหม่ๆ ซึ่งสายการผลิตของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยระบบปรับอากาศรถยนต์ ระบบการควบคุมเครื่องยนต์ ชิ้นส่วนที่เกี่ยวกับเครื่องยนต์ (ทั้งสำหรับจักรยานยนต์และเครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง) และมิเตอร์ โดยเสนอและจัดหาชิ้นส่วนในอุดมคติให้กับลูกค้าเพื่อตอบสนองทุกความต้องการ

1.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษาและผลิตภัณฑ์กรณีศึกษา

1.2.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานก่อตั้งขึ้นครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่นเมื่อปี 2492 ด้วยความมุ่งมั่นที่จะสร้างสรรค์อุปกรณ์ชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อความพึงพอใจสูงสุดของลูกค้า จึงได้พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอย่างต่อเนื่อง จนสามารถก้าวขึ้นเป็นบริษัทชั้นนำระดับโลกที่มีสาขาครอบคลุมทั้งในทวีปเอเชีย โอเชียเนีย ยุโรป อเมริกา รวมถึงประเทศไทยเพื่อให้บริการที่ครอบคลุมและเข้าถึงลูกค้ามากที่สุด

โรงงานกรณีศึกษาตั้งอยู่ที่ จังหวัดสมุทรปราการ ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2515 มีเนื้อที่ 41,000 ตารางเมตร โดยเป็นพื้นที่ที่เป็นโรงงาน 17,900 ตารางเมตร และปัจจุบันมีพนักงาน 822 คน โดยเป็นบริษัทร่วมทุนกับบริษัทท้องถิ่นภายใต้นโยบายการสนับสนุนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ภายในประเทศไทย ซึ่งในการก่อตั้งช่วงนั้นอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทยยังพัฒนาไม่มากนัก โรงงานกรณีศึกษาจึงถือเป็นผู้ผลิตและจำหน่ายชิ้นส่วนยานยนต์รายแรกของประเทศไทย ทำหน้าที่ผลิตชุดทำความเย็น และคอยล์เย็น โดยการผลิตส่วนใหญ่จะเป็นการประกอบชุดสำเร็จรูปที่เรียกว่า "Knock-down" หรือชิ้นส่วนเบื้องต้นที่นำเข้าจากบริษัทแม่ที่ประเทศญี่ปุ่น

1.2.2 ผลิตภัณฑ์กรณีศึกษา

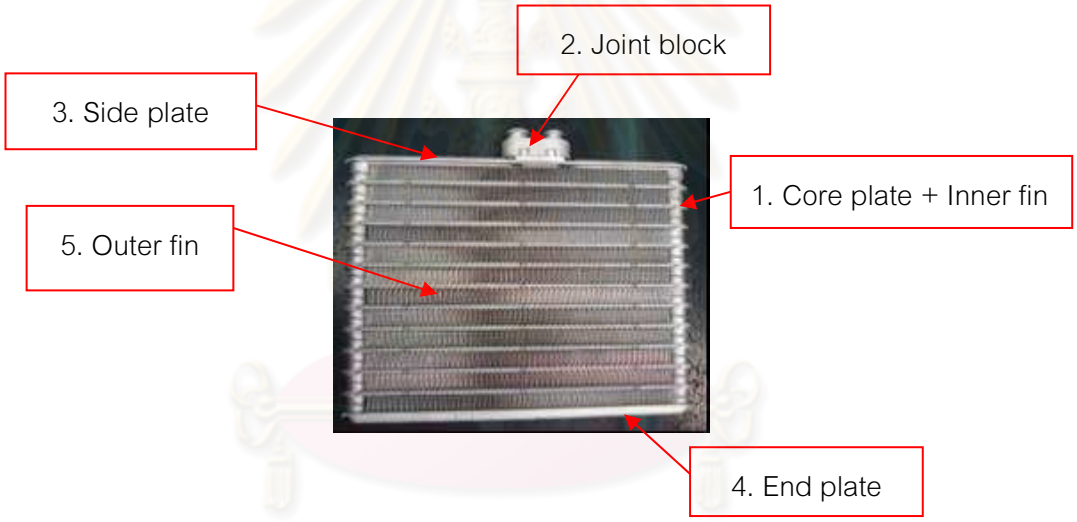
ผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น หรือ Evaporator

รูปที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น

อีวาโปเรเตอร์ หรือ คอยล์เย็น ให้ความเย็นภายในห้องโดยสาร โดยแปลงสารทำความเย็นให้อยู่ในรูปของก๊าซโดยได้รับความร้อนรอบ Fin (ครีบระบายความร้อน) และ Pipe (ท่อนำส่งสารทำความเย็น) อีวาโปเรเตอร์หรือคอยล์เย็นจะดึงความร้อนจากห้องโดยสารเพื่อทำให้สารทำความเย็นระเหยกลายเป็นก๊าซ คอยล์เย็นมีคุณประโยชน์ ดังต่อไปนี้

1. ประหยัดพลังงาน
2. มีน้ำหนักเบา
3. ประหยัดสารทำความเย็น
4. ขนาดท่อ pipe ลดลง

ส่วนประกอบของคอยล์เย็น มีชิ้นส่วนที่นำมาประกอบดังนี้



รูปที่ 1.2 ส่วนประกอบของคอยล์เย็น

ส่วนประกอบของคอยล์เย็น มีรายละเอียดของชิ้นส่วนที่นำมาประกอบดังนี้

1. Core plate ชิ้นส่วนที่เป็นทางเดินของสารทำความเย็น ภายในของ Core plate จะมี Inner fin ซึ่งจะทำให้ทางเดินของสารทำความเย็นใน Core plate นั้นแบ่งเส้นทางเดินออกเป็นช่องเล็กๆ เพื่อประสิทธิภาพในการทำความเย็นที่ดียิ่งขึ้น โดยปกติแล้วลักษณะทั่วไปของ Core plate จะสามารถพับแผ่น Core plate 2 ด้านเข้าหากัน และมีรู tank ทั้งหมด 4 รู โดยแต่ละรู tank นั้นจะปิดหรือเปิด ขึ้นอยู่แบบของ Core plate จะโดย Core plate ในชิ้นงาน 1 ตัวนั้น มีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ ดังต่อไปนี้

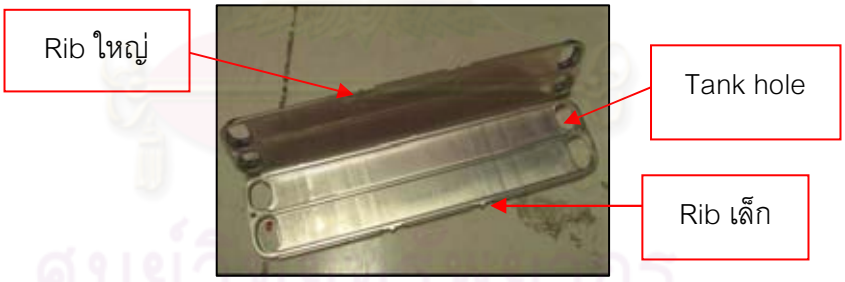
1) Core plate (Main) เมื่อพับแผ่น Core plate 2 ด้านเข้าหากัน จะมีรู tank เป็นรูเปิดทั้งหมด 4 รู และมีครีบบริเวณขอบของรู tank รูเล็ก (In hole) ความสูงของครีบประมาณ 1 มิลลิเมตร เพื่อรองรับกับการประกอบ Core plate ในชั้นถัดไป

2) Core plate (In-out plug) เมื่อพับแผ่น Core plate 2 ด้านเข้าหากัน จะมีรู tank เป็นรูเปิดทั้งหมด 2 รู โดย Core plate (In-out plug) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ขึ้นอยู่กับว่ารถยนต์นั้นเป็นพวงมาลัยคนขับเป็นด้านซ้ายหรือด้านขวา

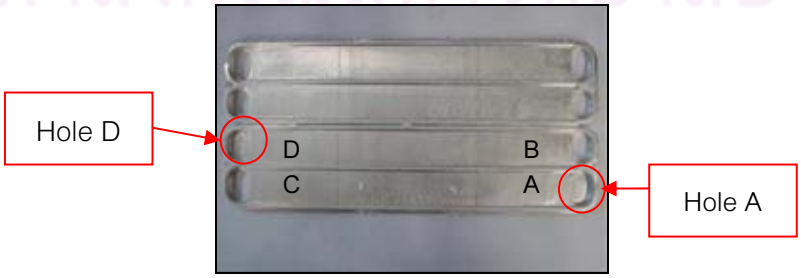
- รู tank เป็นรูปิดทั้งหมด 2 รู (รู A-D) จะเป็นของรถยนต์รุ่นพวงมาลัยซ้าย
- รู tank เป็นรูปิดทั้งหมด 2 รู (รู B-C) จะเป็นของรถยนต์รุ่นพวงมาลัยขวา

3) Core plate (In plug): เมื่อพับแผ่น Core plate 2 ด้านเข้าหากัน จะมีรู tank เป็นรูเปิดทั้งหมด 4 รู เหมือนกับ Core plate (Main) แต่จะต่างกันตรงที่ Core plate (In plug) นั้นจะไม่มีครีบขึ้นมา เพื่อรองรับกับรูปิดของ Side plate

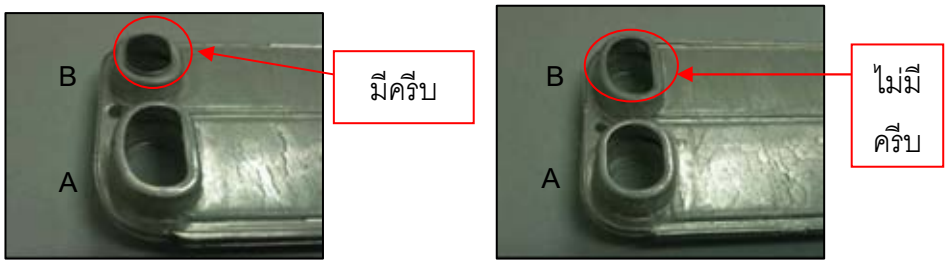
- รู tank เป็นรูเปิดทั้งหมด 4 และ รู B จะเป็นรูที่ไม่มีครีบ จะเป็นของรถยนต์รุ่นพวงมาลัยซ้าย
- รู tank เป็นรูเปิดทั้งหมด 4 และ รู D จะเป็นรูที่ไม่มีครีบ จะเป็นของรถยนต์รุ่นพวงมาลัยขวา



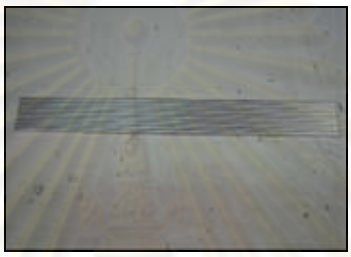
รูปที่ 1.3 ชิ้นส่วน Core plate (Main)



รูปที่ 1.4 ชิ้นส่วน Core plate (In-Out plug)



รูปที่ 1.5 การเปรียบเทียบชิ้นส่วน Core plate (Main) และ ชิ้นส่วน Core plate (In plug)



รูปที่ 1.6 ชิ้นส่วน Inner fin

รูปที่ 1.7 กระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับชิ้นส่วน Core plate

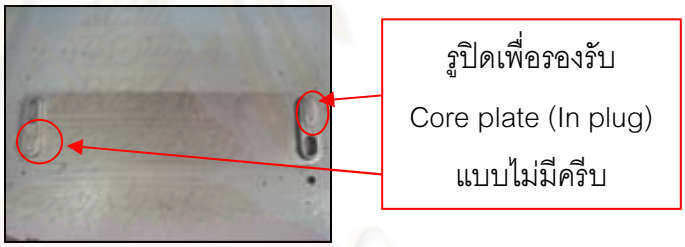
2. Joint block ชิ้นส่วนทำหน้าที่เป็นทางเข้า-ออกของสารทำความเย็น โดยจะมีรูทางเข้า (In-hole) และ รูทางเข้า (Out-hole)

รูปที่ 1.8 ชิ้นส่วน Joint block

3. Side plate ส่วนประกอบด้านบนและด้านล่างสุดของคอยล์เย็น ทำหน้าที่ส่งผ่านสารทำความเย็นจาก Joint block ไปยัง รู tank ของชิ้นส่วน Core plate จากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง

รูปที่ 1.9 ชิ้นส่วน Side plate

4. End plate ส่วนประกอบด้านบนและด้านล่างของคอยล์เย็น และอยู่ติดกับ Joint block และ Side plate ทำหน้าที่ส่งผ่านสารทำความเย็นจากชิ้นส่วน Joint block ไปยัง รู Tank ของชิ้นส่วน Core plate

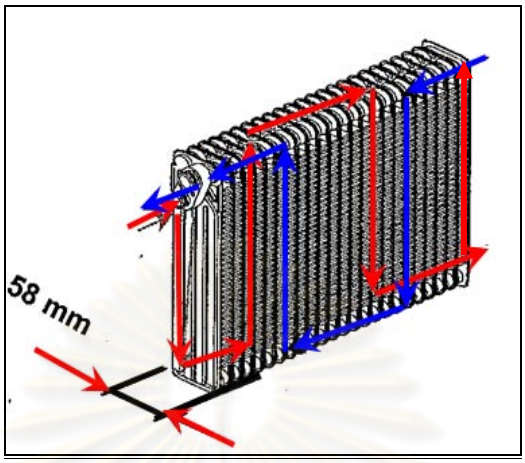


รูปที่ 1.10 ชิ้นส่วน End plate

5. Outer fin ทำหน้าที่ระบายความร้อนของสารทำความเย็นภายในชิ้นส่วน Core plate โดยอาศัยลมปะทะจากภายนอกเข้ามาเป็นส่วนช่วยในการระบายความร้อน

รูปที่ 1.11 ชิ้นส่วน Outer fin

ทิศทางการไหลของสารทำความเย็น



รูปที่ 1.12 วงจรการไหลของสารทำความเย็นภายในผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น

ทิศทางการไหลของสารทำความเย็นในตัวคอยล์เย็นมี 2 ทิศทางดังต่อไปนี้

1. เส้นสีแดง คือ ทิศทางการไหลของสารทำความเย็น จากภายนอกเข้ามาภายในตัวคอยล์เย็น
2. เส้นสีน้ำเงิน คือ ทิศทางการไหลของสารทำความเย็น จากภายในตัวคอยล์เย็น สู่ภายนอก

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อลดอัตราการเกิดของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดในกระบวนการผลิตคอยล์เย็น โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตและระบบควบคุมคุณภาพภายในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น โดยใช้แนวทางการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกมา (DMAIC: Define-Measure-Analysis-Improve-Control) การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิต (FMEA: Failure Mode and Effect Analysis) และเครื่องมือคุณภาพ มาช่วยในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และทำการปรับปรุงแก้ไข

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยกำหนดขึ้นเพื่อให้งานวิจัยนั้นอยู่ในขอบเขตของการศึกษาที่แคบลง และอยู่ในวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งมีอยู่ทั้งสิ้น 4 ประการ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นเท่านั้น

2. ศึกษาและปรับปรุงกระบวนการผลิตในส่วนที่ก่อให้เกิดของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิตเท่านั้น

3. ศึกษาและการปรับปรุงที่ผู้วิจัยเสนอแนะอาจจะไม่ได้ถูกนำการใช้ปรับปรุงในทุกๆ ข้อเสนอแนะ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเห็นพ้องต้องกันกับบริษัทกรณีศึกษาด้วย เนื่องจากบางข้อเสนอแนะอาจต้องใช้การลงทุนสูง

4. ทำการศึกษาเฉพาะกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตคอยล์เย็น ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การรับวัตถุดิบเข้ามาใช้งานของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ลดของเสียของที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นในโรงงานกรณีศึกษา

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับภายหลังจากทำงานวิจัยเสร็จสิ้นลงมีดังต่อไปนี้

1. ลดจำนวนของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น
2. ลดต้นทุนในการผลิตของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นของโรงงานกรณีศึกษา
3. เป็นแนวทางในการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิตคอยล์เย็น
4. ผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นได้อย่างมีคุณภาพ

1.7 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีเกี่ยวกับแนวทางการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกม่า (DMAIC) การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ (FMEA) และการควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม รวมถึงทฤษฎีอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

2. ระยะนิยามปัญหา (Define Phase) คือขั้นตอนการศึกษาและกำหนดปัญหา

1) ศึกษากระบวนการผลิตคอยล์เย็น ขั้นตอนการผลิตคอยล์เย็น แผนผังการไหลในกระบวนการไหลในกระบวนการ (Flow Process Chart) ตั้งแต่กระบวนการรับวัตถุดิบเข้ากระบวนการไปจนถึงกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนด้วยความร้อนสูง รวมทั้งรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

2) กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ และเป้าหมาย

3) จัดตั้งทีมงานกับหน่วยงานที่รับผิดชอบเพื่อเข้าร่วมในโครงการ โดยกำหนดผู้ที่เข้าร่วมให้เป็นผู้ที่มีความชำนาญในกระบวนการผลิตคอยล์เย็น

3. ระยะการวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา (Measure Phase) คือขั้นตอนการวัดสภาพปัญหา

1) หาแนวทางในการวัดและการเก็บข้อมูลเบื้องต้น

2) เก็บรวบรวมข้อมูลและพิจารณาสภาพปัญหาในปัจจุบันของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น เช่น เอกสารในการควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมด ลักษณะประเภทของของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด อัตราการเกิดของเสียในโรงงานตัวอย่าง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

3) ใช้แผนภูมิพาเรโตเพื่อทำการตัดปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลน้อยต่อการเกิดของเสียออก

4) สรุปผลการวัดข้อมูลเบื้องต้น

4. ระยะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase) คือขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา

1) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากระยะการวัดด้วยการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) และผังก้างปลา (Cause & Effect Diagram) โดยการระดมสมองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตคอยล์เย็น เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียเหล่านั้น

2) สรุปผลจากการหาสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดงานเสีย จากนั้นทำการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุที่จะนำมาทำการหาแนวทางการแก้ไข

3) ทำการสรุปแนวทางการแก้ไขปัญหา และทำการวางแผนการแก้ไข

5. ระยะการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve Phase) คือขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขปัญหา

1) ระดมสมองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องถึงแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยทำการแก้ไขสาเหตุหลักของปัญหาที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้แล้วว่ามีความเป็นไปได้ในการดำเนินการแก้ไข รวมถึงทำการเตรียมความพร้อมในการปรับปรุง เช่นการฝึกอบรมพนักงานในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน เป็นต้น

2) จัดทำเอกสารควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต

3) วิเคราะห์ผลการดำเนินการแก้ไข และวิเคราะห์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างทำการปรังปรุงแก้ไข เพื่อนำมาประชุมกันในทีมงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและทำการแก้ไขต่อไปจนได้แนวทางที่เหมาะสม

4) สรุปผลการดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

6. ระยะการติดตามควบคุม (Control Phase) คือขั้นตอนการควบคุมเพื่อรักษาสภาพหลังการปรับปรุง

1) จัดทำการตัวชี้วัดความสามารถของกระบวนการที่ทำให้ทุกแผนกที่เกี่ยวข้องสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมการลดของเสียของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น

2) จัดทำแผนควบคุม (Control Plan) ข้อกำหนดในการควบคุมของกระบวนการ (Process Control Item) และใบตรวจสอบ (Check Sheet) เพื่อควบคุมกระบวนการให้เป็นไปตามการปรับปรุงแก้ไขที่ได้ดำเนินการไว้

3) สรุปการควบคุมกระบวนการผลิตคอยล์เย็น

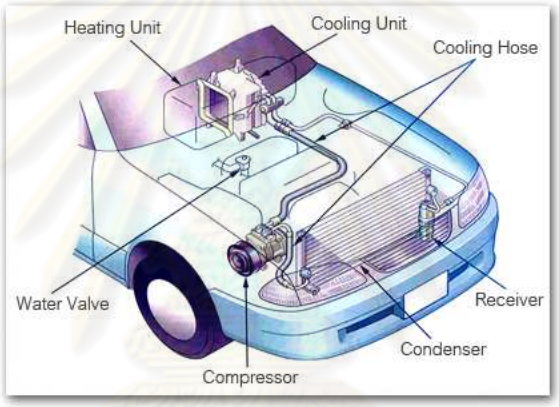
7. สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

8. เรียบเรียงและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบระบายความร้อน

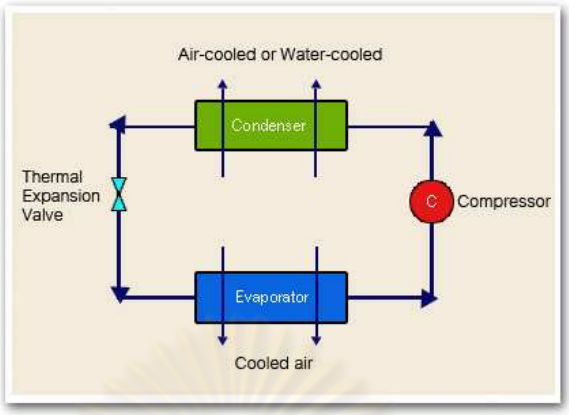
ระบบแอร์รถยนต์ คือ ระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณลมในห้องโดยสารเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีแก่ผู้โดยสาร การทำความเย็นของระบบปรับอากาศจะอาศัยหลักการระเหยของสารทำความเย็น และ เนื่องจากสารทำความเย็นมีราคาแพง ประกอบกับการให้ระเหยทิ้งไป จะทำให้เกิดผลเสียกับสภาพแวดล้อม เมื่อสารทำความเย็นระเหยและทำความเย็นแล้ว จึงต้องนำไปควบแน่นเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของระบบระบายแอร์ในรถยนต์

หลักการควบแน่นอาศัยการเพิ่มความดันให้กับไอระเหย หรืออัดไอ (Press) โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า คอมเพรสเซอร์ (Compressor) จนไอระเหยนั้นกลายเป็นของเหลวอีกครั้งหนึ่ง ในขณะที่อัดนี้ ไอระเหยก็จะคายความร้อนออกมาด้วย จึงต้องมีวิธีการระบายความร้อนนี้ออกไป โดยอาจจะใช้อากาศ (Air-cooled) หรือ น้ำ (Water-cooled) ในการระบายความร้อนก็ได้

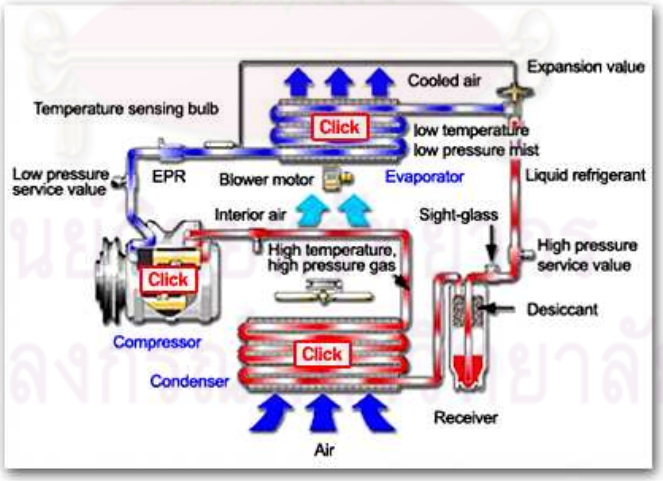
เมื่อสารทำความเย็นกลายเป็นของเหลวแล้ว การทำให้ของเหลวระเหยเพื่อทำความเย็นอีกครั้ง จะอาศัยการลดความดันลง โดยผ่านอุปกรณ์ลดความดัน สำหรับเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก มักจะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า วาล์วลดความดัน (Thermal Expansion Valve) หรือบางทีการใช้ขดท่อทองแดงเล็กๆ (Capillary Tube) ที่ให้ค่าแรงเสียดทานที่พอเหมาะ ก็ใช้ในการปรับลดความดันนี้ได้ดี ซึ่งจากที่กล่าวมานี้สามารถแสดงด้วยวงจรการทำความเย็น (Refrigeration Cycle) ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 วงจรการทำความเย็น

2.2 วงจรทำความเย็นของแอร์รถยนต์

วงจรการทำความเย็นของแอร์รถยนต์ ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ หรือบางที่เรียกว่าคอยล์ร้อน, ตัวดูดความชื้น, วาล์วลดความดัน และ อีวาโปเรเตอร์หรือคอยล์เย็น สารทำความเย็นจะถูกไหลเวียนอยู่ในระบบ โดยอีวาโปเรเตอร์หรือคอยล์เย็นจะทำหน้าที่ดูดความร้อนออกจากห้องโดยสารและปล่อยออกนอกรถโดยคอนเดนเซอร์หรือคอยล์ร้อน

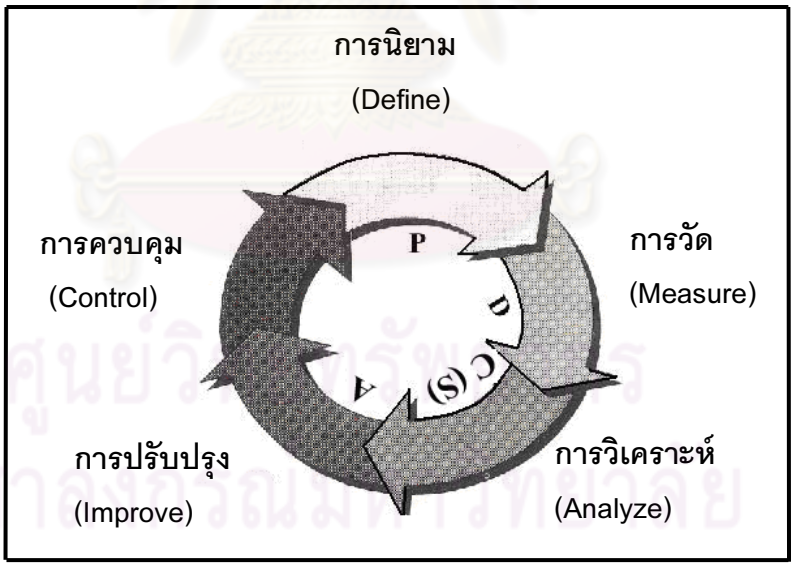


รูปที่ 2.3 วงจรการไหลของสารทำความเย็นภายในวงจรทำความเย็น

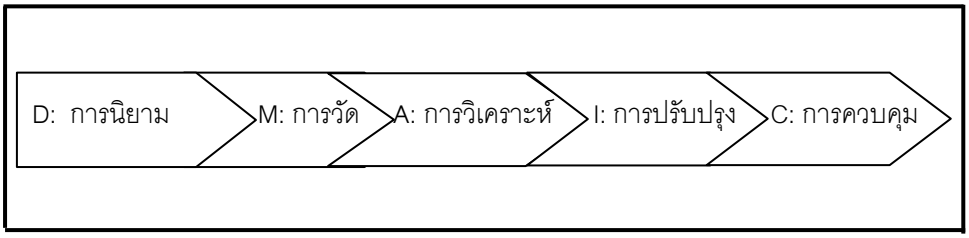
2.3 ตัวแบบซิกซ์ ซิกม่า

ตัวแบบ ซิกซ์ ซิกมา (DMAIC: Define – Measure – Analyze – Improve – Control) ในการประยุกต์ใช้ซิกซ์ ซิกมาในการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการนั้น มีขั้นตอนพื้นฐาน 5 ขั้นด้วยกันคือ การนิยาม (Define: D) การวัด (Measure: M) การวิเคราะห์ (Analyze: A) การปรับปรุง (Improve: I) และการควบคุม (Control: C) [DMAIC] โดยอาศัยฐานของวงจรการควบคุมคุณภาพของเดมมิ่ง (Deming) คือ วางแผน (Plan: P) ดำเนินการ (Do: D) ตรวจสอบหรือศึกษา (Check or Study: C or S) และปรับปรุง (Action: A) [PDC (S) A] ดังแสดงในรูปที่ 2.4

ในแนวทัศนะซิกซ์ ซิกมานั้น DMAIC ใช้เทคนิควิธีที่จะบรรลุเป้าหมายเชิงกลยุทธ์ด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อบ่งชี้แหล่งที่มาของความคลาดเคลื่อนและกำหนดแนววิธีในการกำจัดความคลาดเคลื่อนเหล่านั้น เรียกกันโดยทั่วไปว่า “องค์การซิกซ์ ซิกมา (six sigma organizations)” สำหรับคนทั่วไปเรียกกันว่า “โครงการซิกซ์ ในการนี้ กระบวนการมี 3 ยุทธศาสตร์หลักเพื่อนำไปสู่สัมฤทธิผล ได้แก่ การออกแบบกระบวนการ/ การออกแบบใหม่ การจัดการกระบวนการ และการปรับปรุงกระบวนการ



รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ของวงจรตัวแบบของซิกซ์ ซิกม่าและวงจรการควบคุมคุณภาพของเดมมิ่ง



รูปที่ 2.5 DMAIC: แผนที่เส้นทางการแก้ปัญหาตามกระบวนการ 5 ขั้นของซิกซ์ ซิกมา

D นิยามขอบข่ายและเป้าหมายของโครงการปรับปรุงในพจน์ของความปรารถนาของลูกค้า และกระบวนการที่ตอบสนองความต้องการเหล่านั้น ปัจจัยนำเข้าผลผลิตส่งออก การควบคุม และทรัพยากร

M การวัดการปฏิบัติการในกระบวนการปัจจุบัน ปัจจัยนำเข้า ผลผลิตส่งออก และกระบวนการ และคำนวณสมรรถนะของกระบวนการระยะสั้นและระยะยาว

A การวิเคราะห์ช่องว่างระหว่างการปฏิบัติการในปัจจุบันกับที่ปรารถนา ลำดับความสำคัญของปัญหา และบ่งชี้สาเหตุที่เป็นรากของปัญหา กำหนดเกณฑ์ที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับทำการเปรียบเทียบ (benchmarking) สมรรถนะของกระบวนการผลิต/บริการ

I การปรับปรุงผลเพื่อแก้ปัญหา และป้องกันการเกิดปัญหาซ้ำ ทำให้บรรลุเป้าหมาย

C การควบคุมกระบวนการปฏิบัติการให้คงไว้ซึ่งคุณภาพของผลผลิตตามมาตรฐานที่กำหนดในการนี้ จำเป็นต้องใช้กระบวนการควบคุมทางสถิติ (SPC)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 ขั้นตอนของกระบวนการ ซิกซ์ ซิกมา กิจกรรมที่ดำเนินงาน และเครื่องมือต่างๆ ที่นิยมนำมาใช้

กระบวนการ	กิจกรรมที่ดำเนินการ	เครื่องมือต่าง ๆที่นิยมนำมาใช้
Define	- แต่งตั้งทีมงาน - หาความต้องการลูกค้า/ องค์กร - ตั้งเป้าหมาย	- New 7 Tools - Quality Function Deployment (QFD) - Process Mapping - การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis) - วิศวกรรม/การวิเคราะห์คุณค่า (VA/VE) - ผังพาเรโต - การระดมสมอง (Brainstorming) - Technique - การเปรียบวัด (Benchmarking) - ต้นทุนคุณภาพ
Measure	- วัดขั้นตอน input ที่สำคัญ - รวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์พิสูจน์ปัญหา	- ผังควบคุม (Control Chart) - ผังพาเรโต - Run chart - Process Mapping - Gage R&R - Check Sheets - Box plot - ดัชนีวัดผลงาน (KPI , Balanced Scorecard)
Analyze	- พิสูจน์ปัญหา - หาต้นตอของความแปรปรวน	- การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement system analysis) - การออกแบบการทดลอง (DOE)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 ขั้นตอนของกระบวนการ ซิกซ์ ซิกมา กิจกรรมที่ดำเนินงาน และเครื่องมือต่างๆ ที่นิยมนำมาใช้ (ต่อ)

กระบวนการ	กิจกรรมที่ดำเนินการ	เครื่องมือต่าง ๆที่นิยมนำมาใช้
Analyze (ต่อ)		- การวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ Cp Cpk - การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (FMEA) - New 7 Tools - วิศวกรรม/การวิเคราะห์คุณค่า (VA/VE) - ผังก้างปลา (Cause &Effect diagram) - แผนภูมิต้นไม้ (Fault Tree Analysis) - การวิเคราะห์จุดที่ติดขัด (Theory of Constrain) - การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Correlation Analysis) - การจำลองกระบวนการ (Process Simulation) - ANOVA - การทดสอบสมมติฐาน
Improve	- กำหนดวิธีกำจัดต้นตอของสาเหตุและนำไปดำเนินการ - ทดสอบการดำเนินการจัดทำมาตรฐานของผลการดำเนินการ	- การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (FMEA) - New 7 Tools - การออกแบบการทดลอง (DOE) - Evolutionary operations(EVOP) - การจำลองกระบวนการ (Process Simulation)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 ขั้นตอนของกระบวนการ ซิกซ์ ซิกมา กิจกรรมที่ดำเนินงาน และเครื่องมือต่างๆ ที่นิยมนำมาใช้ (ต่อ)

กระบวนการ	กิจกรรมที่ดำเนินการ	เครื่องมือต่าง ๆที่นิยมนำมาใช้
Improve (ต่อ)	- กำหนดวิธีกำจัดต้นตอของสาเหตุและนำไปดำเนินการ - ทดสอบการดำเนินการ - จัดทำมาตรฐานของผลการดำเนินการ	- การป้องกันข้อผิดพลาด (Mistake proofing, Poka-Yoke) - การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (FMEA) - New 7 Tools - การออกแบบการทดลอง (DOE) - Evolutionary operations(EVOP) - การจำลองกระบวนการ (Process Simulation) - การป้องกันข้อผิดพลาด (Mistake proofing, Poka-Yoke) -
Control	- จัดทำแผนควบคุม (Control plan) - เฝ้าติดตามการดำเนินการ	- การป้องกันข้อผิดพลาด (Poka-Yoke) - ผังควบคุม (Control Chart) - การควบคุมด้วยกระบวนการทางสถิติ (SPC) - การวิเคราะห์ความสามารถ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 การควบคุมคุณภาพทางวิศวกรรม

การควบคุมคุณภาพ คือการบริหารงานในด้านการควบคุมวัตถุดิบ และการควบคุมการผลิตเพื่อเป็นการป้องกันมิให้ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จออกมามีข้อบกพร่องและเสียหายได้ (เสรี ยูนิพันธ์, จรูญ มหิทราฟองกุล และดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, 2522) ซึ่งคำว่า คุณภาพ คือความถูกต้องตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ทั้งข้อกำหนด และมาตรฐาน ซึ่งหลักใหญ่ของเทคนิคการสร้างคุณภาพจำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนและกำหนดเป้าหมายในการปฏิบัติไว้อย่างชัดเจน ด้วยการรวบรวมข้อมูลมาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์การตัดสินใจ ซึ่งเทคนิคในการวิเคราะห์ข้อมูลมีอยู่ 7 อย่าง (พิชิต สุขเจริญพงษ์, 2535)

ศุภชัย นาทะพันธ์ (2551) กล่าวว่าในความเป็นจริงไม่มีสิ่งใดในโลกที่จะเหมือนกันทุกประการ แม้แต่กระบวนการผลิตในโรงงานก็จะพบว่า ชิ้นงานที่ผลิตตามกัน ออกจากเครื่องจักรเครื่องเดียวกัน ใช้คนคนเดียวกัน และในเวลาไล่เลี่ยกัน ก็จะไม่มีชิ้นงานใดที่มีขนาดหรือคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ ชิ้นงานทีมีคุณสมบัติผิดจากมาตรฐานที่กำหนดก็จะถูกคัดออกไปเป็นของเสีย และชิ้นงานที่อยู่ในค่าพิกัดความเผื่อหรือข้อกำหนดทางเทคนิคตามมาตรฐาน ก็จะถูกจัดว่าเป็นของดี สาเหตุคือ การแปรผัน (Variation) ในกระบวนการผลิต ซึ่งมีสาเหตุมาจากปัจจัยสำคัญ 6 อย่างคือ

1. ความบกพร่องที่เกิดจากการกระทำของบุคคล (Man-Made Error) เกิดจากการขาดความชำนาญ ซึ่งสามารถแก้ไขความบกพร่องดังกล่าวได้ด้วยการส่งพนักงานเข้ารับฝึกอบรม

2. เครื่องจักรกล (Machinery) เกิดจากการสึกหร่อเนื่องจากการใช้งาน แก้ไขโดยการซ่อมบำรุง

3. วิธีการทำงาน (Method of Work) ภายใต้กระบวนการผลิตเหมือนกัน แต่มีขั้นตอนการปฏิบัติงานแตกต่างกัน แก้ไขโดยการสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงาน

4. วัตถุดิบ (Material) แตกต่างกัน เพราะมาจากต้นต่อที่แตกต่างกัน แก้ไขโดยการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ

5. เครื่องมือวัด (Measurements) เกิดความคลาดเคลื่อน แก้ไขโดยการสอบเทียบเครื่องมือ

6. สภาพสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต (Environment) ไม่คงที่ แก้ไขโดยการควบคุม เช่น อุณหภูมิไม่คงที่ แก้ไขได้ด้วยการติดตั้งระบบปรับอากาศ หรือว่าความชื้นสูง แก้ไขด้วยการติดตั้งเครื่องควบคุมความชื้น เป็นต้น

การแปรผัน (Variation) ในกระบวนการผลิต มีทั้งที่เราสามารถควบคุมได้และควบคุมไม่ได้ ซึ่งในสิ่งที่เราสามารถควบคุมได้ เราก็จะควบคุม เพื่อให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพตามที่ต้องการ ซึ่งเป็นหลักการของการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) และเพื่อให้ของเสียหรือข้อบกพร่องลดลง ขั้นตอนการควบคุมคุณภาพมีดังต่อไปนี้

1. ระบุตัวปัญหาให้ชัดเจน
2. การสำรวจหรือการสังเกตหาลักษณะจำเพาะของปัญหา
3. การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา
4. การกำจัดสาเหตุของปัญหา
5. การตรวจสอบเพื่อสร้างความมั่นใจว่าปัญหานั้นได้รับการป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ
6. การจัดทำมาตรฐานการป้องกันปัญหาให้เป็นมาตรฐานปฏิบัติ
7. การสรุปผล

ในการควบคุมคุณภาพ ต้องอาศัยการควบคุมกระบวนการผลิตโดยใช้กลวิธีทางสถิติ (Statistical Process Control; SPC) เป็นเครื่องมือที่ใช้แก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง ให้กระบวนการผลิตไม่เปลี่ยนแปลงและมีสมรรถภาพสูงขึ้น ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools) ดังต่อไปนี้ ใบตรวจสอบ (Check Sheet), ฮิสโทแกรม (Histogram) หรือแผนภาพลำต้นและใบไม้ (Stem and Leaf Diagram), แผนภาพพาเรโต (Pareto Chart), แผนผังก้างปลา (Fish-bone Diagram), แผนภูมิควบคุม (Control Chart), แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) และกราฟ (Graph) คาโอรุ อิชิกาวา ได้เป็นผู้ให้นิยามเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง แต่เขาไม่ได้เป็นผู้พัฒนาทุกเครื่องมือ เขาเชื่อว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของปัญหาสามารถแก้ไขได้ โดยการประยุกต์เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง แผนภูมิควบคุมน่าจะเป็นเครื่องมือที่มีความซับซ้อนมากที่สุด โดยเครื่องมือควบคุมคุณภาพมีหน้าที่คือ

1. ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ ใบตรวจสอบ
2. ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ฮิสโทแกรม แผนภาพพาเรโต แผนผังก้างปลา แผนภาพการกระจาย และแผนภูมิควบคุม
3. ใช้ในการแสดงผลของข้อมูลคือ ฮิสโทแกรม และกราฟ

ทั้งนี้ในการใช้เครื่องมือทั้ง 7 อย่าง จะต้องคำนึงถึงลักษณะ ชนิดของข้อมูลที่ได้ รวมถึงความเหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้การวิเคราะห์ที่ได้ใกล้เคียงกับความจริง และเกิดความถูกต้องมากที่สุด จึงจะสามารถนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ องค์กรที่ประยุกต์ SPC จะทำให้สภาพแวดล้อมในการทำงานของ แต่ละหน่วยงานเกิดการปรับปรุง

คุณภาพและผลิตผล (Quality and Productivity) อย่างต่อเนื่อง โดยสภาพแวดล้อมดังกล่าว พัฒนาโดยผู้บริหาร เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง มีดังต่อไปนี้

1. ใบตรวจสอบ

ใบตรวจสอบ (Check Sheet) เป็นเครื่องมือตัวแรกในการแก้ปัญหา ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่สนใจในสถานที่ที่ต้องการศึกษา โดยผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการผลิตจะเป็นผู้บันทึก ใบตรวจสอบข้อมูลนั้นมีหลายประเภท ทั้งนี้ก็เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ตั้งแต่การตรวจสอบวัตถุดิบ กระบวนการผลิต ตลอดจนถึงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

ขั้นตอนเริ่มต้นในการเก็บข้อมูลคือ การออบแบบแผ่นบันทึกข้อมูล (Data Sheet) ไว้ใช้ในการเก็บข้อมูลทั้งที่เป็นตัวเลขและไม่เป็นตัวเลข แผ่นบันทึกข้อมูลที่ได้จะได้จากประสบการณ์จากการทำงานจริง จากนั้นจึงออกแบบเป็นใบตรวจสอบ (Check Sheet) ซึ่งต้องมีองค์ประกอบคือ รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ผู้ตรวจสอบ วันและเวลาที่ตรวจสอบ จำนวนตัวอย่างที่ต้องตรวจสอบ และตารางหรือรูปแบบแสดงข้อมูล เป็นต้น การออบแบบใบตรวจสอบที่เหมาะสมต้องเก็บข้อมูลได้รวดเร็ว ง่าย และไม่ยุ่งยาก ง่ายต่อการวิเคราะห์ข้อมูล และแสดงผลได้อย่างชัดเจน นอกจากนั้นในการออกแบบยังต้องคำนึงถึงปัจจัยที่สำคัญต่อการควบคุมกระบวนการ เพื่อที่จะสามารถเก็บข้อมูลได้ตรงตามความต้องการจริง

<u>ประโยชน์ของใบตรวจสอบ</u>

1. ช่วยให้ผู้ตรวจสอบบันทึกผลการตรวจสอบได้สะดวก เพราะการออกแบบใบตรวจสอบจะต้องคำนึงถึงความสะดวกของผู้ใช้ เช่น กรอกตัวเลขลงในช่องว่างที่มีข้อความกำกับไว้แล้ว ทำให้ไม่ต้องเขียนข้อความให้เสียเวลาอีก เป็นต้น

2. ช่วยในการตรวจสอบหรือสรุปผลการจริงสอบรวดเร็วยิ่งขึ้น เพราะใบตรวจสอบจะทำให้ผู้ตรวจสอบทราบว่าต้องตรวจสอบอะไร ใบตรวจสอบที่ดีจะช่วยชี้แนะการตรวจสอบ และกำหนดลำดับขั้นการตรวจสอบ และกำหนดลำดับขั้นการตรวจสอบ ซึ่งจะทำให้การตรวจสอบรวดเร็ว

3. ทำให้การสื่อข้อความและการตัดสินใจในการดำเนินงานควบคุมคุณภาพเป็นไปได้อย่างถูกต้อง ใบตรวจสอบจะช่วยลดขั้นตอนที่ยืดยาวอันนั้นจะทำให้เกิดความสับสนหรือไขว้เขว ทำให้การตัดสินใจและการดำเนินการอาจเกิดความผิดพลาดได้ การใช้ใบตรวจสอบจะทำให้การตีความหรือสรุปผลการตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลช่วยในการตัดสินใจในงานควบคุมคุณภาพทำได้รวดเร็วและถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่การตัดสินใจเพื่อการดำเนินการที่ถูกต้อง

4. ทำให้การตรวจจสอบเป็นไปอย่างมีระบบ เนื่องจากใบตรวจสอบจะช่วยกำหนดประเด็นที่จะตรวจสอบได้ ซึ่งผู้ตรวจต้องตรวจสอบรายการตามที่กำหนดไว้ในใบตรวจสอบ ทำให้ข้อมูลที่ได้

อยู่ในแนวที่ต้องการ แม้ว่าผู้ตรวจสอบจะเป็นคนละคนก็ตาม แต่การดำเนินงานยังคงต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดระบบงานที่ดี

ชนิดของใบตรวจสอบ

ใบตรวจสอบการผลิต ใบตรวจสอบประเภทนี้จะมีช่องให้ผู้ตรวจสอบบันทึกค่าต่างๆ ของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นที่สามารถนับจำนวนข้อบกพร่องหรือรอบตำหนิได้ หรือสามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้ เพื่อพิจารณาคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง น้ำหนัก ความแข็ง ความเหนียว และความเค้น เป็นต้น ค่าที่วัดได้ของผลิตภัณฑ์จะมีค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากเกิดความแปรผัน ดังนั้นจึงมักจะทำการวัดผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ ครั้งละหลายๆ ชิ้น การใช้ใบตรวจสอบจะช่วยให้การบันทึกและการวิเคราะห์ผลทำได้รวดเร็วและง่ายยิ่งขึ้น

1. ใบตรวจสอบตำแหน่งบกพร่อง ใบตรวจสอบประเภทนี้จะเป็นภาพร่างหรือภาพวาดรายละเอียดของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานนั้น เนื่องจากชิ้นงานบางอย่างมีข้อบกพร่องบริเวณภายนอก ใบตรวจสอบตำแหน่งบกพร่องใช้ชี้ตำแหน่งข้อบกพร่องชิ้นงาน เมื่อพบข้อบกพร่องก็จะทำตำหนิลงบนตำแหน่งที่พบข้อบกพร่องนั้น

2. ใบตรวจสอบของเสียหรือข้อบกพร่อง มักจะใช้กับการผลิตที่อาจเกิดของเสียหรือข้อบกพร่องขึ้นกับผลิตภัณฑ์ในลักษณะต่างๆ หลายๆ ลักษณะ ดังนั้นผู้ผลิตจึงอาศัยประสบการณ์ในการออกแบบ และกำหนดของเสียและข้อบกพร่องต่างๆ ในใบตรวจสอบ

3. ใบตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง ใช้บันทึกความสัมพันธ์ของพนักงาน เครื่องจักร วันทำการผลิต ช่วงเวลา และชนิดของข้อบกพร่อง ดังนั้นเมื่อมีข้อบกพร่องเกิดขึ้น ผู้ตรวจสอบสามารถเชื่อโยงสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องได้จากการกระจุกของสัญลักษณ์

4. ใบตรวจสอบความเรียบร้อย ใช้กับการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่มีรายการตรวจสอบหลายประการ เช่น การตรวจสอบความพร้อมก่อนทดสอบ โดยวางรูปแบบของใบตรวจสอบ ต้องสอดคล้องกับขั้นตอนการตรวจสอบตามสภาพความเป็นจริง

5. ใบตรวจสอบอื่นๆ นอกจากใบตรวจสอบทั้ง 5 แบบดังกล่าวแล้ว ในอุตสาหกรรมจะพบใบตรวจสอบในลักษณะอื่นๆ ได้อีก ซึ่งใบตรวจสอบนั้นจะมีลักษณะเฉพาะของตัวเอง หรือมีลักษณะผสมกันระหว่างใบตรวจสอบทั้ง 5 แบบ เพราะต้องประยุกต์หรือดัดแปลงใบตรวจสอบให้เหมาะสมกับการใช้งานของแต่ละอุตสาหกรรม

ข้อแนะนำในการใช้ใบตรวจสอบ

1. กำหนดและใช้ใบตรวจสอบให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการตรวจสอบ
2. (ใบตรวจสอบ) ต้องให้รายละเอียดมากพอที่จะช่วยการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพ

3. ควรมีการแบ่งหมวดหมู่ข้อมูลที่ต้องการศึกษา ตามกลุ่มของคนงาน เครื่องจักร วัตถุดิบ ผลัด วัน เวลา และรุ่นที่ผลิตอย่างชัดเจน เพื่อให้การสืบค้นและการวิเคราะห์สาเหตุจของของเสีย หรือข้อบกพร่องทำได้สะดวก รวดเร็ว และเป็นระบบ

4. ใช้งานได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก และไม่ซับซ้อน เพื่อป้องกันความไขว้เขวหรือความสับสนต่อผู้ตรวจสอบ ในใบตรวจสอบที่ดีควรจะช่วยให้ผู้ตรวจสอบทำงานได้ดี ไม่ตกหล่นในรายละเอียด

5. ควรมีระเบียบในการใช้ใบตรวจสอบ เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนเมื่อมีใบตรวจสอบหลายรูปแบบ

2. ฮิสโทแกรม

เป็นแผนภูมิที่แสดงความถี่ของสิ่งที่เกิดขึ้น ในลักษณะกราฟแท่งสี่เหลี่ยม เพื่อแจกแจงข้อมูล (Data Stratification) อันเป็นแนวทางสู่การแก้ไขปัญหาและการปรับปรุง ซึ่งจากการแจกแจงข้อมูลทำให้ทราบถึงคุณสมบัติใดๆ ของข้อมูลที่ต้องการ

ขั้นตอนในการจัดทำฮิสโทแกรม ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูล และกำหนดช่วงที่ต้องการของข้อมูล โดยกำหนดค่าแต่ละช่วง เพื่อให้ครอบคลุมค่าของข้อมูลที่เก็บได้ จากนั้นแจงข้อมูลตามช่วงที่กำหนด เพื่อดูความถี่ของข้อมูลที่เกิดขึ้นในช่วงต่างๆ

การรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องเหมาะสม เป็นกิจกรรมที่จำเป็นในขั้นต้น เพื่อที่จะช่วยให้ทราบถึงปัญหา ในการที่จะวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานั้นได้อย่างถูกต้องต่อไป (วิทย์ วรรณจิตร, 2547)

3. แผนภูมิพาเรโต

อัลเฟรโด พาเรโต (พ.ศ. 2391-2466) เป็นนักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาเลียน ได้แสดงผลการวิจัยของเขา ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการกระจายรายได้ของประชากรในยุโรป พบว่ารายได้มากอยู่ในมือของประชากรกลุ่มน้อย ขณะที่รายได้น้อยจะอยู่ในมือของประชากรส่วนใหญ่

โจเซฟ จูราน (พ.ศ. 2535) เป็นนักเศรษฐศาสตร์ชาวอเมริกัน ยอมรับแนวความคิดดังกล่าวนี้ว่าสามารถประยุกต์ใช้ได้ในหลายสาขาวิชา และจูรานยังได้สร้างวลีที่ว่า “ประเภทน้อยชนิดแต่มีมาก และประเภทมากชนิดแต่มีน้อย (Vita Few and Trivial Many)

จูรานแนะนำให้ใช้ตัวเลขหยาบๆ กับการตัดสินใจในหลักการพาเรโต (Pareto Principle) คือ “80-20” ซึ่งหมายความว่า “ปัญหาหรือความสูญเสียที่มีความสำคัญมากจำนวน 80% มักจะมีสาเหตุมาจากประมาณ 20% ของสาเหตุทั้งหมด (The Vital Few) ในขณะที่อีกประมาณ 80%

ของสาเหตุจะมีผลต่อปัญหาที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยอีกจำนวน 20% ของปัญหาเท่านั้น (The Trivial Many)"

แผนภูมิพาเรโตจะช่วยแสดงมูลเหตุที่สำคัญที่สุดของข้อมูลที่ได้มาจากการรวบรวมใบตรวจสอบ แล้วจำแนกข้อมูลนั้นออกเป็นหมวดหมู่ตามสาเหตุต่างๆ จากนั้นทำการจัดลำดับข้อมูลที่มีความถี่สูงที่สุดไปจนถึงต่ำที่สุดจากซ้ายไปขวา โดยแกน y มี 2 แกนคือ แกนซ้ายมือแทนความถี่ (เช่น จำนวนจุดบกพร่อง จำนวนข้อเรียกร้อง หรือจำนวนอุบัติเหตุ เป็นต้น) และแกนขวามือแทนเปอร์เซ็นต์ แกน x แทนสาเหตุ (เช่น ในเรื่องปัญหาของจุดบกพร่อง อาจจำแนกจากสาเหตุได้จาก พนักงาน เครื่องจักรกล วิธีการทำงาน หรือชนิดของวัตถุดิบ เป็นต้น) แผนภูมิพาเรโตแตกต่างจากแผนภูมิฮิสโทแกรมตรงที่แกนนอนของแผนภูมิพาเรโตเป็นประแภทของข้อมูล แต่แกนนอนของฮิสโทแกรมเป็นตัวเลข

<u>ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิพาเรโต</u>

1. ตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และแยกสาเหตุของการเกิดปัญหา
2. ออกแบบใบบันทึกข้อมูล (กำหนดช่วงเวลา ระยะเวลา และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล)
3. ทำการจดบันทึก (ในช่วงเวลาที่กำหนด) จากสถานที่ที่ต้องวิเคราะห์ปัญหา และคำนวณหายอดรวมและเปอร์เซ็นต์สะสมของแต่ละสาเหตุที่ได้จากการจำแนกข้อมูล
4. เขียนแกนนอนและแกนตั้ง แกนนอนเขียนจากสาเหตุที่มีความถี่สูงไว้ด้านซ้าย และสาเหตุที่มีความถี่ต่ำไว้ทางด้านขวา โดยต้องให้แท่ง "อื่นๆ" (ความถี่ไม่ควรเกิน 20% ของเปอร์เซ็นต์สะสม) อยู่ด้านขวาสุด ส่วนแกนตั้งเขียนแกนความถี่และเปอร์เซ็นต์

ถ้าหากว่าแกนจำนวนและแกนเปอร์เซ็นต์เกี่ยวข้อกับจำนวนเงิน ก็สามารถที่จะใช้แกนตั้งเป็นจำนวนเงินได้ทันที ซึ่งรวมแกนเปอร์เซ็นต์เป็น 100% ที่มีความสูงเท่ากับจำนวนเงินทั้งหมดหรือความถี่ทั้งหมด

5. เขียนกราฟแท่งที่มีความกว้างเท่ากัน (กราฟแท่งควรมีประมาณ 6-10 แท่งเท่านั้น) และลากเส้นความถี่สะสมจากซ้ายไปขวา

การประยุกต์ใช้แผนภูมิพาเรโตในการเลือกที่จะแก้ปัญหาหรือสาเหตุ ข้อมูลทางสถิติจะเป็นตัวตัดสินใจให้เลือกแก้ปัญหาหรือสาเหตุทั้งหมดที่อยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์สะสมประมาณ 80%

แผนภาพพาเรโตเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการปรับปรุงคุณภาพ ซึ่งเหมาะสมที่จะใช้ในการชี้เฉพาะสาเหตุแห่งปัญหา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. แผนผังก้างปลา

แผนผังก้างปลา (Fish-bone Diagram) หรือเรียกว่าแผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) หรือผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) พัฒนาโดย คาโอรุ อิชิการา ในปี พ.ศ. 2496 เนื่องจากเขาต้องการพัฒนาเครื่องมือช่วยกลุ่มกิจกรรมคุณภาพ (Quality Circles) ในโรงงาน เพื่อรับมือกับสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะคุณภาพของกระบวนการผลิต แผนผังก้างปลาเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการพิจารณาสาเหตุ (Cause) ที่มีผล (Effect) โดยตรงกับลักษณะคุณภาพ (Quality Characteristic) ของปัญหาที่สนใจศึกษา (จำนวนแผนผังก้างปลาจะเท่ากับจำนวนลักษณะคุณภาพที่ศึกษา)

เนื่องจากผลคือ ลักษณะคุณภาพที่ต้องการปรับปรุง ดังนั้นผังก้างปลาคือ แผนผังที่ใช้สำหรับการตรวจสอบว่าถ้าลักษณะคุณภาพไม่ดีแล้ว สาเหตุไหนที่ต้องถูกกำจัด เพื่อให้ลักษณะคุณภาพที่น่าสนใจออกมาดี หรือถ้าลักษณะคุณภาพดีแล้ว สาเหตุใดที่ส่งผลให้ลักษณะคุณภาพดี ซึ่งต้องเรียนรู้เพื่อรักษาสาเหตุนั้นไว้ แผนผังก้างปลา (เส้นและสัญลักษณ์ที่มีรูปแบบคล้ายก้างปลา) แทนความสัมพันธ์อย่างมีนัยระหว่างสาเหตุและลักษณะของคุณภาพ จะประกอบด้วย กระดูกสันหลัง (Back Bone) เป็นเส้นตามแนวนอนที่เชื่อมต่อระหว่างสาเหตุหลักและลักษณะคุณภาพ ก้างปลาหลัก (Big Bone) เป็นเส้นที่มีความชันที่เชื่อมต่อกระดูกสันหลังกับสาเหตุหลัก และก้างปลาย่อย (Small Bone) เป็นเส้นที่เชื่อมต่อสาเหตุหลักและสาเหตุย่อย

<u>ขั้นตอนการส้รางแผนผังก้างปลา</u>

1. สร้างคณะทำงานโดยรวบรวมบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อการระบุปัญหาและการระดมความคิด (Brainstorming) ที่เกี่ยวข้องลักษณะคุณภาพ ในการระดมความคิดควรเขียนปัญหา (ลักษณะคุณภาพ) ลงบนกระดานดำหรือกระดาษขนาดใหญ่เพื่อกันหาย และเขียนปัญหาบนผังก้างปลาด้านขวาของลูกศรที่แทนกระดูกสันหลังของปลา

2. ระบุสาเหตุหลัก และเขียนบนผังก้างปลาด้านซ้ายบนก้างปลาหลัก (ก้างปลาใหญ่) ซึ่งมีหัวลูกศรชี้เข้ากระดูกสันหลัง ในการระบุสาเหตุหลักอาจประยุกต์ผังพาเรโต ซึ่งได้ระบุสาเหตุหลักของปัญหาไว้แล้ว แต่ถ้าไม่สามารถประยุกต์ ให้กำหนดสาเหตุโดยวิธีการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุแทน สาเหตุหลักที่สำคัญมี 6 ประการคือ คน วัตถุดิบ วิธีการทำงาน สภาพแวดล้อม เครื่องจักร และเครื่องมือวัด

3. ระบุสาเหตุย่อยทั้งหมด โดยการระดมความคิดบนก้างปลาย่อย (ก้างปลาเล็ก)

4. เขียนโครงสร้างความสัมพันธ์ ควรเขียนสาเหตุที่สำคัญอันดับต้นๆ ไว้ที่เส้นก้างปลา และควรเขียนสาเหตุที่มีความสำคัญถัดลงมาไว้ที่ก้างปลาย่อย โดยทำลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกำกับไว้ด้วย

5. ประมวลผลเพื่อหาข้อสรุป

ผังก้างปลาที่เสร็จสมบูรณ์จะต้องได้รับการประเมินจนพบสาเหตุที่แท้จริง กิจกรรมนี้จะบรรลุผลสำเร็จเมื่อกรรมการเลือกสาเหตุที่มีผลต่อลักษณะคุณภาพ กรรมการอาจเลือกสาเหตุที่คิดว่าจะมีผลต่อลักษณะคุณภาพมากกว่า 1 สาเหตุ และไม่จำเป็นต้องเลือกสาเหตุที่ตนเสนอ สาเหตุที่ได้รับการคิดเลือกประมาณ 4-5 สาเหตุจะพิจารณาในเรื่องของค่าใช้จ่าย ความเป็นไปได้ และความต่อต้านจากความเปลี่ยนแปลงจากมติส่วนใหญ่ของกรรมการ จากนั้นจึงแก้ปัญหาจากสาเหตุที่ถูกคัดเลือก เมื่อปัญหาได้รับการแก้ไข จึงจะปรับแก้ผังก้างปลาใหม่ และกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงาน พร้อมทั้งทำการอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้อง

<u>ประโยชน์ของผังก้างปลาได้แก่</u>

1. เป็นแผนผังที่รวบรวมความคิดเห็นของทุกๆคน เนื่องจากมีการถามคำถามต่อทุกคนว่า “อะไรเป็นต้นเหตุ (สาเหตุ) ที่ทำให้เกิดปัญหา” ด้วยเหตุนี้คนที่เกี่ยวข้องในการสร้างผังก้างปลานี้จะได้ความรู้ใหม่เพิ่มเติม รวมทั้งคนที่กำลังฝึกงานก็จะได้รับความรู้ในการแก้ปัญหาในงานที่จะต้องทำ กล่าวอีกนัยหนึ่ง ยิ่งสมาชิกมีความรู้ความสามารถมากเท่าใด ก็จะยิ่งทำให้แผนผังก้างปลาที่สร้างขึ้นสมบูรณ์แบบมากขึ้นเท่านั้น

2. เป็นจุดรวมความคิด การแสดงความคิดเห็น หากสมาชิกแสดงความคิดเห็นเสนอแนวคิดที่ออกนอกประเด็น ปัญหาที่ศึกษา จะทำให้ประสิทธิภาพในการค้นหาสาเหตุลดลง แต่การใช้ผังก้างปลาจะทำให้สมาชิกทุกคนมีจุดรวมในการคิดร่วมกัน เนื่องจากสามารถทราบว่าขณะนี้กำลังอภิปรายกันถึงไหน ส่งผลให้สามารถสรุปข้อคิดเห็นต่างๆ ได้รวดเร็ว

5. แผนภูมิควบคุม

เป็นแผนภูมิที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตให้อยู่ภายใต้สภาวะควบคุมบนและล่าง โดยแสดงผลเทียบกับเวลาที่ทำการสุ่มตัวอย่างงานจากกระบวนการผลิตขณะนั้น เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการผลิตนั้นอยู่ภายใต้สภาวะการควบคุมหรือไม่ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551) กล่าวว่าถ้าหากมีจุดใดจุดหนึ่งตกออกนอกขีดจำกัดควบคุม ก็จะแปลได้ว่ากระบวนการผลิตอยู่นอกเหนือสภาวะควบคุม แสดงว่าเกิดความแปรผันที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ในทางปฏิบัติจะใช้แผนภูมิควบคุมกับทุกเครื่องจักรต่อหนึ่งลักษณะคุณภาพที่ต้องการควบคุม

6. กราฟ

ศุภชัย นาทะพันธ์ (2551) กล่าวว่า กราฟเป็นส่วนหนึ่งของการทำรายงานต่างๆ ในการนำเสนอข้อมูล ที่สามารถทำให้ผู้อ่านเข้าใจข้อมูลต่างๆที่ต้องการสื่อสารได้ดี สะดวกต่อการแปลความหมาย และสามารถให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีกว่าการนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีอื่นๆ ได้ทันทีจากเส้น รูปภาพ แท่งเหลี่ยม และวงกลม โดยในเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง กราฟเป็นเครื่องมือที่ง่ายที่สุด เป็นที่ค้นเคยมากที่สุด มีโอกาสเห็น และใช้ได้เกือบทุกวัน ประโยชน์ของกราฟมี 4 ประการคือ

1. ใช้วิเคราะห์ข้อมูล กราฟจะแสดงความหมายของตัวเลขออกมา และสามารถชี้ให้เห็นข้อเท็จจริง ซึ่งเราอาจมองข้ามไปได้หากดูจากตัวแลขโดยตรง ดังนั้นกราฟจึงมีประโยชน์มากในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในอดีตและปัจจุบัน เพื่อขุดหาสาเหตุและมาตรการในการแก้ไขปรับปรุง

2. ใช้อธิบาย กราฟช่วยให้อธิบายหรือชี้แจงเรื่องราวหรือเหตุการณ์ให้แก่ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายดีกว่าการอธิบายโดยการใช้ข้อมูลหรือตัวเลขโดยตรง

3. ใช้ควบคุม กราฟที่เขียนแสดงอัตราการหยุดงานหรือของเสียตามเวลาที่เปลี่ยนแปลง กราฟจะช่วยให้ทราบว่าอะไรต้องควบคุม

4. ใช้บันทึก ข้อมูลที่จัดเก็บสามารถบันทึกเป็นกราฟได้เลย

ภูริพัฒน์ ภูริวรางกูร (2545) กราฟที่นิยมใช้กันแพร่หลายและเป็นที่คุ้นเคยกันดี ได้แก่ กราฟเส้น กราฟแท่ง กราฟวงกลม และกราฟเรดาร์

1. กราฟเส้น ใช้ในกรณีที่ต้องการแสดงหรือสังเกตการเปลี่ยนแปลงของค่าข้อมูลตามช่วงเวลาต่างๆ ตามปกติจะให้แกนตั้งแสดงค่าของข้อมูล และแกนนอนแสดงลำดับของค่าเวลา เมื่อโยงค่าของข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาด้วยเส้น (ตรงหรือโค้ง) จะได้กราฟเส้นที่ชี้ให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าข้อมูลอย่างต่อเนื่องได้

2. กราฟแท่ง ใช้ในกรณีที่ต้องการแสดงการเปรียบเทียบค่าของข้อมูลว่ามีขนาดใหญ่-เล็กหรือปริมาณมาก-น้อยกว่ากัน โดยใช้ความสูงหรือความยาวของแท่งกราฟแทนขนาด หรือปริมาณนั้น

3. กราฟสัดส่วนหรือกราฟวงกลม ใช้ในกรณีที่ต้องการแสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างค่าต่างๆ ของข้อมูลชุดหนึ่ง โดยการแบ่งพื้นที่ในวงกลมออกเป็นส่วนๆตามรัศมีให้มีสัดส่วนของพื้นที่ตามสัดส่วนของค่าของข้อมูลแต่ละค่า

4. กราฟรูปแบบอื่นๆ ได้แก่ กราฟรูปภาพ กราฟเรดาร์ กราฟพื้นที่ เป็นต้น

7. แผนภาพการกระจาย

ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยการวาดลงแผนภาพการกระจาย โดยแกนแนวนอนจะเป็นตัวแปรต้น และแกนแนวตั้งจะเป็นตัวแปรตาม ซึ่งจะทำให้เห็นผลว่าทั้ง 2 ตัวแปรนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร หรือผลของตัวแปรหนึ่งมีผลกับอีกตัวแปรหนึ่งอย่างไร (วิทย์ วรรณวิจิตร, 2547)

ภูริพัฒน์ ภูริวรางกูร (2545) กล่าวถึงประโยชน์ของแผนภูมิกระจายได้แก่

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด หรือ 2 ตัว

2. เพื่อตรวจสอบว่า ผลของการเปลี่ยนแปลงตัวใดตัวหนึ่ง ส่งผลต่ออีกตัวหนึ่งหรือไม่ และแปรผันกันในทิศทางใด

2.5 การบริหารอุตสาหกรรมการผลิต

การควบคุมคุณภาพ คือ การบริหารงานในด้านการควบคุมวัตถุดิบ และการควบคุมการผลิต เพื่อเป็นการป้องกันมิให้ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จออกมามีข้อบกพร่องและเสียหายได้ และอาจเป็นเหตุให้ชื่อเสียงด้านคุณภาพเสื่อมเสีย (ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, 2540)

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงความสูญเสียที่เกิดในอุตสาหกรรมการผลิต

ภูริพัฒน์ ภูริวรางกูร (2545) กล่าวว่า ความสูญเสียในกระบวนการผลิต คือ ค่าใช้จ่ายที่เสียไปในกระบวนการผลิต โดยไม่ได้มีส่วนสนับสนุนกระบวนการผลิตแต่อย่างใด ซึ่งความสูญเสียนั้นอาจจะเกิดได้หลายลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดตวามสูญเสียในกระบวนการผลิต คือ ทรัพยากรการผลิต อันประกอบด้วย

1. ความสูญเสียเนื่องจากคน

อันหมายถึง พนักงานผู้ปฏิบัติงานอันเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต อันเกิดจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่

1) ทัศนคติและแนวคิด (Attitude) ซึ่งการมีทัศนคติที่ตระหนักถึงความสูญเสีย อันเป็นผลมาจากความรับรู้ การฝึกฝนเพื่อลดความสูญเสียในการทำงาน และการได้รับแรงจูงใจ จะส่งผลให้ความสูญเสียในกระบวนการผลิตลดลง

2) จรรยาบรรณและลักษณะนิสัย (Ethic and Behavior) ซึ่งจะส่งผลต่อความรับผิดชอบของงาน ซึ่งจำเป็นต้องสร้างแรงจูงใจให้แก่พนักงาน ในการบรรลุเป้าหมายด้านผลิตผลของกระบวนการผลิต

2.ความสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรและอุปกรณ์

สามารถเกิดความสูญเสียอันส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต จากสาเหตุสำคัญ 3 ประการ ได้แก่

1) เครื่องจักรและอุปกรณ์ชำรุด ซึ่งสูญเสียความสามารถในการทำงานบางส่วน หรือทั้งหมดส่งผลให้เกิดเหตุขัดข้องในการทำงาน ทั้งเหตุขัดข้องแบบฉุกเฉิน ซึ่งเกิดขึ้นโดยทันทีและไม่ทราบล่วงหน้า และเหตุขัดข้องแบบเสื่อม ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรค่อย ๆ ลดลง รวมถึงการเสื่อมสภาพ การสึกร่อของเครื่องมือ อุปกรณ์

2) เครื่องจักรและอุปกรณ์ถูกนำไปใช้งานผิดประเภท อันส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักร และทำให้มีความสับสนในกระบวนการผลิต ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรก่อน-หลัง ซึ่งอาจแบ่งเป็น กลุ่มเครื่องจักรหลักได้แก่ เครื่องจักรที่มีความสำคัญสูง ซึ่งถ้าหยุดทำงานจะกระทบต่อกระบวนการผลิตทันที และกลุ่มเครื่องจักรเสริม ซึ่งถ้าเกิดหยุดชะงักจะกระทบต่อกระบวนการผลิตบางส่วนเท่านั้น ซึ่งการแบ่งกลุ่มและกำหนดความสำคัญของเครื่องจักรนี้ จะทำให้สามารถวางแผนและจัดการบำรุงรักษา ใช้งานเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ความสูญเสียเนื่องจากวัตถุดิบ

อาจมีความสูญเสียเนื่องจากปัจจัย อันเป็นคุณลักษณะของวัตถุดิบ ได้แก่

1) คุณสมบัติจำเพาะ (Specific Characteristic) เช่น น้ำหนักจำเพาะ ค่าการนำความร้อนปริมาณความชื้นจำเพาะ ความแข็ง การนำไฟฟ้า เป็นต้น

2) รูปทรง (Shape) และรูปพรรณ (Appearance) ได้แก่ มิติ หรือขนาด รวมถึงคุณสมบัติภายนอกของวัตถุดิบ เช่นลักษณะของผิว สี ความเป็นมันวาว

3) ความสม่ำเสมอของวัตถุดิบ (Consistent)

4. ความสูญเสียเนื่องจากวิธีการทำงาน

หมายถึง กิจกรรมในการเปลี่ยนทรัพยากรการผลิตเป็นผลผลิต หรือกิจกรรมในกระบวนการ ซึ่งวิธีการในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิต แตกต่างกันไปตามสถานีการทำงาน ส่งผลให้ เวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานแตกต่างกัน ในแต่ละขั้นตอนการทำงานประกอบด้วยส่วนของการกิจกรรมที่ทำให้เกิดงาน และส่วนเวลาสูญเปล่า รวมถึงกิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดงาน ดังนั้นจึงจำเป็นที่ต้องมีมาตรฐานการทำงาน โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ

1) การศึกษาการทำงาน โดยพิจารณาขั้นตอนการทำงานในแต่ละขั้นตอน เพื่อศึกษาในการจำแนกการกิจกรรมที่ทำให้เกิดงาน และกิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดงานออกจากกัน

2) การสร้างวิธีการทำงาน จากการศึกษางานและจำแนกกิจกรรมในการทำงาน ทำการลดขั้นตอนกิจกรรมที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าลง เพื่อลดความสูญเสียอันเนื่องจากวิธีการทำงานให้น้อยที่สุด

3) การสร้างมาตรฐานในการทำงาน โดยพิจารณาจากวิธีการทำงาน ขั้นตอนการทำงานที่เหมาะสมที่สุด และกำหนดเป็นมาตรฐานในการทำงานแต่ละขั้นตอน รวมถึงกำหนดเวลามาตรฐาน

4) การฝึกอบรมและให้ความรู้แก่ผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้นำวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานไปใช้เป็นลักษณะนิสัย

5. ความสูญเสียเนื่องจากวิธีการตรวจสอบ

ในกระบวนการผลิต จำ เป็นที่ต้องมีวิธีการตรวจสอบ หรือตรวจวัด เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งในการควบคุมความสูญเสียจากวิธีการตรวจสอบจำเป็นต้องมีจุดการตรวจสอบ ได้แก่

1) การตรวจสอบวัตถุดิบ

2) การตรวจสอบเครื่องจักร

3) การตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จและงานระหว่างทำ

2.6 การควบคุมกระบวนการโดยใช้เทคนิคสถิติ

มีวัตถุประสงค์เพื่อ การศึกษาถึงความสามารถของกระบวนการที่ดำเนินการและแนวโน้มของการดำเนินการว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ โดยการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ (เกิดความผันแปร) เพื่อทราบถึงแนวโน้มและข้อบกพร่อง พร้อมทั้งหาทางปรับแก้ให้กระบวนการกลับสู่สภาพที่ต้องการ โดยความผันแปรที่เกิดขึ้น สามารถแบ่งได้ออกเป็น ความผันแปรแบบธรรมชาติ และความผันแปรแบบไม่ธรรมชาติ

ทั้งนี้ ความผันแปรทั้ง 2 แบบ มีสาเหตุของการเกิดและวิธีการปฏิบัติการแก้ไขที่แตกต่างกันซึ่งความผันแปรแบบไม่ธรรมชาติ เป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ในกระบวนการ และต้องการให้เกิดขึ้นน้อยที่สุดหรือพยายามขจัดออกไป ให้เหลือแต่ความผันแปรแบบธรรมชาติ เพื่อให้กระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุมได้อย่างเป็นสถิติ (เทวินทร์ สิริโชคชัยกุล, 2540)

ตารางที่ 2.4 ชนิดของความผันแปร (เทวินทร์ สิริโชคชัยกุล, 2540)

ชนิดของความผันแปร	ลักษณะของกระบวนการ	การปฏิบัติการแก้ไข
ความผันแปรแบบธรรมชาติ	มีความมั่นคง	แก้ไขที่ระบบโดยฝ่ายบริหาร
ความผันแปรแบบไม่ธรรมชาติ	ไม่มีความมั่นคง	แก้ไขที่หน้างานได้โดยพนักงาน

ในการควบคุมความผันแปรของกระบวนการ ความผันแปรแบบไม่ธรรมชาติเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้นในกระบวนการ ซึ่งเทคนิคในการควบคุมกระบวนการทั้งการป้องกัน ทราบถึงประสิทธิภาพกระบวนการ และทำให้เกิดการปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ แผนภูมิควบคุมซึ่งเลือกใช้ตามชนิดของข้อมูล ลักษณะกระบวนการ และผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 2.5 ชนิดของแผนภูมิควบคุม (เทวินทร์ สิริโชคชัยกุล, 2540)

ลักษณะของข้อมูล	ชนิดของแผนภูมิควบคุม	ขนาดตัวอย่างหรือค่าที่วัดแต่ละครั้งที่เหมาะสม	ลักษณะการใช้งาน
สำหรับข้อมูลตัวแปร	X-MR chart	1	ใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อเดียวกัน
	Median-R chart	น้อยกว่า 9	ในกับข้อมูลที่ไม่สะดวกในการคำนวณค่าเฉลี่ย
	X-R chart	น้อยกว่า 9	ใช้กับข้อมูลที่สะดวกในการคำนวณค่าเฉลี่ย
		มากกว่า 9	ใช้กับข้อมูลที่ไม่สะดวกในการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
สำหรับข้อมูลคุณสมบัติ	X-s chart	มากกว่า 9	ใช้กับข้อมูลที่สะดวกในการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	P chart หรือ nP chart	จำนวนตัวอย่างคงที่	สนใจการควบคุมชิ้นงานที่เป็นชิ้นงานเสีย/ไม่เป็นตามข้อกำหนด
		จำนวนตัวอย่างไม่คงที่	
	U chart	จำนวนตัวอย่างคงที่	สนใจการควบคุมจำนวนตำหนิหรือจำนวนข้อบกพร่อง
		จำนวนตัวอย่างไม่คงที่	

และอัตราส่วนสมรรถภาพกระบวนการ (PCR หรือ Ppk) หรือ ดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการ (Cp, Cpk: Capability index) ซึ่งช่วยในการประเมินความสามารถของกระบวนการผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดหรือมาตรฐาน ว่ากระบวนการมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปค่าสมรรถนะกระบวนการขั้นต้นควรมีค่าประมาณ 1.67 (พิชิต สุขเจริญพงษ์, 2541)

เทวินทร์ สิริโชคชัยกุล (2540) กล่าวว่า ถ้าค่าดัชนี Cp และ Cpk ยิ่งมีค่ามากกว่า 1.33 แสดงว่ากระบวนการมีความผันแปรน้อยหรือมีความมั่นคงสูง และถ้าค่าดัชนี Cp กับค่า Cpk ไม่เท่ากัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่อยู่ตรงกลางขอบเขตที่กำหนด

ตารางที่ 2.6 ค่าอัตราส่วนสมรรถภาพกระบวนการ (PCR) ของลักษณะกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ (พิชิต สุขเจริญพงษ์, 2535)

ลักษณะกระบวนการ	ข้อกำหนดสองด้าน	ข้อกำหนดด้านเดียว
กระบวนการผลิตที่ดำเนินการอยู่	1.33	1.25
กระบวนการใหม่	1.50	1.45
สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย		
กระบวนการผลิตที่ดำเนินการอยู่	1.50	1.45
กระบวนการใหม่	1.67	1.60

2.7 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ เป็นเครื่องมือหนึ่งในการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกม่า (Mahesh et al., 2005) เป็นวิธีในการประเมินระบบ การออกแบบ หรือกระบวนการผลิต/บริการ โดยเป็นแนวทางในการป้องกัน ซึ่งพิจารณาความเป็นไปในการเกิดข้อบกพร่อง และทำการวิเคราะห์หาข้อขัดข้องที่เป็นไปได้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิต (นิพนธ์ ชวนะปราณี, 2543) โดยทำการค้นหาสาเหตุ และผลกระทบจากข้อบกพร่องนั้นๆ และกำหนดวิธีในการตรวจสอบและบ่งชี้ข้อบกพร่อง ประเมินโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง ความรุนแรงอันเกิดจากลักษณะข้อบกพร่อง โอกาสเป็นไปได้ที่จะเกิดข้อบกพร่องนั้น การตรวจพบลักษณะข้อบกพร่องเพื่อนำมาหาค่าความเสียงชี้นำ เพื่อพิจารณาถึงลำดับความสำคัญของปัญหา เพื่อทราบถึงปัญหาที่มีความรุนแรงและผลกระทบมาก สามารถลำดับปฏิบัติการเพื่อจัดการแก้ไขปรับปรุงปัญหาต่างๆ เกิดการวางแผนเพื่อการออกแบบและกระบวนการผลิตอย่างรอบคอบ และมีประสิทธิภาพ

กิตติศักดิ์ อนุรักษสกุล (2545) ได้อธิบายความหมายของ การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น ว่าเป็นเทคนิคหรือกระบวนการเป็นระบบที่สร้างขึ้น เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมในด้านการออกแบบหรือกระบวนการผลิต โดยการชี้บ่งปัญหา หรือข้อบกพร่องใดๆ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นในกิจกรรมนั้น ซึ่งพิจารณาถึงคุณลักษณะพิเศษระดับความรุนแรงผลกระทบที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งระบุถึงวิธีการป้องกันปัญหาดังกล่าวและตรวจสอบประสิทธิผลของการป้องกัน

และทั้งนี้ เฉลิมพล ลีลาผาติกุล. (2540) ได้อธิบายว่า กระบวนการ FMEA ควรเริ่มต้นด้วยการทำแผนภูมิการไหลของกระบวนการ และประเมินผลความเสี่ยงของกระบวนการทั่วไป ซึ่งกระบวนการ FMEA ประกอบด้วยขั้นตอน การบ่งชี้และประเมินผลลัพธ์ที่เกี่ยวเนื่องกับข้อบกพร่องในกระบวนการ การบ่งชี้ถึงสาเหตุข้อบกพร่องในกระบวนการ และตัวแปรของกระบวนการ โดยให้ความสำคัญต่อการควบคุมเพื่อลดการเกิดขึ้นหรือการตรวจพบสภาพข้อบกพร่อง การพัฒนาลำดับข้อบกพร่องและจัดตั้งระบบเบื้องต้นสำหรับพิจารณาปฏิบัติการเชิงแก้ไขโดยในการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะได้แก่

1. การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านการออกแบบ (Design FMEA: DFMEA) เป็นกิจกรรมที่สร้างขึ้นในขั้นตอนการออกแบบ เพื่อพิจารณาคุณสมบัติของสินค้าได้ตามเป้าหมาย ค่าใช้จ่าย และบรรลุผลิตภาพตามที่ต้องการ (กิตติศักดิ์ อนุรักษสกุล, 2545)

<u>ประโยชน์ของ DFMEA ได้แก่</u>

1) จัดลำดับความสำคัญสำหรับการปรับปรุงการออกแบบ

2) ชี้บ่งคุณลักษณะที่วิกฤติและสำคัญ

3) ช่วยประเมินผลข้อกำหนดการออกแบบและทางเลือก

4) ขจัดข้อห่วงใยด้านความปลอดภัย

5) ทำให้ทราบความล้มเหลวที่เป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์

2. การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิต (Process FMEA: PFMEA) เป็นกิจกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อพิจารณากระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนตลอดจนการควบคุมกระบวนการเพื่อสร้างความมั่นใจว่าสินค้าที่ผลิตอยู่ภายใต้ข้อกำหนดของสินค้า ดังนั้น PFMEA จึงมีความสัมพันธ์กันระหว่าง ขั้นตอนในแต่ละกระบวนการ และปัจจัยนำออกที่ไม่ยอมรับกระบวนการนั้น โดยพิจารณาถึงสาเหตุของการไม่ยอมรับและดำเนินการควบคุมหรือป้องกันสิ่งที่เกิดขึ้นดังกล่าว (กิตติศักดิ์ อนุรักษสกุล, 2545)

ประโยชน์ของ PFMEA ได้แก่

1) ช่วยบ่งชี้ข้อบกพร่องของกระบวนการ และเสนอแผนการปฏิบัติการแก้ไข

2) ชี้บ่งคุณลักษณะที่วิกฤติและสำคัญ และช่วยในการพัฒนาแผนควบคุม

3) ช่วยจัดลำดับความสำคัญของปฏิบัติการแก้ไข

4) ช่วยวิเคราะห์กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการจัดทำ FMEA ได้แก่

1) กำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์

2) ศึกษาลำดับขั้นตอนของกระบวนการหรือการออกแบบ

3) อธิบายลักษณะของงานหรือหน้าที่ของแต่ละขั้นตอน/กระบวนการ

4) ทบทวนหน้าที่หลักและระบุข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้

5) ระบุการควบคุมในปัจจุบัน (Detection)

6) ให้คะแนนระดับความรุนแรง (Severity) ความถี่ (Occurrence) ในการเกิดขึ้น และความสามารถในการตรวจจับ

7) คำนวณค่าความเสี่ยงชี้นำ Risk Priority Number (RPN)

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

โดยที่

S = ค่าความร้ายแรงของข้อบกพร่อง (Severity)

O = ค่าความถี่ในการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence)

D = ค่าความสามารถในการตรวจพบข้อบกพร่องก่อนส่งถึงมือลูกค้า (Detection)

8) กำหนดสาเหตุข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไข จากค่าความเสี่ยงชี้นำ

ส่วนสำคัญในการจัดทำ FMEA ได้แก่ การประเมินค่าความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number) ซึ่งได้แก่การระดมสมองเพื่อประเมินเกณฑ์ความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity: Sev) โอกาสที่เป็นไปได้ในการเกิดข้อบกพร่องขึ้น (Occurrence: Occ) และการประเมินความสามารถในการควบคุมหรือการตรวจพบข้อบกพร่อง (Detection: Det) ซึ่งเกณฑ์ในการประเมินปัจจัยทั้งสามแสดงดังในตารางที่ 2.7 ถึงตารางที่ 2.11 จากนั้นนำคะแนนจากการประเมินทั้งสามทำการคูณกันเพื่อหาค่าความเสี่ยงชี้นำ เพื่อบ่งชี้ลำดับความสำคัญของข้อบกพร่อง ที่ควรได้รับการแก้ไข

ตารางที่ 2.7 เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น

ผล	เกณฑ์ ระดับความรุนแรงของผลต่อผลิตภัณฑ์ (ผลต่อลูกค้า)	คะแนน	ผล	เกณฑ์ระดับความรุนแรงของผลต่อกระบวนการ (ผลต่อการผลิต / ประกอบส่วน)
ไม่สามารถตอบสนองความปลอดภัยและ/ หรือข้อกำหนดทางกฎหมาย	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นมีผลต่อการขับขี่รถอย่างปลอดภัยและ/ หรือเกี่ยวข้องกับการฝ่าฝืนระเบียบของทางราชการโดยปราศจากการเตือน	10	ไม่สามารถตอบสนองความปลอดภัยและ/หรือข้อกำหนดทางกฎหมาย	อาจเป็นอันตรายต่อพนักงาน (เครื่องจักรหรือประกอบส่วน)โดยไม่ต้องเตือน)
	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นมีผลต่อการขับขี่รถอย่างปลอดภัยและ/หรือเกี่ยวข้องกับการฝ่าฝืนระเบียบของทางราชการโดยมีการเตือน	9		อาจเป็นอันตรายต่อพนักงาน (เครื่องจักรหรือประกอบส่วน)โดยต้องเตือน
สูญเสียหรือลดหน้าที่หลัก	สูญเสียหน้าที่หลัก (ขับรถไม่ได้แต่ไม่มีผลต่อการขับรถอย่างปลอดภัย)	8	มีอุปสรรคอย่างรุนแรง	ต้องทำลายผลิตภัณฑ์ทั้ง 100% ไลน์หยุดหรือหยุดส่งมอบ
	สูญเสียหน้าที่หลัก (ขับรถได้แต่ลดระดับสมรรถนะ)	7	มีอุปสรรคมาก	อาจต้องทำลายผลิตภัณฑ์ส่วนหนึ่ง ความเบี่ยงเบนจากกระบวนการหลักจะรวมการลดความเร็วของไลน์ หรือต้องใช้แรงงานมากขึ้น

ตารางที่ 2.8 เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น (ต่อ)

ผล	เกณฑ์ ระดับความรุนแรงของผลต่อผลิตภัณฑ์ (ผลต่อลูกค้า)	คะแนน	ผล	เกณฑ์ระดับความรุนแรงของผลต่อกระบวนการ (ผลต่อการผลิต / ประกอบส่วน)
สูญเสียหรือลดหน้าที่รอง	สูญเสียหน้าที่รอง (ขับรถได้แต่หน้าที่ ความสะดวก/สบายไม่ได้สมรรถนะ)	6	มีอุปสรรคปานกลาง	อาจต้องซ่อมผลิตภัณฑ์ทั้ง 100% ที่นอกไลน์และยอมรับอีกครั้ง
ความรำคาญ	สูยเสียหน้าที่รอง (ขับรถได้ แต่หน้าที่ความสะดวก/สบายทำงานในระดับที่สมรรถนะที่ลดลง)	5	มีอุปสรรคปานกลาง	อาจต้องซ่อมผลิตภัณฑ์บางส่วนที่นอกไลน์และยอมรับอีกครั้ง
	รูปภายนอก เสียง ขับรถได้ หรือรายการความไม่สบายที่ผู้ใช้ส่วนมากสังเกตได้ (มากกว่า 75%)	4		อาจต้องซ่อมผลิตภัณฑ์ทั้ง 100 % ที่ไลน์และยอมรับอีกครั้ง
ไม่มีผล	รูปภายนอก เสียง ขับรถได้ หรือรายการความไม่สบายที่ผู้ใช้ส่วนใหญ่สังเกตได้ (50%)	3	มีอุปสรรคน้อย	อาจต้องซ่อมผลิตภัณฑ์บางส่วนที่ไลน์และยอมรับอีกครั้ง
	รูปภายนอก เสียง ขับรถได้ หรือรายการความไม่สบายที่ผู้ใช้ที่ช่างสังเกตจะรู้ได้น้อย	2		ไม่สะดวกเล็กน้อยในกระบวนการปฏิบัติการหรือต่อพนักงาน
	ไม่มีผลที่สังเกตได้	1	ไม่มีผล	ไม่มีผลที่สังเกตได้

ตารางที่ 2.9 เกณฑ์การประเมินโอกาสที่จะเกิดผลกระทบขึ้น

โอกาสเกิดความล้มเหลว	**อัตราการเกิดความเสียหายที่เป็นไปได้**	**คะแนน**
โอกาสสูงมาก : ความเสียหายเกือบจะหลีกเลี่ยงไม่ได้	> 100 ต่อ 1,000 > 1 ใน 10	10
โอกาสสูง : กระบวนการที่คล้ายกับกระบวนการก่อนที่มักจะเสียหายอยู่บ่อยๆ	50 ต่อ 1,000 1 ใน 20	9
	20 ต่อ 1,000 1 ใน 50	8
	10 ต่อ 1,000 1 ใน 100	7
โอกาสปานกลาง : กระบวนการที่คล้ายกับกระบวนการก่อน ซึ่งความเสียหายเกิดขึ้นตามกาลเวลาแต่ไม่เป็นสัดส่วนนัก	2 ต่อ 1,000 1 ใน 500	6
	0.5 ต่อ 1,000 1 ใน 2,000	5
	0.1 ต่อ 1,000 1 ใน 10,000	4
โอกาสต่ำ :ความเสียหายที่แยกแล้วเท่านั้นกับกระบวนการที่ได้จำแนกแล้ว	0.01 ต่อ 1,000 1 ใน 100,000	3
	< 0.001 ต่อ 1,000 1 ใน 1,000,000	2
โอกาสต่ำมาก : ไม่มีความเสียหายกับกระบวนการที่ได้จำแนกแล้ว	ความล้มเหลวถูกตัดออกจากการควบคุมการป้องกัน	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.10 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการควบคุมข้อบกพร่อง

ความสามารถที่จะตรวจพบ	**เกณฑ์ : โอกาสที่จะตรวจพบโดยการควบคุมการออกแบบ**	**คะแนน**	**ความน่าจะเป็น**
ไม่มีโอกาสตรวจพบ	ไม่ควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน; ไม่วิเคราะห์หรือตรวจไม่พบ	10	แทบเป็นไปไม่ได้
ไม่น่าจะตรวจพบในแต่ละขั้น	ตรวจไม่พบลักษณะความล้มเหลวและ/ หรือความผิดพลาด (สาเหตุ) ได้โดยง่าย (เช่นสุ่มตรวจกับ)	9	น้อยมาก
ปัญหาที่พบหลังการแปรรูป	พนักงานตรวจพบลักษณะความล้มเหลวหลังการแปรรูปด้วยการใช้สายตา / สัมผัส/ เครื่องเสียง	8	น้อย
ปัญหาที่ตรวจพบในแหล่ง	พนักงานตรวจพบลักษณะความล้มเหลวในสถานีด้วยการใช้สายตา / สัมผัส/ เครื่องเสียง หรือหลังจากแปรรู)โดยใช้เกจคุณสมบัติ (ผ่าน/ ไม่ผ่าน , ตรวจทอร์คด้วยมือ , ประแจคลิกเกอร์ เป็นต้น)	7	ต่ำมาก
ปัญหาที่ตรวจพบหลังการแปรรูป	พนักงานตรวจพบลักษณะความล้มเหลวในสถานีด้วยการใช้เกจ์ผันแปรหรือพนักงานตรวจในสถานีโดยใช้เกจ์คุณสมบัติ (ผ่าน/ ไม่ผ่าน , ตรวจทอร์คด้วยมือ , ประแจคลิกเกอร์ เป็นต้น)	6	ต่ำ
ปัญหาที่ตรวจพบในแหล่ง	พนักงานตรวจหาลักษณะความล้มเหลว หรือความผิดพลาด (สาเหตุ) ในสถานีโดยใช้เกจ์ผันแปรหรือควบคุมอัตโนมัติในสถานีที่จะตรวจหาชิ้นส่วนผิดปรกติและแจ้งพนักงาน (ใช้แสง ออด เป็นต้น) ใช้เกจ์เมื่อตั้งค่าและตรวจชิ้นงานเริ่มแรก (เฉพาะสาเหตุที่ตั้งค่าเท่านั้น)	5	ปานกลาง

ตารางที่ 2.11 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการควบคุมข้อบกพร่อง (ต่อ)

ความสามารถที่จะตรวจพบ	**เกณฑ์ : โอกาสที่จะตรวจพบโดยการควบคุมการออกแบบ**	**คะแนน**	**ความน่าจะเป็น**
ปัญหาที่ตรวจพบหลังการแปรรูป	ตรวจหาลักษณะความล้มเหลวหลังการแปรรูปด้วยการควบคุมอัตโนมัติ ที่จะตรวจพบชิ้นส่วนผิดปรกคิ และ ล็อกชิ้นส่วนเพื่อไม่ให้แปรรูปอีกต่อไป	4	ค่อนข้างสูง
ปัญหาที่ตรวจพบในแหล่ง	ตรวจหาลักษณะความล้มเหลวหลังการแปรรูปด้วยการควบคุมอัตโนมัติ ที่จะตรวจพบชิ้นส่วนผิดปรกติและล็อกชิ้นส่วนโดยอัตโนมัติในสถานีเพื่อไม่ให้แปรรูปอีกต่อไป	3	สูง
ตรวจหาความผิดพลาดและ/หรือป้องกันปัญหา	ตรวจหาความผิดพลาด (สาเหตุ) ในสถานีด้วยการควบคุมอัตโนมัติ ที่จะตรวจพบความผิดพลาดและไม่ให้ทำชิ้นส่วนที่ผิดพลาด	2	สูงมาก
ตรวจหาไม่ได้, ป้องกันความล้มเหลว	ป้องกันความผิดพลาด (สาเหตุ) จากผลของการออกแบบตัวยึดออกแบบเครื่องจักรหรือชิ้นส่วนผิดปรกติเพราะรายการนั้นถูกป้องกันไว้โดยการออกแบบกระบวนการ/ผลิตภัณฑ์	1	ค่อนข้างแน่นอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 ศึกษาผลงานวิจัยเกี่ยวกับขั้นตอนและวิธีการปรับปรุงเพื่อลดของเสีย

อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว. การลดของเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋องโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545. งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระป๋อง ซึ่งใช้หลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเป็นสำคัญ อันประกอบด้วยหลักการดำเนินงาน 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis) การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve) การควบคุมตัวแปรต่างๆ (Control) ทั้งนี้จากการดำเนินงานวิจัยซึ่งได้แก่ การสำรวจปัญหา และหาระดับความรุนแรงด้วยการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) และการแก้ไขควบคุมปัญหาด้วยการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ จากผลการวิจัยพบว่าสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิตลดลง

ธีรพร เสนพรหม. การลดแม่แบบแก้วเสียในกระบวนการผลิตเลนส์พลาสติกโดยใช้แนวคิดซิกซ์ ซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550. งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียจากข้อตำหนิประเภทรอยขีดข่วนของแม่แบบแก้วที่ใช้ในการผลิตเลนส์สายตาชนิดบางพิเศษ โดยใช้ขั้นตอนตามระยะของซิกซ์ ซิกมา 5 ขั้นตอนคือ 1.นิยามปัญหา (Define Phase) 2.การวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา (Measure Phase) 3.การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase) 4.การปรับปรุงการแก้ไขกระบวนการ (Improvement Phase) 5.การติดตามควบคุม (Control Phase) ซึ่งผลจากการปรับปรุงพบว่าสัดส่วนของแม่แบบเสียลดลงจาก 0.25% หรือ 2512 PPM เหลือ 0.083% หรือ 826 PPM เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนของแม่แบบเสียก่อนการปรับปรุง โดยระดับซิกซ์ ซิกมาของกระบวนการได้ปรับปรุงจาก 4.31 เป็น 4.65

จากผลของงานวิจัยทั้งสอง (อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว, 2545 และ ธีรพร เสนพรหม, 2550) นำมาศึกษาถึงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย การวิเคราะห์ปัญหา การลำดับขั้นตอนการแก้ไขปัญหาโดยการใช้แนวความคิดซิกซ์ ซิกมา ที่มี 5 ขั้นตอน คือ 1.นิยามปัญหา (Define Phase) 2.การวัดเพื่อหาสาเหตุของปัญหา (Measure Phase) 3.การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase) 4.การปรับปรุงการแก้ไขกระบวนการ (Improvement Phase) 5.การติดตามควบคุม (Control Phase) เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงแก้ไขให้กระบวนการผลิตมีของเสียลดน้องลง

2.8.2 ศึกษาผลงานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต

กิตติศักดิ์ อนุรักษสกุล. การวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนโครงร่างยานยนต์ โดยเทคนิค FMEA. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545. งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนโครงร่างยานยนต์ โดยประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA เพื่อปรับปรุงกระบวนการ ซึ่งผลจากการดำเนินงานพบว่ามีสัดส่วนของเสียหลังการปรับปรุงลดลง

เฉลิมพล ลีลาผาติกุล. การวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบทางคุณภาพสำหรับอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรม อุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540. งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดและควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของยางรถยนต์ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต (Process FMEA) เพื่อวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตยางรถยนต์ ซึ่งทำการแก้ไขปัญหาที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำตั้งแต่ 100 คะแนนขึ้นไป ซึ่งจากการดำเนินการแก้ไขพบว่าจำนวนของเสียลดลง นอกจากนี้ในการดำเนินงานวิจัยยังได้มีการจัดทำแผนควบคุม เพื่อควบคุมปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและป้องกันข้อบกพร่องไม่ให้เกิดขึ้นอีก

นิพนธ์ ชวนะปราณี. การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA และ FTA ในงานการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สายไฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543. งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดและควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการออกแบบและผลิตสายไฟฟ้าประเภททนไฟ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA และ FTA เพื่อปรับปรุงแก้ไขและควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการออกแบบและการผลิต โดยเน้นการวิเคราะห์ที่ส่งผลต่อคุณภาพเป็นหลัก ซึ่งพิจารณาจากตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ ผลจากการ ดำเนินงานวิจัย พบว่าคะแนนค่าความเสี่ยงชี้นำมีค่าลดลงมาก และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมีคุณสมบัติสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า รวมถึงมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าต้นทุนขณะก่อนการปรับปรุง

วิทย์ วรรณวิจิตร. การปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์โลหะของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547. งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนปรับปรุง

กระบวนการผลิตแม่พิมพ์ โดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ QC 7 tools เทคนิค เข้ามาใช้ในการปรับปรุงซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การรับคำสั่งซื้อ และคำสั่งผลิตจากลูกค้า การผลิตแม่พิมพ์ ตลอดจนถึงการใช้งานแม่พิมพ์ ผลจากการแก้ไขปรับปรุงพบว่า ค่าดัชนีที่แสดงความผิดพลาดของของกระบวนการภายหลังจากได้รับการปรับปรุงมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับก่อนทำการปรับปรุง

จากผลของงานวิจัยทั้งสี่ (กิตติศักดิ์ อนุรักษสกุล, 2545 เฉลิมพล ลีลาผาติกุล, 2540 นิพนธ์ ชวนะปราณี, 2543 และวิทย์ วรรณวิจิตร, 2547) สามารถนำมาประยุกต์ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การศึกษาถึงขั้นตอนในการจำแนกและวิเคราะห์ปัญหา การระดมสมองเพื่อการวิเคราะห์แขนงความบกพร่อง (Fault Tree Analysis: FTA) การหาสาเหตุของปัญหาขั้นตอนและการประเมินผลจากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) ลักษณะการกำหนดแผนงานในการแก้ปัญหา การเปรียบเทียบคะแนนค่าความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number: RPN)

2.8.3 ศึกษาผลงานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต

สมพงษ์ เข็มทองวงศา. การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยการใช้วิธีการตรวจวินิจฉัยองค์กร: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตกระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2542 การดำเนินงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำและพัฒนาระบบปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้การตรวจวินิจฉัยองค์กร กรณีศึกษาในโรงงานผลิตกระป๋อง ซึ่งประยุกต์ใช้กับระบบบริหาร การศึกษา/การฝึกอบรม ระบบมาตรฐาน การวางแผนและการบำรุงรักษา ซึ่งจากการตรวจวินิจฉัยองค์กร และการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน ทำให้สามารถกำหนดค่าดัชนีวัดประสิทธิภาพที่มีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้าและคุณภาพการผลิต ซึ่งได้นำเทคนิคการควบคุมทางสถิติเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงค่าดัชนีเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และทำให้เกิดการสร้างวัฒนธรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องขององค์กร

สิริมา อินทวงศ์. การปรับสมรรถนะกระบวนการผลิต โดยอาศัยโครงสร้างรางวัลคุณภาพแห่งชาติ : กรณีศึกษาโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ประเภทแผงวงจรรวมไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546. งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการปรับปรุงสมรรถนะกระบวนการผลิตในโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ประเภทวงจรรวมไฟฟ้า โดยอาศัยโครงสร้างรางวัลคุณภาพทางด้านการจัดการกระบวนการ และผลลัพธ์ทางธุรกิจ โดยนำเครื่องมือทางด้านคุณภาพและสถิติเข้ามาประยุกต์ใช้

ทำให้มีข้อร้องเรียนด้านคุณภาพจากลูกค้าลดลง มีค่า ดัชนีวัดสมรรถนะ (Cpk) ที่ดีขึ้น และเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานของโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

จากผลของงานวิจัย (สมพงษ์ เข็มทองวงศา, 2542 และสิริมา อินทวงศ์, 2546) นำมาศึกษาขั้นตอนและการประยุกต์ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การปรับปรุงประสิทธิภาพและลดความสูญเสียในองค์กร การประเมินลักษณะความสำคัญของปัญหาโดยการตรวจวินิจฉัยองค์กร ลักษณะการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control: SPC) การศึกษาเครื่องมือวัด (Gauge Repeatability and Reproducibility study: GR&R study) ที่ใช้ในกระบวนการผลิต ลักษณะการปรับปรุง และการลดเวลาภาระงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

2.8.4 ศึกษาผลงานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบควบคุมคุณภาพ

ธนะศักดิ์ ทุเรียน. การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพ กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนยาง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543. งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพซึ่งได้นำระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคต่าง ๆ ได้แก่ การจัดตั้งระบบคุณภาพ การวิเคราะห์ผล เทคนิคการวิเคราะห์ความล้มเหลว การนำเครื่องมือทางควบคุมคุณภาพทั้ง 7 มาประยุกต์ใช้ (QC 7 TOOLS) เพื่อควบคุมคุณภาพในแต่ละกระบวนการผลิต ซึ่งผลจากการประยุกต์ใช้ และพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพทำให้สัดส่วนของเสียและข้อร้องเรียนจากลูกค้าลดลงอย่างมาก รวมถึงมีระบบควบคุมคุณภาพเกิดขึ้นภายในองค์กร และมีมาตรฐานการปฏิบัติงาน

ธนา รัตนเวทวงศ์. การประยุกต์ระบบควบคุมคุณภาพสำหรับโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์จากโลหะแผ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544. วัตถุประสงค์ของงานวิจัยฉบับนี้ เพื่อศึกษาและเสนอระบบควบคุมคุณภาพในโรงงานสำหรับผลิต ผลิตภัณฑ์จากโลหะแผ่น มีการประยุกต์ใช้เพื่อสามารถวัด วิเคราะห์ ปรับปรุงประสิทธิภาพ มีการเพิ่มโครงสร้างองค์กรด้านการประกันคุณภาพจัดทำรายละเอียดและกำหนดหน้าที่งาน มีการสร้างระบบควบคุมคุณภาพ คู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงาน คู่มือวิธีปฏิบัติงาน รวมถึงการจัดทำแผนคุณภาพ ซึ่งจากการดำเนินงานพบว่าสัดส่วนของเสียและข้อร้องเรียนจากลูกค้าลดลง

สุวิทย์ บุญชูจรัส. การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพสำหรับกระบวนการทำสีตัวถังรถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539. วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการทำสีตัวถังรถยนต์ โดยใช้โรงงานประกอบรถยนต์เป็นกรณีศึกษาโดยโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษายังขาดระบบควบคุมคุณภาพที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจากการดำเนินงานวิจัย สามารถพัฒนาระบบการตรวจสอบวัสดุนำเข้าก่อนใช้งาน การพัฒนาการตรวจสอบและควบคุมในกระบวนการผลิต มีการจัดทำผังการควบคุม มีความชัดเจนในการทำงาน การควบคุมและการสอบกลับเพื่อประเมินผล มีการพัฒนาการตรวจสอบคุณภาพผลผลิต ทำให้คุณภาพของผลผลิตมีความสม่ำเสมอ อัตราส่วนข้อบกพร่องมีแนวโน้มลดลง

จากผลของงานวิจัยทั้งสามนี้ (ธนะศักดิ์ ทุเรียน, 2543 ธนา รัตนเวทวงศ์, 2544 และสุวิทย์ บุญชูจรัส, 2539) นำมาศึกษาและประยุกต์ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การประยุกต์ใช้เครื่องมือการควบคุมคุณภาพทั้ง 7 (QC 7 Tools) ขั้นตอนการดำเนินงานจัดทำแผนควบคุม และการปรับปรุงแก้ไขด้านต่างๆ ซึ่งทำให้ความสูญเสียในกระบวนการผลิตลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

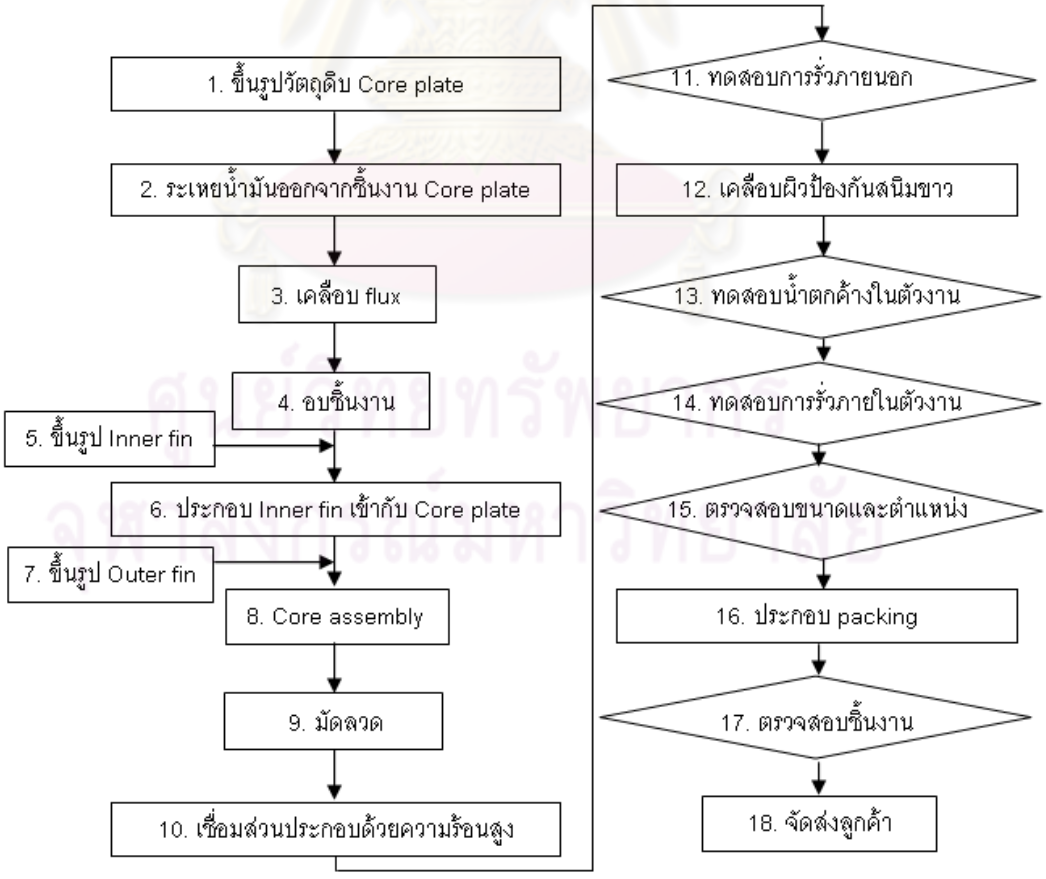
บทที่ 3

การนิยามปัญหา (Define Phase)

ระยะการนิยามปัญหาในบทนี้เป็นระยะที่มีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากเป็นระยะที่จะกำหนดปัญหาว่าจะไปในทิศทางใด โดยในบทนี้จะเริ่มต้นจากการศึกษากระบวนการผลิตคอยล์เย็น จากนั้นทำการศึกษาข้อมูลของเสียเบื้องต้นของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น เมื่อได้ข้อมูลของเสียเบื้องต้นแล้วทำการกำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ เป้าหมาย ตัวชี้วัด จากนั้นทางผู้วิจัยจึงได้จัดตั้งทีมงานเพื่อช่วยกันระดมสมองในขั้นตอนถัดไป คือการวัดสภาพปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การแก้ไขปรับปรุง และการควบคุมกระบวนการผลิตคอยล์เย็น

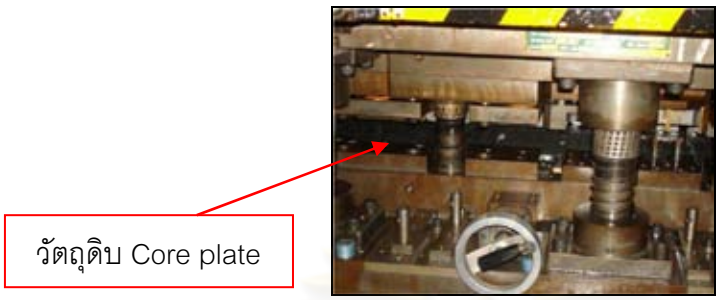
3.1 ศึกษากระบวนการผลิตคอยล์เย็น

ทำการศึกษากระบวนการผลิตจากแผนควบคุมการผลิต (Control plan) และแผนผังการไหลของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น (Partial Process Control) โดยกระบวนการผลิตคอยล์เย็นก่อนการแก้ไขมีทั้งสิ้น 18 ขั้นตอน ดังรูป 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการไหลของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น

1. กระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate คือ กระบวนการที่นำเอาวัตถุดิบ Core plate มาขึ้นรูปโดยใช้เครื่องขึ้นรูป 500 ตัน ที่มี die และ punch ทำหน้าที่ขึ้นรูปวัตถุดิบให้เป็น Core plate (main) ตามรุ่นที่กำหนด



รูปที่ 3.2 วัตถุดิบ Core plate ขณะอยู่ในเครื่องขึ้นรูป

2. กระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นส่วน Core plate หรือกระบวนการ Degreasing ทำหน้าที่ระเหยน้ำมัน Sunpress ที่ติดอยู่บนตัวงาน Core plate จากกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate ซึ่งมีน้ำมันติดอยู่ให้ระเหยออกไป โดยใช้ความร้อนที่ 220-240 องศาเซลเซียส โดยกระบวนการนี้จะนำชิ้นส่วน Core plate เรียงบนตระกร้าเหล็ก และส่งชิ้นส่วนผ่านสายพานลำเลียงเข้าเครื่องระเหยน้ำมัน ดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 กระบวนการระเหยน้ำมันออกจากตัวงาน Core plate

3. กระบวนการเคลือบ Flux เปียก คือ กระบวนการที่นำชิ้นส่วน Core plate มาทำการชุบด้วย flux เปียก ซึ่งมีส่วนช่วยให้ชิ้นส่วนเชื่อมติดกันได้ดียิ่งขึ้นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (กระบวนการ Brazing) ในกระบวนการนี้บ่อชุบ flux จะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิของบ่ออยู่ที่ 5-20 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิของ flux มีผลต่อความหนืดและการเกาะติดระหว่าง Flux และชิ้นส่วน Core plate นอกจากการควบคุมอุณหภูมิแล้วยังต้องควบคุมปริมาณ flux ที่เกาะติดบนชิ้นส่วน Core plate อีกด้วย การทำงานคือนำชิ้นส่วน

Core plate บนตระกร้าเหล็กหลังจากออกจากกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากตัวงานมีทำการชุบลงไปในบ่อ flux เปียก ดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 การนำชิ้นส่วน Core plate ชุบลงใบบ่อ flux เปียก

4. กระบวนการอบชิ้นส่วน Core plate หลังจากกระบวนการเคลือบ flux เปียก ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 150-170 อาศาเซลเซียส เพื่อให้ flux เปียกบนตัวงานแห้งสนิทติดกับชิ้นส่วน Core plate โดยส่งชิ้นส่วน Core plate ที่อยู่บนตระกร้าเหล็กป้อนเข้าไปในเครื่องอบ

รูปที่ 3.5 การนำชิ้นส่วน Core plate หลังชุบ flux เปียกเข้าเครื่องอบ

5. กระบวนการขึ้นรูป Inner fin คือ กระบวนการที่นำเอาวัตถุดิบ Inner fin มาขึ้นรูปโดยการใช้แม่พิมพ์ขึ้นรูป โดยการกดทับให้วัตถุดิบมีลักษณะเป็นคลื่นตามขนาดที่ต้องการ และเครื่องขึ้นรูปก็จะทำการตัดชิ้นส่วนตามความยาวที่ต้องการ ในเครื่องขึ้นรูปนี้มีกระบวนการระเหยน้ำมันจากกระบวนการขึ้นรูปออกไปด้วย ชิ้นส่วน Inner fin นี้จะทำหน้าที่เสมือนห้องกั้นสารทำความเย็นเพื่อให้สารทำความเย็นสามารถกระจายไปทั่วตัวงานคอยล์เย็น

รูปที่ 3.6 ชิ้นส่วน Inner fin หลังการขึ้นรูปก่อนถูกส่งไปตัดความยาวตามขนาดที่ต้องการ

6. กระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับชิ้นส่วน Core plate โดยทำการประกอบ Inner fin (ได้มาจากกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin) ทำการประกอบเข้ากับ Core plate และเครื่องประกอบจะทำการยึดติดกันด้วยการพับครีบด้านข้าง (Rib) ชิ้นงานที่เสร็จจากกระบวนการนี้เราเรียกชิ้นส่วนนี้ว่า Unit assembly

รูปที่ 3.7 กระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับชิ้นส่วน Core plate

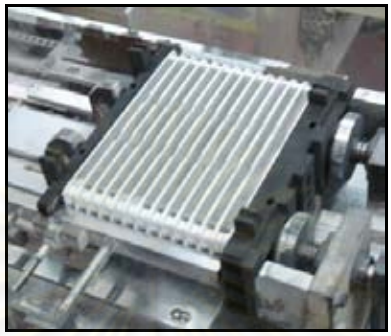
7. กระบวนการขึ้นรูป Outer fin คือ กระบวนการที่นำเอาวัตถุดิบ Outer fin มาขึ้นรูปโดยการใช้แม่พิมพ์ลักษณะเป็นลูกกลิ้งในการขึ้นรูป ทำให้วัตถุดิบมีลักษณะเป็นคลื่น ซึ่งมีความสูงของคลื่นและความยาวตามขนาดที่ต้องการตามรุ่นของตัวงานคอยล์เย็น ในเครื่องขึ้นรูปนี้มีกระบวนการระเหยน้ำมันจากกระบวนการขึ้นรูปออกไปด้วย Outer fin จะทำหน้าที่ระบายความร้อนของสารทำความเย็นที่ไหลอยู่ใน Core plate บริเวณที่สัมผัสกับ Outer fin

8. กระบวนการ Core assembly ประกอบ Outer fin ที่ผ่านการขึ้นรูปมาแล้ว เข้ากับ Unit assembly, Core plate (Main), Core plate (In-Out plug), Core plate (In-plug), Side plate, Turn plate และ Joint block

รูปที่ 3.8 กระบวนการประกอบ Core assembly

9. กระบวนการมัดลวดรอบตัวงานที่ประกอบแล้วจากกระบวนการ Core assembly ซึ่งเป็นการมัดชิ้นส่วนทั้งหมดที่ประกอบจากกระบวนการ Core assembly เข้าไว้ด้วยกันเบื้องต้น

เพื่อให้ชิ้นส่วนได้ขนาดและตำแหน่งตามที่ต้องการก่อนนำไปเข้ากระบวนการถัดไป โดยจะทำการนำอุปกรณ์จับยึดมาบังคับตำแหน่งของชิ้นส่วนต่างๆที่นำมาประกอบเข้าด้วยกันก่อน ดังแสดงในรูป 3.9 จากนั้นจะใส่ชิ้นงานพร้อมกับอุปกรณ์จับยึดเข้าไปในเครื่องมัดลวด ซึ่งเครื่องจักรจะทำการมัดลวดบริเวณด้านข้างตัวงาน 2 เส้นด้วยกัน



รูปที่ 3.9 ชิ้นงานที่ถูกอุปกรณ์จับยึดบังคับตำแหน่งของชิ้นส่วนต่างๆ

10. กระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนด้วยความร้อนสูง หรือกระบวนการ Brazing เป็นกระบวนการที่ให้ความร้อนสูงแก่ส่วนประกอบ นอกเหนือจากนี้ในกระบวนการผลิตยังต้องมีการควบคุมปริมาณออกซิเจนในระบบ เนื่องจากหากออกซิเจนในระบบนั้นมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ ก็จะส่งผลให้ชิ้นส่วนไม่เชื่อมติดกัน และประสิทธิภาพในการเชื่อมติดกันไม่ตรงตามาตรฐานอีกด้วย ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นเสื่อมประสิทธิภาพก่อนระยะเวลาที่ทางโรงงานกรณีศึกษารับประกันกับทางลูกค้าไว้

รูปที่ 3.10 การป้อนชิ้นส่วนเข้าเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง

11. กระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก (การรั่วที่สารทำความเย็นสามารถรั่วมาจากตัวงานมาสู่ภายนอกได้) ของตัวคอยล์เย็นหลังจากผ่านกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูงมาแล้ว โดยการทดสอบเริ่มจากการใช้หัวเทสงานเชื่อมต่อกับตัวคอยล์เย็น จากนั้นในเข้าสู่ตู้สูญญากาศ ต่อมาอัดก๊าซฮีเลี่ยมเข้าไปในตัวคอยล์เย็นด้วยแรงดันสูง หากเกิดตัวงานคอยล์เย็นมี

การรั่วก๊าซฮีเลี่ยมจะไหลออกจากตัวงานสู่ห้องสูญญากาศ ทำให้ตัวตรวจจับก๊าซฮีเลี่ยมที่ติดตั้งอยู่ในตู้สูญญากาศตรวจจับก๊าซฮีเลี่ยมได้ แต่ในทางตรงกันข้าม หากตัวตรวจจับก๊าซฮีเลี่ยมไม่สามารถตรวจจับได้ ก็แสดงว่าชิ้นงานนั้นไม่มีการรั่วภายนอก

12. กระบวนการเคลือบผิวเพื่อป้องกันสนิมขาว หรือที่เรียกกันว่ากระบวนการ Surface Treatment ทำโดยการนำตัวงานคอยล์เย็นไปชุบในบ่อสารเคมีต่างๆ เพื่อให้สารเคมีทำหน้าที่คล้ายฟิล์มปกป้องผิวสัมผัสกับอากาศ ป้องกันการเกิดสนิมขาวได้ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มอายุในการทนต่อการกัดกร่อนอีกด้วย โดยกระบวนการนี้จะทำการอุดทางเข้าและทางออกของสารทำความเย็น เพื่อไม่ให้สารเคมีเข้าไปในตัวคอยล์เย็น เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อการทำปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีและสารทำความเย็นที่อยู่ในตัวคอยล์เย็น จากนั้นทำการอบและเป่าชิ้นงานให้แห้งสนิท ก่อนส่งให้กระบวนการถัดไป

13. กระบวนการทดสอบน้ำตกค้างในตัวงาน ในกระบวนการนี้จะมีการประกอบแหวนยางรูปวงกลม หรือที่เรียกว่า O-Ring เข้ากับตัวคอยล์เย็น และในการทดสอบน้ำตกค้างในตัวงานนั้นปริมาณน้ำในตัวงานจะต้องน้อยกว่า 80 ไมโครลิตร

14. กระบวนการทดสอบการรั่วภายในตัวงาน การทดสอบการรั่วภายในตัวงานหมายถึงการรั่วระหว่างการห้องแบ่งการไหลของสารทำความเย็นในตัวคอยล์เย็น การทดสอบนี้ใช้คลื่นเสียงในการตรวจวัด ถ้าหากชิ้นงานรั่วการสะท้อนกลับของเสียงก็จะผิดไปจากค่ามาตรฐาน

15. กระบวนการตรวจสอบขนาดชิ้นงานคือ ตรวจสอบขนาดและตำแหน่งของชิ้นงานที่นำมาประกอบเป็นคอยล์เย็น โดยการใช้อุปกรณ์จับยึดที่สามารถตรวจวัดขนาดและตำแหน่งต่างๆ ของตัวงานคอยล์เย็นได้ วิธีการปฏิบัติงานคือ นำเอาชิ้นงานมาวางลงในอุปกรณ์ หากชิ้นงานไม่สามารถลงเข้ากับอุปกรณ์ตรวจวัดได้ก็แสดงว่าชิ้นงานนั้นมีขนาด หรือตำแหน่งของชิ้นส่วนประกอบไม่ได้มาตรฐาน

16. กระบวนการนี้จะทำการประกอบโฟมหรือเรียกว่า Packing เพื่อป้องกันการกระแทกและลดการสั่นสะเทือนของตัวงานคอยล์เย็น เมื่อนำไปติดตั้งเข้ากับรถยนต์

17. กระบวนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน โดยใช้ตาและมือในการตรวจจับชิ้นงาน เพื่อตรวจจับลักษณะผิดปกติภายนอกของชิ้นงาน เช่น รอยบุบ รอยขีดข่วน ตรวจสอบความถูกต้อง

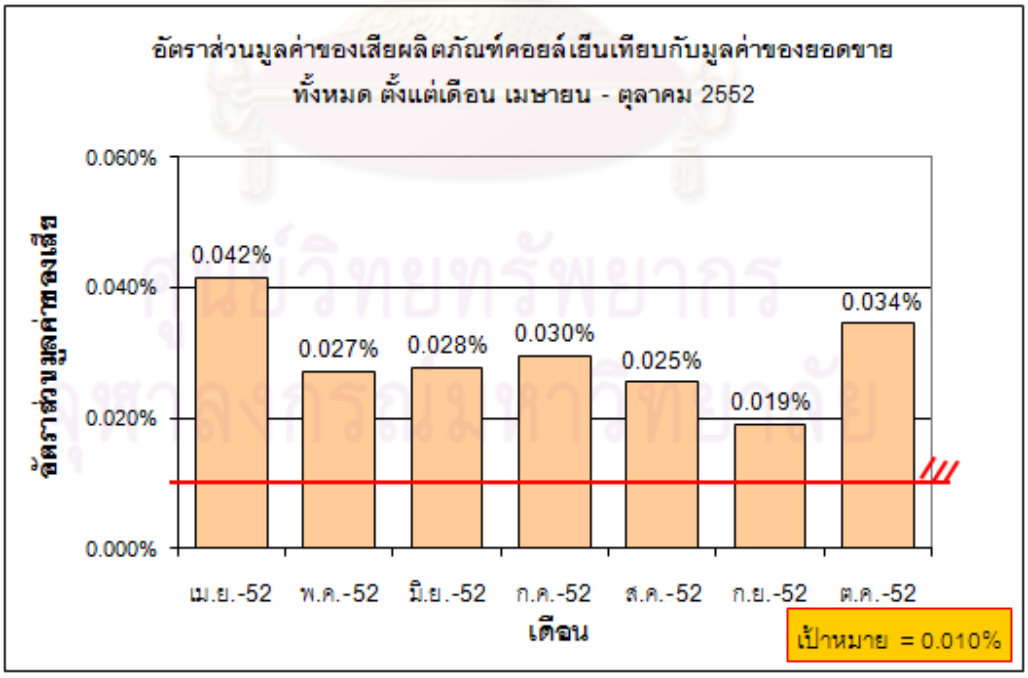
ของการประกอบชิ้นส่วน ลักษณะของครีบระบายความร้อน ตรวจสอบการประทับตราวัน เดือน ปี ที่ผลิตชิ้นงาน เป็นต้น

18. นำตัวงานคอยล์เย็นที่ผ่านการตรวจสอบบรรจุลงกล่อง เพื่อเตรียมส่งให้ลูกค้าต่อไป

3.2 กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ และเป้าหมาย

เนื่องจากสภาพโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบันมีการใช้ส่วนใหญ่เครื่องจักรที่เป็นลักษณะกึ่งอัตโนมัติ โดยพนักงานจะทำหน้าที่ในการโหลดชิ้นส่วนเข้า จากนั้นเครื่องจักรจะทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งค่าไว้ตามรุ่นของชิ้นส่วน และเมื่อจบกระบวนการของเครื่องจักรแล้วพนักงานจะเป็นผู้เอาชิ้นส่วนออกจากเครื่อง นอกจากนี้ยังมีส่วนของสายการผลิตที่เป็นสายการประกอบที่ต้องใช้พนักงานเป็นผู้ประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดอีกด้วย

จากการศึกษากระบวนการผลิตคอยล์เย็นพบว่าอัตราส่วนมูลค่าของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นเทียบกับมูลค่าของสินค้าทั้งหมดที่โรงงานกรณีศึกษาขายได้ จากรูปที่ 3.11 พบว่าข้อมูลในเดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายที่โรงงานกรณีศึกษาตั้งไว้ที่ 0.01% ได้ โดยอัตราส่วนมูลค่าของเสีย ณ ช่วงเวลาดังกล่าวข้างต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.029%

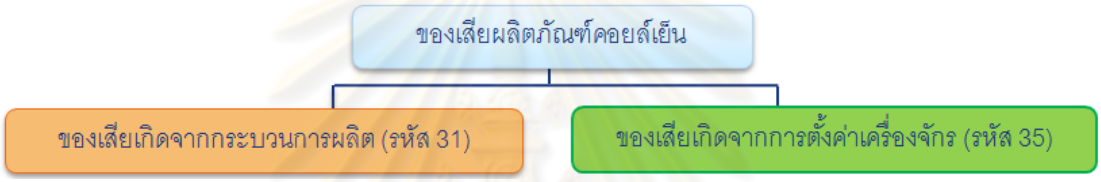


รูปที่ 3.11 มูลค่าอัตราส่วนของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นเทียบกับมูลค่าของสินค้าที่ขายได้ทั้งหมด (ก่อนการปรับปรุง)

ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษามีการทิ้งของเสีย ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ดังต่อไปนี้

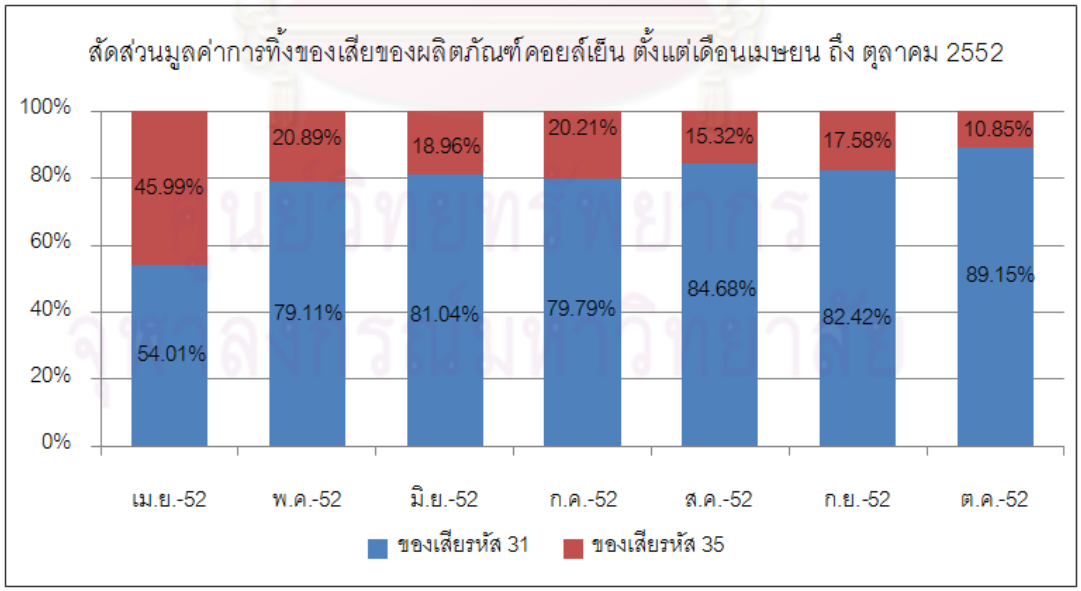
1. ของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากความผิดพลาดของพนักงาน หรือ ความผิดพลาดในการผลิตของเครื่องจักรในระหว่างทำการผลิต โดยของเสียประเภทนี้จะถูกนับตั้งแต่เริ่มพบของเสียจนกว่าจะสามารถปรับกระบวนการผลิตให้กลับมาสามารถทำงานได้ตามปกติอีกครั้ง และของเสียประเภทนี้จะทิ้งเป็นของเสียรหัส 31

2. ของเสียที่เกิดจากการตั้งค่าเครื่องจักร คือ ของเสียที่เกิดขึ้นในขณะทำการตั้งค่าเครื่องจักร เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นส่วนตามความต้องการ โดยของเสียประเภทนี้จะคิดตั้งแต่เริ่มนำวัตถุดิบป้อนเข้าเครื่องจักร จนกว่าจะได้ชิ้นส่วนดีชิ้นแรก และของเสียประเภทนี้จะทิ้งเป็นของเสียรหัส 35



รูปที่ 3.12 กลุ่มของเสียที่มีการทิ้งของโรงงานกรณีศึกษา

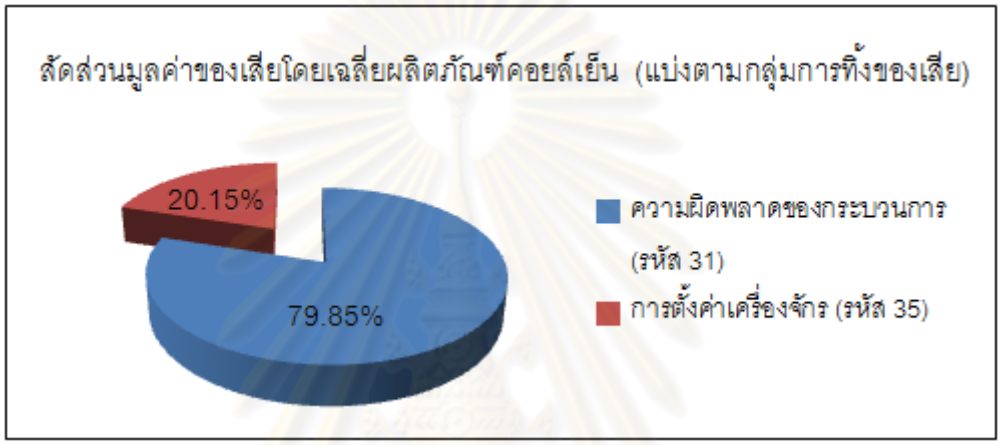
โดยจากข้อมูลสัดส่วนมูลค่าการทิ้งของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 แบ่งตามรหัสการทิ้งของเสีย สามารถแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 3.13 สัดส่วนมูลค่าของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 (แบ่งตามรหัสการทิ้งของเสีย)

จากรูปที่ 3.13 กราฟสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 (แบ่งตามรหัสการทิ้งของเสีย) พบว่าของเสียทิ้งรหัส 31 (ของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต) มีแนวโน้มในการทิ้งของเสียสูงอย่างต่อเนื่อง

จากข้อมูลสัดส่วนมูลค่าของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 (แบ่งตามรหัสการทิ้งของเสีย) สามารถสรุปผลจากการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในช่วงนั้นได้ดังนี้



รูปที่ 3.14 สัดส่วนมูลค่าของเสียโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 (แบ่งตามรหัสการทิ้งของเสีย)

จากรูปที่ 3.14 กราฟสัดส่วนของเสียโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 (แบ่งตามรหัสการทิ้งของเสีย) พบว่าสัดส่วนโดยเฉลี่ยของข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าว ของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต (79.85%) มีสัดส่วนสูงกว่าของเสียที่เกิดจากการตั้งค่าเครื่องจักร (20.15%)

ซึ่งของเสียกลุ่มที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิตมีอัตราส่วนสูงกว่าของเสียที่เกิดจากการตั้งค่าเครื่องจักรเป็นอย่างมาก ด้วยเหตุนี้ทางผู้วิจัยจึงเลือกปัญหาการเกิดของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น โดยจะทำการลดของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นมาแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้อัตราส่วนการเกิดของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นนั้นลดลง

3.3 การจัดตั้งทีมงาน

จากปัญหาที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการจัดตั้งทีมงานจากหน่วยงานที่รับผิดชอบเพื่อเข้าร่วมในการทำวิจัย เพื่อช่วยกันรวบรวมข้อมูลของปัญหา ระดมความคิดเห็นเพื่อหาสาเหตุของปัญหา หาแนวทางในการแก้ไข และทำการดำเนินการแก้ไข รวมทั้งวิเคราะห์ผลจากการแก้ไขด้วย ผู้วิจัยกำหนดผู้ที่เข้าร่วมต้องเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในกระบวนการผลิตคอยล์เย็น โดยการจัดตั้งทีมงานนี้ก็มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น เพื่อให้อัตราส่วนการเกิดของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นนั้นลดลง หน้าที่ความรับผิดชอบของทีมงานที่มาจากแต่ละแผนกในโรงงานกรณีศึกษามีดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 หน้าที่ความรับผิดชอบของทีมงานในแต่ละแผนก

แผนก	ความรับผิดชอบ
ฝ่ายวิศวกรรมการผลิต	ออกแบบและปรับปรุงกระบวนการผลิต เก็บข้อมูลภายหลังจากได้รับการแก้ไข และทำการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังทำการแก้ไขปรับปรุง
ฝ่ายปรับปรุงวิธีการทำงาน	ทดลองและปรับปรุงวิธีการทำงานของพนักงานให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น
ฝ่ายผลิต	ร่วมทดลองและปรับปรุงวิธีการทำงานและสะท้อนผลของวิธีการทำงานไปยังฝ่ายปรับปรุงวิธีการทำงาน
ฝ่ายบำรุงรักษา	การปรับปรุงแก้ไขการเกิดความผิดปกติของกระบวนการผลิตที่มีสาเหตุมาจากเครื่องจักรให้ลดลง และบำรุงรักษาเครื่องจักรให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ
ฝ่ายควบคุมคุณภาพ	ตรวจสอบการรับวัตถุดิบก่อนนำเข้ามายังกระบวนการผลิต เพื่อไม่ให้เกิดของเสีย และตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานก่อนและหลังทำการแก้ไขปรับปรุง เพื่อยืนยันคุณภาพก่อนส่งให้ลูกค้า
ฝ่ายจัดซื้อ	สะท้อนปัญหาและทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตของผู้ส่งวัตถุดิบหรือชิ้นส่วน เพื่อลดปัญหาจากวัตถุดิบและชิ้นส่วน
ฝ่ายออกแบบผลิตภัณฑ์	ตรวจสอบผลกระทบทางด้านประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ในกรณีมีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบและตำแหน่งของชิ้นส่วน

หลังจากผู้วิจัยทำการจัดตั้งทีมงานที่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตคอยล์เย็นแล้ว ทางผู้วิจัยได้ขออนุมัติความเห็นชอบจากผู้จัดการโรงงานกรณีศึกษา เพื่อที่จะได้ลงไปทำการเก็บข้อมูลของปัญหาการเกิดของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ทำวิเคราะห์ข้อมูล และแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา โดยใช้หลักการ 3G (Genba = สถานที่จริง, Genbutsu = ชิ้นงานจริง และ Genjitsu = สถานการณ์จริงในการปฏิบัติงาน) เพื่อไม่ให้เกิดการจัดฉากของข้อมูล ซึ่งจะทำให้เราได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงตามความเป็นจริง ข้อมูลอาจไม่จำเป็นต้องเป็นตัวเลข (Quantitative data) เสมอไป อาจเป็นข้อมูลเชิงบอกเล่า หรือประสบการณ์ (Qualitative data) เพื่อนำไปแก้ปัญหาหรือทำการปรับปรุง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การวัดสภาพปัญหา (Measure Phase)

หลังจากทำการนิยามปัญหาแล้ว ในบทนี้จะกล่าวถึงการวัดสภาพปัญหาของการเกิดของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต โดยเริ่มจากการสำรวจสภาพปัญหาการเกิดของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ไม่ว่าจะเป็นอัตราการเกิดของเสีย การแบ่งประเภทของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น โดยทั้งหมดนี้ได้อาศัยเครื่องมือคุณภาพเข้ามาช่วยในการเก็บข้อมูล ใบรายการตรวจสอบ (Check Sheet) กราฟ (Graph) แผนภูมิพาเรโต (Pareto) เป็นต้น จากการเก็บข้อมูลดังกล่าวนี้ ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

4.1 แนวทางการวัดและเก็บข้อมูลเบื้องต้น

ในขั้นตอนการวัดและเก็บข้อมูลการทำให้เกิดของเสียของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นนั้น ทางทีมงานพบว่าของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่มีการบันทึกเป็นของเสียของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นทั้งหมดนั้น มาจากกระบวนการผลิต 11 กระบวนการแรกเท่านั้น ซึ่งมีกระบวนการดังต่อไปนี้

1. กระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate
2. กระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นส่วน Core plate
3. กระบวนการเคลือบ Flux เปียกบนชิ้นส่วน Core plate
4. กระบวนการอบชิ้นส่วน Core plate หลังจากกระบวนการเคลือบ flux เปียก
5. กระบวนการขึ้นรูป Inner fin
6. กระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับชิ้นส่วน Core plate หรือ Unit assembly
7. กระบวนการขึ้นรูป Outer fin
8. กระบวนการ Core assembly
9. กระบวนการมัดลวดรอบตัวงาน
10. กระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนด้วยความร้อนสูง หรือกระบวนการ Brazing
11. กระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก

สาเหตุที่ของเสียที่เกิดในกระบวนการผลิตคอยล์เย็นนั้นเกิดขึ้นเฉพาะใน 11 กระบวนการผลิตแรก เนื่องจากของเสียที่ลงบันทึกนั้นจะถูกตรวจสอบครั้งสุดท้ายที่กระบวนการทดสอบการรั่วภายนอกก่อนส่งให้กระบวนการเคลือบผิวเพื่อป้องกันสนิมขาว และกระบวนการอื่นๆ ถัดไป ซึ่งเป็น

กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นอีกชนิดหนึ่งซึ่งต้องใช้สายการผลิตร่วมกัน ดังนั้นของเสียที่เกิดขึ้นหลังจากกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอกจะถูกบันทึกที่กระบวนการผลิตคอยล์เย็นชนิดนั้นทั้งหมด ดังนั้นในการวัดข้อมูลต่างๆจะเป็นการเก็บรวบรวมมาจากกระบวนการผลิตคอยล์เย็น 11 กระบวนการแรกเท่านั้น

จากนั้นทางทีมงานวิจัยได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูล เพื่อใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของการเกิดของเสีย โดยแยกออกเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต โดยจะทำการศึกษาข้อมูลของเอกสารต่างๆ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์กระบวนการผลิต อีกทั้งยังเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารดังกล่าวด้วยว่าเหมาะสมกับกระบวนการผลิตในขณะนั้น (ก่อนการแก้ไขปรับปรุง) หรือไม่ โดยเอกสารดังกล่าวมีดังต่อไปนี้

1) ผังการไหลของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น (Partial Process Chart)
2) ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น (PFMEA)
3) แผนควบคุมกระบวนการผลิต (Control Plan)
4) ใบตรวจสอบกระบวนการผลิต (Check sheet)

2. ข้อมูลเกี่ยวกับของเสียของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น โดยศึกษาเกี่ยวกับของเสียประเภทใดมีมูลค่าการทิ้งของเสียมากที่สุดจะถูกเลือกนำมาแก้ไข โดยการเลือกนั้นจะใช้แผนภูมิพาเรโต และใช้หลักการของจูรานคือ 80% ของเปอร์เซ็นต์สะสมในการเลือกปัญหาเพื่อนำมาแก้ไข จากนั้นก็ทำการแตกรายละเอียดย่อยของการเกิดของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ในขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุปัญหา

4.2 สภาพปัญหาของเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต

จากการเอกสารดังที่กล่าวไว้ข้างต้น พบความผิดปกติของเอกสาร ดังต่อไปนี้

1. ผังการไหลของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น (Partial Process Chart)

กระบวนการผลิตนั้นมีอยู่ทั้งสิ้น 11 กระบวนการ ดังที่กล่าวไว้แล้ว พบว่าในขั้นตอนการผลิตคอยล์เย็นนั้น ไม่พบว่ามีกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ Core plate วัตถุดิบ Inner fin และวัตถุดิบ Outer fin นั่นหมายความว่าวัตถุดิบที่นำเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตนั้นไม่มีการตรวจสอบโดยละเอียด เพื่อยืนยันคุณภาพของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการผลิตแต่อย่างใด

2. การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น (FMEA)

จากการตรวจสอบข้อมูลในเอกสารการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นนั้น พบว่าเอกสารดังกล่าวถูกปรับปรุงครั้งล่าสุดเมื่อปี 2549 และไม่ได้มีการทวนสอบเพื่อให้มีความเหมาะสมกับกระบวนการผลิตในขณะนั้น (ก่อนการแก้ไขปรับปรุง) ซึ่งในช่วงเวลาตั้งแต่ปี 2549 จนถึง 2552 นั้นกระบวนการผลิตคอยล์เย็นได้มีการเปลี่ยนแปลงไปหลายอย่าง อาทิเช่น เครื่องจักร วิธีการผลิตหรือขั้นตอนในการผลิต อุปกรณ์การผลิต เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการควบคุมกระบวนการผลิตคอยล์เย็น

3. แผนควบคุมกระบวนการผลิต (Control Plan)

จากการตรวจสอบข้อมูลในเอกสารแผนควบคุมกระบวนการผลิตคอยล์เย็นนั้น พบว่าเอกสารดังกล่าวถูกปรับปรุงครั้งล่าสุดเมื่อปี 2552 และไม่ได้มีการทวนสอบเพื่อให้มีความเหมาะสมกับกระบวนการผลิตในขณะนั้น (ก่อนการแก้ไขปรับปรุง) เช่นเดียวกับเอกสารการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ทำให้รายละเอียดของการค่าที่ใช้ในการควบคุม วิธีการตรวจวัด เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด และความถี่ในการตรวจวัดของในแต่ละขั้นตอนการผลิตนั้นไม่ตรงกับสภาพการผลิต ณ ขณะนั้น

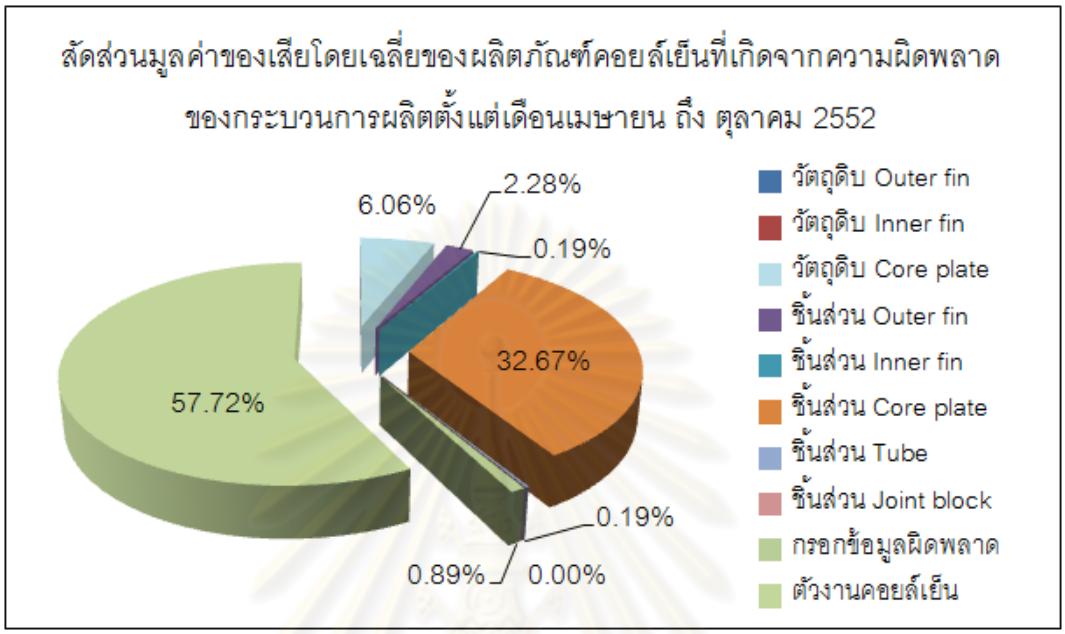
4. ใบตรวจสอบกระบวนการผลิต (Check sheet)

ในรายละเอียดของใบตรวจสอบการผลิตนั้น พบว่ามีรายละเอียดของการควบคุมตรงกับในแผนควบคุมการผลิต เนื่องจากใบตรวจสอบกระบวนการผลิตเป็นการถ่ายทอดค่าที่ต้องมีการควบคุมต่างๆ ในกระบวนการผลิตลงไปยังใบตรวจสอบ เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ภายหลังการตรวจสอบแผนควบคุมกระบวนการผลิตที่พบว่าข้อมูลไม่ได้มีการทวนสอบให้มีความเหมาะสมและถูกต้อง จึงส่งผลให้ใบตรวจสอบกระบวนการผลิตนั้นควบคุมค่าที่จำเป็นต้องให้มีการควบคุมผิดพลาดไปด้วย

4.3 **สภาพปัญหาของข้อมูลของเสียในกระบวนการคอยล์เย็น**

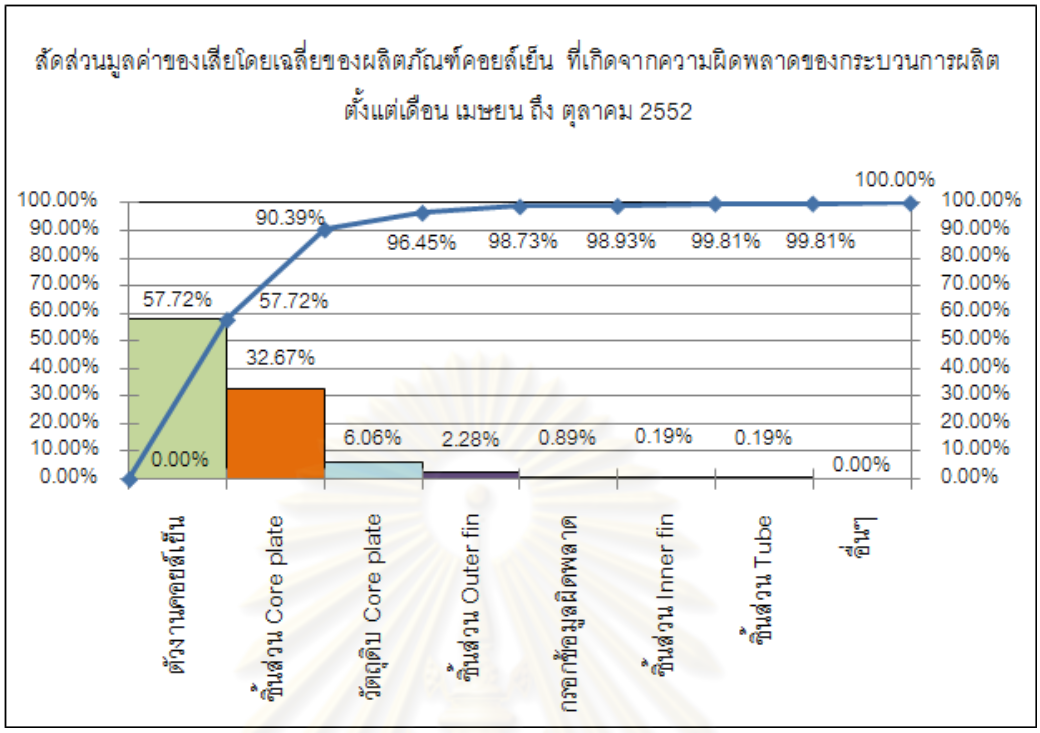
ทำการรวบรวมข้อมูลจากอัตรามูลค่าของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น สามารถแบ่งประเภทของของเสียที่เกิดขึ้นหลักๆ ได้ดังนี้ (1) ตัวงานคอยล์เย็น (2) ชิ้นส่วน Core plate (3) วัตถุดิบ Core plate (4) ชิ้นส่วน Inner fin และ (5) อื่นๆ จากนั้นนำเอามูลค่าของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต (ของเสียรหัส 31) คำนวณหาสัดส่วนและแบ่งตามประเภทของเสีย ตั้งแต่

เดือน เมษายน ถึง ตุลาคม 2552 สามารถสรุปผลจากการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 สัดส่วนมูลค่าของเสียโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต รหัสของเสีย 31 แบ่งตามชนิดของของเสีย
ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552

จากข้อมูลในรูปที่ 4.1 นำข้อมูลนั้นมาทำการเรียงลำดับความสำคัญ โดยใช้แผนภูมิพาเรโต ในการวัดว่าชิ้นส่วนประเภทใดเกิดของเสียมากที่สุด เพื่อนำชิ้นส่วนนั้นมาทำการแก้ไขปรับปรุง โดยทางผู้วิจัยได้ใช้หลักการของจูราน (นักเศรษฐศาสตร์ชาวอเมริกัน)ในการเลือกคือ 80-20 ซึ่งหมายความว่า “ปัญหาหรือความสูญเสียที่มีความสำคัญมากจำนวน 80% มักจะมีสาเหตุมาจากประมาณ 20% ของสาเหตุทั้งหมด (The Vital Few) ในขณะที่อีกประมาณ 80% ของสาเหตุจะมีผลต่อปัญหาที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยอีกจำนวน 20% ของปัญหาเท่านั้น (The Trivial Many)” (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)



รูปที่ 4.2 แผนภูมิพาเรโตสัดส่วนของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิตแยกตามประเภทของเสียตั้งแต่เดือน เมษายน ถึง ตุลาคม 2552

จากรูปที่ 4.2 แผนภูมิพาเรโตสัดส่วนมูลค่าของเสียโดยเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต (ของเสียรหัส 31) แบ่งตามประเภทของเสีย ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 พบว่าของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น, ชิ้นส่วน Core plate และวัตถุดิบ Core plate มีมูลค่าการทิ้งสูงสุด 3 อันดับแรก (ตามลำดับ) ซึ่งหากเลือกตามหลักการของจูรานแล้วพบว่าประเภทของเสียที่จะนำมาพิจารณาทำการแก้ไขคือ

1. ตัวงานคอยล์เย็น คิดเป็น 57.72%
2. ชิ้นส่วน Core plate คิดเป็น 32.67%

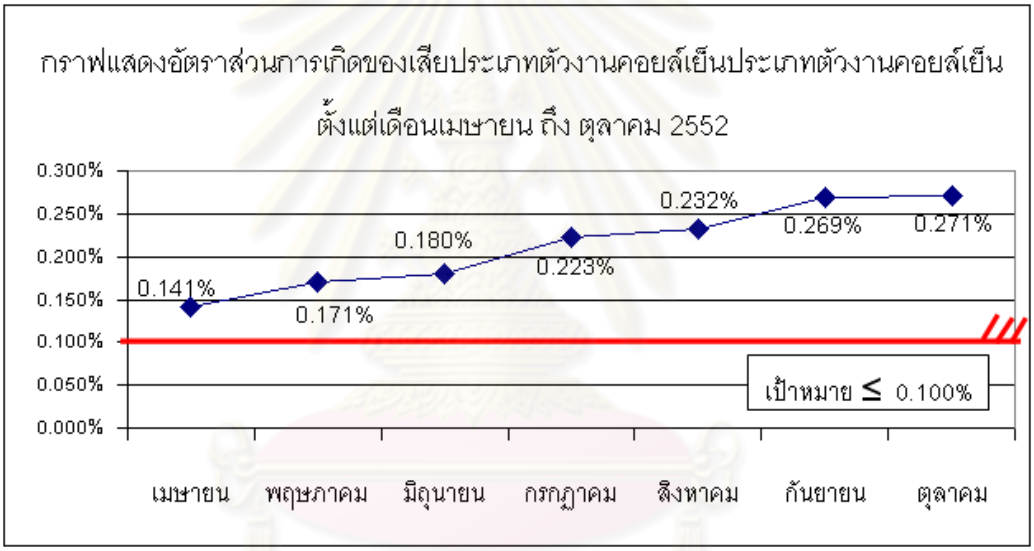
4.4 ข้อมูลเกี่ยวกับของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นและชิ้นส่วน Core plate

จากอัตรามูลค่าของเสียดังที่กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 4.3 สภาพปัญหาของเสียของข้อมูลของเสียในกระบวนการคอยล์เย็น โดยของเสียทั้ง 2 ประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **ตัวงานคอยล์เย็น** มีสัดส่วนมูลค่าของเสียสูงสุด คิดเป็น 57.72% ของเสียประเภทนี้เป็นของเสียที่ได้ผ่านกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนให้ประสานติดกันโดยใช้เตาให้ความร้อนสูง หรือเรียกว่ากระบวนการ Brazing ซึ่งหากเกิดของเสียจะทำให้ชิ้นส่วนที่พบไม่สามารถนำกลับไป

ซ่อมแซมเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก และของเสียที่พบมักเกิดมาจากกระบวนการก่อนหน้า กระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนให้ประสานติดกันโดยใช้เตาให้ความร้อนสูง คือกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate มาจนถึงกระบวนการก่อนหน้ากระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนให้ประสานติดกันโดยใช้เตาให้ความร้อนสูง

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลอัตราส่วนระหว่างจำนวนตัวงานเสียส่วนด้วยจำนวนงานที่ผลิตได้ของตัวงานคอยล์เย็น ในเดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งพบว่าไม่มีเดือนใดสามารถบรรลุเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษาที่ตั้งไว้ที่ 0.1% และอัตราส่วนมีแนวโน้นสูงขึ้นเรื่อยๆ และหากกระบวนการผลิตคอยล์เย็นนั้นยังขาดการแก้ไขและควบคุมกระบวนการผลิตอย่างใกล้ชิด ก็เป็นไปได้ที่แนวโน้มอัตราของเสียจะสูงขึ้นไปอีก



รูปที่ 4.3 อัตราส่วนการเกิดของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงตุลาคม 2552

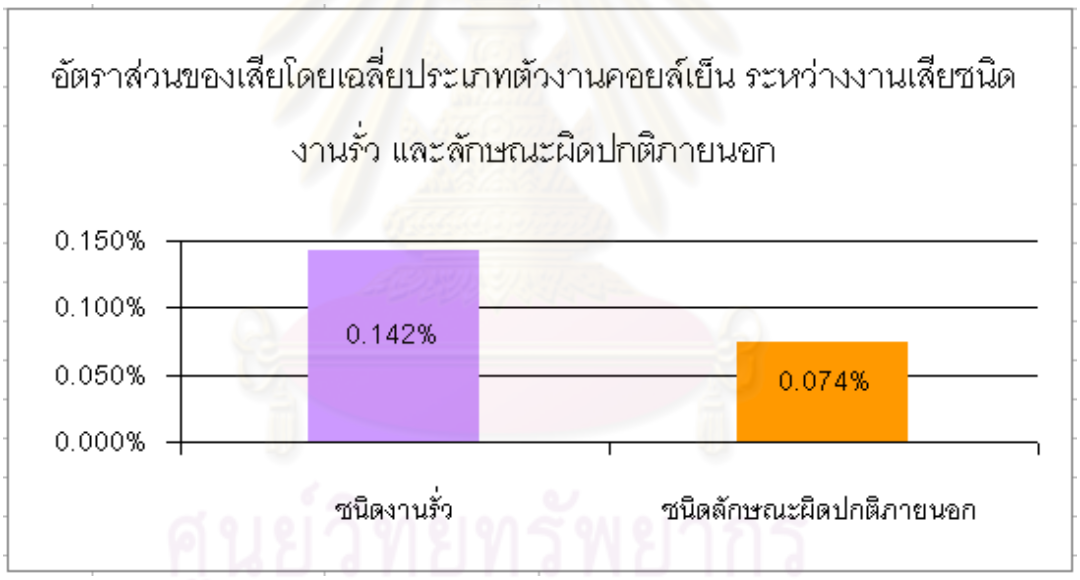
จากรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าหากพนักงานที่ทำงานในกระบวนการในแต่ละกระบวนการผลิตคอยล์เย็นขาดการเอาใจใส่ในการปฏิบัติงาน โดยหากขาดการตรวจสอบชิ้นส่วนที่ได้รับมาจากกระบวนการก่อนหน้า ขาดการตรวจสอบในขณะที่ตนเองกำลังทำการประกอบ และสุดท้ายขาดการตรวจสอบชิ้นส่วนที่ผลิตเสร็จในกระบวนการของตนก่อนที่จะส่งให้กระบวนการถัดไปแล้วก็จะทำให้ของเสียหลุดไปยังกระบวนการถัดไป นอกจากจะเป็นเหตุให้เกิดของเสียแล้ว ยังส่งผลให้มูลค่าของชิ้นส่วนก็จะสูงมากขึ้นตามมูลค่าของวัตถุดิบที่นำมาประกอบเข้าไปในแต่ละกระบวนการผลิตอีกด้วย รวมทั้งมูลค่าของกระบวนการที่ต้องเสียไปผลิตงานเสีย โดยที่งานเสียนั้นไม่สามารถขายได้ ของเสียประเภทนี้สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ ได้ดังนี้

ของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นสามารถแบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิดดังนี้

1.1 ของเสียประเภทตรวจพบว่ามีการรั่วเกิดขึ้น (Leak NG) ซึ่งของเสียชนิดนี้สามารถตรวจพบการรั่วโดยใช้ก๊าซฮีเลี่ยม ที่กระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก ของเสียชนิดนี้เป็นของเสียที่ทางโรงงานกรณีศึกษาให้ความสำคัญมาก เนื่องจากหากของเสียชนิดนี้หลุดไปยังลูกค้าจะส่งผลให้อายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นลดลง หรือไม่ถึงระยะเวลาประกันที่ทางลูกค้ากำหนดไว้ และงานเสียประเภทนี้ยังส่งผลร้ายแรงต่อภาพลักษณ์ของโรงงานกรณีศึกษาอีกด้วย

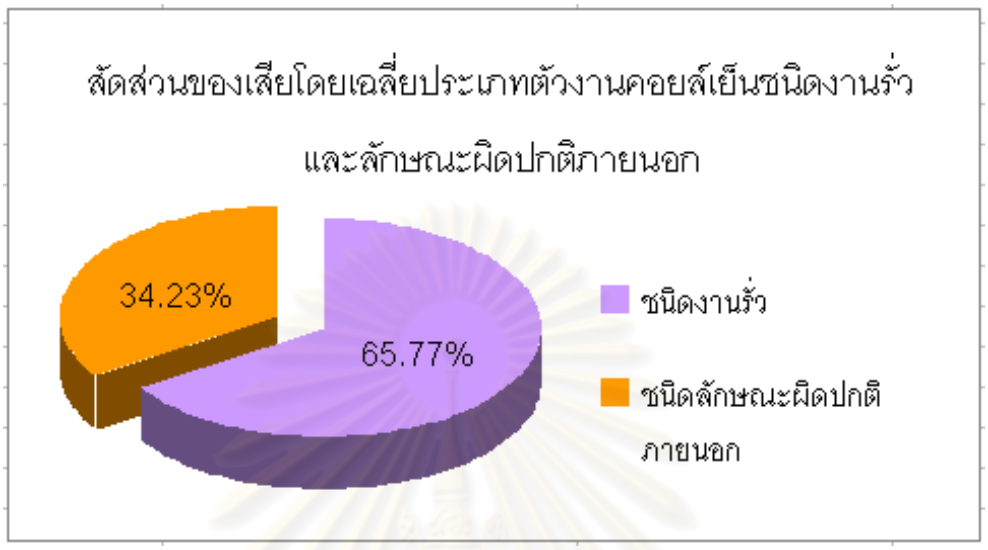
1.2 ของเสียประเภทลักษณะผิดปกติภายนอก (Appearance NG) ซึ่งของเสียประเภทนี้สามารถตรวจสอบได้จากสายตา และการสัมผัสของพนักงานผู้ปฏิบัติงาน

จากการเก็บข้อมูลอัตราส่วนอัตราส่วนระหว่างจำนวนตัวงานเสียและงานที่ผลิตได้ของของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ในเดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 โดยแยกเป็นงานเสียชนิดงานรั่วและงานเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก สามารถแสดงอัตราส่วนของเสียได้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 อัตราส่วนโดยเฉลี่ยของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552

จากข้อมูลอัตราส่วนอัตราส่วนระหว่างจำนวนตัวงานเสียและงานที่ผลิตได้ของตัวงานคอยล์เย็นสามารถแสดงสัดส่วนการเกิดได้ดังรูปที่ 4.5

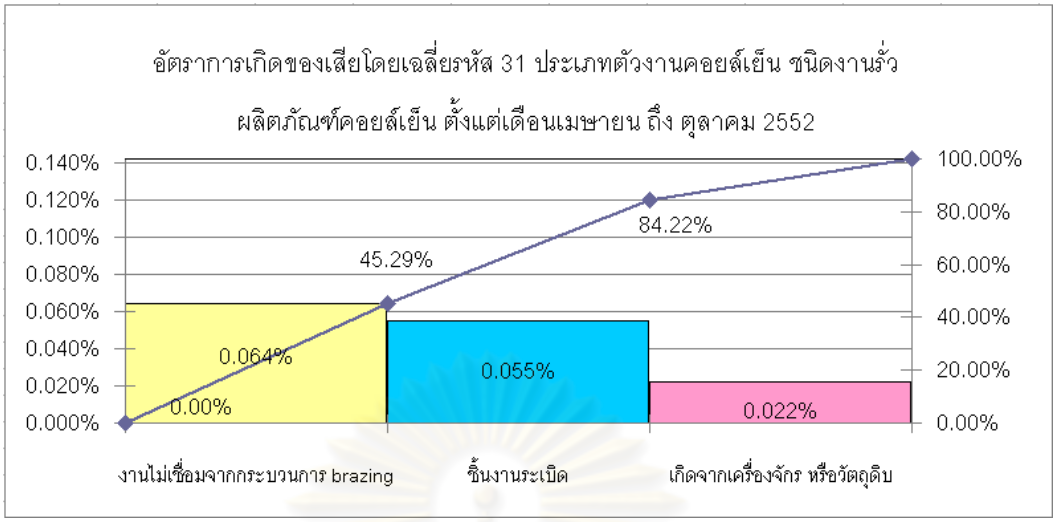


รูปที่ 4.5 สัดส่วนโดยเฉลี่ยของเสียรหัส 31 ประเภทตัวงานคอยล์เย็น แบ่งตามชนิดของเสีย โดยเทียบจากงานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นทั้งหมด
ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552

จากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่างานเสียชนิดงานรั่วมีสัดส่วนการเกิดเท่ากับ 65.77% นั้นสูงกว่างานเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอกซึ่งมีสัดส่วนการเกิดเท่ากับ 34.23% ถึงเกือบ 2 เท่าตัว แต่อย่างไรก็ตามทางผู้วิจัยจะทำการลดของเสียไม่ว่าจะเป็นชนิดงานรั่วหรือชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ทางผู้วิจัยได้ทำการแยกลักษณะของการเกิดของเสียชนิดงานรั่ว ซึ่งสามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะดังต่อไปนี้

1. งานไม่เชื่อมจากกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนด้วยความร้อนสูง (กระบวนการ Brazing)
2. ชิ้นงานระเบิด
3. เกิดจากเครื่องจักร หรือวัตถุดิบ

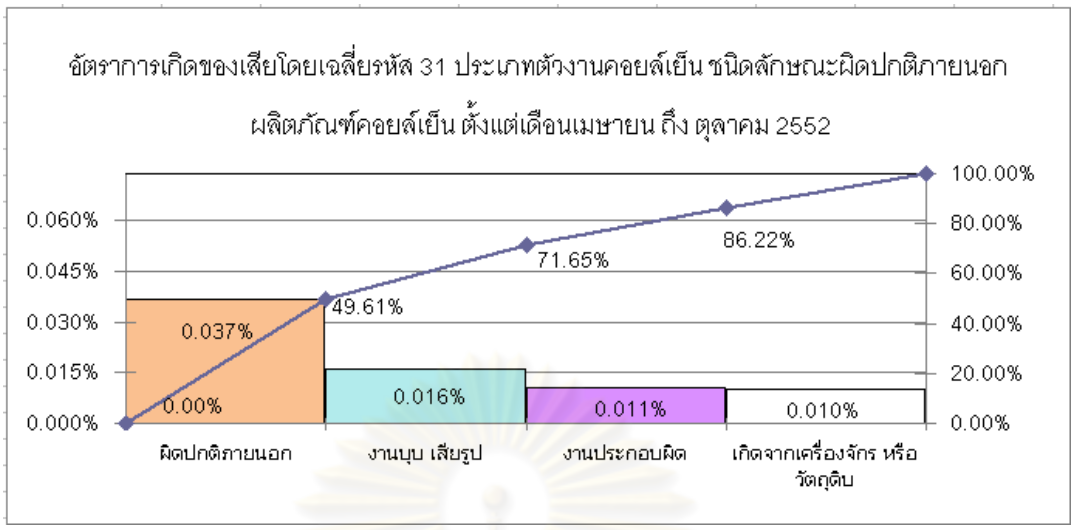


รูปที่ 4.6 แผนภูมิพาเรโตอัตราการเกิดของเสียโดยเฉลี่ยรหัส 31 ประเภทตัวงานคอยล์เย็น ชนิดงานรั่ว ผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552

จากรูปที่ 4.6 ของเสียทั้ง 3 ลักษณะนี้มีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากชิ้นส่วนที่นำมาประกอบไม่ได้คุณภาพหรือขนาดตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน หรืออาจเกิดมาจากสภาวะของกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนด้วยความร้อนสูงตรงตามมาตรฐาน (การควบคุมอุณหภูมิ และการควบคุมปริมาณออกซิเจน) รวมไปถึงของเสียที่เกิดจากการทำงานผิดพลาดของเครื่องจักร หรือวัตถุดิบไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งล้วนแล้วส่งผลคุณภาพของชิ้นงาน

จากนั้นผู้วิจัยทำการแยกลักษณะของการเกิดของเสีย ซึ่งเป็นสาเหตุเบื้องต้นของของเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก ซึ่งสามารถแบ่งได้ 4 ลักษณะดังต่อไปนี้

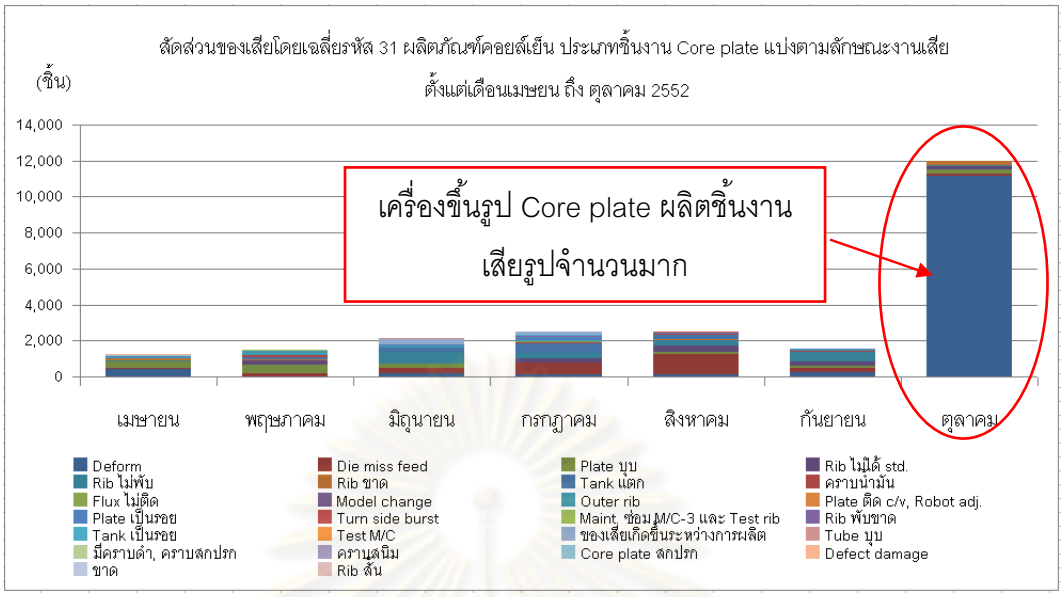
1. ผิดปกติภายนอก
2. งานบุบ เสียรูป
3. งานประกอบผิด
4. เกิดจากเครื่องจักร หรือวัตถุดิบ



รูปที่ 4.7 แผนภูมิพาเรโตอัตราการเกิดของเสียโดยเฉลี่ยรหัส 31 ประเภทตัวงานคอยล์เย็น ชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก ผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552

จากรูปที่ 4.7 แผนภูมิพาเรโตอัตราการเกิดของเสีย 3 ลักษณะแรกคือ 1. ลักษณะผิดปกติภายนอก 2. งานบุบ เสียรูป และ 3. งานประกอบผิด มีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการความผิดพลาดในการประกอบของพนักงานผู้ปฏิบัติงาน เช่น พนักงานไม่ประกอบงานตามวิธีการปฏิบัติงาน หรือวิธีการปฏิบัติงานไม่เหมาะสม ส่วนของเสียกลุ่มที่ 4 ซึ่งเกิดจากเครื่องจักร หรือวัตถุดิบนั้นจะมีสาเหตุมาจากความผิดปกติของเครื่องจักร หรือวัตถุดิบ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการหมั่นตรวจเช็คสภาพการทำงานของเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอ และการตรวจเช็คคุณภาพของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต ก็จะสามารถช่วยลดของเสียในประเภทนี้ได้

2. **ชิ้นส่วน** Core plate มีสัดส่วนมูลค่าของเสียสูงเป็นอันดับสองคิดเป็น 32.67% โดยของเสียเป็นชิ้นส่วน Core plate ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการขึ้นรูป Core plate ที่เครื่องขึ้นรูป Core plate หรือเครื่องขึ้นรูป 500 ตัน ส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานที่ผิดปกติของเครื่องจักร ซึ่งลักษณะการเสียดังกล่าวมีดังต่อไปนี้ ชิ้นส่วนบุบ ชิ้นส่วนเสียรูป ชิ้นส่วนเป็นรอยขีดข่วน ชิ้นส่วนแตก ชิ้นส่วนครบสนิม ชิ้นส่วนมีคราบน้ำมัน ชิ้นส่วนขาด ชิ้นส่วนขนาดไม่ได้มาตรฐาน เป็นต้น



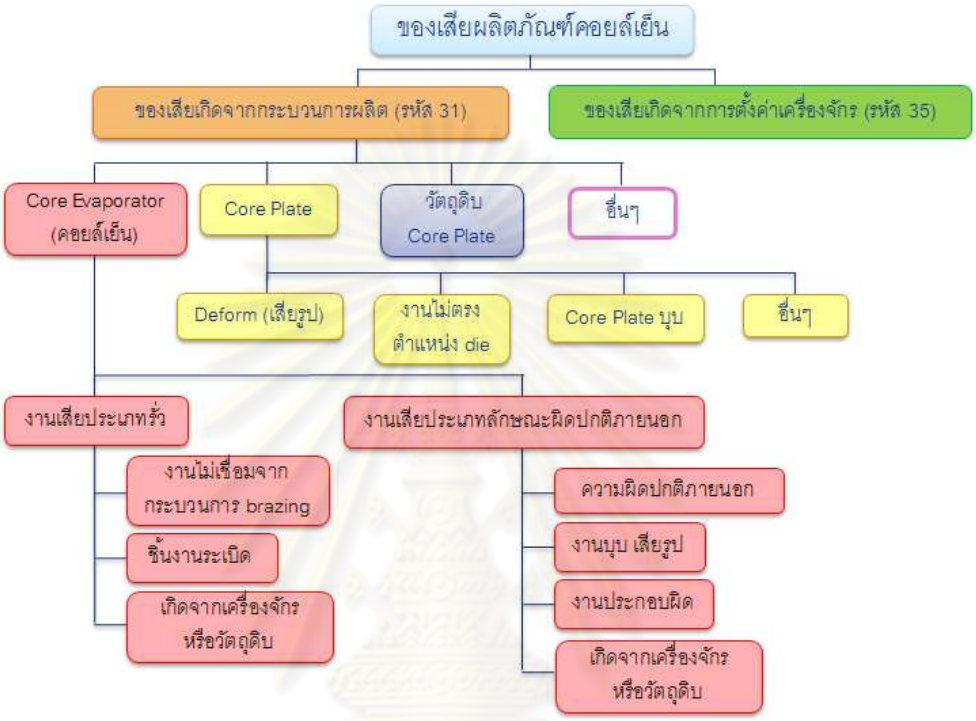
รูปที่ 4.8 จำนวนของเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552

จากรูปที่ 4.8 กราฟจำนวนของเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate แสดงให้เห็นว่าของเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ในเดือนตุลาคม 2552 นั้นเกิดของเสีย 12,022 ชิ้น ซึ่งมีสาเหตุมาจากการทำการบำรุงรักษา แต่ไม่ได้มีการตรวจสอบสภาวะของเครื่องจักรภายหลังทำการซ่อมบำรุงทำให้เกิดของเสียลักษณะเสียรูปขึ้นเป็นจำนวนมาก ทำให้ชิ้นส่วนเสียที่ไม่สามารถนำไปทำการผลิตในกระบวนการถัดไปได้ โดยค่าเฉลี่ยของจำนวนชิ้นส่วน Core plate ที่เป็นของเสียอยู่ที่ 3,333 ชิ้นต่อเดือน (ข้อมูลเฉลี่ยตั้งแต่เดือน เมษายน ถึง ตุลาคม 2552)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 สรุปผลการวัดข้อมูลเบื้องต้น

จากข้อมูลทั้งหมดในขั้นตอนการวัดสภาพปัญหานั้น สามารถเขียนเป็นโครงสร้างของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.9 โครงสร้างของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น

ของเสียที่จะนำมาทำการแก้ไขนั้นคือของเสียที่เกิดจากผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ประเภทงานเสียคือ ตัวงานคอยล์เย็น หรือ Core evaporator และชิ้นส่วน Core plate

จากสถานการณ์ในปัจจุบัน จะเห็นว่าสาเหตุของการเกิดปัญหาส่วนใหญ่มาจากระบบการดำเนินงานการผลิตและการควบคุมคุณภาพยังมีความบกพร่องอยู่ อีกทั้งการระบุจุดสำคัญที่มีผลต่อการเกิดของเสียที่จำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบและควบคุมชิ้นส่วนที่ผลิต หรือเครื่องจักรยังไม่ได้ถูกระบุอย่างชัดเจน ทำให้กระวนการผลิตขาดประสิทธิภาพในการควบคุมของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอแนวความคิดในการประยุกต์ใช้แนวทางการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกม่า (DMAIC: Define-Measure-Analysis-Improve-Control) เครื่องมือคุณภาพ การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิต (FMEA) มาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุ และแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้ เพื่อเป็นการลดของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดในกระบวนการผลิต และเป็นผลให้มูลค่าของการทิ้งของเสียของกระบวนการผลิตลดลงด้วย

บทที่ 5

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการเกิดของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต ทั้งที่เป็นของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น และชิ้นงาน Core plate ซึ่งทำการวิเคราะห์ในเดือนพฤษภาคม 2552 ถึง มกราคม 2553 โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการวัดสภาพปัญหาจากในบทที่ 4 มาทำการวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องมือ การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และเครื่องมือคุณภาพต่างๆมาช่วยในการวิเคราะห์ เช่น กราฟ (Graph) พาเรโต (Pareto) และแผนผังก้างปลา (Cause and effect diagram) เป็นต้น ผลที่ได้รับคือสาเหตุหลักที่จะนำมาแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียจากข้อบกพร่อง

5.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุจากเอกสารควบคุมกระบวนการผลิต

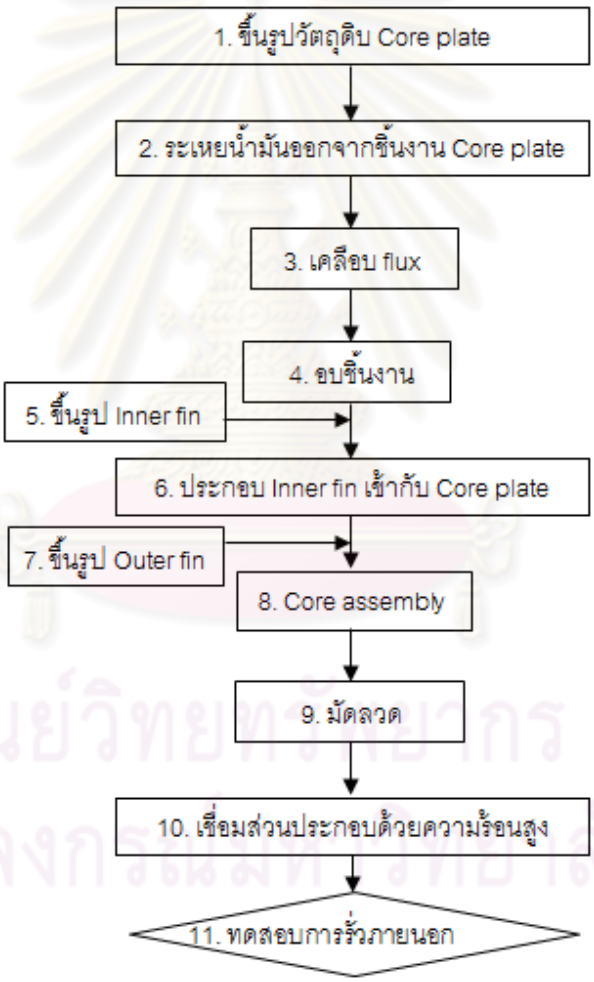
ภายหลังจากที่ทางทีมงานผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลโดยการตรวจสอบเอกสารทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตคอยล์เย็นดังที่กล่าวไปแล้วในบทที่ 4 เช่น ผังการไหลของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น (Partial Process Chart) ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น (PFMEA) แผนควบคุมกระบวนการผลิต (Control Plan) และใบตรวจสอบกระบวนการผลิต (Check sheet) พบว่าภายหลังจากตรวจสอบเอกสารแล้ว สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ได้ดังต่อไปนี้

1. เอกสารผังการไหลของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ไม่ได้ระบุการตรวจสอบวัตถุดิบประเภทวัตถุดิบ Core plate วัตถุดิบ Inner fin และวัตถุดิบ Outer fin ไว้อย่างชัดเจนและครบถ้วน ซึ่งส่งผลให้วัตถุดิบต่างๆ ที่นำเข้าไปในกระบวนการผลิตขาดการตรวจสอบ หากวัตถุดิบต่างๆ เหล่านั้นไม่มีคุณภาพและหลุดเข้าไปในกระบวนการผลิต ซึ่งหากวัตถุดิบที่รับเข้ามาไม่มีคุณภาพเหล่านั้นจะถูกนำไปใช้ในการผลิตชิ้นงาน และชิ้นงานเหล่านั้นก็จะถูกนำไปประกอบกันเป็นตัวงานคอยล์เย็นที่ไม่มีคุณภาพ เกิดงานเสียในกระบวนการผลิตคอยล์เย็น และไม่สามารถขายให้เกิดมูลค่าได้

2. เอกสารไม่ได้มีการทวนสอบเอกสารที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต ให้มีความเหมาะสมและถูกต้องตรงกับกระบวนการผลิตในขณะนั้น เช่น ค่าในการควบคุมกระบวนการผลิตต่างๆ และนั่นเองเป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้การควบคุมกระบวนการผลิตในปัจจุบันไม่มีประสิทธิภาพ

ทำให้เกิดของเสีย ส่งผลให้ค่าที่ควรถูกควบคุมดังกล่าวถูกถ่ายทอดไปยังเอกสารอื่นๆ ไม่ถูกต้อง ทำให้ระบบการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นนั้นไม่มีประสิทธิภาพ

จากสาเหตุอันเนื่องมาจากเอกสารควบคุมกระบวนการผลิตคอยล์เย็นนั้น ทางทีมผู้วิจัยจึงได้ระดมสมองกันเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขแล้ว ผลคือทางทีมงานจะทำการปรับปรุงเอกสารควบคุมการผลิตในส่วนของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น (FMEA) เป็นอันดับแรกก่อน เพื่อเป็นการทวนสอบความถูกต้องในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องของกระบวนการผลิต ณ ขณะนั้น ให้มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น 11 ขั้นตอนแรก ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 กระบวนการผลิตที่จะนำมาทำการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียในกระบวนการที่ 1 ถึงกระบวนการที่ 11

ในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น (FMEA) นั้น นอกจากเป็นการทวนสอบความถูกต้องของเอกสารแล้ว ยังช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดของเสียต่างๆ โดยในการวิเคราะห์นั้นจะใช้การระดมสมองจากทีมงานที่เกี่ยวข้องตามที่ได้ระบุไว้ในบทที่ 3 รวมถึงการนำแผนผังก้างปลาซึ่งเป็นเครื่องมือคุณภาพ เพื่อนำมาช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องหรือของเสียนั้นๆ โดยมีรายละเอียดในการจัดทำดังต่อไปนี้

1. ข้อกำหนดของกระบวนการ หรือหน้าที่ของกระบวนการนั้นๆ
2. ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการ
3. ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่มีผลกระทบต่อกระบวนการถัดไป
4. วิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่ทำให้เกิดความล้มเหลวของแต่ละกระบวนการผลิต โดยการระดมสมองเพื่อจัดทำแผนผังก้างปลามาช่วยหาสาเหตุในการวิเคราะห์
5. กำหนดความรุนแรงและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากของเสีย (S: Severity) ซึ่งเกณฑ์ความรุนแรงและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากของเสีย สามารถดูได้จากตารางที่ 2.7 ถึง 2.8
6. การควบคุมเชิงป้องกันการเกิดของเสียของกระบวนการผลิตในขณะนั้น
7. ความถี่ในการเกิดของเสีย (O: Occurrence) โดยเกณฑ์ระดับความถี่ที่เกิดจากผลกระทบของลักษณะของเสียในแต่ละกระบวนการสามารถดูได้จากตารางที่ 2.9
8. การควบคุมโดยการตรวจหาของเสียในปัจจุบัน (D: Detection) ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ประเมินระดับการตรวจพบที่เกิดจากผลกระทบของลักษณะของเสียในแต่ละกระบวนการสามารถดูได้จากตารางที่ 2.10 ถึง 2.11
9. การคำนวณค่า RPN (ก่อนการแก้ไข) หลักจากได้ระดับความรุนแรง (Severity) ที่เกิดจากผลกระทบของเสีย, ความถี่ในการเกิดของเสีย (Occurrence) และความสามารถในการตรวจสอบของเสีย (Detection) ที่มีในดำเนินงานในปัจจุบัน จึงได้ดำเนินการคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number: RPN) ซึ่งได้มาจากผลคุณของ S x O x D เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดเกณฑ์ในการปรับปรุงเพื่อลดการเกิดของเสียต่อไป

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น แสดงตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (FMEA) โดยมีรายละเอียดในการหาดังต่อไปนี้

1. เริ่มต้นจากการหาหน้าที่และความต้องการของกระบวนการผลิต จากนั้นหาวิเคราะห์หาลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่มีผลกระทบต่อกระบวนการถัดไป ซึ่งได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 หน้าที่ ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต ลักษณะความล้มเหลวที่อาจะกิดขึ้น และผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว ของกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate

กระบวนการผลิต	**ข้อกำหนด**	**ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น**	**ผลลัพธ์จากความล้มเหลว**
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการ	1. ป้อนข้อมูลรุ่นงานที่จะผลิตในเครื่องpressing	ป้อนข้อมูลรุ่นที่จะผลิตผิด	- ไม่สามารถผลิตงานได้ - ชิ้นงานไม่ตรงตามรุ่นที่ต้องการ
	2. part no. ของวัตถุดิบตรงตามรุ่นที่จะผลิต	นำวัตถุดิบเข้าเครื่องผิด part no.	- ไม่สามารถผลิตชิ้นงานตามที่ต้องการได้ - เสียเวลาในการตั้งค่า
	3. Part no. ของน้ำมันตรงตามที่ต้องการผลิต	นำมัน Sunpress ผิด part no.	- งานที่ได้เกิดการแตก - ชิ้นงานรั่ว
	4. ตั้งค่าความสูงของ die = 448.9 มม.	ความสูงของ die ไม่ตรงตามมาตรฐาน	- ชิ้นงานที่ผลิตได้ไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการ
	5. ชิ้นงาน Core plate หลังผ่านกระบวนการไม่แตกร้าว	Core plate แตกร้าว	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว

ตารางที่ 5.2 หน้าที่ ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต ลักษณะความล้มเหลวที่อาจะกิดขึ้น และผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว ของกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)

กระบวนการผลิต	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลลัพธ์จากความล้มเหลว
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการ	6. ความสูงของ Burring height = 2.1 ± 0.5 มม.	Burring height ไม่ได้มาตรฐาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว - ชิ้นงานเกิดการกัด-กร่อน
	7. ความสูงของ Tank = 13 ± 0.06 มม.	ความสูง Tank ไม่ได้มาตรฐาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว - ไม่สามารถประกอบชิ้นงานในกระบวนการถัดไปได้
	8. ความสูงของ Center rib = 1.84 ± 0.05 มม.	ความสูงของ Center rib ไม่ได้มาตรฐาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว - ไม่สามารถประกอบกับ Inner fin ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

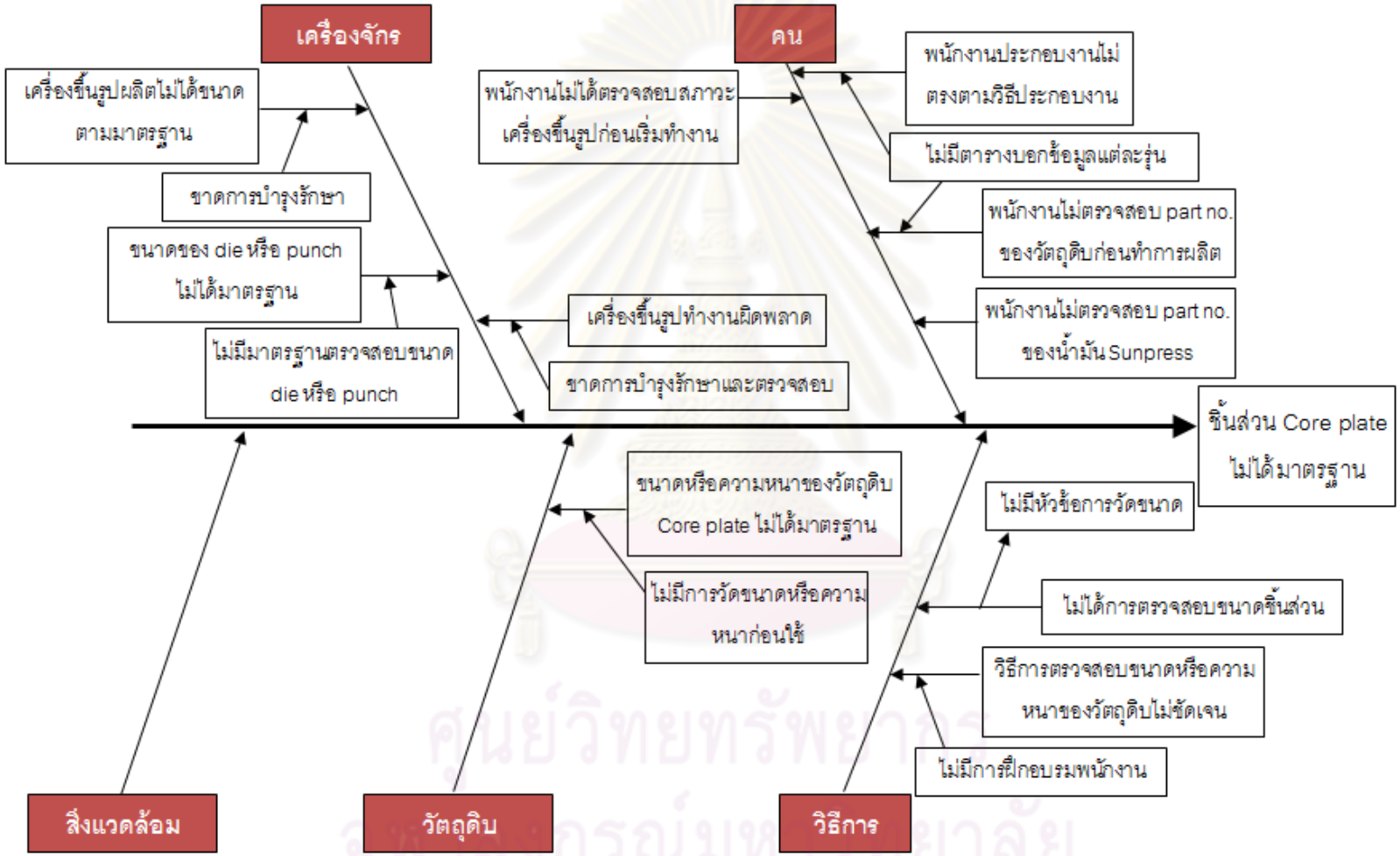
ตารางที่ 5.3 หน้าที่ ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต ลักษณะความล้มเหลวที่อาจะกิดขึ้น และผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว ของกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)

กระบวนการผลิต	ข้อกำหนด	ลักษณะความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น	ผลลัพธ์จากความล้มเหลว
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการ	9. ความสูงของ Side rib = 1.69 - 1.88 มม.	วามสูง Side rib ไม่ได้มาตรฐาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว - ไม่สามารถประกอบกับ Inner fin ได้
	10. ขนาดของ Core plate ตรงตามรุ่นที่ต้องการผลิต	ขนาดของ Core plate ไม่ได้ตามมาตรฐาน (ขนาดขึ้นอยู่กับ part no. ที่ผลิต)	- ชิ้นงานที่ผลิตได้ไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการ - ชิ้นงานรั่ว - ไม่สามารถประกอบในกระบวนการ Unit assembly ได้
	11. ตำแหน่งของ In,Out-plug ตรงตามรุ่นที่ต้องการผลิต	ตำแหน่ง In, Out plug ผิด (ตำแหน่งขึ้นอยู่กับ part no. ที่ผลิต)	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว (ภายในตัวงาน)
	12. ตำแหน่งของ In-plug ตรงตามรุ่นที่ต้องการผลิต	ตำแหน่ง In, Out plug ผิด (ตำแหน่งขึ้นอยู่กับ part no. ที่ผลิต)	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว (ภายในตัวงาน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. หลังจากที่ได้มีการค้นหาหน้าที่ ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต ลักษณะความล้มเหลวที่อาจจะกิดขึ้น และผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลวที่มีผลกระทบต่อกระบวนการถัดไปของกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate แล้วนั้น ทางทีมงานได้ระดมสมองเพื่อทำการค้นหาสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่ทำให้เกิดความล้มเหลวของแต่ละกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate โดยใช้แผนผังก้างปลาในการวิเคราะห์หาสาเหตุ ดังแสดงต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2 แผนผังก้างปลาในการหาสาเหตุของชิ้นส่วน Core plate ไม่ได้มาตรฐาน

3. เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ว่าสาเหตุเกิดจากอะไรแล้ว จากนั้นจึงได้กำหนดว่าความรุนแรงและผลกระทบ (S) ที่เกิดขึ้นนั้นอยู่ในระดับใด จากนั้นหาความถี่ของการเกิดของเสียว่าความถี่เป็นเท่าไร และเมื่อทราบความรุนแรงของผลกระทบและความถี่ของการเกิดของเสีย แล้วจากนั้นจึงประเมินการควบคุมเพื่อดักจับของเสียในสภาวะปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาว่าเป็นอย่างไร จากนั้นทำการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) โดยผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.4 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการ	1. ป้อนข้อมูลรุ่นงานที่จะผลิตในเครื่อง pressing	ป้อนข้อมูลรุ่นที่จะผลิตผิด	- ไม่สามารถผลิตงานได้ - ชิ้นงานไม่ตรงตามรุ่นที่ต้องการ	8	- ไม่ได้ตรวจสอบข้อมูลที่ป้อนเข้าไปก่อนที่จะทำการผลิต	- อบรมพนักงานในการป้อนค่ารุ่นงานให้กับเครื่องจักร	5	- มีการตรวจสอบชิ้นงานชิ้นแรกก่อนทำการผลิตจริง	8	320
	2. part no. ของวัตถุดิบตรงตามรุ่นที่จะผลิต	นำวัตถุดิบเข้าเครื่องผิด part no.	- ไม่สามารถผลิตชิ้นงานตามที่ต้องการได้ - เสียเวลาในการตั้งค่า	8	- ไม่ได้ตรวจสอบ part no. ของวัตถุดิบก่อนที่จะผลิต	-อบรมพนักงานวิธีตรวจสอบ part no. ของวัตถุดิบก่อนนำไปผลิต	5	- มีการตรวจสอบ part no. วัตถุดิบก่อนผลิต	8	320
	3. Part no. ของน้ำมันตรงตามที่ต้องการผลิต 105J-1	น้ำมัน Sunpress ผิด part no.	- งานที่ได้เกิดการแตก - ชิ้นงานรั่ว	3	- ไม่ได้ตรวจสอบ part no. ของน้ำมันก่อนที่จะผลิต	-อบรมพนักงานวิธีตรวจสอบ part no. ของน้ำมันก่อนนำไปผลิต	4	- มีการตรวจสอบ part no. ของน้ำมันก่อนนำเข้ากระบวนการ	7	84
	4. ตั้งค่าความสูงของ die = 448.9 มม.	ความสูงของ die ไม่ตรงตามมาตรฐาน	- ชิ้นงานที่ผลิตได้ไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการ	6	- ไม่ได้ตรวจสอบค่าความสูงของ die ก่อนทำการผลิต - ตั้งค่าความสูงผิดพลาด	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าและอ่านค่าความสูง die	3	- ตรวจสอบค่าความสูง die ก่อนทำการผลิต/ติดตั้งระบบตัดการทำงาน	4	72

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.5 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการ	5. ชิ้นงาน Core plate หลังผ่านกระบวนการไม่แตกร้าว	Core plate แตกร้าว	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว	3	- ความผิดพลาดจากการจ่ายน้ำมันเข้าไปยังเครื่อง - มีเศษติดค้างอยู่ใน die	- กำหนดการทำความสะอาด punch และ die	3	- ใช้ Color spray ฉีดเช็ค Core plate เรื่องการแตกร้าว สำหรับชิ้นงานชิ้นแรกก่อนการผลิตจริง	8	72
	6. ความสูงของ Burring height = 2.1 ± 0.5 มม.	Burring height ไม่ได้มาตรฐาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว - ชิ้นงานเกิดการกัดกร่อน	8	- Punch บริเวณที่ทำ burring แตก - มีเศษติดค้างอยู่ใน die	- กำหนดระยะเวลาตรวจเช็ค punch - กำหนดการทำความสะอาด punch และ die	5	- มีการตรวจสอบชิ้นงานชิ้นแรกก่อนทำการผลิตจริง (1 ครั้ง/กะ) - กำนหการทำความสะอาด	8	320

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.6 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการ	7. ความสูงของ Tank = 13 ± 0.06 มม.	ความสูง Tank ไม่ได้มาตรฐาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว - ไม่สามารถประกอบชิ้นงานในกระบวนการถัดไปได้	8	- ขนาดของ die ไม่ได้มาตรฐาน - ความหนาของวัตถุดิบไม่ได้มาตรฐาน	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตรวจสอบขนาดของ die - ตรวจสอบขนาดของ die ก่อนทำการประกอบเข้ากับเครื่องจักร - อบรมพนักงานวิธีการตรวจสอบความหนาของวัตถุดิบ	5	- มีการตรวจสอบชิ้นงานชิ้นแรกก่อนทำการผลิตจริง (1 ครั้ง/กะ) - ตรวจสอบความหนาของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต	8	320
	8. ความสูงของ Center rib = 1.84 ± 0.05 มม.	ความสูงของ Center rib ไม่ได้มาตรฐาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว - ไม่สามารถประกอบกับ Inner fin ได้	8	- ขนาดของ trimming punch และ die ไม่ได้มาตรฐาน - ความสูง die มากกว่ามาตรฐาน	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตรวจสอบขนาดของ trimming die - อบรมพนักงานถึงวิธีตรวจสอบความสูง die	5	- มีการตรวจสอบชิ้นงานชิ้นแรกก่อนทำการผลิตจริง (1 ครั้ง/กะ) - ตรวจสอบความสูง die ก่อนทำการผลิต	8	320

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.7 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการ	9. ความสูงของ Side rib = 1.69 - 1.88 มม.	ความสูง Side rib ไม่ได้มาตรฐาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว - ไม่สามารถประกอบกับ Inner fin ได้	8	- ขนาดของ trimming punch และ die ไม่ได้มาตรฐาน - ความสูง die มากกว่ามาตรฐาน	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตรวจสอบขนาดของ trimming die - อบรมพนักงานถึงวิธีตรวจสอบความสูง die	5	- มีการตรวจสอบชิ้นงานชิ้นแรกก่อนทำการผลิตจริง (1 ครั้ง/กะ)	8	320
	10. ขนาดของ Core plate ตรงตามรุ่นที่ต้องการผลิต	ขนาดของ Core plate ไม่ได้ตามมาตรฐาน (ขนาดขึ้นอยู่กับ part no. ที่ผลิต)	- ชิ้นงานที่ผลิตได้ไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการ - ชิ้นงานรั่ว - ไม่สามารถประกอบในกระบวนการ Unit assembly ได้	8	- ขนาดของ punch และ die ไม่ได้มาตรฐาน - ขาดการ Overhaul เครื่องจักร	- อบรมพนักงานถึงการตรวจสอบขนาดของ punch และ die - กำหนดระยะเวลาการ Overhaul เครื่องจักร	5	- มีการตรวจสอบชิ้นงานชิ้นแรกก่อนทำการผลิตจริง (1 ครั้ง/กะ)	8	320

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

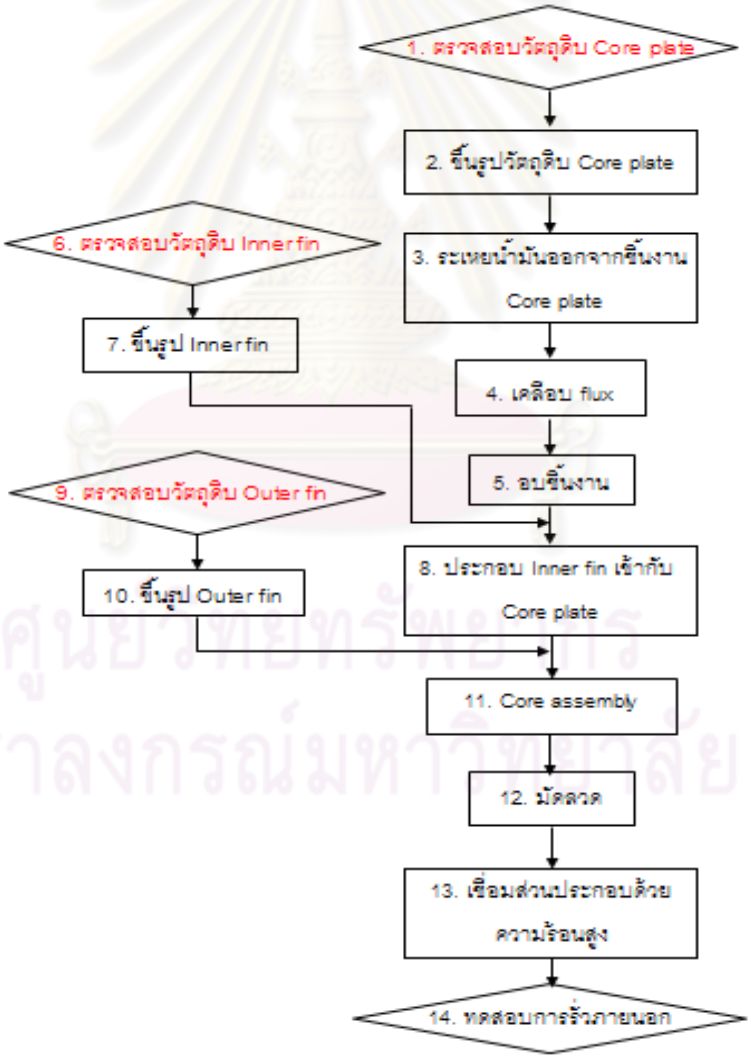
ตารางที่ 5.8 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุ-ดิบ Core plate ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการ	11. ตำแหน่งของ In, Out-plug ตรงตามรุ่นที่ต้องการผลิต	ตำแหน่ง In, Out plug ผิด (ตำแหน่งขึ้นอยู่กับ part no. ที่ผลิต)	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว (ภายในตัวงาน)	8	- ตั้งค่าโปรแกรมผิดพลาด - พนักงานวางงานปนกันทำให้ In-out plug สลับกัน	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตั้งค่าโปรแกรม - จัดทำ program list สำหรับตรวจสอบตำแหน่งที่ถูกต้อง - อบรมพนักงานถึงวิธีการทำงาน	2	- เครื่องจักรสามารถตรวจจับได้และคัดของเสียออกจากเครื่องทันที	3	48
	12. ตำแหน่งของ In-plug ตรงตามรุ่นที่ต้องการผลิต	ตำแหน่ง In plug ผิด (ตำแหน่งขึ้นอยู่กับ part no. ที่ผลิต)	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว (ภายในตัวงาน)	8	- ตั้งค่าโปรแกรมผิดพลาด - พนักงานวางงานปนกันทำให้ In plug สลับกัน	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตั้งค่าโปรแกรม - จัดทำ program list สำหรับตรวจสอบตำแหน่งที่ถูกต้อง - อบรมพนักงานถึงวิธีการทำงาน	2	- เครื่องจักรสามารถตรวจจับได้และคัดของเสียออกจากเครื่องทันที	3	48

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นกระบวนการอื่นๆ ถัดจากกระบวนการขึ้นรูปวัตถุ Core plate สามารถดูได้ที่ภาคผนวก ก

เมื่อได้การวิเคราะห์สาเหตุและข้อบกพร่องของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นทั้ง 11 กระบวนการแล้ว อีกปัญหาหนึ่งของการเกิดของเสียซึ่งมีสาเหตุมาจากการไม่ได้ตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate ก่อนนำเข้ามาผลิตในกระบวนการ ทำให้เกิดของเสียนั้น ทางทีมงานจึงได้ปรึกษากับทางผู้จัดการโรงงานถึงวิธีการแก้ไข สามารถสรุปได้ว่า จะทำการเพิ่มกระบวนการตรวจสอบให้กับวัตถุดิบ Core plate และ ขยายผลไปยังวัตถุดิบของ Inner fin และวัตถุดิบ Outer fin ก่อนเข้ากระบวนการผลิตอีกด้วย โดยต่อไปนี้จะแสดงตัวอย่างผลการดำเนินการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate โดยใช้วิธีการดำเนินการเหมือนกับของกระบวนการขึ้นรูป Core plate ซึ่งสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.3 การเพิ่มกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate วัตถุดิบ Inner fin และวัตถุดิบ Outer fin

ตารางที่ 5.9 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate ต้องตรงตามที่สั่งซื้อ	1. รหัสวัตถุดิบ BA78PC-(11,16)-0	รหัสวัตถุดิบไม่ถูกต้อง	- ชิ้นงานที่ผลิตได้ไม่มีคุณภาพ - การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น ชิ้นงานไม่เชื่อม หรือชิ้นงาน Over heat	8	- การผสมกันของส่วนประกอบไม่ตรงตามมาตรฐานของผู้ผลิตวัตถุดิบ	- ผู้ผลิตวัตถุดิบมีการอบรมพนักงานเพื่อให้พนักงานสามารถผสมส่วนประกอบต่างๆได้อย่างถูกต้อง	5	- มีการตรวจเช็คส่วนผสมของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการผลิตโดยทำการเปรียบเทียบกับ Milk sheet	7	280
	2. ความหนาของวัตถุดิบ = t0.57 ± 0.03 มม.	ความหนาของวัตถุดิบไม่ตรงตามมาตรฐาน	- ชิ้นงานที่ผลิตได้มีขนาดไม่ได้มาตรฐาน - ชิ้นงานเกิดการแตกหรือร่วได้	8	- การขึ้นรูปในกระบวนการ Rolling ของผู้ผลิตเกิดความผิดปกติ	- มีการตรวจเช็คความหนาของการขึ้นรูปในกระบวนการ Rolling เป็นระยะ	5	- มีการตรวจเช็คความหนาของการขึ้นรูปในกระบวนการ Rolling เป็นระยะและตรวจอีกครั้งก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต	7	280

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.10 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate ต้องตรงตามที่สั่งซื้อ	3. ความกว้างของวัตถุดิบ = W ± 0.03 มม.	ความกว้างของวัตถุดิบไม่ตรงตามมาตรฐาน	- ไม่สามารถนำวัตถุดิบเข้าเครื่อง Pressing ได้ - เครื่อง Pressing ไม่สามารถดึงวัตถุดิบเข้าเครื่องได้	8	- การตัดหน้ากว้างในกระบวนการ Slitting ของผู้ผลิตเกิดความผิดปกติ	- มีการตรวจเช็คหน้ากว้างของการขึ้นรูปในกระบวนการ Slitting เป็นระยะ	5	- มีการตรวจเช็คหน้ากว้างของการขึ้นรูปในกระบวนการ Slitting เป็นระยะและตรวจอีกครั้งก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต	7	280
	4. วัตถุดิบเป็นแผ่นเรียบไม่เสียรูป	วัตถุดิบเสียรูป, โค้งงอ	- ไม่สามารถนำวัตถุดิบเข้าเครื่อง Pressing ได้	8	- ความผิดพลาดในกระบวนติ - การเคลื่อนย้ายและขนส่งวัตถุดิบ	- จัดทำ Handling std. และ package std. - อบรมพนักงานวิธีการขนย้ายวัตถุดิบ	5	- มีการตรวจเช็คการเสียรูปและโค้งงอของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต	7	280

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate แล้ว ก็ได้ดำเนินการเช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Inner fin และวัตถุดิบ Outer fin ซึ่งสามารถดูผลได้ที่ภาคผนวก ข

5.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการเกิดของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต

ในการหาสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลวของแต่ละกระบวนการผลิตดังที่กล่าวไปแล้วนั้น ทางทีมงานได้ทำการระดมสมองเพื่อนำเอาสาเหตุที่แสดงการหาไปแล้วในแต่ละกระบวนการมาหาสาเหตุของการเกิดของเสียแต่ละประเภทโดยการใช้แผนผังก้างปลา โดยของเสียแต่ละประเภทแบ่งออกดังต่อไปนี้

1. ของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต ประเภทตัวงานคอยล์เย็น ซึ่งสามารถแบ่งย่อยออกได้เป็นของเสีย 2 ชนิดดังต่อไปนี้

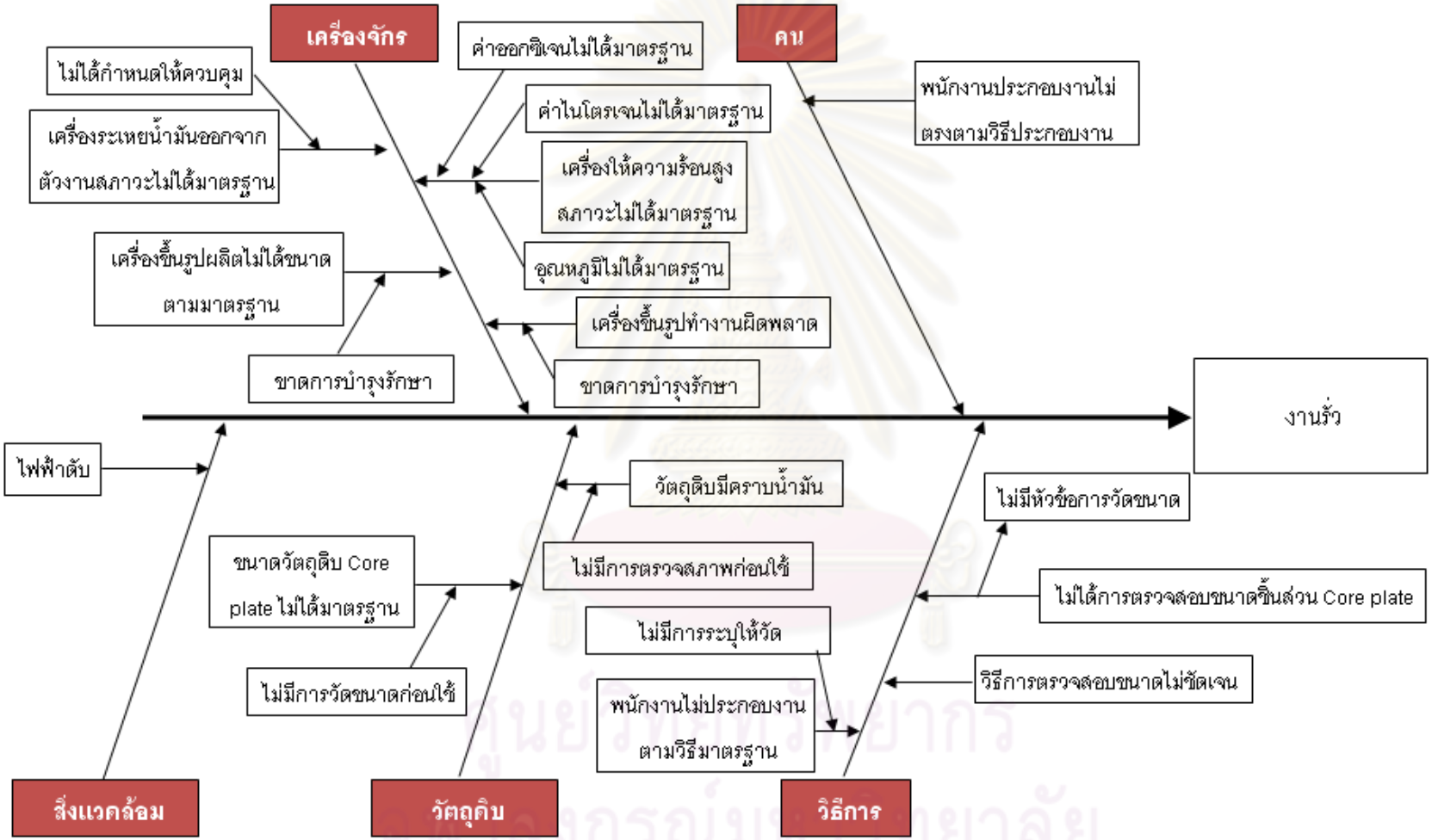
    1.1 ของเสียชนิดงานรั่ว

    1.2 ของเสียชนิดงานลักษณะผิดปกติภายนอก

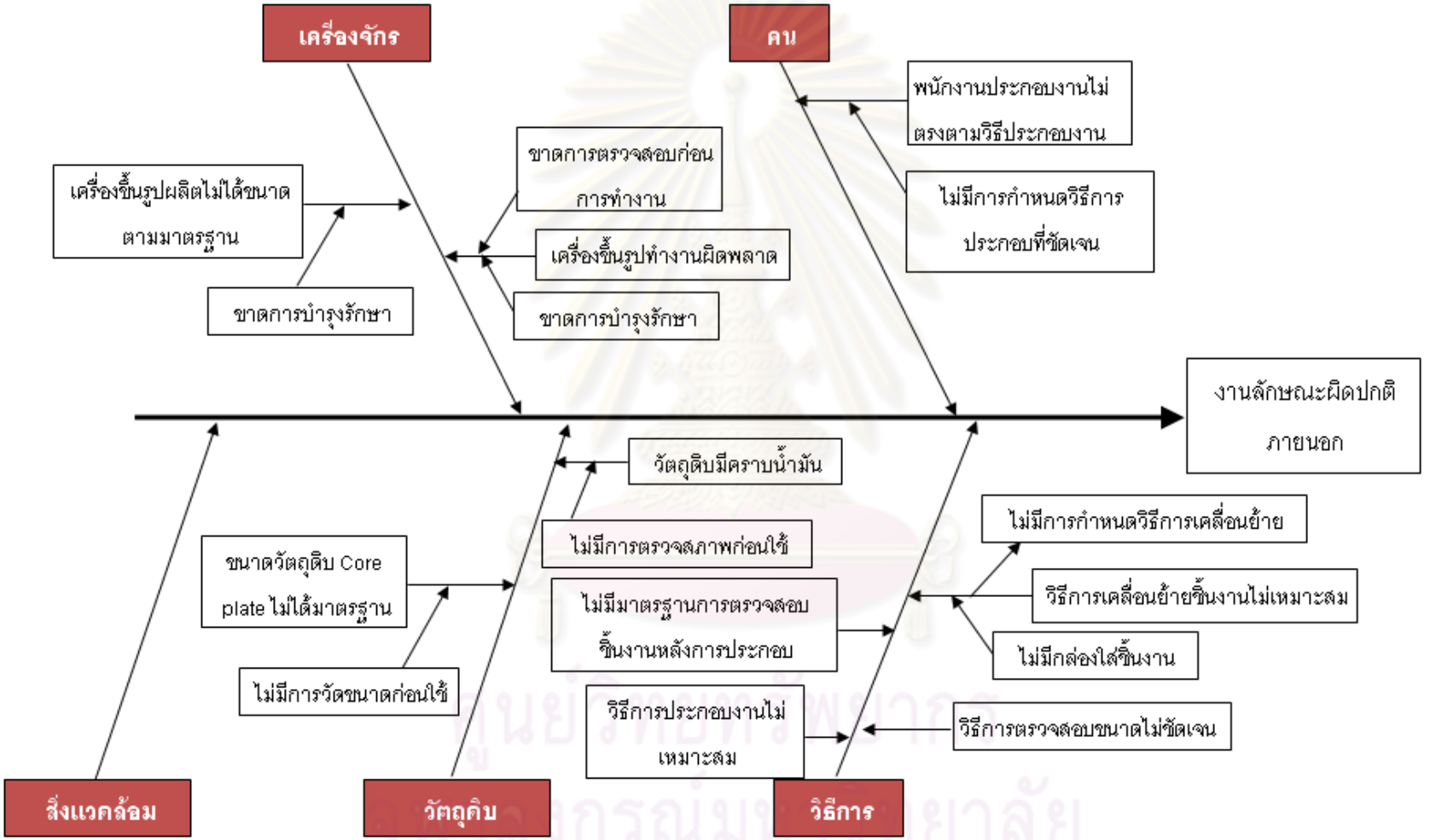
2. ของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต ประเภทชิ้นส่วน Core plate

ผลจากการหาสาเหตุของการเกิดงานเสียชนิดงานรั่ว งานเสียชนิดงานลักษณะผิดปกติภายนอก และงานเสียประเภทชิ้นงาน Core plate นั้น ได้ใช้แผนผังก้างปลาในการช่วยวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์หาสาเหตุของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นซึ่งอยู่ใน FMEA ดังที่กล่าวไปแล้ว และเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการหาวิธีการแก้ไขปัญหาเหล่านั้นอีกด้วย โดยต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นการหาสาเหตุการเกิดของเสียที่เกิดขึ้นดังที่กล่าวไว้ข้างต้นดังต่อไปนี้

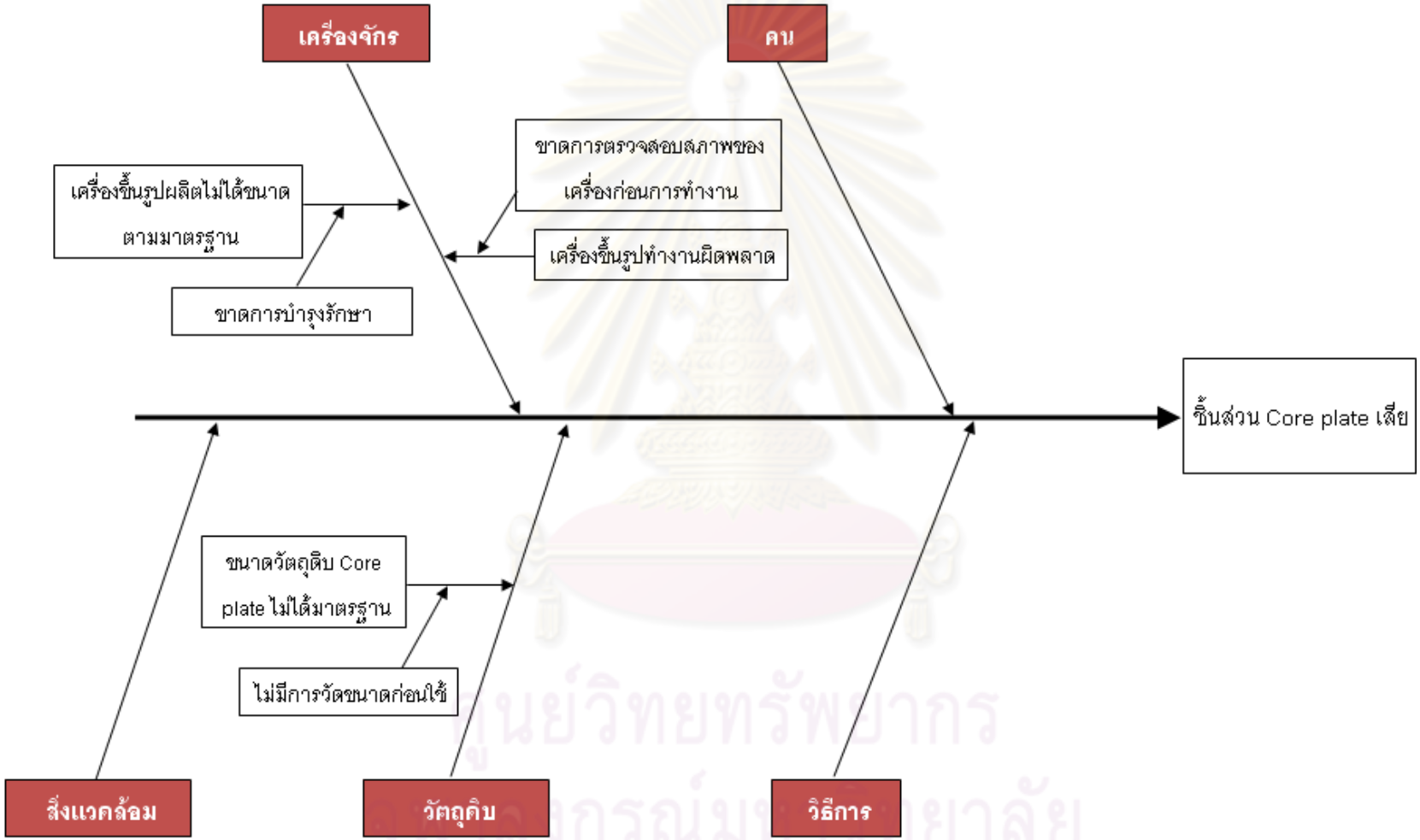
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.4 แผนผังก้างปลาในการหาสาเหตุของงานเสียชนิดงานรั่ว



รูปที่ 5.5 แผนผังก้างปลาในการหาสาเหตุของงานเสียชนิดงานลักษณะผิดปกติภายนอก



รูปที่ 5.6 แผนผังก้างปลาในการหาสาเหตุของงานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate

5.3 สรุปสาเหตุหลักของข้อบกพร่องในงานเสียแต่ละประเภท

นำสาเหตุที่ได้จากการใช้แผนผังก้างปลาของของเสียทั้ง 2 ประเภท คือ 1.งานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น 2.งานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate สามารถสรุปสาเหตุของการเกิดของเสียแต่ละชนิดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.11 สรุปการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบงานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น

ข้อบกพร่อง			สาเหตุหลัก
1. ของเสียชนิดรั่ว	1.1 งานไม่เชื่อมจากกระบวนการ brazing	1.1A	ไฟฟ้าดับ
		1.1B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate
		1.1C	ไม่มีการควบคุมสภาวะของกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง
	1.2 ชิ้นงานระเบิด	1.2A	ไม่มีการควบคุมสภาวะของกระบวนการระเหยน้ำมันบนตัวงาน
		1.2B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate
	1.3 เกิดจากเครื่องจักรหรือวัตถุดิบ	1.3A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการ
		1.3B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate
2. ของเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก	2.1 ผิดปกติภายนอก	2.1A	วิธีการประกอบงานไม่เหมาะสม
		2.1B	พนักงานไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน
	2.2 งานบุบ เสียรูป	2.2A	ชิ้นงานกระแทกระหว่างการขนส่งไปยังกระบวนการถัดไป
		2.2B	พนักงานไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน
	2.3 งานประกอบผิด	2.3A	ไม่มีมาตรฐานในการประกอบชิ้นงานที่ Core assembly
		2.3B	ไม่มีการตรวจสอบชิ้นงานหลังการประกอบที่ Core assembly
	2.4 เกิดจากเครื่องจักรหรือวัตถุดิบ	2.4A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบก่อนเข้ากระบวนการ
		2.4B	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.12 สรุปการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบงานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate

ข้อบกพร่อง			สาเหตุหลัก
3. ของเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate	3.1 ชิ้นส่วน Core plate เสีย	3.1A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate
		3.1B	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบ Core plate ก่อนนำเข้ากระบวนการ

5.4 สรุปผลการเลือกสาเหตุหลักของการเกิดงานเสีย

หลังจากได้สาเหตุของการเกิดของเสียแต่ละประเภทแล้วได้ทำการคำนวณค่า RPN ทางทีมงานผู้วิจัยได้เลือกที่สาเหตุของข้อบกพร่องที่มีค่า RPN สูงกว่า 100 คะแนน (อ้างอิงจากวิธีการคัดเลือกสาเหตุของปัญหาเพื่อนำมาแก้ไขของโรงงานกรณีศึกษา) มาทำการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ค่า RPN ลดลง โดยผลการเลือกสาเหตุหลัก ได้แสดงดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

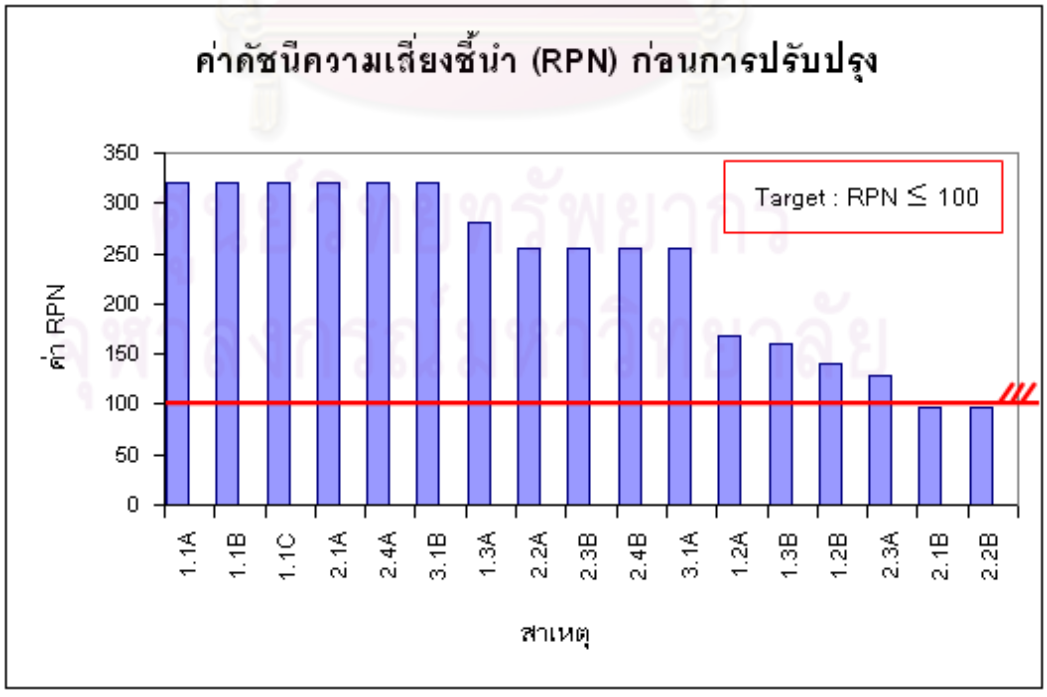
ตารางที่ 5.13 สรุปการประเมิณค่า RPN แบ่งตามชนิดของเสีย โดยอ้างอิงจาก FMEA ของงานเสีย ประเภทตัวงานคอยล์เย็น

ข้อบกพร่อง			สาเหตุหลัก	RPN
1. ของเสียประเภทรั่ว	1.1 งานไม่เชื่อมจากกระบวนการ brazing	1.1A	ไฟฟ้าดับ	320
		1.1B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate	320
		1.1C	ไม่มีการควบคุมสภาวะของกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง	320
	1.2 ชิ้นงานระเบิด	1.2A	ไม่มีการควบคุมสภาวะของกระบวนการระเหยน้ำมันบนตัวงาน	168
		1.2B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate	140
	1.3 เกิดจากเครื่องจักร หรือวัตถุดิบ	1.3A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการ	280
		1.3B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate	160
2. ของเสียประเภทลักษณะผิดปกติภายนอก	2.1 ผิดปกติภายนอก	2.1A	วิธีการประกอบงานไม่เหมาะสม	320
		2.1B	พนักงานไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน	96
	2.2 งานบุบ เสียรูป	2.2A	ชิ้นงานกระแทกระหว่างการขนส่งไปยังกระบวนการถัดไป	256
		2.2B	พนักงานไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน	96
	2.3 งานประกอบผิด	2.3A	ไม่มีมาตรฐานในการประกอบชิ้นงานที่ Core assembly	128
		2.3B	ไม่มีการตรวจสอบชิ้นงานหลังการประกอบที่ Core assembly	256
	2.4 เกิดจากเครื่องจักร หรือวัตถุดิบ	2.4A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบก่อนเข้ากระบวนการ	320
		2.4B	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate	256

ตารางที่ 5.14 สรุปการประเมินค่า RPN แบ่งตามชนิดของเสีย โดยอ้างอิงจาก FMEA งานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate

ข้อบกพร่อง			สาเหตุหลัก	RPN
3. ของเสียประเภทลักษณะผิดปกติภายนอก	3.1 ชิ้นส่วน Core plate เสีย	3.1A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate	256
		3.1B	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบ Core plate ก่อนนำเข้ากระบวนการ	320

หลังจากได้ผลการประเมินค่าดังนีความเสี่ยงชี้นำ RPN ทั้งที่เป็นของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น และชิ้นส่วน Core plate แล้วนำค่า RPN เหล่านั้นมาทำการเลือกหัวข้อที่ค่า RPN มากกว่า 100 คะแนน โดยเรียงลำดับจากค่า RPN มากไปยังค่า RPN น้อย ดูได้จากรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 การเลือกสาเหตุหลักของข้อบกพร่องจากค่า RPN (ก่อนการปรับปรุง)

หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ และเลือกสาเหตุหลักของการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตคอยล์เย็นทั้งที่เป็นของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นและชิ้นส่วน Core plate ทำการเลือกสาเหตุที่มีค่า RPN มากกว่า 100 คะแนนไปทำการแก้ไข โดยสามารถดูรายละเอียดได้ในบทที่ 6 การปรับปรุงแก้ไขปัญหา (Improve Phase)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

การปรับปรุงแก้ไขปัญหา (Improve Phase)

การปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่จะกล่าวในบทนี้ เป็นผลจากการระดมความคิดเห็นจากทีมงานที่ได้จัดตั้งขึ้น เพื่อหาแนวทางในการแก้ไข และทำการแก้ไขตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นตรวจสอบผลจากการแก้ไข ว่ายังมีข้อบกพร่องหรือความผิดพลาดใดๆแฝงอยู่หรือไม่ เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น โดยการปรับปรุงแก้ไขที่จะกล่าวในบทที่ 6 นี้ จะแบ่งการปรับปรุงแก้ไขออกเป็น 2 ระยะ โดยมีรายละเอียดในแต่ละระยะดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ ถึง เมษายน 2553 จัดทำการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางการแก้ไขภายหลังจากได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 5

ระยะที่ 2 เดือนพฤษภาคม 2553 ระดมสมองเพื่อทำการออกแบบเอกสารช่วยในการควบคุมคุณภาพ และในเดือนมิถุนายน ถึง กรกฎาคม 2553 จัดทำเอกสารคู่มือการควบคุมคุณภาพ หรือ Quality Control Manual

โดยในแต่ละระยะ จะมีรายละเอียดของการแก้ไขที่เป็นลักษณะการปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทางโรงงานกรณีศึกษาเรียกการแก้ไขแบบนี้ว่า การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง หรือเรียกในภาษาญี่ปุ่นว่า ไคเซน

6.1 ระยะที่ 1 การแก้ไขสาเหตุของปัญหาที่ก่อให้เกิดข้อบกพร่อง

ในระยะที่ 1 การแก้ไขของเสียประเภทคอยล์เย็นและของเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate โดยมีรายละเอียดในการปรับปรุงแก้ไขของเสียแต่ละประแภทดังต่อไปนี้

6.1.1 การแก้ไขปัญหาของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น

หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาการเกิดของเสียจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นที่ได้ทำการวิเคราะห์ความล้มเหลวและข้อบกพร่อง (FMEA) จากบทที่ 5 แล้ว หลังจากนั้นจะทำการแก้ไขสาเหตุเหล่านั้น โดยเลือกสาเหตุหลักของข้อบกพร่องจากค่า RPN (ก่อนการปรับปรุง) สามารถสรุปสาเหตุที่มีค่า RPN มากกว่า 100 คะแนนและหาแนวทางในการแก้ไขได้ดังต่อไปนี้

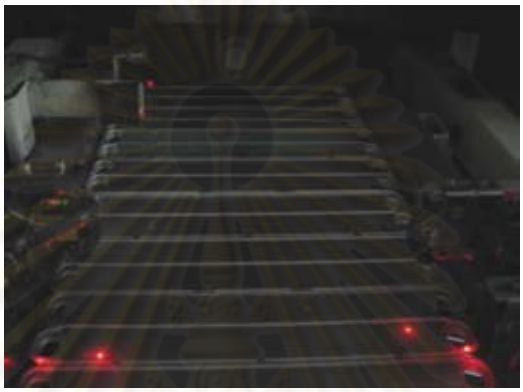
ตารางที่ 6.1 สรุปแนวทางการดำเนินการแก้ไขสาเหตุหลักของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นของเสียชนิดงานรั่ว

ข้อบกพร่อง			สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
1. ของเสียชนิดงานรั่ว	1.1 งานไม่เชื่อมจากกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนด้วยความร้อนสูง	1.1A	ไฟฟ้าดับ	ไม่สามารถแก้ไขได้
		1.1B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate	ติดตั้งเซ็นเซอร์ในการวัดขนาด Core plate ที่กระบวนการขึ้นรูป
		1.1C	ไม่มีการควบคุมสภาวะของกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง	ติดตั้งระบบควบคุมสภาวะของกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง
	1.2 ชิ้นงานระเบิด	1.2A	ไม่มีการควบคุมสภาวะของกระบวนการระเหยน้ำมันบนตัวงาน	ติดตั้งระบบควบคุมสภาวะของกระบวนการระเหยน้ำมันจากตัวงาน
		1.2B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate	ติดตั้งเซ็นเซอร์ในการวัดขนาด Core plate ที่กระบวนการขึ้นรูป
	1.3 เกิดจากเครื่องจักร หรือวัตถุดิบ	1.3A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการ	จัดทำอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบขนาดวัตถุดิบ Core plate
		1.3B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate	ติดตั้งเซ็นเซอร์ในการวัดขนาด Core plate ที่เครื่องขึ้นรูปชิ้นงาน

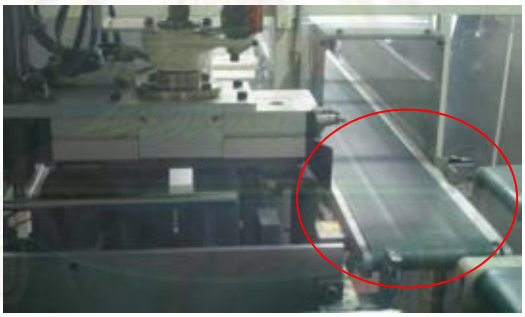
จากสาเหตุของการเกิดปัญหาของเสียชนิดงานรั่ว สามารถแนวทางการแก้ไขของเสียและสรุปได้ดัง 5 ข้อต่อไปนี้

1. สาเหตุการเกิดของเสียเนื่องมาจากไฟฟ้าดับ สาเหตุนี้ไม่สามารถแก้ไขได้ เนื่องจากไฟฟ้าดับอันเกิดจากปัจจัยจากภายนอก ซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้

2. สาเหตุไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate ที่กระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate ทำให้ชิ้นส่วนที่ถูกผลิตขึ้นในกระบวนการนี้ หลุดไปยังกระบวนการถัดไป ทางทีมงานแก้ไขโดยติดตั้งเซ็นเซอร์ในการวัดขนาด Core plate ที่กระบวนการขึ้นรูป เพื่อวัดขนาดต่างๆ ของชิ้นส่วน Core plate ในระหว่างกระบวนการขึ้นรูป และหากพบว่ามีชิ้นงานชิ้นใดที่มีขนาดไม่ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เครื่องจักรจะคัดแยกชิ้นงานนั้นออกไปยังถังทิ้งของเสีย เพื่อไม่ให้ชิ้นงานนั้นหลุดไปยังกระบวนการถัดไป



รูปที่ 6.1 การติดตั้งเซ็นเซอร์ในเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate



รูปที่ 6.2 เส้นทางส่งงานที่มีขนาดไม่ได้มาตรฐานไปยังถังทิ้งของเสีย

3. สาเหตุไม่มีการควบคุมสภาวะของกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง หรือกระบวนการ brazing ทำให้สภาวะของเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูงไม่ได้ตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ ค่าออกซิเจน ค่าไนโตรเจน เป็นผลทำให้ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการนี้ไม่มีคุณภาพการการเชื่อมติดกัน ทำให้ชิ้นงานเกิดการรั่ว ทางทีมงานทำการแก้ไขโดยการติดตั้งระบบควบคุมสภาวะของกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ ค่าออกซิเจน และค่าไนโตรเจนที่ถูกเชื่อมต่อจากจุดวัดต่างๆ เข้ากับระบบตรวจสอบสภาวะ หากมีค่าที่ต้องควบคุมค่าใดค่าหนึ่งไม่ได้ตามมาตรฐานแล้ว เครื่องจักรจะมีเสียงร้องเตือนและหยุดการทำงานทันที เพื่อไม่ให้พนักงานป้อนชิ้นงานเข้าไปในเครื่องจักร

รูปที่ 6.3 แผงควบคุมอุณหภูมิของเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง

รูปที่ 6.4 แผงควบคุมค่าออกซิเจนของเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง

รูปที่ 6.5 ตัวปรับตั้งค่าการจ่ายไนโตรเจนของเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง

4. สาเหตุการไม่มีการควบคุมสภาวะของกระบวนการระเหยน้ำมันบนตัวงาน Core plate ทำให้ชิ้นงานมีน้ำมันตกค้างอยู่ก่อให้เกิดการไม่เชื่อมติดกันที่กระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง ถึงแม้ว่าสภาวะของเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูงนั้นจะอยู่ในมาตรฐานแล้วก็ตาม แต่ถ้าหากชิ้นส่วนนั้นมีน้ำมันตกค้างอยู่ก็จะเป็นผลให้ชิ้นงานไม่เชื่อมติดกัน หรือชิ้นงานระเบิดได้ ดังนั้นจึงทำการแก้ไขโดยติดตั้งระบบควบคุมสภาวะของกระบวนการระเหยน้ำมันจากตัวงาน หากมีค่าที่ต้องควบคุมค่าใดค่าหนึ่งไม่ได้ตามมาตรฐานแล้ว เครื่องจักรจะมีเสียงร้องเตือน และหยุดการทำงานทันที เพื่อไม่ให้พนักงานป้อนชิ้นงานเข้าไปในเครื่องจักร เช่นเดียวกับระบบที่ติดตั้งให้กับเครื่องเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง

รูปที่ 6.6 แผงควบคุมของเครื่องระเหยน้ำมันออกจากชิ้นส่วน Core plate

5. สาเหตุไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการ แก้ไขโดยจัดทำอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบขนาดวัตถุดิบ Core plate และจัดทำมาตรฐานในการตรวจสอบดังต่อไปนี้

รูปที่ 6.7 บริเวณติดตั้งอุปกรณ์วัดขนาดของวัตถุดิบ Core plate

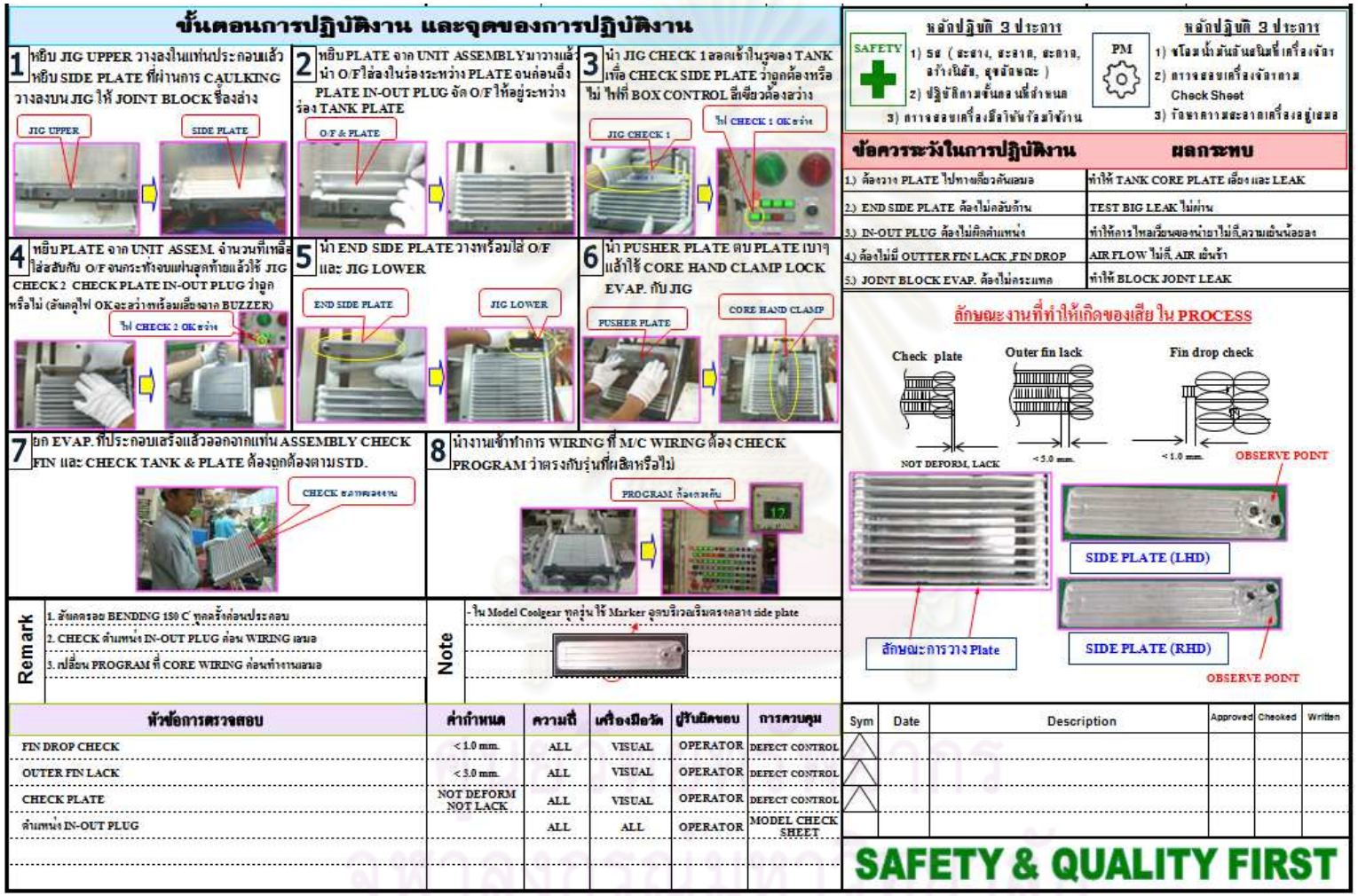
ตารางที่ 6.2 สรุปแนวทางการดำเนินการแก้ไขสาเหตุหลักของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นของเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก

ข้อบกพร่อง			สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
2. ของเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก	2.1 ผิดปกติภายนอก	2.1A	วิธีการประกอบงานไม่เหมาะสม	ทำการทดลองการปฏิบัติงานเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมและเพิ่มการตรวจสอบชิ้นงานโดยใช้ jig
	2.2 งานบุบ เสียรูป	2.2A	ชิ้นงานกระแทกระหว่างการขนส่งไปยังกระบวนการถัดไป	จัดทำกล่องใส่ชิ้นงานสำหรับการเคลื่อนย้าย
	2.3 งานประกอบผิด	2.3A	ไม่มีมาตรฐานในการประกอบชิ้นงานที่ Core assembly	ฝึกอบรมพนักงานและจัดทำ jig เพื่อตรวจสอบขณะทำการประกอบ
		2.3B	ไม่มีการตรวจสอบชิ้นงานหลังการประกอบที่ Core assembly	ติดตั้งเซ็นเซอร์ในการวัดตัวงานที่กระบวนการ Core assembly
	2.4 เกิดจากเครื่องจักร หรือวัตถุดิบ	2.4A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบก่อนเข้ากระบวนการ	จัดทำอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบขนาดวัตถุดิบ Core plate
		2.4B	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate	ติดตั้งระบบตรวจสอบสภาวะของเครื่องขึ้นรูปชิ้นงาน

จากสาเหตุของการเกิดปัญหาของเสียชนิดงานลักษณะผิดปกติภายนอก สามารถแนวทางการแก้ไข และสรุปได้ดัง 5 ข้อต่อไปนี้

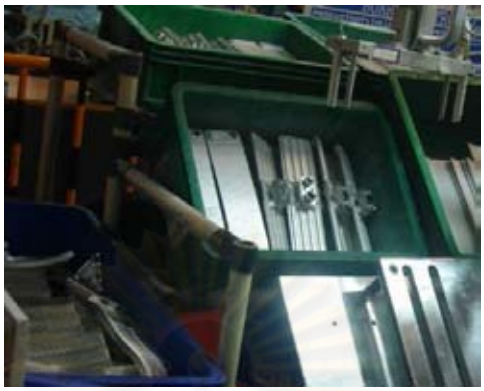
1. สาเหตุจากวิธีการประกอบงานไม่เหมาะสมที่กระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate และกระบวนการ Core assembly แก้ไขโดยการจำลองวิธีการทำงานของพนักงานของพนักงานในแต่ละกระบวนการ และหาวิธีการทำงานที่เหมาะสมที่สุดในการปฏิบัติงาน และทำเอกสารขั้นตอนในการปฏิบัติงานของแต่ละกระบวนการดังต่อไปนี้

รูปที่ 6.8 เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน และจุดของการปฏิบัติงานกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate



รูปที่ 6.9 เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน และจุดของการปฏิบัติงานกระบวนการ Core assembly

2. สาเหตุจากชิ้นงานกระแทกระหว่างการขนส่งไปยังกระบวนการถัดไป แก้ไขโดยจัดทำกล่องใส่ชิ้นงานสำหรับการเคลื่อนย้าย



รูปที่ 6.10 ตัวอย่างกล่องใส่ชิ้นส่วนต่างๆ ในการเคลื่อนย้าย

3. สาเหตุไม่มีมาตรฐานในการประกอบชิ้นงานที่ Core assembly แก้ไขโดยการจัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงาน และจุดของการปฏิบัติงาน ตามที่แสดงไปแล้วในรูปที่ 6.9 จากนั้นทำการฝึกอบรมพนักงาน และจัดทำ jig เพื่อตรวจสอบขณะทำการประกอบ

4. สาเหตุไม่มีการตรวจสอบชิ้นงานหลังการประกอบที่ Core assembly แก้ไขโดยติดตั้งเซ็นเซอร์ในการวัดตัวงานที่กระบวนการ Core assembly เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการประกอบ

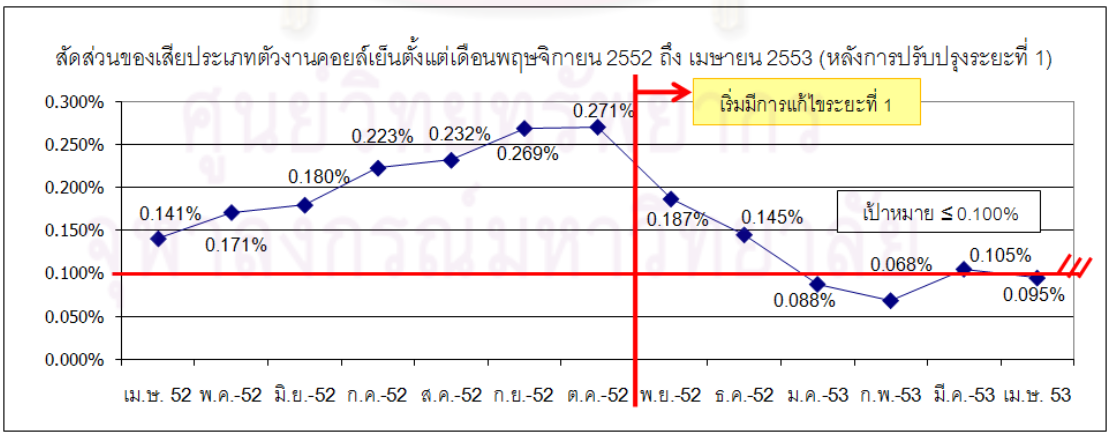
รูปที่ 6.11 ตัวอย่างอุปกรณ์ช่วยในการตรวจสอบชิ้นส่วนในการประกอบที่กระบวนการ Core assembly

5. สาเหตุไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการ แก้ไขโดยจัดทำอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบขนาดวัตถุดิบ Core plate และจัดทำมาตรฐานในการตรวจสอบเช่นเดียวกับการแก้ไขสาเหตุการเกิดของเสียชนิดงานรั่ว ดังต่อไปนี้

รูปที่ 6.12 บริเวณติดตั้งอุปกรณ์วัดขนาดของวัตถุดิบ Core plate

6. สาเหตุจากไม่มีการตรวจเช็คสภาพเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate แก้ไขโดยติดตั้งระบบตรวจสอบสภาวะของเครื่องขึ้นรูปชิ้นงาน หากมีค่าที่ต้องมีการควบคุมค่าใดค่าหนึ่งไม่ได้ตามมาตรฐานแล้ว เครื่องจักรจะมีเสียงร้องเตือน และหยุดการทำงานทันที เพื่อไม่ให้พนักงานป้อนชิ้นงานเข้าไปในเครื่องจักร

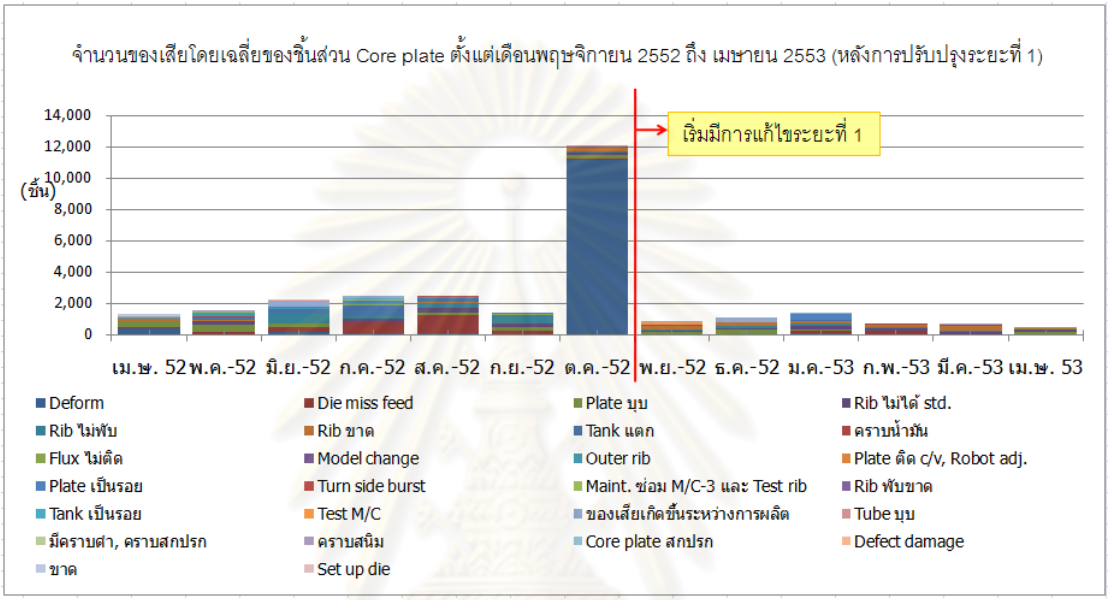
จากการแก้ไขในระยะที่ 1 ผลอัตราการเกิดของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ประเภทตัวงานคอยล์เย็นสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 6.13 อัตราการเกิดของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ก่อนการปรับปรุงและหลังจากเริ่มมีการปรับปรุงระยะที่ 1

แนวโน้มของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต (ของเสียรหัส 31) งานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น มีแนวโน้มลดลงหลังจากเริ่มทำการวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขในระยะที่ 1 ดังนั้นทางทีมงานจึงได้เริ่มทำการแก้ไขปรับปรุงในระยะที่ 2 ดังจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

ส่วนของเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate จำนวนงานเสียภายหลังจากการแก้ไขปรับปรุงในระยะที่ 1 สามารถแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 6.14 จำนวนการเกิดงานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ก่อนการปรับปรุงและหลังจากเริ่มมีการปรับปรุงระยะที่ 1

จะเห็นได้ว่าภายหลังการปรับปรุงในระยะที่ 1 แนวโน้มของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต (ของเสียรหัส 31) งานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ดังนั้นทางทีมงานจึงได้เริ่มทำการแก้ไขปรับปรุงในระยะที่ 2 ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.1.2 การแก้ไขปัญหาของเสียประเภทชิ้นส่วน core plate

งานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate สามารถหาแนวทางในการแก้ไขสาเหตุที่มีค่า RPN มากกว่า 100 คะแนนได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6.3 สรุปแนวทางการดำเนินการแก้ไขสาเหตุหลักของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ของเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก

ข้อบกพร่อง			สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
3. ของเสียประเภทลักษณะ	3.1 ชิ้นส่วน Core plate เสีย	3.1A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate	ติดตั้งระบบตรวจสอบสภาวะของเครื่องขึ้นรูปชิ้นงาน
		3.1B	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบ Core plate ก่อนนำเข้ากระบวนการ	จัดทำอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบขนาดวัตถุดิบ Core plate

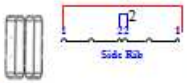
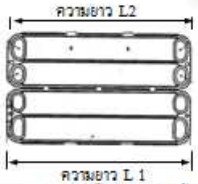
จากแนวทางการแก้ไขการเกิดของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ประเภทชิ้นส่วน Core plate จะมีแนวทางการแก้ไขเหมือนกับการเกิดของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ดังที่กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 6.1.1 ซึ่งได้ดำเนินการแก้ไขไปแล้ว

6.2 ระยะที่ 2 จัดทำเอกสารคู่มือการควบคุมคุณภาพ

จัดทำเอกสารคู่มือการควบคุมคุณภาพ หรือ Quality Control Manual เป็นเอกสารที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีในการตรวจสอบหัวข้อที่ต้องมีการควบคุมในกระบวนการผลิตคอยล์เย็น เอกสารนี้จะช่วยการการตรวจสอบหัวข้อต่างๆ มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยดังต่อไปนี้จะแสดงตัวอย่างเอกสารคู่มือควบคุมคุณภาพของกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate

Control	Core plare crack check	Core Plate Burring Height	Core Plate Tank Height Dimension Check	Core Plate Center Rib Height Check
Standard	ต้องไม่มีสีร้าวออกมาอีกด้านหนึ่งของ Core Plate	2.1±0.5mm	13±0.06 mm	1.84±0.05 mm
Tool	สี Spray check	Vernier Caliper	Vernier Caliper	Linier Gauge
Method	1ครั้ง/กะ ก่อนการเริ่มทำงาน หรือมีการเปลี่ยนแปลง D	1ครั้ง/กะ ก่อนการเริ่มทำงาน หรือมีการเปลี่ยนแปลง Die	1ครั้ง/กะ ก่อนการเริ่มทำงาน หรือมีการเปลี่ยนแปลง Die	ครั้ง/กะ ก่อนการเริ่มทำงาน หรือมีการเปลี่ยนแปลง Die
In-charge	Operator	Operator	Operator	Operator
OPERATION PROCEDURE	วิธีการตรวจสอบ 1. หยิบ Core Plate หลังจาก Press เสร็จมา 1 แผ่น 2. ใช้ Spray ฉีดทำความสะอาดล้าง Core Plate ทั้ง2 ด้าน หลังจากนั้นรอจนแห้งประมาณ 3 นาที 3. ฉีด Spray Check การรั่วซึมไปที่ด้านบนของ Core Plate (โดยเฉพาะบริเวณ Tank จะต้องไม่มีการรั่วซึมไปที่ด้านหลัง) 4. หลังจาก 1 นาทีให้พลิก Core Plate กลับแล้วใช้สายตาตรวจสอบว่ามีสี Spray รั่วซึมอยู่อีกด้านหนึ่งหรือไม่ 5. จะต้องไม่มีสี Spray ซึมออกมาอีกด้านหนึ่ง 	วิธีการตรวจสอบ 1. หยิบ Core Plate หลังจาก Press เสร็จมา 1 แผ่น 2. ใช้ Vernier Check ความสูงของ Burring Core Plate 4 จุด แล้วบันทึกค่าไว้ 3. หาค่าเฉลี่ย แล้วลงค่าใน Record sheet ลักษณะการวัด Remark ให้วัด 2 ด้านหน่งแล้วหาค่าเฉี่ยลงใน Record sheet Burring ไม่ควรแตกเนื่องจากจะมีผลในการ Assembly	วิธีการตรวจสอบ 1. หยิบ Core Plate หลังจาก Press เสร็จมา 1 แผ่น 2. ใช้ Vernier Check ความสูงของ Tank Core Plate 4 จุด แล้วบันทึกค่าไว้ 3. หาค่าเฉลี่ย แล้วลงค่าใน Record sheet ลักษณะการวัด Remark ให้วัด 4 ด้านหน่งแล้วหาค่าเฉี่ยลงใน Record sheet Tank Core plate จะต้องไม่รั่วหรือมีรอย Crack เพราะจะทำให้งาน Leak ที่ He leak	วิธีการตรวจสอบ 1. หยิบ Core Plate หลังจาก Press เสร็จมา 1 แผ่น 2. วาง Core Plate ลงใน Jig Check Core Plate 3. Lock Jig Check Core Plate แล้ว Reset Linier Gauge 4.ใช้ Linier Gauge Check dimension Center Rib วาง Core Plate บน Jig กด Reset Monitor Lock Jig เพื่อกด Core Plate และ Core Plate ต้องอยู่ร่อง Jig ใช้มือลาก Linier Gauge เพื่อ Check center Rib นำ Linier Gauge วางบน Jig อ่านค่า Actual แล้ว record ค่าที่ได้วัดทั้งหมด3จุด A 3จุดและ B3 จุดหาค่าเฉี่ยลงใน Record sheet
Check Procedure	ถ้าไม่ได้ตามมาตรฐานจะทำให้งานBrazing แล้ว Fillet น้อย Test He leak test ไม่ผ่านหรืออายุการใช้งานน้อยกว่า Standard Control 100,000km	ถ้าไม่ได้ตามมาตรฐานจะทำให้ประกอบเข้ากับ I/F แล้ว I/F หลุดออกมาร่องของ Core Plate ทำให้ He leak NG หรือ Test Inner Leak NG	Tank Height ไม่ได้ตามมาตรฐานจะทำให้มี Gap ระหว่าง Core Plate ทำให้การทำFillet ได้น้องละเลิดการLeak ในที่สุด อีกอย่างจะทำให้ Core Dimension Evap. น้อยกว่า Std. Control	Center Rib ไม่ได้ตามมาตรฐานจะทำให้มี Gap ระหว่าง Core Plate กับ Inner fin ทำให้Inner Fin ไม่ Brazing แล้ว Leak

รูป 6.15 ตัวอย่างเอกสารคู่มือควบคุมคุณภาพ

Control	Core plare Side Rib height Check	Core Plate Length Dimension Check	Core Plate Width Dimension Check	Burring Hole Plate Check
Standard	1.79~1.98 mm	L±0.3	W±0.5	Can Insert Special Jig
Tool	Linier Gauge	Vernier Caliper	Vernier Caliper	Special Jig
Method	1ครั้ง/กะ ก่อนการเริ่มทำงาน หรือมีการเปลี่ยนแปลง D	1ครั้ง/กะ ก่อนการเริ่มทำงาน หรือมีการเปลี่ยนแปลง Die	1ครั้ง/กะ ก่อนการเริ่มทำงาน หรือมีการเปลี่ยนแปลง Die	1ครั้ง/กะ ก่อนการเริ่มทำงาน หรือมีการเปลี่ยนแปลง Die
In-charge	Operator	Operator	Operator	Operator
OPERATION PROCEDURE	**วิธีการตรวจสอบ** 1. หยิบ Core Plate หลังจาก Press เสร็จมา 1 แผ่น 2. วาง Core Plate ลงใน Jig Check Core Plate 3. Lock Jig Check Core Plate แล้ว Reset Linier Gauge 4.ใช้ Linier Gauge Check dimension Center Rib วาง Core Plate บน Jig กด Reset Monitor Lock Jig เพื่อกด Core Plate และ Core Plate ต้องอยู่ร่อง Jig ใช้มือลาก Linier Gauge เพื่อ Check center Rib นำ Linier Gauge วางบน Jig อ่านค่า Actual แล้ว record ค่าที่ได้โดยให้นำค่าของตำแหน่งที่ 1 บวกกันจะได้ค่าที่กำหนดหลังจากนั้นให้นำของตำแหน่งที่ 1 บวก 2 หาร 2 จะได้ค่าเฉลี่ยเพื่อลง Record 	**วิธีการตรวจสอบ** 1. นำCore Plate หลัก 500 Ton Press มา 1แผ่นและตรวจสอบว่าเป็น Model อะไร 2 วาง Core Plate ลงบน หินอ่อนสำหรับวัดขนาดของ Core Plate 3. ใช้ Vernier วัดความยาวของ Core Plateทั้งสองด้านแล้วบันทึกค่าที่ได้ลงใน Record Sheet โดยจะต้องหาค่าเฉลี่ยก่อน  นำค่า L1 + L2แล้วหาร 2 จะได้ค่าสำหรับลงใน Record sheet No. / L / Model 1 / 195 / 2 / 205 / Bus LH,RH 3 / 215 / Isuzu 4 / 225 / Proton 5 / 235 / YM-1 6 / 245 / X690,X680 7 / 255 / Corolla ,City ,503N 8 / 265 / Accord 9 / 275 / Shihan 10 / 285 / 11 / 295 / Camry	**วิธีการตรวจสอบ** 1. นำCore Plate หลัก 500 Ton Press มา 1แผ่นและตรวจสอบว่าเป็น Model อะไร 2 วาง Core Plate ลงบน หินอ่อนสำหรับวัดขนาดของ Core Plate 3. ใช้ Vernier วัดความกว้างของ Core Plate ทั้งสองด้านแล้วบันทึกค่าที่ได้ลงใน Record Sheet โดยจะต้องหาค่าเฉลี่ยก่อน นำค่า L1 + L2แล้วหาร 2 จะได้ค่าสำหรับลงใน Record sheet	**วิธีการตรวจสอบ** 1. นำCore Plate หลัก 500 Ton Press มา 1แผ่นและตรวจสอบว่าเป็น Model อะไร 2. ใช้ Special Jig Check รูของ Core Plateทั้ง 4 รู โดยจะต้องสามารถเสียบลงได้พอดี 3. ตัดสินว่าชิ้นงานนั้นOK หรือ NG ในกรณีที่ขนาดของรู Core Plate เล็กให้แจ้งแผนก Jig shop ทันที
Quality point Check Procedure	**ถ้าไม่ได้ตามมาตรฐานจะทำให้งานBrazing แล้ว Fillet น้อย Test He leak test ไม่ผ่านหรืออายุการใช้งานน้อยกว่า Standard Control 100,000km**	**ถ้าไม่ได้ตามมาตรฐาน Core Dimension จะใหญ่หรือเล็กเกินไป พอประกอบเข้ากับ Case จะทำให้มีช่องว่างมากทำให้มีเสียงดังหรือไม่สามารถประกอบเข้ากับ Case ได้**	**ถ้าไม่ได้ตามมาตรฐาน Core Dimension จะใหญ่หรือเล็กเกินไป พอประกอบเข้ากับ Case จะทำให้มีช่องว่างมากทำให้มีเสียงดังหรือไม่สามารถประกอบเข้ากับ Case ได้**	**ขนาดของรู Core Plate เล็กเกินไปจะทำให้การประกอบระหว่าง Core Plate ไม่สนิทหรือทำให้มีเสียงดังตอนไปติดตั้งในรถลูกค้า**

รูป 6.16 ตัวอย่างเอกสารคู่มือควบคุมคุณภาพ (ต่อ)

เอกสารคู่มือควบคุมคุณภาพที่ถูกเริ่มจัดทำขึ้นในช่วงเดือน มิถุนายน ถึง กรกฎาคม 2553 ถูกแจกจ่ายไปยังกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในทุกๆขั้นตอน และทำการฝึกอบรมพนักงานในกระบวนการที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ปฏิบัติตามวิธีการตรวจสอบที่ได้ระบุไว้ในคู่มือควบคุมคุณภาพได้อย่างถูกต้องที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

การควบคุม (Control Phase)

ในบทนี้จะกล่าวถึงระยะสุดท้ายของการดำเนินงานตามแบบของซิกซ์ ซิกม่า คือขั้นตอนการควบคุม เพื่อรักษาสภาพหลังการปรับปรุงในการควบคุมกระบวนการผลิต และสามารถวัดติดตามผลภายหลังการปรับปรุงแก้ไขได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งหากเกิดความผิดปกตินั้นก็จะสามารถทำการวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขได้อย่างทันท่วงที และถูกต้อง โดยมีการดำเนินการควบคุมกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ซึ่งเริ่มจัดทำในเดือน สิงหาคม 2553 ดังต่อไปนี้

7.1 การจัดทำบอร์ดชี้วัดของเสียในกระบวนการผลิต

จัดทำบอร์ดซึ่งเป็นตัวชี้วัดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ซึ่งสามารถทำให้บุคคลที่เกี่ยวข้องทราบถึงสถานการณ์ปัจจุบันว่าในแต่ละวันมีของเสียประเภทใด และเกิดขึ้นเป็นจำนวนเท่าไหร่ โดยมอบหมายให้ฝ่ายผลิตเป็นผู้ลงข้อมูลและจัดให้มีการประชุมทุกเช้าวันถัดไป ที่เวลา 10:10 -11:00 ของทุกวัน เพื่อเป็นการสรุปการวิเคราะห์หาสาเหตุและการแก้ปัญหาสำหรับของเสียที่เกิดขึ้นในวันก่อนหน้า และทำการรวบรวมการวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาในอดีต เพื่อใช้เป็นประวัติในการนำมาใช้แก้ปัญหาในอนาคต

รูปที่ 7.1 การนำงานเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นของแต่ละวันมาทำการประชุม

จากรูปที่ 7.1 แสดงพื้นที่ในการนำงานเสียมาประชุมกับตัวแทนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตทุกแผนก เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่อง และทำการบันทึก เพื่อเป็นประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาในครั้งถัดไป โดยพนักงานฝ่ายผลิตจะเป็นผู้รวบรวมของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในวันก่อนหน้าวันประชุม 1 วัน มาทำการประชุมหารือ และสอบถามความคิดเห็นจากผู้แทนแต่ละแผนกเกี่ยวกับการแก้ไข จากนั้นจะลงบันทึกประจำวันไว้ เพื่อเป็นหลักฐาน และให้ตัวแทนแต่ละแผนกเซ็นต์ชื่อรับทราบปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น

รูปที่ 7.2 บอร์ดบันทึกของเสียที่ใช้ในการประชุมทุกเช้าของทุกวันผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น

รูปที่ 7.3 บอร์ดบันทึกของเสียของผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น

จากรูปที่ 7.2 และ 7.3 แสดงบอร์ดที่ใช้ในการบันทึกของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นแต่ละรหัส (รหัส 31: งานเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต, รหัส 35: ของเสียที่เกิดจากการตั้งค่าเครื่องจักร) และมีการแยกประเภทของชิ้นงานในการทิ้งของสีย เช่น ตัวงานคอยล์เย็น ชิ้นส่วน Core plate ชิ้นส่วน Inner fin ชิ้นส่วน Outer fin และของเสียอื่นๆ เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2 การจัดทำเอกสารการควบคุมกระบวนการผลิต

จัดทำใบตรวจสอบชิ้นงานหลังการผลิตในแต่ละกระบวนการ ใบตรวจสอบสภาวะของเครื่องจักรว่าพร้อมใช้งานหรือไม่ และจัดทำแผนภูมิควบคุมในกระบวนการขึ้นรูป Inner fin และ Outer fin เนื่องจากเป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญต่อการผลิตคอยล์เย็น โดยเอกสารเหล่านี้จัดทำเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และบรรลุเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา นอกจากนี้ยังออกเอกสารแผนควบคุม หรือเรียกว่า Control Plan และเอกสารควบคุมกระบวนการผลิต หรือเรียกว่า Process Control Items อีกด้วย

7.2.1 แผนควบคุมการผลิต หรือ Control plan เป็นเอกสารที่ช่วยในการควบคุมกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามที่ทางทีมงานได้ทำการแก้ไขปรับปรุงขึ้น โดยรายละเอียดภายในเอกสารนี้มีจุดที่สำคัญคือ หัวข้อที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิต วิธีการควบคุม วิธีการตรวจวัดหัวข้อที่ควบคุม จำนวนการสุ่มการตรวจสอบ ความถี่ในการตรวจสอบ และการลงบันทึกการตรวจสอบ ผลจากการจัดทำแผนควบคุมการผลิตจะแสดงตัวอย่างของกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate และกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate ได้ดังต่อไปนี้ ส่วนแผนภูมิควบคุมของกระบวนการอื่นๆ แสดงไว้ที่ภาคผนวก ค

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.1 แผนควบคุมกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate และกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate

Part / Process Number	Process Name / Operation Description	Machine Davice, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Special Char. Class.	Methods					Reaction Plan
			No.	Product	Process		Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation Measurement Technique	Sample		Control Method	
									Size	Freq.		
1	ตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate		1	รหัสวัตถุดิบ			BA78PC-(11,16)-0 เอกสารเลขที่ CT017	ตรวจสอบด้วยสายตา	1 ชิ้น	ทุก lot	Inspection record sheet	คัดแยกของเสีย/ ส่งกลับ supplier
			2	ความหนาวัตถุดิบ			t 0.57±0.03 มม. เอกสารเลขที่ CT017	Micro meter (0.001 มม.)	1 ชิ้น	ทุก lot	Inspection record sheet	คัดแยกของเสีย/ ส่งกลับ supplier
			3	ความกว้างวัตถุดิบ			W ±0.03 มม. เอกสารเลขที่ CT017	Vernier caliper (0.01 มม.)	1 ชิ้น	ทุก lot	Inspection record sheet	คัดแยกของเสีย/ ส่งกลับ supplier
2	ขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate	500 Ton Press M/C	1	หมายเลขและสภาพวัตถุดิบ			Material Spec. sheet เอกสารเลขที่ PCI-311-006	ตรวจสอบด้วยสายตา	-	เมื่อมีการเปลี่ยนวัตถุดิบ	Material record sheet	คัดแยกของเสีย/ ส่งกลับ supplier
			2		ชนิดของน้ำมัน		Sunpress 105J-1 เอกสารเลขที่ PCI-311-006	ตรวจสอบด้วยสายตา	-	เมื่อมีการเปลี่ยนน้ำมัน	-	ตรวจสอบอีกครั้ง/ ส่งกลับ supplier
			3		ความสูงของ Die		ความสูง Die 448.9 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-006	ตรวจสอบด้วยสายตา	-	เมื่อมีการเปลี่ยน Die	-	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			4	Core plate แตก/รอยร้าว			ไม่มีการแตก/ รอยร้าวในทุกๆตำแหน่ง เอกสารเลขที่ PCI-311-006	ตรวจสอบด้วยสายตา/ Color spray check	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Core plate crack check sheet	แจ้ง Leader/ JMD
			5	ความสูง Burring			Burring 2.1 ± 0.5 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-006	Vernier caliper (0.01 มม.)	1ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Burring height record sheet	แจ้ง Leader/ JMD

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

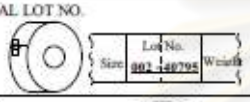
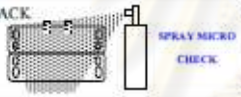
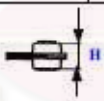
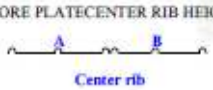
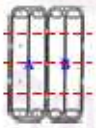
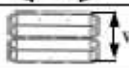
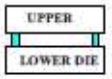
ตารางที่ 7.2 แผนควบคุมกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate และกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate (ต่อ)

Part / Process Number	Process Name / Operation Description	Machine Davice, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Special Char. Class.	Methods					Reaction Plan
			No.	Product	Process		Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation Measurement Technique	Sample		Control Method	
									Size	Freq.		
2	ขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate	500 Ton Press M/C	6	ความสูง Tank			Tank heigh 13 ±0.06 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-006	Vernier caliper (0.01 มม.)	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Tank height record sheet	แจ้ง Leader/ JMD
			7	ความสูง Center Rib			1.84 ±0.05 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-006	Linear gauge (0.01 มม.)	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Center rib record sheet	แจ้ง Leader/ JMD
			8	ความสูง Side Rib			1.69-1.88 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-006	Linear gauge (0.01 มม.)	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Side rib record sheet	แจ้ง Leader/ JMD
			9	ความยาว Core Plate			L ±0.3 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-006	Vernier caliper (0.01 มม.)	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Core plate length record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			10	ความกว้าง Core Plate			116 ±0.3 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-006	Vernier caliper (0.01 มม.)	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Core plate width record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			11	ขนาดของ Burring hole			สามารถผ่าน Special jig ได้ เอกสารเลขที่ PCI-311-006	Special jig	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Defect control chart	แจ้ง Leader/ JMD
			12		อายุของ Die		ทุกๆ 1,000,000 shot เอกสารเลขที่ PCI-311-006	ตรวจสอบด้วยสายตา	-	1,000,000 shot	Die Interval record sheet	แจ้ง Leader/ JMD

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2.2 ใบหัวข้อในการควบคุมกระบวนการผลิต

ภายหลังจากจัดทำเอกสารแผนควบคุมการผลิตแล้ว ทางกลุ่มได้จัดทำใบหัวข้อในการควบคุมกระบวนการผลิต หรือโรงงานกรณีศึกษาเรียกว่า Process Control Item โดยมีรายละเอียดของแต่ละกระบวนการ ซึ่งจะแตกต่างเล็กน้อยจากแผนควบคุมการผลิต ตรงที่ Process Control Item นั้น จะมีรูปภาพรายละเอียดประกอบด้วย โดยจะขอยกตัวอย่างในกระบวนการผลิต 2 กระบวนการแรก คือ 1.ตรวจสอบวัตถุดิบ Core plate 2.ขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate ส่วนกระบวนการผลิตอื่นๆ สามารถดูได้ที่ภาคผนวก ง

PRO-CESS-	DRAWING	CONTROL ITEM	CONTROL METHOD				
			Std.	Tool	Frequency	Note	Charge
CORE PLATE MATL INSPECTIOPN	MATERIAL LOT NO. 	MATERIAL SPEC SHEET	-	VISUAL	MATERIAL CHANGE	RECORD SHEET	OPERATOR
	OIL SPEC	SUNPRESS OIL SPEC	SUNPRESS 105J-1	VISUAL	OIL CHANGE	-	OPERATOR
CORE PLATE PRESSING	DIE HEIGHT	DIE HEIGHT	448.9MM	VISUAL	DIE CHANGE	-	OPERATOR
	CORE PLATE CRACK 	CORE PLATE CRACK ALL POSITION	NO CLACK	VISUAL/ COLOR SPRAY	1TIMES/SHIFT BEFORE START	CHECK SHEET	OPERATOR
	CORE PLATE BURRING HEIGHT	BURRING HEIGHT	2.1±0.5 mm	VERNIER CALIPER	1TIMES/SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	CORE PLATE TANK HEIGHT 	TANK HEIGHT	13±0.06 mm	VERNIER CALIPER	1TIMES/SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	CORE PLATECENTER RIB HEIGHT  	CENTER RIB HEIGHT	1.84±0.05 mm	LINEAR GAUGE	1TIMES/SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	CORE PLATE SIDE RIB HEIGHT	SIDE RIB HEIGHT	1.69-1.88 mm	LINEAR GAUGE	1TIMES/SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	CORE PLATE LENGHT	LENGHT OF CORE PLATE	L±0.3 mm	VERNIER CALIPER	1TIMES/SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	CORE PLATE WIDTH 	WIDTH OF CORE PLATE	116±0.3 mm	VERNIER CALIPER	1TIMES/SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	HOLE DIMENSION	CORE PLATE HOLE CHECK	INSERT JIG	SPECIAL JIG	1TIMES/SHIFT BEFORE START	DEFECT CONTROL CHART	OPERATOR
	TOOL LIFE OF DIE 	TOOL LIFE OF DIE PRESS	1,000,000 SHOT	VISUAL	EVERY 1,000,000 SHOT	DIE INTERVAL RECORD	OPERATOR

รูปที่ 7.4 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิต

7.2.3 ใบตรวจสอบกระบวนการผลิต

นอกจากนี้ยังจัดทำใบตรวจสอบสำหรับตรวจสอบชิ้นงานหลังจากทำการผลิต ใบตรวจสอบสภาวะของเครื่องจักร และแผนภูมิควบคุมกระบวนการขึ้นรูป Inner fin และ Outer fin อีกด้วย เนื่องจากเป็นชิ้นส่วนที่มีความสำคัญต่อการผลิตคอยล์เย็นดังแสดงต่อไปนี้ โดยมีตัวอย่างของใบตรวจสอบของกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ ใบตรวจสอบของกระบวนการอบชิ้นงาน และแผนภูมิควบคุมกระบวนการขึ้นรูป Inner fin และ Outer fin ดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROCESS	ITEM	PART No.	INSTRUMENT	SAMPLING	MONTH
CORE PLATE PRESSING	BURRING HEIGHT	TG047652-All	VERNIER CALIPER	n = 1 PCS	
MACHINE No.	STANDARD	PART NAME	UNIT	PERSON IN CHARGE	
6HP-0158	2.1±0.5 mm	CORE PLATE EVAPORATOR	1 TIME/SHIFT BEFORE START	OPERATOR	

SHIFT	STANDARD	
A	1.6-2.6mm	2.6 / 2.4 / 2.2 / 2.0 / 1.8 / 1.6
	MODEL	
	DATA RESULT	
	OPERATOR	
	LEADER	
	DATE	
B	1.6-2.6 mm	2.6 / 2.4 / 2.2 / 2.0 / 1.8 / 1.6
	MODEL	
	DATA RESULT	
	OPERATOR	
	LEADER	
	DATE	

POINT OF CHECK

ตรวจสอบ 2จุดแล้วเอาค่า

AVG มาลงใน Record sheet

Remark

Shift A ให้ใช้ปากกาสีแดง

Shift B ให้ใช้ปากกาสีน้ำเงิน

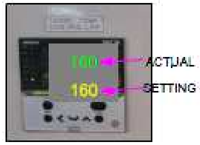
รูปที่ 7.5 ตัวอย่างใบตรวจสอบชิ้นงานของกระบวนการขึ้นรูป Core plate

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROCESS	ITEM	PART No.	INSTRUMENT	SAMPLING	MONTH
FLUX OVEN	FLUX OVEN TEMPERATURE	TG047652-All	TEMP CONTROLLER	n = 1TIMES	
MACHINE No.	**STANDARD**	**PART NAME**	**UNIT**	**PERSON IN CHARGE**	
6DY-0110	160± 10° C	CORE PLATE EVAPORATOR	1 TIME/SHIFT BEFORE START	OPERATOR	

SHIFT	STANDARD																										
A	150-170° C (170, 169, 166, 163, 160, 159, 156, 153, 150)																										
	TIME																										
	DATA RESULT																										
	OPERATOR																										
	LEADER																										
	DATE																										
B	150-170° C (170, 169, 166, 163, 160, 159, 156, 153, 150)																										
	TIME																										
	DATA RESULT																										
	OPERATOR																										
	LEADER																										
	DATE																										

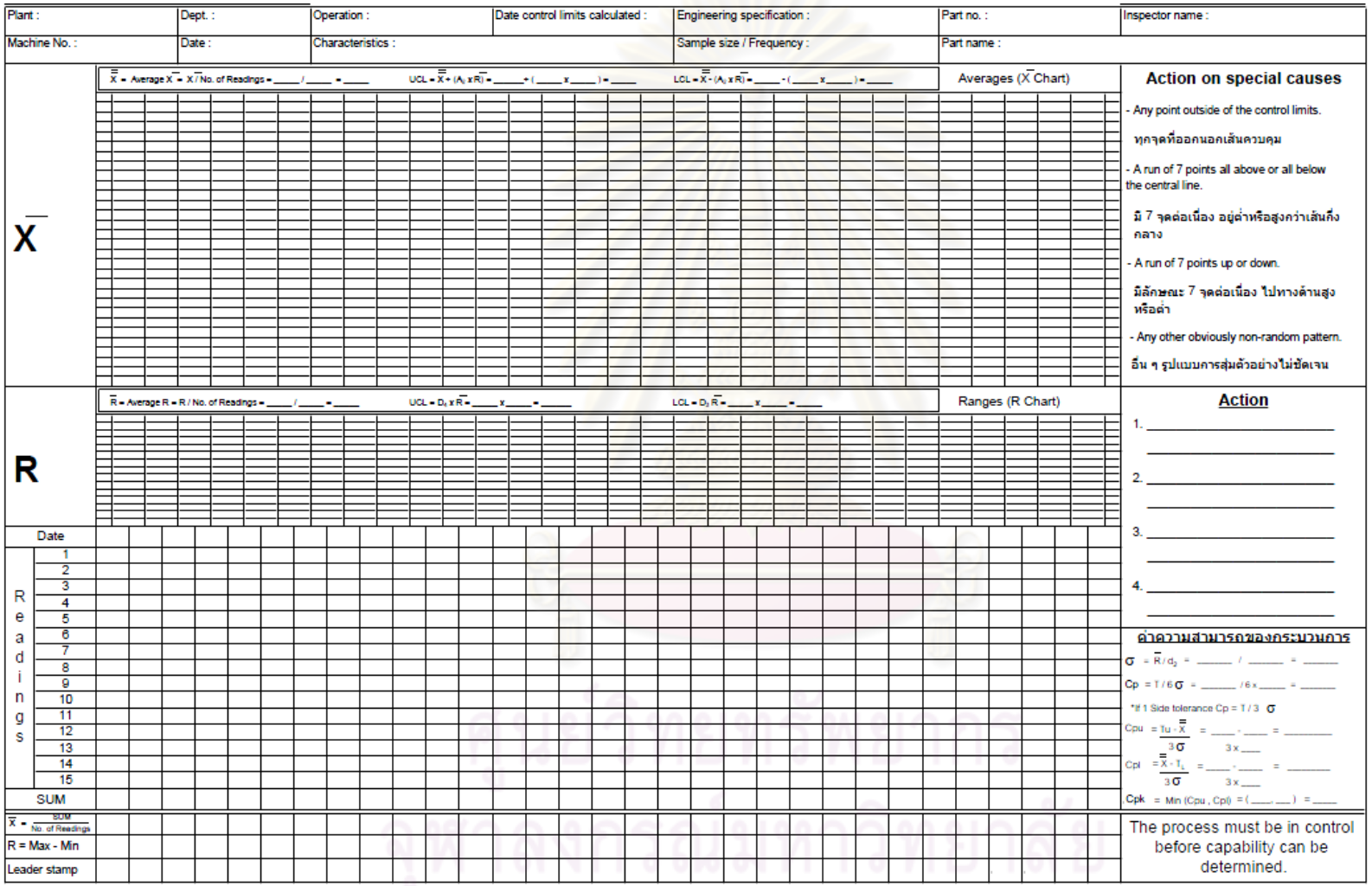
POINT OF CHECK



Remark
Shift A ให้ใช้ปากกาสีแดง
Shift B ให้ใช้ปากกาสีน้ำเงิน

รูปที่ 7.6 ตัวอย่างใบตรวจสอบสภาวะเครื่องจักรของกระบวนการอบชิ้นงาน

116



รูปที่ 7.7 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุมกระบวนการขึ้นรูป Inner fin และ Outer fin

117

7.3 สรุปการควบคุมกระบวนการผลิตคอยล์เย็น

ทางทีมงานได้ดำเนินการควบคุมการผลิตกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. การจัดทำบอร์ดชี้วัดของเสียในกระบวนการผลิต
2. การจัดทำเอกสารการควบคุมกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบด้วยเอกสาร 3 ชนิดดังนี้
    1) แผนควบคุมการผลิต หรือ Control plan
    2) ใบหัวข้อในการควบคุมกระบวนการผลิต
    3) ใบตรวจสอบกระบวนการผลิต

การควบคุมดังที่กล่าวไว้นี้จะช่วยควบคุมการผลิตมีประสิทธิภาพสูงสุด และเกิดของเสียในกระบวนการผลิตคอยล์เย็นน้อยที่สุดอีกด้วย โดยทางทีมงานได้ติดตามดูผลการดำเนินการแก้ไขทั้งหมดในเดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม 2553 ซึ่งผลจากการทำวิจัยทั้งหมดสามารถดูรายละเอียดการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังทำการปรับปรุงตั้งแต่เริ่มทำการทำวิจัยในเดือน พศจิกายน 2552 จนถึงเดือน ตุลาคม 2553 ดังจะกล่าวในบทที่ 8 ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8

การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังทำการปรับปรุง

หลังจากการดำเนินการแก้ไข ได้ทำการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ภายหลังการปรับปรุงสำหรับของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น และของเสียประแภทชิ้นส่วน Core plate พบว่าสามารถลดลงต่ำกว่า 100 คะแนน (ตามเป้าหมายของโรงงนกรณีศึกษา) ยกเว้นกรณีที่สาเหตุเกิดจากไฟฟ้าดับ และแสดงผลจากการแก้ไขปรับปรุงได้ดังต่อไปนี้

8.1 การเปรียบเทียบค่า RPN ก่อนและหลังทำการแก้ไขปรับปรุง

ทำการเปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำก่อนและหลังทำการปรับปรุงของงานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นชนิดงานรั่ว ชนิดงานลักษณะผิดปกติภายนอก และงานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 8.1 เปรียบเทียบค่า RPN ก่อนและหลังทำการปรับปรุง งานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นชนิดงานรั่ว และชนิดงานลักษณะผิดปกติภายนอก

ข้อบกพร่อง			สาเหตุ	RPN (ก่อนปรับปรุง)	RPN (หลังปรับปรุง)
1. ของเสียชนิดงานรั่ว	1.1 งานไม่เชื่อมจากกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนด้วยความร้อนสูง	1.1A	ไฟฟ้าดับ	320	320
		1.1B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate	320	96
		1.1C	ไม่มีการควบคุมสภาวะของกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง	320	48
	1.2 ชิ้นงานระเบิด	1.2A	ไม่มีการควบคุมสภาวะของกระบวนการระเหยน้ำมันบนตัวงาน	168	28
		1.2B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate	140	42

ตารางที่ 8.2 เปรียบเทียบค่า RPN ก่อนและหลังทำการปรับปรุง งานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ชนิดงานรั่ว และชนิดงานลักษณะผิดปกติภายนอก (ต่อ)

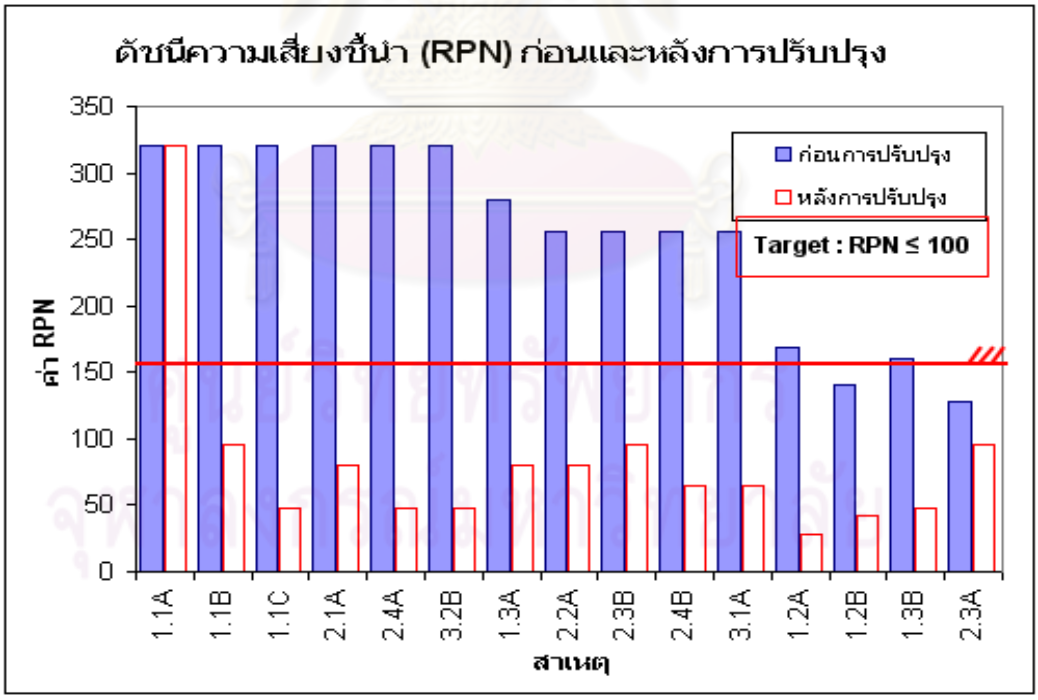
ข้อบกพร่อง			สาเหตุ	RPN (ก่อนปรับปรุง)	RPN (หลังปรับปรุง)
1. ของเสียชนิดงานรั่ว	1.3 เกิดจากเครื่องจักรหรือวัตถุดิบ	1.3A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการ	280	80
		1.3B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate	160	48
2. ของเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก	2.1 ผิดปกติภายนอก	2.1A	วิธีการประกอบงานไม่เหมาะสม	320	80
	2.2 งานบุบเสียรูป	2.2A	ชิ้นงานกระแทกระหว่างการขนส่งไปยังกระบวนการถัดไป	256	80
	2.3 งานประกอบผิด	2.3A	ไม่มีมาตรฐานในการประกอบชิ้นงานที่ Core assembly	128	96
		2.3B	ไม่มีการตรวจสอบชิ้นงานหลังการประกอบที่ Core assembly	256	96
	2.4 เกิดจากเครื่องจักรหรือวัตถุดิบ	2.4A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบก่อนเข้ากระบวนการ	320	48
		2.4B	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate	256	64

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.3 เปรียบเทียบค่า RPN ก่อนและหลังทำการปรับปรุง งานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate

ข้อบกพร่อง			สาเหตุ	RPN (ก่อนปรับปรุง)	RPN (หลังปรับปรุง)
3. ของเสียประเภทลักษณะ	3.1 ชิ้นส่วน Core plate เสีย	3.1A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate	256	64
		3.1B	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบ Core plate ก่อนนำเข้ากระบวนการ	320	48

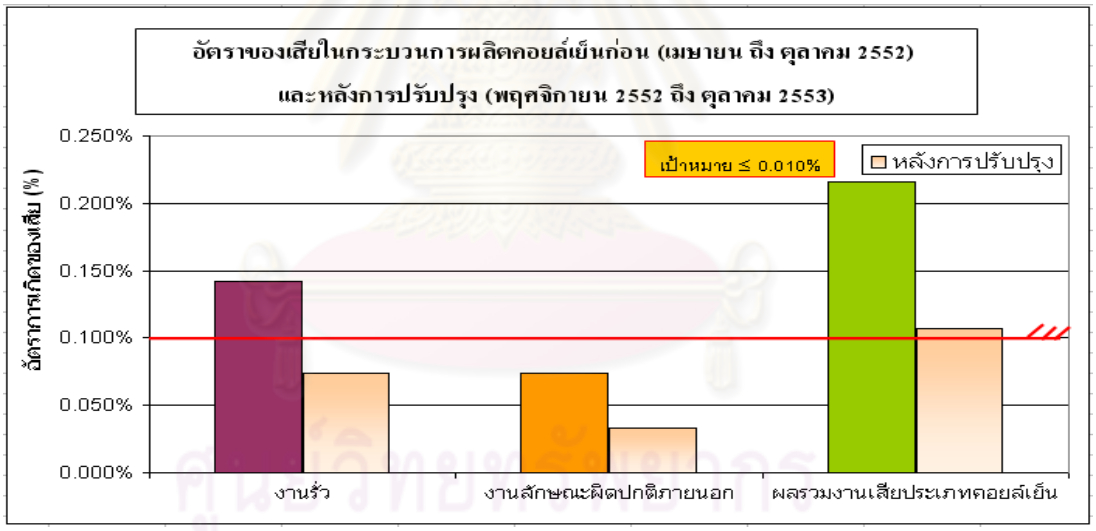
ผลจากการประเมินค่า RPN ก่อนและหลังการแก้ไขปรับปรุงแสดงได้ในรูปที่ 8.1



รูปที่ 8.1 ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ก่อนและหลังทำการปรับปรุง

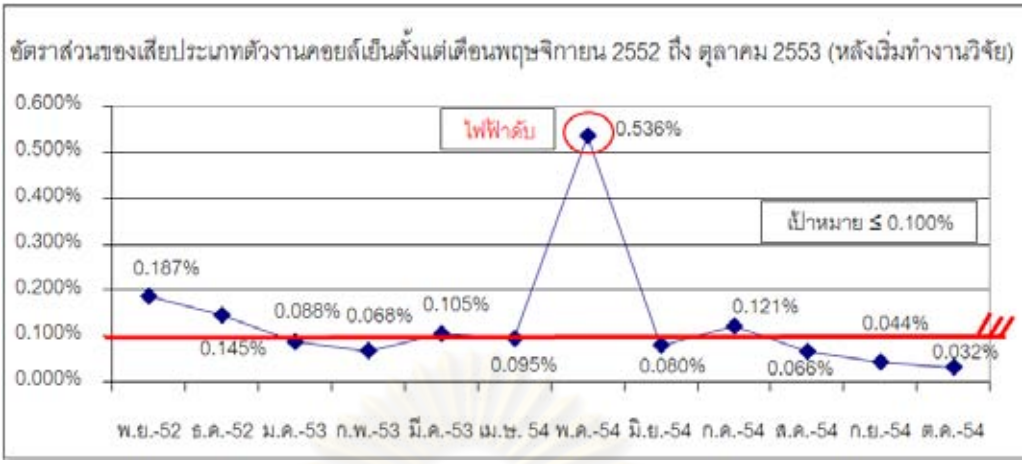
8.2 การเปรียบเทียบผลการดำเนินงานการลดของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิต

การทำวิจัยได้เริ่มดำเนินการในเดือนพฤศจิกายน 2552 จนถึง เมษายน 2553 พบว่าของเสียมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง และในเดือนมิถุนายน 2553 ทางทีมงานผู้จัดทำมีการจัดทำคู่มือการควบคุมกระบวนการผลิต ซึ่งเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง จากการดำเนินการแก้ไขทั้งหมดสามารถลดอัตราของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นทั้ง 2 กลุ่ม คือ 1.งานเสียชนิดรั่ว 0.142% และงานเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก 0.074% ภายหลังจากการแก้ไขปรับปรุงในเดือนพฤศจิกายน 2552 ถึง ตุลาคม 2553 สามารถลดอัตราการเกิดงานเสียชนิดรั่วลงเหลือ 0.074% และงานเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอกลงเหลือ 0.033% ทำให้ผลรวมของอัตราของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นลดลงจาก 0.216% เหลือ 0.107% หรือคิดเป็น 50.46% ดังรูปที่ 8.2 (เหตุผลที่ยังไม่สามารถบรรลุเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษาที่ตั้งไว้ที่ 0.1% ดูที่บทที่ 9 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ)



รูปที่ 8.2 เปรียบเทียบอัตราการเกิดของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นก่อนและหลังการปรับปรุง

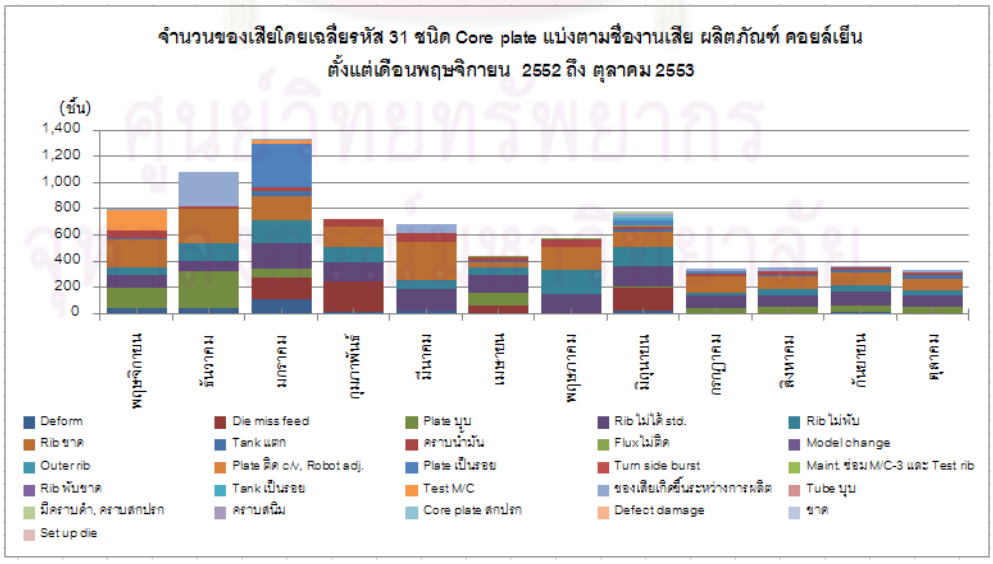
จากนั้นทำการรวมอัตราส่วนของงานเสียประเภทตัวงานคอย์เย็นทั้งหมด สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 8.3



ที่ 8.3 อัตราการเกิดของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นหลังจากเริ่มทำงานวิจัย

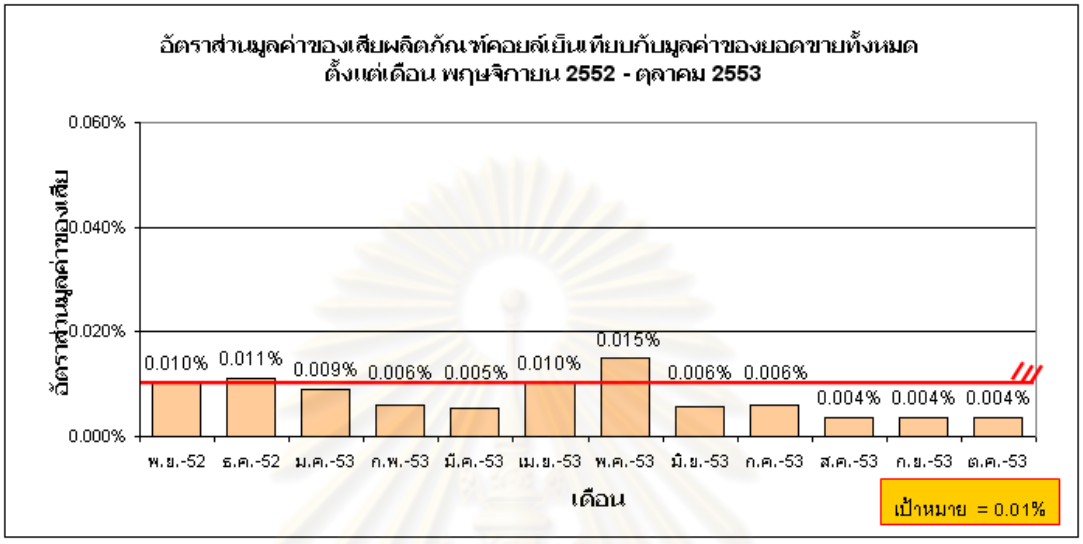
ผลรวมของอัตราของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นลดลงอย่างต่อเนื่องและลดลงต่ำกว่าเป้าหมายของโรงงงานกรณีศึกษาในเดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม 2553

นอกจากของเสียประเภทคอยล์เย็นจะลดลงแล้ว ของเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ก็ลดลงด้วยจากของเสียโดยเฉลี่ยตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง ตุลาคม 2552 (ก่อนการปรับปรุง) อยู่ที่ 3,333 ชิ้นต่อเดือน ภายหลังจากทำการแก้ไขโดยการติดตั้งระบบตรวจสอบสภาวะของเครื่องขึ้นรูปชิ้นงาน หากมีค่าที่ต้องควบคุมค่าใดค่าหนึ่งไม่ได้ตามมาตรฐานแล้ว เครื่องจักรจะมีเสียงร้องเตือนและหยุดการทำงานทันที เพื่อไม่ให้พนักงานป้อนชิ้นงานเข้าไปในเครื่องจักรแล้ว ทำให้จำนวนของเสียโดยเฉลี่ยลดลงจากข้อมูลของเดือนพฤษจิกายน 2552 ถึง ตุลาคม 2553 ลดลงเหลือ 648 ชิ้นต่อเดือน ดังแสดงในรูปที่ 8.4



รูปที่ 8.4 จำนวนของเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ตั้งแต่เดือนพฤษจิกายน 2552 ถึง ตุลาคม 2553

นอกจากนี้ในเดือนมิถุนายน ถึง ตุลาคม 2553 พบว่ามูลค่าของเสียของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นลดลงต่ำกว่าเป้าหมายที่โรงงานกรณีศึกษาตั้งไว้ที่ 0.01% โดยมีค่าเฉลี่ยหลังการปรับปรุง (ข้อมูลในเดือนพฤษจิกายน 2552 ถึง ตุลาคม 2553) อยู่ที่ 0.007% ดังแสดงในรูปที่ 8.5



รูปที่ 8.5 มูลค่าอัตราส่วนของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็นเทียบกับมูลค่าของสินค้าที่ขายได้ทั้งหมด (หลังการปรับปรุง)

8.3 สรุปผลการเปรียบเทียบการดำเนินการทำวิจัย

จากการดำเนินการทำวิจัยการลดของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น สามารถสรุปได้ดังนี้

1. อัตราการเกิดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตประเภทตัวงานคอยล์เย็นลดลงจาก 0.216% เหลือ 0.107%
2. จำนวนของเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate ลดลงจาก 3,333 ชิ้นต่อเดือน เหลือ 648 ชิ้นต่อเดือน
3. มูลค่าของการเกิดของเสียกระบวนการผลิตคอยล์เย็นลดลงจาก 0.029% ลดลงเหลือ 0.007%

บทที่ 9

สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

9.1 สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีการดำเนินการแก้ไขเพื่อลดของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นโดยใช้แนวทางการดำเนินงานของซิกซ์ ซิกม่า (DMAIC: Define-Measure-Analysis-Improve-Control) และใช้การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA: Failure Mode and Effective Analysis) มาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดของบกพร่อง หรือของเสียจากกระบวนการผลิตคอยล์เย็น โดยมีการประเมินค่าความรุนแรงของผลกระทบ, โอกาสที่จะเกิดผลกระทบ และความสามารถในการตรวจพบข้อบกพร่อง จากนั้นคำนวณค่าความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ก่อนการแก้ไขปรับปรุง โดยเลือกทำการดำเนินการแก้ไขหัวข้อที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำมากกว่า 100 คะแนน (อ้างอิงจากวิธีการคัดเลือกสาเหตุของปัญหาเพื่อนำมาแก้ไขของโรงงานกรณีศึกษา ที่จะต้องมีคะแนนมากกว่า 100 คะแนนขึ้นไป) จากนั้นนำเครื่องมือคุณภาพมาช่วยในการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องในการทำ FMEA, การแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิต และการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิต และหาแนวทางในการดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ลดลง ส่งผลให้ของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นลดลง โดยแนวทางการดำเนินการที่นำมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขสรุปได้ดังต่อไปนี้

(1) ติดตั้งตัวควบคุมการทำงานของเครื่องจักรให้อยู่ในสภาวะที่สามารถใช้งานได้

(2) ติดตั้งระบบตรวจจับชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพโดยการติดตั้งเซ็นเซอร์ หรือการใช้อุปกรณ์ตรวจสอบชิ้นงานไม่ให้หลุดไปยังกระบวนการถัดไป

(3) ฝึกอบรมพนักงานให้ปฏิบัติงานด้วยวิธีการทำงานที่ถูกต้อง

(4) ใบตรวจสอบชิ้นงานและแผนภูมิควบคุมการผลิต เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตให้อยู่ในมาตรฐานที่ตั้งไว้

ตารางที่ 9.1 สรุปสาเหตุของข้อบกพร่องและแนวทางในการแก้ไขงานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นชนิดงานรั่ว

ข้อบกพร่อง			สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
1. ของเสียชนิดงานรั่ว	1.1 งานไม่เชื่อมจากกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนด้วยความร้อนสูง	1.1A	ไฟฟ้าดับ	ไม่สามารถแก้ไขได้
		1.1B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate	ติดตั้งเซ็นเซอร์ในการวัดขนาด Core plate ที่กระบวนการขึ้นรูป
		1.1C	ไม่มีการควบคุมสภาวะของกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง	ติดตั้งระบบควบคุมสภาวะของกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง
	1.2 ชิ้นงานระเบิด	1.2A	ไม่มีการควบคุมสภาวะของกระบวนการระเหยน้ำมันบนตัวงาน	ติดตั้งระบบควบคุมสภาวะของกระบวนการระเหยน้ำมันจากตัวงาน
		1.2B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate	ติดตั้งเซ็นเซอร์ในการวัดขนาด Core plate ที่กระบวนการขึ้นรูป
	1.3 เกิดจากเครื่องจักร หรือวัตถุดิบ	1.3A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการ	จัดทำอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบขนาดวัตถุดิบ Core plate
		1.3B	ไม่มีการตรวจสอบขนาดของ Core plate	ติดตั้งเซ็นเซอร์ในการวัดขนาด Core plate ที่เครื่องขึ้นรูปชิ้นงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9.2 สรุปสาเหตุของข้อบกพร่องและแนวทางในการแก้ไขงานเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็น ชนิดงานลักษณะผิดปกติภายนอก

ข้อบกพร่อง			สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
2. ของเสียชนิดลักษณะผิดปกติภายนอก	2.1 ผิดปกติภายนอก	2.1A	วิธีการประกอบงานไม่เหมาะสม	ทำการทดลองการปฏิบัติงานเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมและเพิ่มการตรวจสอบชิ้นงานโดยใช้ jig
	2.2 งานบุบ เสียรูป	2.2A	ชิ้นงานกระแทกระหว่างการขนส่งไปยังกระบวนการถัดไป	จัดทำกล่องใส่ชิ้นงานสำหรับการเคลื่อนย้าย
	2.3 งานประกอบผิด	2.3A	ไม่มีมาตรฐานในการประกอบชิ้นงานที่ Core assembly	ฝึกอบรมพนักงานและจัดทำ jig เพื่อตรวจสอบขณะทำการประกอบ
		2.3B	ไม่มีการตรวจสอบชิ้นงานหลังการประกอบที่ Core assembly	ติดตั้งเซ็นเซอร์ในการวัดตัวงานที่กระบวนการ Core assembly
	2.4 เกิดจากเครื่องจักร หรือวัตถุดิบ	2.4A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบก่อนเข้ากระบวนการ	จัดทำอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบขนาดวัตถุดิบ Core plate
		2.4B	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate	ติดตั้งระบบตรวจสอบสภาวะของเครื่องขึ้นรูปชิ้นงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9.3 สรุปสาเหตุของข้อบกพร่องและแนวทางในการแก้ไขงานเสียประเภทชิ้นส่วน Core plate

ข้อบกพร่อง			สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
3. ของเสียประเภทลักษณะ	3.1 ชิ้นส่วน Core plate เสีย	3.1A	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพเครื่องขึ้นรูปวัตถุดิบ Core plate	ติดตั้งระบบตรวจสอบสภาวะของเครื่องขึ้นรูปชิ้นงาน
		3.1B	ไม่มีการตรวจเช็คสภาพและชนิดของวัตถุดิบ Core plate ก่อนนำเข้ากระบวนการ	จัดทำอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบขนาดวัตถุดิบ Core plate

การดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าวทำให้ผลการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ต่ำกว่า 100 ตามที่โรงงานกรณีศึกษาตั้งเป้าหมายไว้ และของเสียประเภทตัวงานคอยล์เย็นลดลงจาก 0.216% ลดลงเหลือ 0.107% โดยเหตุผลที่ยังไม่สามารถบรรลุเป้าหมายที่ทางโรงงานกรณีศึกษาตั้งไว้ เนื่องจากเกิดเหตุไฟฟ้าดับในเดือนพฤษภาคม 2553 ทำให้เกิดของเสียที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งหากไม่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับก็จะทำให้ข้อมูลหลังทำการแก้ไขปรับปรุงลดลงอีกจาก 0.107% ลดลงเป็น 0.078% ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษาตั้งไว้ที่ 0.1%

9.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

1. ในการดำเนินงานทำการวิจัยครั้งนี้ถูกจำกัดด้วยเรื่องของระยะเวลาเนื่องจากงานวิจัยนี้ได้เริ่มทำการปรับปรุงครั้งแรกเมื่อเดือนพฤศจิกายน 2552 และได้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงต่อเนื่องมา จนถึงเดือนตุลาคม 2553 รวมระยะเวลาที่ใช้ในการแก้ไขปรับปรุงทั้งสิ้น 12 เดือน ซึ่งเป็นระยะเวลานาน แต่ถึงแม้ผลของการแก้ไขปรับปรุงนั้นจะดีขึ้นเป็นลำดับก็ตาม แต่การเลือกวิธีการดำเนินการแก้ไขนั้น จะคำนึงถึงผลของการปรับปรุงแก้ไขอย่างเดียวไม่ได้ แต่ยังต้องคำนึงถึงต้นทุนที่จะนำมาใช้ในการลงทุนเพื่อปรับปรุงแก้ไขอีกด้วย เนื่องจากบางกรณีอาจจะต้องใช้การลงทุนสูงและระยะเวลาคืนทุนนานกว่า 2 ปี ตามที่โรงงานกรณีศึกษากำหนด จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้การเลือกการดำเนินการแก้ไขถูกจำกัด ทางทีมงานผู้วิจัยจึงเลือกการดำเนินการแก้ไขที่ใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ทำให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ซึ่งผลการดำเนินงานที่ได้อาจยังไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด

2. ในการทดลองการปฏิบัติงานเพื่อหาวิธีการทำงานที่เหมาะสมในกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับชิ้นงาน Core plate และกระบวนการ Core assembly พนักงานที่เข้ามาทำการจำลองวิธีการปฏิบัติงานเป็นจำนวน 4 คน ล้วนแล้วแต่เป็นพนักงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานอยู่ในช่วง 2-3 ปี ทำให้วิธีการทำงานที่ได้มีความเหมาะสมกับพนักงานที่มีประสบการณ์แล้ว แต่หากโรงงานกรณีศึกษามีพนักงานใหม่เข้ามาทำงานในกระบวนการดังกล่าว ควรมีการฝึกอบรมวิธีการปฏิบัติงานให้กับพนักงานใหม่ให้ทำงานได้อย่างถูกต้องเสียก่อนที่จะนำเข้าไปปฏิบัติงานจริง เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดของเสียที่เกิดจากความไม่ชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน

9.3 ปัญหาและอุปสรรค

ในระหว่างการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยได้พบปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย เนื่องจากในวันที่ 19 พฤษภาคม 2553 ช่วงเวลา 23:00 – 23:35 เกิดเหตุไฟฟ้าดับ ทำให้ตัวงานคอยล์เย็นที่อยู่ในกระบวนการเชื่อมชิ้นส่วนติดกันด้วยความร้อนสูงดับลง (เตาให้ความร้อนกับชิ้นส่วนเพื่อให้ชิ้นงานเชื่อมติดกัน) ทำให้ค่าอุณหภูมิของเตาให้ความร้อนชิ้นงานตกลงต่ำกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ ส่งผลให้ชิ้นงานไม่สามารถเชื่อมติดกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดของเสียอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เป็นจำนวนมาก โดยของเสียที่เป็นชิ้นงานที่ไม่เชื่อมกันนั้นมีอยู่ 2 ประเภท คือ Side plate no brazing หรือชิ้นงานไม่เชื่อมกันบริเวณ Side plate เป็นจำนวน 58 ตัว และ Turn plate no brazing หรือชิ้นงานไม่เชื่อมกันบริเวณ Turn plate เป็นจำนวน 74 ตัว ซึ่งหากไม่เกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับก็จะทำให้ข้อมูลอัตราการเกิดของเสียผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น ประเภทตัวงานคอยล์เย็นหลังทำการแก้ไขปรับปรุงลดลงอีกจาก 0.107% ลดลงเป็น 0.078% ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษาตั้งไว้ที่ 0.1%

9.4 ข้อเสนอแนะ

6.1 โรงงานกรณีศึกษาควรมีการใช้เครื่องมือการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ก่อนทำการเริ่มผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ทุกครั้ง เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดของเสียที่อาจเกิดขึ้น

6.2 กรณีทำการออกเอกสารการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และเอกสารอื่นๆที่ใช้ควบคุมในการผลิตไปแล้ว ต้องมีการกำหนดระยะเวลา หรือเหตุกาณ์ที่ต้องมีการทบทวนเอกสารการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และเอกสารอื่นๆ ที่

เกี่ยวข้องทุกครั้ง ให้มีความทันสมัยอยู่เสมอ เช่นในกรณีที่กระบวนการผลิตมีการปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงที่ไม่เหมือนกระบวนการเดิม หรือกรณีเกิดเหตุบกพร่องที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน

6.3 หลังจากทำการแก้ไขปรับปรุงจนพบว่าค่าความเสี่ยง (RPN) ลดลงต่ำกว่าเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา (เป้าหมาย≤100 คะแนน) นั้นไม่ได้หมายความว่ากระบวนการนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่หมายถึงกระบวนการนั้นมีประสิทธิภาพที่อยู่ในระดับที่ทางโรงงานกรณีศึกษายอมรับได้ ดังนั้นจึงควรจะมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้กระบวนการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพมากที่สุด

6.4 ในกรณีที่ผลของของเสียประเภท Core evaporator ภายหลังการปรับปรุงมีอัตราสูงมากเกินกว่าเป้าหมาย เนื่องมาจากเกิดเหตุไฟฟ้าดับจากการไฟฟ้านครหลวงในเดือนพฤษภาคม 2553 ทำให้เกิดของเสียที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เป็นจำนวนมาก หากโรงงานกรณีศึกษาสามารถสำรองไฟฟ้า เพื่อจ่ายให้กับเครื่องให้ความร้อนสูงเพื่อให้ชิ้นส่วนเชื่อมติดกันได้ (Brazing) ก็จะทำให้สามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นได้จาก 0.107% ลดลงเป็น 0.078% ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษา ทั้งนี้โรงงานกรณีศึกษาควรศึกษาถึงต้นทุนในการลงทุนครั้งนี้ด้วย เนื่องจากของเสียที่เกิดจากไฟฟ้าดับนั้นไม่ได้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ระยะเวลาคืนทุนนั้นอาจใช้เวลานาน

6.5 โรงงานกรณีศึกษาให้ฝึกอบรมพนักงานให้มีความรู้ทางด้านการใช้เครื่องมือคุณภาพ เนื่องจากปัจจุบันความรู้ด้านนี้ถูกจำกัดในกลุ่มทีมงานที่ทำหน้าที่ปรับปรุงเท่านั้น เพื่อกระตุ้นให้พนักงานท่านอื่นมีแนวคิดที่สามารถพัฒนากระบวนการผลิตให้ดียิ่งขึ้น

6.6 โรงงานกรณีศึกษาควรทำการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาของของเสียที่เกิดจากการตั้งค่าเครื่องจักร (ของเสียรหัส 35) และทำการปรับปรุงแก้ไข เพื่อเป็นการลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอีกทางหนึ่งด้วย

6.7 โรงงานกรณีศึกษาควรมีการประยุกต์ใช้เทคนิควิชาการแขนงใหม่ๆ เข้ามาช่วยในการปรับปรุงแก้ไขปัญหา เช่น การการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง ลีน และการผสมผสานระบบควบคุมคุณภาพหลายๆแบบ เป็นต้น เพื่อให้การปรับปรุงมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติศักดิ์ อนุรักษสกุล. การวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนโครงร่างยานยนต์ โดยเทคนิค FMEA. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

เฉลิมพล ลีลาผาติกุล. การวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบทางคุณภาพสำหรับอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. การควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหารและกรณีศึกษา. กรุงเทพมหานคร: เอ็มแอนด์อี, 2540.

ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, Six Sigma Process (DMAIC). เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาระบบคุณภาพ (Quality System). ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

เทวินทร์ สิริโชคชัยกุล. ก้าวสู่สากลด้วย QS 9000. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: เอ็มเพาเวอร์เม้นท์, 2540.

ธนะศักดิ์ ทุเรียน. การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพ กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนยาง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ธนา รัตนเวทวงศ์. การประยุกต์ระบบควบคุมคุณภาพสำหรับโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์จากโลหะแผ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ธีรพร เสนพรหม. การลดแม่แบบแก้วเสียในกระบวนการผลิตเลนส์พลาสติกโดยใช้แนวคิซิกซ์ซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

นิพนธ์ ชวนะปราณี. การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA และ FTA ในงานการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สายไฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

พิชิต สุขเจริญพงษ์. การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2535.

พิชิต สุขเจริญพงษ์. การจัดการระบบคุณภาพตามมาตรฐาน ISO9000/QS9000. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้าของคุรุสภา, 2541

ภูริพัฒน์ ภูริวรางกูร. การลดของเสียในการผลิตชุดวงจรควบคุมการปรับโฟกัสอัตโนมัติสำหรับประกอบในกล้องถ่ายรูปอัตโนมัติแบบใช้ฟิล์ม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

วิทย์ วรรณวิจิตร. การปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์โลหะของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ศุภชัย นาทะพันธ์, การควบคุมคุณภาพ, 2551

สมพงษ์ เข็มทองวงศา. การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยการใช้วิธีการตรวจวินิจฉัยองค์กร: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตกระป๋อง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สิริมา อินทวงศ์, การปรับสมรรถนะกระบวนการผลิต โดยอาศัยโครงสร้างรางวัลคุณภาพแห่งชาติ : กรณีศึกษาโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ประเภทแผงวงจรรวมไฟฟ้า.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

สุวิทย์ บุญชูจรัส. การพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพสำหรับกระบวนการทำสีตัวถังรถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

เสรี ยูนิพันธ์, จรูญ มหิทราฟองกุล และดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2522.

อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว. การลดของเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋องโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ภาษาอังกฤษ

Raisinghani, S.M., Ette, H., Pierce, R., Cannon, G., and Daripaly, P., Six Sigma: concepts, tools, and applications, Industrial Management & Data Systems, 105(2005): 491-505

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-1 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นงาน Core plate

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Core plate degreasing ให้ความร้อนแก่ Core plate เพื่อให้ให้น้ำมันที่อยู่บน Core plate ระเหยออก	1. ตั้งค่าอุณหภูมิในการอบ = 230 ± 10 °C	อุณหภูมิในการอบไม่ได้มาตรฐาน	- น้ำมันที่อยู่บนตัวงานระเหยออกไม่หมด - การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น No brazing หรือชิ้นงานระเบิด - ชิ้นงานร่วง	7	- ตั้งค่าอุณหภูมิผิดพลาด - Themocouple อ่านค่าผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตั้งค่าอุณหภูมิของ degreasing - กำหนดระยะเวลาในการ calibrate Themocouple เพื่อให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง	3	- ตรวจสอบน้ำมันตกค้างบนตัวงานทุกตัว - ตรวจสอบอุณหภูมิก่อนทำการผลิตและลงบันทึก	8	168
	2. ตั้งค่าความเร็วของ conveyor = 0.6 ± 0.03 เมตร/นาที	ความเร็วของ conveyor ไม่ได้มาตรฐาน	- น้ำมันที่อยู่บนตัวงานระเหยออกไม่หมด - ชิ้นงานร่วง - Core plate ไม่ตรงตำแหน่ง - Core plate เสียรูปหลังกระบวนการ degreasing	7	- ตั้งค่าความเร็วของ conveyor ไม่ถูกต้อง - ตัวควบคุม conveyor ทำงานผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตั้งค่าความเร็วของ conveyor - ควบคุมการทำงานของ conveyor ด้วยระบบ Interlock inverter	3	- ตรวจสอบน้ำมันตกค้างบนตัวงานทุกตัว - ตรวจสอบความเร็วของ conveyor ก่อนทำการผลิตและลงบันทึก	8	168

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-2 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นงาน Core plate (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Core plate degreasing ให้ความร้อนแก่ Core plate เพื่อให้ให้น้ำมันที่อยู่บน Core plate ระเหยออก	3. อุณหภูมิของ after burner = 500 ± 10 ^{0}C	อุณหภูมิของ after burner ไม่ได้มาตรฐาน	- มีกลิ่นน้ำมันในโรงงาน	7	- ตั้งค่าอุณหภูมิผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตั้งค่าอุณหภูมิของ after burner	3	- ตรวจสอบอุณหภูมิของ after burnerก่อนทำการผลิต	8	168
	4. Core plate ต้องไม่เสียรูป	Core plate เสียรูป	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ไม่สามารถประกอบที่กระบวนการ Unit assembly	3	- วิธีการหยิบจับงานออกจาก jig ไม่ถูกต้อง	- จัดทำ Handling std. - อบรมพนักงานวิธีการทำงาน	3	- ตรวจสอบชิ้นงานก่อนส่งไปยังกระบวนการถัดไปด้วยสายตา	8	72

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-3 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเคลือบ flux บนชิ้นงาน Core plate

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Core plate ชุบ Flux Binder ชุบชิ้นงานด้วย flux ให้ทั่วชิ้นงาน เพื่อช่วยในการเชื่อมติดกันของชิ้นงานในกระบวนการ brazing	1. อุณหภูมิของบ่อ flux = 5 - 20 ^{0}C	อุณหภูมิของบ่อ flux ไม่ได้มาตรฐาน	- การเคลือบของ flux บนชิ้นงาน NG - ชิ้นงานไม่เชื่อมกันในกระบวนการ brazing	3	- ตั้งค่าอุณหภูมิผิดพลาด - chiller ทำงานผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตรวจสอบอุณหภูมิของบ่อ flux	2	- ตรวจสอบอุณหภูมิของบ่อ flux ก่อนทำการผลิต	7	42
	2. บน Core plate ต้องมีน้ำหนักของ flux บนตัวงาน = 8 ± 2 กรัม/ตร.ม.	น้ำหนักของ flux ที่เคลือบมากกว่ามาตรฐาน	- ค่าโพแทสเซียมที่กระบวนการ Surface treatment ไม่ได้มาตรฐาน - ทำให้เกิดการตันซึ่งตรวจจับที่ Inner fin	3	- การผสมกันของ flux ผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการผสม flux และตรวจสอบน้ำหนักของ flux บนตัวงาน - จัดทำ Quality manual สำหรับวิธีการผสม flux	2	- ตรวจสอบปริมาณของ flux บนตัวงานก่อนเริ่มทำการผลิต	7	42
		น้ำหนักของ flux ที่เคลือบมากกว่ามาตรฐาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ	3	- การผสมกันของ flux ผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการผสม flux และตรวจสอบน้ำหนักของ flux บนตัวงาน - จัดทำ Quality manual สำหรับวิธีการผสม flux	2	- ตรวจสอบปริมาณของ flux บนตัวงานก่อนเริ่มทำการผลิต	7	42

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-4 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเคลือบ flux บนชิ้นงาน Core plate (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Core plate ชุบ Flux Binder ชุบชิ้นงานด้วย flux ให้ทั่วชิ้น-งาน เพื่อช่วยในการเชื่อมติดกันของชิ้นงานในกระบวนการ brazing	3. ความเข้มข้นของ flux = 27 ± 5 %	ความเข้มข้นของ flux ไม่ได้มาตรฐาน	- ผลการ brazing NG - ชิ้นงานรั่ว	3	- การผสมกันของ flux ผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการผสม flux และตรวจสอบน้ำหนักของ flux บนตัวงาน - จัดทำ Quality manual สำหรับวิธีการผสม flux	2	- ตรวจสอบความเข้มข้นของ flux ก่อนเริ่มทำการผลิต	7	42
	4. ค่า pH ของ flux = pH 7 ± 2	ค่า pH ของ flux ไม่ได้มาตร-ฐาน	- ผลการ brazing NG เนื่องจาก flux ไม่ละลาย	3	- การผสมกันของ flux ผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการผสม flux และตรวจสอบน้ำหนักของ flux บนตัวงาน - จัดทำ Quality manual สำหรับวิธีการผสม flux	2	- ตรวจสอบค่า pH ของ flux ก่อนเริ่มทำการผลิต	7	42

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-5 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการอบชิ้นงาน Core plate หลังกระบวนการเคลือบ flux

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
อบ flux อบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการชุบ flux ให้ flux แห้งติดไปกับชิ้นงาน	1. ตั้งค่าอุณหภูมิในการอบ flux = 160 ± 10 ^{0}C	อุณหภูมิในการอบไม่ได้มาตรฐาน	- ถ้าอุณหภูมิต่ำ flux จะไม่แห้งและไม่ติดกับชิ้นงาน - ผลการ brazing NG	7	- ตั้งค่าอุณหภูมิผิดพลาด - Themocouple อ่านค่าผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตั้งค่าอุณหภูมิของ degreasing - กำหนดระยะเวลาในการ calibrate Themocouple เพื่อให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง	2	- ตรวจสอบน้ำมันตกค้างบนตัวงานทุกตัว - ตรวจสอบอุณหภูมิก่อนทำการผลิตและลงบันทึก - หากอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่ามาตรฐานเครื่องจักรจะตัดการทำงาน	2	28
	2. ตั้งค่าความเร็วของ conveyor = 0.6 ± 0.03 เมตร/นาที	ความเร็วของ conveyor ไม่ได้มาตรฐาน	- การเคลือบของ flux บนชิ้นงาน NG - ผลการ brazing NG	7	- ตั้งค่าความเร็วของ conveyor ไม่ถูกต้อง - ตัวควบคุม conveyor ทำงานผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตั้งค่าความเร็วของ conveyor - ควบคุมการทำงานของ conveyor ด้วยระบบ Interlock inverter	2	- ตรวจสอบน้ำมันตกค้างบนตัวงานทุกตัว - ตรวจสอบความเร็วของ conveyor ก่อนทำการผลิตและลงบันทึก - หากความเร็วสูงหรือต่ำกว่ามาตรฐานเครื่องจักรจะตัดการทำงาน	2	28

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-6 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการอบชิ้นงาน Core plate หลังกระบวนการเคลือบ flux (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
อบ flux อบชิ้นงานที่ผ่านกระบวน-การชุบ flux ให้ flux แห้งติดไปกับชิ้นงาน	3. Core plate ต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอมหรือฝุ่นเกาะที่พื้นผิว	มีสิ่งแปลกปลอมหรือฝุ่นเกาะที่ Core plate	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว	3	- มีสิ่งแปลกปลอมหรือฝุ่นอยู่ในบ่อ flux - มีสิ่งแปลกปลอมหรือฝุ่นอยู่ในกล่องวางชิ้นงานเนื่องจากไม่มี cover หรือไม่ได้ทำความสะอาดกล่องวางงาน	- กำหนดเวลาทำความบ่อ flux - จัดทำ cover สำหรับกล่องใส่ชิ้นงาน - กำหนดเวลาทำความสะอาดกล่องใส่ชิ้นงาน	3	- พนักงานตรวจสอบความสะอาดของชิ้นงานทุกชิ้นก่อนส่งให้กระบวน-การถัดไป	8	72
	4. Core plate ต้องไม่มีน้ำมันตกค้างที่ชิ้นงาน	มีน้ำมันเกาะติดชิ้นงาน	- ผลการ brazing NG - ชิ้นงานรั่ว	3	- น้ำมันรั่ว - ขาดการ Overhaul เครื่องจักร	- อบรมพนักงานวิธีการตรวจสอบน้ำมันในเครื่องจักร - กำหนดระยะเวลาการ Overhaul เครื่องจักร	3	- พนักงานตรวจสอบตราบน้ำมันบนชิ้นงานทุกชิ้นก่อนส่งให้กระบวน-การถัดไป	8	72

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-7 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการอบชิ้นงาน Core plate หลังกระบวนการเคลือบ flux (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
อบ flux อบชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการชุบ flux ให้ flux แห้งติดไปกับชิ้นงาน	5. มี flux เกาะติดทั่วบริเวณที่ต้องการ	Flux เกาะมากเกินไป	ค่าโพแทสเซียมที่กระบวนการ Surface treatment ไม่ได้มาตรฐาน	3	- การผสมกันของ flux ผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการผสม flux และตรวจสอบน้ำหนักของ flux บนตัวงาน - จัดทำ Quality manual สำหรับวิธีการผสม flux	3	- ตรวจสอบปริมาณของ flux บนตัวงานก่อนเริ่มทำการผลิต	8	72
		Flux เกาะน้อยเกินไป	- ผลการ brazing NG - ชิ้นงานรั่ว	3	- การผสมกันของ flux ผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการผสม flux และตรวจสอบน้ำหนักของ flux บนตัวงาน - จัดทำ Quality manual สำหรับวิธีการผสม flux	3	- ตรวจสอบปริมาณของ flux บนตัวงานก่อนเริ่มทำการผลิต	8	72

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-8 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุ-ดิบ Inner fin ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดของรุ่นที่ต้องการและให้ความร้อนแก่ Inner fin เพื่อให้น้ำมันที่อยู่บน Inner fin ระเหยออก	1. ป้อนข้อมูลรุ่นงานที่จะผลิตในเครื่อง pressing	ป้อนข้อมูลรุ่นที่จะผลิตผิด	- ไม่สามารถผลิตงานได้ - ชิ้นงานไม่ตรงตามรุ่นที่ต้องการ	8	- ไม่ได้ตรวจสอบข้อมูลที่ป้อนเข้าไปก่อนที่จะทำการผลิต	- อบรมพนักงานในการป้อนค่ารุ่นงานให้กับเครื่องจักร	2	- เครื่องป้อนข้อมูลผลิตตามหน้ากว้างของวัตถุดิบ	2	32
	2. part no. ของวัตถุดิบตรงตามรุ่นที่จะผลิต (part no. ของวัตถุดิบขึ้นอยู่กับหน้ากว้างของวัตถุดิบนั้นๆ)	ป้อนวัตถุดิบที่หน้ากว้างมากกว่าวัตถุดิบที่ต้องการเข้าเครื่อง	- ไม่สามารถผลิตชิ้นงานตามที่ต้องการได้ - เสียเวลาในการตั้งค่า	8	- ไม่ได้ตรวจสอบ part no. ของวัตถุดิบก่อนที่จะผลิต	-อบรมพนักงานวิธีตรวจ	5	- มีการตรวจสอบ part no. วัตถุดิบก่อนผลิต	8	320
		ป้อนวัตถุดิบที่หน้ากว้างน้อยกว่าวัตถุดิบที่ต้องการเข้าเครื่อง	- ชิ้นงานที่ได้มีขนาดไม่ได้ตามมาตรฐาน - ชิ้นงานขาดระหว่างการผลิต - เสียเวลาในการตั้งค่า	8	- ไม่ได้ตรวจสอบ part no. ของวัตถุดิบก่อนที่จะผลิต	-อบรมพนักงานวิธีตรวจสอบ part no. ของวัตถุ-ดิบก่อนนำไปผลิต	5	- มีการตรวจสอบ part no. วัตถุดิบก่อนผลิต - มีการตรวจสอบชิ้นงานชิ้นแรกก่อนทำการผลิตจริง	8	320

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-9 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดของรุ่นที่ต้องการและให้ความร้อนแก่ Inner fin เพื่อให้น้ำมันที่อยู่บน Inner fin ระเหยออก	3. Part no. ของน้ำมันตรงตามที่ต้องการผลิต 105J-1	น้ำมัน Sunpress ผิด part no.	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว	3	- ไม่ได้ตรวจสอบ part no. ของน้ำมันก่อนที่จะผลิต	-อบรมพนักงานวิธีตรวจสอบ part no. ของน้ำมันก่อนนำไปผลิต	4	- มีการตรวจสอบ part no. ของน้ำมันก่อนนำเข้ากระบวนการ	8	96
	4. ตั้งค่าความสูงของ die = 243.11-243.12 มม.	ความสูงของ die ไม่ตรงตามมาตรฐาน	- ผลการ brazing NG - Inner fin ที่ได้มีขนาดไม่ได้ตามมาตรฐานทำให้เมื่อประกอบเป็น Unit assembly นั้น NG	6	- ตั้งค่าความสูง die ผิดพลาด - ไม่ได้ตรวจสอบค่าความสูงของ die ก่อนทำการผลิต	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าและอ่านค่าความสูง die	3	- ตรวจสอบค่าความสูง die ก่อนทำการผลิต - ติดตั้งระบบตัดการทำงานหากความสูงไม่ได้มาตรฐาน	4	72
	5. ตั้งค่าความเร็วรอบในการ press = 270-300 rpm	ความเร็วรอบในการ press สูงเกินมาตรฐาน	- ทำให้วัตถุดิบแตก - ชิ้นงาน feed ไม่ได้ระยะตามที่ต้องการ - ชิ้นงานรั่ว	3	- ตั้งค่าความเร็วรอบในการ press ผิดพลาด - ไม่ได้ตรวจสอบค่าความเร็วรอบในการ press ก่อนทำการผลิต	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าและอ่านค่าความเร็วในการ press	3	- ตรวจสอบค่าความเร็วในการ press -เครื่องควบคุมค่าอัตโนมัติ	2	18

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-10 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการและให้ความร้อนแก่ Inner fin เพื่อให้น้ำมันที่อยู่บน Inner fin ระเหยออก	6. ตั้งค่าความเร็วรอบในการ press = 270-300 rpm	ความเร็วรอบในการ press ต่ำกว่ามาตรฐาน	- ค่า fin height ต่ำ - ผลการ brazing NG	3	- ตั้งค่าความเร็วรอบในการ press ผิดพลาด - ไม่ได้ตรวจสอบค่าความเร็วรอบในการ press ก่อนทำการผลิต	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าและอ่านค่าความเร็วในการ press	3	- ตรวจสอบค่าความเร็วในการ press -เครื่องควบคุมค่าอัตโนมัติ	2	18
	7. กำหนดอายุการใช้งานของ punch และ die ไม่เกิน 3,500,000 shot	อายุการใช้งานของ Die เกินกว่าที่กำหนด	- Fin height ต่ำ - การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว	8	- Punch และ Die ใช้งานเกินกว่า shot ที่กำหนดทำให้ punch และ die เสื่อมประสิทธิภาพ	- อบรมวิธีการตรวจสอบ shot ของ punch และ die	2	- ตรวจสอบจำนวน shot และลงบันทึกในใบตรวจสอบ - เครื่องหยุดอัตโนมัติหากจำนวนอายุการใช้งานเกินกำหนด	2	32

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-11 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการและให้ความร้อนแก่ Inner fin เพื่อให้น้ำมันที่อยู่บน Inner fin ระเหยออก	8. ตั้งค่าอุณหภูมิในการอบ = 200 ± 10 ^{0}C	อุณหภูมิในการอบไม่ได้มาตรฐาน	- น้ำมันที่อยู่บนตัวงานระเหยออกไม่หมด - การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น No brazing หรือ ชิ้นงานระเบิด - ชิ้นงานรั่ว	7	- ตั้งค่าอุณหภูมิผิดพลาด - Themocouple อ่านค่าผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตั้งค่าอุณหภูมิของ degreasing - กำหนดระยะเวลาในการ calibrate Themocouple เพื่อให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง	2	- ตรวจสอบน้ำมันตกค้างบนตัวงานทุกตัว - ตรวจสอบอุณหภูมิก่อนทำการผลิตและลงบันทึก - หากอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่ามาตรฐานเครื่องจักรจะร้องเตือน	2	28
	9. ความยาวของ Inner fin = L ± 0.3 มม.	ความยาวของ Inner fin สูงกว่ามาตรฐาน	- การประกอบ Core NG - Inner fin ยื่นออกมาในรู Tank - ผลการเช็ค Inner leak NG	7	- ตั้งค่าความยาวผิดพลาด - ไม่ได้ตรวจสอบค่าความยาวในการตัดก่อนผลิตงานแต่ละรุ่น	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าความยาวและมาตรฐานของความยาวชิ้นงานในแต่ละรุ่น	2	- ตรวจสอบค่าความยาวของชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง	4	56

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-12 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการและให้ความร้อนแก่ Inner fin เพื่อให้น้ำมันที่อยู่บน Inner fin ระเหยออก	10. ความสูงของ Inner fin = 1.76 ± 0.03 มม.	ความสูงของ Inner fin (Fin height) มากกว่ามาตรฐาน	- การประกอบ Core NG - ความกว้างงานหลังกระบวนการ Wiring NG (สูงกว่ามาตรฐาน) - ความกว้างงานหลังกระบวนการ brazig NG (สูงกว่ามาตรฐาน)	4	- ตั้งค่าความสูงผิดพลาด - ไม่ได้ตรวจสอบค่าความสูงในการตัดก่อนผลิตงานแต่ละรุ่น	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าความสูงและมาตรฐานของความสูงชิ้นงานในแต่ละรุ่น	2	- ตรวจสอบค่าความสูงของชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง - เครื่องจักรตรวจสอบความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ	4	32

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-13 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการและให้ความร้อนแก่ Inner fin เพื่อให้น้ำมันที่อยู่บน Inner fin ระเหยออก	11. ความสูงของ Inner fin = 1.76 ± 0.03 มม.	ความสูงของ Inner fin (Fin height) ต่ำกว่ามาตรฐาน	- การประกอบ Core NG - ความกว้างงานหลังกระบวนการ Wiring NG (ต่ำกว่ามาตรฐาน) - ความกว้างงานหลังกระบวนการ brazig NG (ต่ำกว่ามาตรฐาน) - ผลการเช็ค Inner leak NG	4	- ตั้งค่าความสูงผิดพลาด - ไม่ได้ตรวจสอบค่าความสูงในการตัดก่อนผลิตงานแต่ละรุ่น	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าความสูงและมาตรฐานของความสูงชิ้นงานในแต่ละรุ่น	2	- ตรวจสอบค่าความสูงของชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง - เครื่องจักรตรวจสอบความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ	4	32
	12. ความกว้าง Inner fin = 22.7 ± 0.3 มม.	ความกว้าง Inner fin สูงกว่ามาตรฐาน	- การประกอบ Core NG - การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น No brazing - ชิ้นงานรั่ว	4	- ตั้งค่าความกว้างผิดพลาด - ไม่ได้ตรวจสอบค่าความกว้างในการตัดก่อนผลิตงานแต่ละรุ่น	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าความกว้างและมาตรฐานของความกว้างชิ้นงานในแต่ละรุ่น	2	- ตรวจสอบค่าความกว้างของชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง - เครื่องจักรตรวจสอบความกว้างชิ้นงานอัตโนมัติ	4	32

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-14 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Inner fin ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการและให้ความร้อนแก่ Inner fin เพื่อให้น้ำมันที่อยู่บน Inner fin ระเหยออก	13. Fin บุบ เสียรูป หรือบิด ≤ 1.0 มม.	Fin บุบ เสียรูป หรือบิดเกินมาตรฐาน	- การประกอบ Core NG - การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น No brazing - ชิ้นงานรั่ว	3	- Die ของ Inner fin เสียรูป - ชุดตัดชิ้นงานผิดพลาด	- อบรมพนักงานวิธีการตรวจสอบ Die ของ Inner fin - อบรมพนักงานวิธีการตรวจสอบชุดตัดชิ้นงาน	3	- ตรวจสอบการเสียรูปของชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง - ตรวจสอบการเสียรูปของชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง	7	63
	14. ความยาวของเศษที่ติดภายหลังจากการตัด fin ≤ 0.3 มม.	ความยาวของเศษที่ติดภายหลังจากการตัด fin เกินมาตรฐาน	- การประกอบ Core NG - การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น No brazing	3	- ตั้งค่าชุดตัดผิดพลาด	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าชุดตัด	3	- ตรวจสอบความยาวเศษของชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง	7	63
	15. ระยะห่างระหว่างยอดของ fin แต่ละยอด = 2.06 ± 0.2 มม.	ระยะห่างระหว่างยอดของ fin แต่ละยอดมากกว่ามาตรฐาน	- ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	5	- ชุด die และ punch ขึ้นรูปได้รับความเสียหาย	- กำหนดระยะเวลาในการตรวจสอบชุดขึ้นรูป	2	- ตรวจสอบระยะห่างของยอดของชิ้นงานระหว่างการผลิต	7	70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-15 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Unit assembly ประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate	1. ช่องว่างหลังการประกอบ Core plate กับ Inner fin ≤ 0.2 มม.	หลังการประกอบช่องว่างระหว่าง Core plate เกินมาตรฐาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี - ชิ้นงานรั่ว - ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	5	- ขนาดของ Core plate ไม่ได้มาตรฐาน - การประกอบงานไม่ถูกวิธี	- อบรมพนักงานวิธีการตรวจวัดขนาดCore plate - อบรมพนักงานวิธีการประกอบงานที่ถูกต้อง	2	- พนักงานตรวจสอบชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง	7	70
	2. ความสูงของ rib หลังขก bending ≤1.22 มม.	ความสูงของ rib หลังจาก bending ไม่ได้มาตรฐาน (Std. < 1.22 มม.)	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี - ชิ้นงานรั่ว - ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	5	- ตั้งค่าเครื่องประกอบผิด - แรงดันไม่ได้มาตรฐาน	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าเครื่องประกอบ - อบรมพนักงานวิธีการปรับตั้งค่าแรงดัน	2	- พนักงานตรวจสอบชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง - ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน หากแรงดันไม่ได้มาตรฐาน เครื่องจะหยุดการทำงานทันที	2	20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-16 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Unit assembly ประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate	3. ระยะห่างของ rib และ Core plate หลังการ bending = 0.2-1.0 มม.	ระยะห่างของ rib และ Core plate หลังการ bending ไม่ได้มาตรฐาน (Std. 0.2-1.0 มม.)	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี - ชิ้นงานรั่ว - Brazing aluminium move to in side core plate	5	- ตั้งค่าเครื่องประกอบผิด - แรงดันไม่ได้มาตรฐาน	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าเครื่องประกอบ - อบรมพนักงานวิธีการปรับตั้งค่าแรงดัน	2	- พนักงานตรวจสอบชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง - ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน หากแรงดันไม่ได้มาตรฐาน เครื่องจะหยุดการทำงานทันที	2	20
	4. ความหนาของ Core plate หลังจากประกอบ Innre fin = 2.9 +0.16/-0 มม.	ความหนาของ Core plate ภายหลังจากประกอบ Inner fin ไม่ได้มาตรฐาน (Std. 2.9 +0.16/-0 มม.)	- หลังจากประกอบที่ Core assembly จะพบว่าความสูงของงานไม่ได้มาตรฐาน - การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี - ชิ้นงานรั่ว	5	- ขนาดของ Core plate ไม่ได้มาตรฐาน - แรงดันไม่ได้มาตรฐาน - ตั้งค่าเครื่องประกอบผิด	- อบรมพนักงานวิธีการตรวจวัดขนาดCore plate - อบรมพนักงานวิธีการปรับตั้งค่าแรงดัน - อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าเครื่องประกอบ		- พนักงานตรวจสอบชิ้นงานตัวแรกก่อนทำ - ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน หากแรงดันไม่ได้มาตรฐาน เครื่องจะหยุดการทำงานทันที - พนักงานตรวจสอบชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง	2	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-17 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Unit assembly ประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate	5. ชิ้นงานไม่เสียรูป	ชิ้นงานเสียรูป	- ชิ้นงานรั่ว - ชิ้นงานเสีย	8	- ชิ้นงานกระแทกขณะขน-ย้ายไปกระบวนการถัดไป	- อบรมวิธีการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน	4	-พนักงานตรวจสอบชิ้น-งานทุกชิ้นด้วยสายตา	8	256
	6. หลังประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate แล้ว Inner fin ไม่ยื่นเข้ามาในรู tank	หลังประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate แล้ว Inner fin ยื่นเลยออกมาที่รู tank	- ชิ้นงานเสีย โดยพบที่ Inner leak - ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	5	- การประกอบงานไม่ถูกวิธี	- อบรมพนักงานวิธีการประกอบงานที่ถูกต้อง		-พนักงานตรวจสอบชิ้น-งานทุกชิ้นด้วยสายตา	8	0
	7. มี Inner fin อยู่ใน Core plate ทุกตัว	ไม่ได้ประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate (ลืมประกอบ)	- ชิ้นงานระเบิดที่กระ-บวนการ brazing (พบที่กระบวนการเช็คการรั่ว He leak)	8	- การประกอบงานไม่ถูกวิธี	- อบรมพนักงานวิธีการประกอบงานที่ถูกต้อง	4	-พนักงานตรวจสอบชิ้น-งานทุกชิ้นด้วยสายตา - ติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจสอบชิ้นส่วนที่ประกอบ	4	128
	8. ไม่มีน้ำมันติดบนตัวงาน	มีน้ำมันติดบนตัวงาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี - ชิ้นงานรั่ว	3	- คราบน้ำมันตกค้างจากกระบวนการขึ้นรูป Core plate หรือกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากตัวงาน	- อบรมพนักงานวิธีการตรวจสอบชิ้นงานที่ทำการประกอบ	2	-พนักงานตรวจสอบชิ้น-งานทุกชิ้นด้วยสายตา	8	48

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-18 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการและให้ความร้อนแก่ Outer fin เพื่อให้น้ำมันที่อยู่บน Outer fin ระเหยออก	1. ป้อนข้อมูลรุ่นงานที่จะผลิตในเครื่อง pressing	ป้อนข้อมูลรุ่นที่จะผลิตผิด	- ไม่สามารถผลิตงานได้ - ชิ้นงานไม่ตรงตามรุ่นที่ต้องการ	5	- ไม่ได้ตรวจสอบข้อมูลที่ป้อนเข้าไปก่อนที่จะทำการผลิต	- อบรมพนักงานในการป้อนค่ารุ่นงานให้กับเครื่องจักร	2	- ตรวจอสบชิ้นงานชิ้นแรกที่ผลิต	8	80
	2. part no. ของวัตถุดิบตรงตามรุ่นที่จะผลิต	นำวัตถุดิบเข้าเครื่องผิด part no.	- ชิ้นงานที่ผลิตได้ไม่ได้ขนาดตามที่ต้องการ	2	- ไม่ได้ตรวจสอบ part no. ของวัตถุดิบก่อนที่จะผลิต	-อบรมพนักงานวิธีตรวจสอบ part no. ของวัตถุดิบก่อนนำไปผลิต	2	- วัตถุดิบมีรุ่นเดียว	1	4
	3. Part no. ของน้ำมันตรงตามที่ต้องการผลิต 105J-1	นำมัน Sunpress ผิด part no.	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ	3	- ไม่ได้ตรวจสอบ part no. ของน้ำมันก่อนที่จะผลิต	-อบรมพนักงานวิธีตรวจสอบ part no. ของน้ำมันก่อนนำไปผลิต	4	- มีการตรวจสอบ part no. ของน้ำมันก่อนนำเข้ากระบวนการ	8	96

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-19 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการและให้ความร้อนแก่ Outer fin เพื่อให้น้ำมันที่อยู่บน Outer fin ระเหยออก	4. กำหนดอายุการใช้งาน = 2,500,000 shot	อายุการใช้งานของ Die เกินกว่าที่กำหนด	- Fin height ต่ำ - การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น brazing fillet มีค่าต่ำ - ชิ้นงานรั่ว	8	- Punch และ Die ใช้งานเกินกว่า shot ที่กำหนดทำให้ punch และ die เสื่อมประสิทธิภาพ	- อบรมวิธีการตรวจสอบ shot ของ punch และ die	2	- ตรวจสอบจำนวน shot และลงบันทึกในใบตรวจสอบ - เครื่องหยุดอัตโนมัติหากจำนวนอายุการใช้งานเกินกำหนด	2	32

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-20 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการและให้ความร้อนแก่ Outer fin เพื่อให้น้ำมันที่อยู่บน Outer fin ระเหยออก	5. ตั้งค่าอุณหภูมิในการอบ = 160 ± 10 ^{0}C	อุณหภูมิในการอบไม่ได้มาตรฐาน (Std. 160 ± 10 ^{0}C)	- น้ำมันที่อยู่บนตัวงานระเหยออกไม่หมด - การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น Outer fin และ Core plate ไม่เชื่อมติดกัน, ชิ้นงานรั่ว - มีคราบตำบริเวณผิวของ Outer fin	7	- ตั้งค่าอุณหภูมิผิดพลาด - Themocouple อ่านค่าผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตั้งค่าอุณหภูมิของ degreasing - กำหนดระยะเวลาในการ calibrate Themocouple เพื่อให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง	2	- ตรวจสอบน้ำมันตกค้างบนตัวงานทุกตัว - ตรวจสอบอุณหภูมิก่อนทำการผลิตและลงบันทึก - หากอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่ามาตรฐานเครื่องจักรจะร้องเตือน	2	28
	6. ความยาวของ Outer fin = L +25/-0 มม.	ความยาวของ Outer fin สูงกว่ามาตรฐาน	- การประกอบ Core NG - Outer fin ยื่นออกมาเข้าไปแทรกรู Tank - ผลการเช็ค Inner leak NG	7	- ตั้งค่าความยาวผิดพลาด - ไม่ได้ตรวจสอบค่าความยาวในการตัดก่อนผลิตงานแต่ละรุ่น	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าความยาวและมาตรฐานของความยาวชิ้นงานในแต่ละรุ่น	2	- ตรวจสอบค่าความยาวของชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง - เครื่องจักรตรวจสอบความยาวและคัดชิ้นงานออกอัตโนมัติ	3	42

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-21 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการและให้ความร้อนแก่ Outer fin เพื่อให้น้ำมันที่อยู่บน Outer fin ระเหยออก	7. ความสูงของ Inner fin = 10.05 ± 0.1 มม.)	ความสูงของ fin (Fin height) มากกว่ามาตรฐาน	- การประกอบ Core NG - ความกว้างงานหลังกระบวนการ Wiring NG (สูงกว่ามาตรฐาน) - ความกว้างงานหลังกระบวนการ brazig NG (สูงกว่ามาตรฐาน)	4	- ตั้งค่าความสูงผิดพลาด - ไม่ได้ตรวจสอบค่าความสูงในการตัดก่อนผลิตงานแต่ละรุ่น	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าความสูงและมาตรฐานของความสูงชิ้นงานในแต่ละรุ่น	2	- ตรวจสอบค่าความสูงของชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง - เครื่องจักรตรวจสอบความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ	3	24

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-22 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรุ่นที่ต้องการและให้ความร้อนแก่ Outer fin เพื่อให้น้ำมันที่อยู่บน Outer fin ระเหยออก	8. ความสูงของ Inner fin = 10.05 ± 0.1 มม.)	ความสูงของ fin (Fin height) ต่ำกว่ามาตรฐาน	- การประกอบ Core NG - ความกว้างงานหลังกระบวนการ Wiring NG (ต่ำกว่ามาตรฐาน) - ความกว้างงานหลังกระบวนการ brazig NG (ต่ำกว่ามาตรฐาน) - ผลการเช็ค Inner leak NG	4	- ตั้งค่าความสูงผิดพลาด - ไม่ได้ตรวจสอบค่าความสูงในการตัดก่อนผลิตงานแต่ละรุ่น	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าความสูงและมาตรฐานของความสูงชิ้นงานในแต่ละรุ่น	2	- ตรวจสอบค่าความสูงของชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง - เครื่องจักรตรวจสอบความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ	3	24
	9. ความยาว fin louver cutting = 9.2 ± 0.3 มม.	ความยาว fin louver cutting ไม่ได้มาตรฐาน	- ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง - ทิศทางการไหลของลมเปลี่ยนไป	3	- ตั้งค่าชุดขึ้นรูปผิดพลาด - ชุดขึ้นรูปใช้งานเกินอายุที่กำหนดไว้	- อบรมพนักงานการตั้งค่าชุดขึ้นรูปชิ้นงาน - กำหนดอายุการใช้งานชุดขึ้นรูป	2	- ตรวจสอบค่าความความ fin louver cutting ของชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง	7	42

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-23 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การขึ้นรูปวัตถุดิบ Outer fin ให้ได้ชิ้นงานตามขนาดและรูปที่ต้องการและให้ความร้อนแก่ Outer fin เพื่อให้น้ำมันที่อยู่บน Outer fin ระเหยออก	10. องศาของ fin louver = 35 ± 5°	องศาของ fin louver ไม่ได้มาตรฐาน	- ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง - ทิศทางการไหลของลมเปลี่ยนไป	3	- ตั้งค่าชุดขึ้นรูปผิดพลาด - ชุดขึ้นรูปใช้งานเกินอายุที่กำหนดไว้	- อบรมพนักงานการตั้งค่าชุดขึ้นรูปขึ้นงาน - กำหนดอายุการใช้งานชุดขึ้นรูป	2	- ตรวจสอบค่าความตรวามfin louver cutting ของชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง	7	42
	11. ความยาวของเศษที่ติดภายหลังจากการตัด fin ≤ 0.1 มม.	ความยาวของเศษที่ติดภายหลังจากการตัด fin เกินมาตรฐาน	- ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	3	- ตั้งค่าชุดตัดผิดพลาด	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าชุดตัด	2	- ตรวจสอบความยาวเศษของชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง	7	42

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-24 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการ Core assembly

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Core assembly ประกอบ Core plate ที่ผ่านกระบวนการ Unit assembly เข้ากับ Outer fin เพื่อให้เป็น Core sub-assy	1. ตำแหน่งของ In-out plug ตรงตาม DWG.	ตำแหน่งของ In-out plug ผิด	- ชิ้นงานเสีย โดยพบที่ Inner leak - ชิ้นงานเสีย โดยพบที่ Final check jig - ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	8	- พนักงานไม่ปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติงาน	- อบรมพนักงานวิธีการประกอบงานที่ถูกต้อง	4	-พนักงานตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นด้วยสายตา	8	256
	2. ประกอบ Outer fin ถูกต้องตาม DWG.	ประกอบ Outer fin ผิด part no. (สั้นกว่ามาตรฐาน)	- ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	3	- พนักงานไม่ปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติงาน	- อบรมพนักงานวิธีการประกอบงานที่ถูกต้อง	2	-พนักงานตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นด้วยสายตา	8	48
		ประกอบ Outer fin ผิด part no. (ยาวกว่ามาตรฐาน)	- Outer fin เข้าไปในร่อง tank ทำให้งานรั่ว	3	- พนักงานไม่ปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติงาน	- อบรมพนักงานวิธีการประกอบงานที่ถูกต้อง	2	-พนักงานตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นด้วยสายตา	8	48
	3. ประกอบ End side ถูกต้องตาม DWG.	ประกอบ End side plate ผิด	- ชิ้นงานรั่ว	3	- พนักงานไม่ปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติงาน	- อบรมพนักงานวิธีการประกอบงานที่ถูกต้อง	2	-พนักงานตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นด้วยสายตา	8	48

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-25 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการมัดลวด

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Core wiring มัดลวดตัวงานหลังจากกระ-บวนการ Core assembly เพื่อเป็นการยึดส่วนประกอบต่างๆ ไว้ตามตำแหน่งที่ต้องการ	1. ตำแหน่งของการมัดลวดถูกต้องตามรุ่น	ตั้งค่าตำแหน่งการมัดลวดผิด (ตำแหน่งมัดแคบกว่าตัวงาน)	- ไม่สามารถมัดลวดได้ - ขนาดของงานหลังมัดลวดไม่ได้มาตรฐาน	4	- ตั้งค่าเครื่องจักรไม่ตรงตามรุ่นของตัวงาน	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าเครื่องประกอบ	2	- เครื่องจักรมัดตำแหน่งอัตโนมัติ	1	8
		ตั้งค่าตำแหน่งการมัดลวดผิด (ตำแหน่งมัดหลวมกว่าตัวงาน)	- มัดลวดไม่แน่นทำให้ชิ้นงานหลุดออกจากกัน - ขนาดของงานหลังมัดลวดไม่ได้มาตรฐาน - การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing บริเวณ Outer fin ไม่ดี	4	- ตั้งค่าเครื่องจักรไม่ตรงตามรุ่นของตัวงาน	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าเครื่องประกอบ	2	- เครื่องจักรมัดตำแหน่งอัตโนมัติ	1	8
	2. ความสูงของงาน = H + 2 มม.	ความสูงของงานไม่ได้มาตร-ฐาน	- ชิ้นงานเสีย - ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	4	- ตั้งค่าเครื่องจักรไม่ตรงตามรุ่นของตัวงาน	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าเครื่องประกอบ	3	- พนักงานตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นด้วยอุปกรณ์การวัด	7	84

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-26 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการมัดลวด (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Core wiring มัดลวดตัวงานหลังจากกระ-บวนการ Core assembly เพื่อเป็นการยึดส่วนประกอบต่างๆ ไว้ตามตำแหน่งที่ต้องการ	3. ตำแหน่งของ Plate ได้ระดับ	Plate ขาดหรือไม่ได้ระดับ	- ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	4	- วิธีการจับชิ้นงานไม่ตรงตามมาตรฐาน - ระดับของฐานวางชิ้นงานไม่ได้ระดับ	- อบรมพนักงานวิธีการจับชิ้นงานมาตรฐาน - อบรมพนักงานวิธีการตรวจสอบระดับวางงาน	3	- พนักงานตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นด้วยอุปกรณ์การวัด	7	84
	4. ระดับของ Outer fin และ Core plate ต่างกันไม่เกิน 1.0 มม.	Outer fin ไม่ได้ระดับกับ Core plate เกินกว่ามาตรฐาน	- การเคลื่อนที่ของทิศทางลมเปลี่ยน - ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	4	- วิธีการจับชิ้นงานไม่ตรงตามมาตรฐาน - ระดับของฐานวางชิ้นงานไม่ได้ระดับ	- อบรมพนักงานวิธีการจับชิ้นงานมาตรฐาน - อบรมพนักงานวิธีการตรวจสอบระดับวางงาน	3	- พนักงานตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นด้วยอุปกรณ์การวัด	7	84
	5. ช่องว่างระหว่าง Outer fin ถึงขอบ tank ไม่เกิน 3 มม.	ช่องว่างระหว่าง Outer fin ถึงขอบ tank เกินมาตรฐาน	- ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	3	- วิธีการประกอบชิ้นงานไม่ตรงตามมาตรฐาน	- อบรมพนักงานวิธีการประกอบชิ้นงานตามมาตรฐาน	3	- พนักงานตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นด้วยอุปกรณ์การวัด	7	63
	6. Outer fin จะต้องไม่เลยเข้าไปในร่อง tank	Outer fin เข้าไปในร่อง tank	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing บริเวณ tank ไม่ดี - ชิ้นงานรั่ว	3	- วิธีการประกอบชิ้นงานไม่ตรงตามมาตรฐาน	- อบรมพนักงานวิธีการประกอบชิ้นงานตามมาตรฐาน	3	-พนักงานตรวจสอบชิ้น-งานทุกชิ้นด้วยสายตา	7	63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-27 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Brazing ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่ประกอบเพื่อให้ชิ้นงานหลอมละลายติดกันให้ได้ชิ้นงานตามขนาดที่ต้องการ	1. อัตราการผสมของ flux:น้ำ = 2:5	การผสมของระหว่าง flux และน้ำไม่ได้อัตราส่วน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี - ชิ้นงานรั่ว	3	- อัตราการผสมของ flux:น้ำไม่ตรงตามมาตรฐาน	- อบรมพนักงานวิธีการผสมสัดส่วนของ flux กับน้ำ	2	- ตรวจวัดอัตรส่วนทุกครั้งก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	8	48
	2. ตั้งค่าอุณหภูมิตรงตามมาตรฐาน	ตั้งค่าอุณหภูมิไม่ได้มาตรฐาน (น้อยกว่ามาตรฐาน)	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี - ชิ้นงานได้รับความร้อนมากทำให้ละลายเกินไป - ชิ้นงานรั่วจากการกัดกร่อนเมื่อใช้ไปเป็นเวลานาน - ชิ้นงานมีกลิ่น - ชิ้นงานเป็นสนิมขาว	8	- ตั้งค่าอุณหภูมิผิดพลาด - Themocouple อ่านค่าผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตั้งค่าอุณหภูมิของ brazing - กำหนดระยะเวลาในการ calibrate Themocouple เพื่อให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง	5	- ตรวจสอบอุณหภูมิก่อนทำการผลิตและลงบันทึก	8	320

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-28 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Brazing ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่ประกอบเพื่อให้ชิ้นงานหลอมละลายติดกันให้ได้ชิ้นงานตามขนาดที่ต้องการ	3. ค่า Oxygen ไม่เกินมาตรฐาน (Pre-heat < 150 ppm) (Brazing < 100 ppm)	ค่า Oxygen สูงกว่ามาตรฐาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี - ชิ้นงานเป็นคราบดำ - ชิ้นงานรั่วจากการ - การเคลือบของสารเคมีที่ผิวไม่สมบูรณ์ - ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	8	- ตั้งค่าแหล่งจ่าย Oxygen ในแต่ละห้องผิดพลาด -ตัวอ่านค่า Oxygen ทำงานผิดพลาด	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าแหล่งจ่าย Oxygen ในแต่ละห้อง - กำหนดระยะเวลาในการ calibrate ตัวอ่านค่า Oxygen เพื่อให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง	5	- ตรวจสอบค่า Oxygen ก่อนทำการผลิตและลงบันทึก	8	320

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-29 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Brazing ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่ประกอบเพื่อให้ชิ้นงานหลอมละลายติดกันให้ได้ชิ้นงานตามขนาดที่ต้องการ	4. อัตราการจ่าย Nitrogen ตรงตามมาตรฐาน (Pre-heat 0 ลบ.ม.^{3}/ชม.) (Brazing 0 ลบ.ม.3/ชม.) (ทางเข้าห้อง Cooling < 25 ลบ.ม.3/ชม.) (ทางออกห้อง Cooling < 40 ลบ.ม.3/ชม.)	อัตราการจ่าย Nitrogen ไม่ได้ตามมาตรฐาน	- ถ้าจ่าย Nitrogen มาก อุณหภูมิในการ brazing ลดต่ำลงและการเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี - ถ้าจ่าย Nitrogen น้อย ชิ้นงานจะไม่เชื่อมติดกัน - ชิ้นงานรั่ว - เทส Pressure cycle แล้วงานไม่ผ่านเกณฑ์	8	- ตั้งค่าแหล่งจ่าย Nitrogen ในแต่ละห้องผิดพลาด -ตัวอ่านค่าNitrogen ทำงานผิดพลาด	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าแหล่งจ่าย Nitrogen ในแต่ละห้อง - กำหนดระยะเวลาในการ calibrate ตัวอ่านค่า Nytrogen เพื่อให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง	5	- หาก Nitrogen สูงกว่ามาตรฐานเครื่องจักรจะร้องเตือน	8	320

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-30 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Brazing ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่ประกอบเพื่อให้ชิ้นงานหลอมละลายติดกันให้ได้ชิ้นงานตามขนาดที่ต้องการ	5. ความเร็ว conveyor = 480 มม./นาที	ความเร็ว conveyor ไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด	- ถ้าความเร็วน้อยกว่ามาตรฐานจะทำให้ชิ้นงานหลอมละลายเกินมาตรฐาน - ถ้าความเร็วมากกว่ามาตรฐานการเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี	8	- ตั้งค่าความเร็วผิดพลาด - ตัวอ่านค่าความเร็วผิดพลาด	- อบรมวิธีการตั้งค่าความเร็ว conveyor - กำหนดระยะเวลาในการ calibrate ตัวอ่านค่า Nytrogen เพื่อให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง	5	- หากความเร็วของ conveyor ไม่ตรงมาตรฐานเครื่องจะร้องเตือน	8	320
	6. ระยะห่างในการวางงาน = 960 มม./ถาด	ระยะห่างในการวางงานเข้าเตา brazing ไม่ได้มาตรฐาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น ชิ้นงานไม่เชื่อมติดกัน หรือ ชิ้นงานหลอมละลายเกินมาตรฐาน - ชิ้นงานรั่ว	7	- พนักงานวางระยะห่างชิ้นงานไม่ตรงตามมาตรฐาน	- อบรมพนักงานวิธีการวางงานเข้าเครื่องจักร	2	- ติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อตรวจเช็คระยะการวางงาน	5	70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-31 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Brazing ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่ประกอบเพื่อให้ชิ้นงานหลอมละลายติดกันให้ได้ชิ้นงานตามขนาดที่ต้องการ	7. ความเร็วรอบของ RC fan (Pre-heat 1 < 15 Hz) (Pre-heat 2 < 15 Hz)	ความเร็วรอบของ RC fan ไม่ตรงตามมาตรฐาน	- การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น ชิ้นงานไม่เชื่อมติดกัน หรือชิ้นงานหลอมละลายเกินมาตร-ฐาน - ค่า ΣDt ไม่ได้มาตร-ฐาน - ชิ้นงานรั่ว - ชิ้นงานระเบิดที่กระบวนการเช็ครั่ว (He leak test) - เทส Pressure cycle แล้วงานไม่ผ่านเกณฑ์	8	- ตั้งค่าความเร็วผิดพลาด	- อบรมวิธีการตั้งค่าความเร็ว RC fan แต่ละห้องของ Pre-heat	5	- หากความเร็วรอบของ RC fan ไม่ตรงตามมาตรฐาน เครื่องจักรจะร้องเตือน	8	320

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-32 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Brazing ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่ประกอบเพื่อให้ชิ้นงานหลอมละลายติดกันให้ได้ชิ้นงานตามขนาดที่ต้องการที่กำหนด	8. ความสูงของชิ้นงานหลังจาก brazing ตรงตาม DWG.	ความสูงของชิ้นงานหลังจากกระบวนการ brazing ไม่ได้มาตรฐาน (Std. H +0/-6 มม.)	- ไม่สามารถติดตั้งกับ Cooling unit ได้ - ชิ้นงานขนาดไม่ได้มาตรฐานไม่สามารถผ่าน Final check jig ได้	8	- ขนาดของ Core plate ไม่ได้มาตรฐาน	- อบรมพนักงานวิธีการตรวจวัดขนาดCore plate	5	- พนักงานตรวจสอบชิ้นงานตัวแรกก่อนทำการผลิตจริง	8	320
				8	- ตั้งค่าอุณหภูมิผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตั้งค่าอุณหภูมิของ brazing	5	- ตรวจสอบอุณหภูมิก่อนทำการผลิตและลงบันทึก	8	320
	9. ระดับของ Outer fin และ Core plate ไม่เกิน 1.0 มม.	Outer fin ไม่ได้ระดับกับ Core plate เกินกว่ามาตรฐาน	- ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง - เกิด water splash	4	- วิธีการจับชิ้นงานไม่ตรงตามมาตรฐาน - ระดับของฐานวางชิ้นงานไม่ได้ระดับ	- อบรมพนักงานวิธีการจับชิ้นงานมาตรฐาน - อบรมพนักงานวิธีการตรวจสอบระดับวางงาน	3	- พนักงานตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นด้วยอุปกรณ์การวัด	7	84
	10. ช่องว่างระหว่าง Outer fin ถึงขอบ tank ไม่เกิน 3 มม.	ช่องว่างระหว่าง Outer fin ถึงขอบ tank เกินมาตรฐาน	- ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	3	- วิธีการประกอบชิ้นงานไม่ตรงตามมาตรฐาน	- อบรมพนักงานวิธีการประกอบชิ้นงานตามมาตรฐาน	3	- พนักงานตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นด้วยอุปกรณ์การวัด	7	63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-33 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
Brazing ให้ความร้อนแก่ชิ้นงานที่ประกอบเพื่อให้ชิ้นงานหลอมละลายติดกันให้ได้ชิ้นงานตามขนาดที่ต้องการ	11. การเชื่อมติดกันของ Outer fin และ Core plate ต้องมากกว่า 90%	การเชื่อมติดระหว่าง Outer fin และ Core plate น้อยกว่า 90%	- ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	8	- ตั้งค่าอุณหภูมิผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตั้งค่าอุณหภูมิของ brazing	5	- ตรวจสอบอุณหภูมิก่อนทำการผลิตและลงบันทึก - ชุ่มตรวจสอบชิ้นงานก่อนเริ่มทำการผลิตจริง	8	320
	12. บริเวณ Plate evap. joint ต้องเชื่อมติดกัน	บริเวณ Plate evap. Joint ไม่เชื่อมติดกัน	- ผลการทดสอบด้วย strength ไม่ผ่านเกณฑ์ - เทส Pressure cycle แล้วงานไม่ผ่านเกณฑ์ - ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	8	- ตั้งค่าอุณหภูมิผิดพลาด	- อบรมพนักงานถึงวิธีการตั้งค่าอุณหภูมิของ brazing	5	- ตรวจสอบอุณหภูมิก่อนทำการผลิตและลงบันทึก -พนักงานตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นด้วยสายตา	8	320
	13. Plate evap. Joint ต้องไม่เสียรูปและได้ขนาดตาม DWG.	Plate evap. joint เสียรูปหรือไม่ได้ขนาดตาม DWG.	- ไม่สามารถเชื่อมชิ้นงานกับ pipe ได้ - ไม่สามารถติดตั้งกับ Cooling unit ได้	8	- ชิ้นงานกระแทกขณะขนย้ายไปกระบวนการถัดไป	- อบรมวิธีการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน	4	-พนักงานตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นด้วยสายตา	8	256

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-34 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
He leak test ทดสอบการรั่วภายนอกของชิ้นงานโดยก๊าซฮีเลี่ยม	1. แรงดันลม = 3.8-5.6 Mpa	แรงดันลมไม่ได้มาตรฐาน	- ชิ้นงานระเบิด - ชิ้นงานรั่ว - ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง - ไม่สามารถเช็คการรั่วของชิ้นงานได้	2	- ตั้งค่าแรงดันลมไม่ตรงตามมาตรฐาน - ตัววัดแรงดันลมอ่านค่าผิดพลาด	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าแรงดันลม - กำหนดระยะเวลาในการ calibrate ตัวอ่านค่าแรงดันลมเพื่อให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง	2	- พนักงานตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำงาน - เครื่องจะร้องเตือนหากค่าที่ตั้งไว้ไม่ได้มาตรฐานและหยุดการทำงาน	2	8
	2. แรงดันก๊าซ He = 0.3-0.4 Mpa	แรงดันก๊าซ He ไม่ได้มาตรฐาน	- การอ่านค่าการรั่วของชิ้นงานผิดพลาด - ไม่สามารถสอบเทียบด้วย ML - ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	2	- ตั้งค่าแรงดันก๊าซ He ไม่ตรงตามมาตรฐาน - ตัววัดแรงดันก๊าซ He อ่านค่าผิดพลาด	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าแรงดันก๊าซ He - กำหนดระยะเวลาในการ calibrate ตัวอ่านค่าแรงดันก๊าซ He เพื่อให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง	2	- พนักงานตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำงาน - เครื่องจะร้องเตือนหากค่าที่ตั้งไว้ไม่ได้มาตรฐานและหยุดการทำงาน	2	8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-35 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
He leak test ทดสอบการรั่วภายนอกของชิ้นงานโดยก๊าซฮีเลี่ยม	3. แรงดันก๊าซ Nitrogen = 0.18-0.21 Mpa	แรงดันก๊าซ Nitrogen ไม่ได้มาตรฐาน	- การอ่านค่าการรั่วของชิ้นงานผิดพลาด - ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง - ไม่สามารถนำเอาก๊าซ He ออกจากตัวงานได้ - ไม่สามารถสอบเทียบเครื่องก่อนใช้งานได้	2	- ตั้งค่าแรงดันก๊าซ Nitrogen ไม่ตรงตามมาตรฐาน - ตัววัดแรงดันก๊าซ Nitrogen อ่านค่าผิดพลาด	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าแรงดันก๊าซ Nitrogen - กำหนดระยะเวลาในการ calibrate ตัวอ่านค่าแรงดันก๊าซ Nitrogen เพื่อให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง	2	- พนักงานตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำงาน - เครื่องจะร้องเตือนหากค่าที่ตั้งไว้ไม่ได้มาตรฐานและหยุดการทำงาน	2	8
	4. แรงดันของเครื่องบีบอัดลม = 0.1-0.2 Mpa	แรงดันของเครื่องบีบอัดอากาศไม่ได้มาตรฐาน	- การผสมกันใน tank ผิดพลาด - การตรวจจับการรั่วของชิ้นงานผิดพลาด	2	- ตั้งค่าแรงดันเครื่องบีบอัดลมไม่ตรงตามมาตรฐาน - ตัววัดแรงดันเครื่องบีบอัดลมอ่านค่าผิดพลาด	- อบรมพนักงานวิธีการตั้งค่าแรงดันลม - กำหนดระยะเวลาในการ calibrate ตัวอ่านค่าแรงดันเครื่องบีบอัดลมเพื่อให้อ่านค่าได้อย่างถูกต้อง	2	- พนักงานตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มทำงาน - เครื่องจะร้องเตือนหากค่าที่ตั้งไว้ไม่ได้มาตรฐานและหยุดการทำงาน	2	8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-36 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
He leak test ทดสอบการรั่วภายนอกของชิ้นงานโดยก๊าซฮีเลี่ยม	5. การรั่วของ Mogi leak = 0.01-0.02 ลบ.ซม./นาที	การรั่วของ Mogi leak ไม่ได้มาตรฐาน	- การตรวจจับการตรวจสอบไม่ได้ - สอบเทียบค่า ML ไม่ได้	7	- Mogi leak เสื่อมสภาพ	- กำหนดระยะเวลาการเปลี่ยน Mogi leak	2	- เครื่องตรวจสอบการรั่วของการรั่วอัตโนมัติหากค่าที่ตั้งไว้ไม่ได้มาตรฐานเครื่องจะไม่ทำงาน	2	28
	6. งานเสียและงานดีต้องไม่วางปนกัน	พนักงานวางงานหลังตรวจสอบผิดพลาด (วางงาน OK ไว้ที่สำหรับวางงาน NG หรือวางงาน NG ไว้ที่สำหรับวางงาน OK	- ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง	7	-พนักงานไม่ปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง	- อบรมพนักงานวิธีการการจัดงานเสียดีและงานเสีย	2	- ติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับการวางชิ้นงานดีและชิ้นงานเสียหลังการตรวจสอบ	2	28
	7. ชิ้นงานไม่เสียรูปหรือบุบ	ชิ้นงานเสียรูป หรือบุบ	- ประสิทธิภาพในการทำความเย็นลดต่ำลง - อายุการใช้งานลดลง - ผลการตรวจสอบด้วย Final check jig ไม่ผ่าน	8	- ชิ้นงานกระแทกขณะชนย้ายไปกระบวนการถัดไป	- อบรมวิธีการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน	4	-พนักงานตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นด้วยสายตา	8	256

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็น ในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Inner fin และ Outer fin

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-1แสดงผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Inner fin

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การตรวจสอบวัตถุดิบ Inner fin ต้องตรงตามที่สั่งซื้อ	1. รหัสวัตถุดิบ A3003R-H14	รหัสวัตถุดิบไม่ถูกต้อง	- ชิ้นงานที่ผลิตได้ไม่มีคุณภาพ - การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น ชิ้นงานไม่เชื่อม หรือชิ้นงาน Over heat	8	- การผสมกันของส่วนประกอบไม่ตรงตามมาตรฐานของผู้ผลิตวัตถุดิบ	- ผู้ผลิตวัตถุดิบมีการอบรมพนักงานเพื่อให้พนักงานสามารถผสมส่วนประกอบต่างๆได้อย่างถูกต้อง	5	- มีการตรวจเช็คส่วนผสมของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการผลิตโดยทำการเปรียบเทียบกับ Milk sheet	7	280
	2. ความหนาของวัตถดิบ = t0.1 ± 0.01 มม.	ความหนาของวัตถุดิบไม่ตรงตามมาตรฐาน	- ชิ้นงานที่ผลิตได้มีขนาดไม่ได้มาตรฐาน - ชิ้นงานเกิดการแตกหรือร่วได้	8	- การขึ้นรูปในกระบวนการ Rolling ของผู้ผลิตเกิดความผิดปกติ	- มีการตรวจเช็คความหนาของการขึ้นรูปในกระบวนการ Rolling เป็นระยะ	5	- มีการตรวจเช็คความหนาของการขึ้นรูปในกระบวนการ Rolling เป็นระยะและตรวจอีกครั้งก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต	7	280

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Inner fin (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การตรวจสอบวัตถุดิบ Inner fin ต้องตรงตามที่สั่งซื้อ	3. ความกว้างของวัตถุดิบ = W ± 0.2 มม.	ความกว้างของวัตถุดิบไม่ตรงตามมาตรฐาน	- ไม่สามารถนำวัตถุดิบเข้าเครื่อง forming ได้ - เครื่อง forming ไม่สามารถดึงวัตถุดิบเข้าเครื่องได้	8	- การตัดหน้ากว้างในกระบวนการ Slitting ของผู้ผลิตเกิดความผิดปกติ	- มีการตรวจเช็คหน้ากว้างของการขึ้นรูปในกระบวนการ Slitting เป็นระยะ	5	- มีการตรวจเช็คหน้ากว้างของการขึ้นรูปในกระบวนการ Slitting เป็นระยะและตรวจอีกครั้งก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต	7	280
	4. วัตถุดิบเป็นแผ่นเรียบไม่เสียรูป	วัตถุดิบเสียรูป, โค้งงอ	- ไม่สามารถนำวัตถุดิบเข้าเครื่อง forming ได้	8	- ความผิดพลาดในกระบวนการของผู้ผลิต - การเคลื่อนย้ายและขนส่งวัตถุดิบ	- จัดทำ Handling std. และ package std. - อบรมพนักงานวิธีการขนย้ายวัตถุดิบ	5	- มีการตรวจเช็คการเสียรูปและโค้งงอของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต	7	280

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-3 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Outer fin

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การตรวจสอบวัตถุดิบ Outer fin ต้องตรงตามที่สั่งซื้อ	1. รหัสวัตถุดิบ DA3N24R-H16	รหัสวัตถุดิบไม่ถูกต้อง	- ชิ้นงานที่ผลิตได้ไม่มีคุณภาพ - การเชื่อมกันของงานที่กระบวนการ brazing ไม่ดี เช่น ชิ้นงานไม่เชื่อม หรือชิ้นงาน Over heat	8	- การผสมกันของส่วนประกอบไม่ตรงตามมาตรฐานของผู้ผลิตวัตถุดิบ	- ผู้ผลิตวัตถุดิบมีการอบรมพนักงานเพื่อให้พนักงานสามารถผสมส่วนประกอบต่างๆได้อย่างถูกต้อง	5	- มีการตรวจเช็คส่วนผสมของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการผลิตโดยทำการเปรียบเทียบกับ Milk sheet	7	280
	2. ความหนาของวัตถดิบ = t0.08 ± 0.01 มม.	ความหนาของวัตถุดิบไม่ตรงตามมาตรฐาน	- ชิ้นงานที่ผลิตได้มีขนาดไม่ได้มาตรฐาน - ชิ้นงานเกิดการแตกหรือร่วได้	8	- การขึ้นรูปในกระบวนการ Rolling ของผู้ผลิตเกิดความผิดปกติ	- มีการตรวจเช็คความหนาของการขึ้นรูปในกระบวนการ Rolling เป็นระยะ	5	- มีการตรวจเช็คความหนาของการขึ้นรูปในกระบวนการ Rolling เป็นระยะและตรวจอีกครั้งก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต	7	280

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-4 ผลการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตคอยล์เย็นในกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Outer fin (ต่อ)

กระบวนการผลิต/หน้าที่ของกระบวนการ	ข้อกำหนดของกระบวนการผลิต	ลักษณะความล้มเหลวที่เป็นไปได้ทั้งหมด	ผลลัพธ์อันเนื่องมาจากความล้มเหลว	Severity	สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดความล้มเหลว	กระบวนการผลิตปัจจุบัน			Detection	RPN
						การควบคุมเชิงป้องกัน	Occurrence	การควบคุมโดยการตรวจหา		
การตรวจสอบวัตถุดิบ Outer fin ต้องตรงตามที่สั่งซื้อ	3. ความกว้างของวัตถุดิบ = 58 ± 0.2 มม.	ความกว้างของวัตถุดิบไม่ตรงตามมาตรฐาน	- ไม่สามารถนำวัตถุดิบเข้าเครื่อง forming ได้ - เครื่อง forming ไม่สามารถดึงวัตถุดิบเข้าเครื่องได้	8	- การตัดหน้ากว้างในกระบวนการ Slitting ของผู้ผลิตเกิดความผิดปกติ	- มีการตรวจเช็คหน้ากว้างของการขึ้นรูปในกระบวนการ Slitting เป็นระยะ	5	- มีการตรวจเช็คหน้ากว้างของการขึ้นรูปในกระบวนการ Slitting เป็นระยะและตรวจอีกครั้งก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต	7	280
	4. วัตถุดิบเป็นแผ่นเรียบไม่เสียรูป	วัตถุดิบเสียรูป, โค้งงอ	- ไม่สามารถนำวัตถุดิบเข้าเครื่อง forming ได้	8	- ความผิดพลาดในกระบวนการของผู้ผลิต - การเคลื่อนย้ายและขนส่งวัตถุดิบ	- จัดทำ Handling std. และ package std. - อบรมพนักงานวิธีการขนย้ายวัตถุดิบ	5	- มีการตรวจเช็คการเสียรูปและโค้งงอของวัตถุดิบก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต	7	280

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
แผนควบคุมการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์เย็น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-1 แผนควบคุมกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นงาน Core plate และกระบวนการเคลือบ flux

Part / Process Number	Process Name / Operation Description	Machine Davice, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Special Char. Class.	Methods					Reaction Plan
			No.	Product	Process		Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation Measurement Technique	Sample		Control Method	
									Size	Freq.		
3	ระเหยน้ำมันออกจากชิ้นงาน Core plate	Degreasing M/C	1		อุณหภูมิของ Degreasing		230±10 °C (220-240 °C) เอกสารเลขที่ PCI-311-007	Temp controller	-	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Temperature record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			2		ความเร็ว Conveyor		0.6±0.03 เมตร/นาที เอกสารเลขที่ PCI-311-007	Speed controller	-	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Conveyor speed record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			3		อุณหภูมิของ after burner		500±10 °C (490-510 °C) เอกสารเลขที่ PCI-311-007	Temp controller	-	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Temperature record sheet	แจ้ง Leader/ PE
4	เคลือบ flux	Flux binder M/C	1		อุณหภูมิของ Flux binder		5-20 °C เอกสารเลขที่ PCI-311-007	Thermo meter	-	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Temperature record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			2		น้ำหนักของ Flux		8±2 g/m^2 (6-10 g/m^2) เอกสารเลขที่ PCI-311-007	Weight scale	-	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Flux weight record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			3		ความหนาแน่นของ Flux		27±5% (22-32%) เอกสารเลขที่ PCI-311-007	Weight scale	-	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Flux density record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			4		pH(กรด-ด่าง) ของ Flux		7±2 point (5-9 point) เอกสารเลขที่ PCI-311-007	กระดาษ pH	-	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	pH record sheet	แจ้ง Leader/ PE

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-2 แผนควบคุมกระบวนการอบชิ้นงาน และกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Inner fin

Part / Process Number	Process Name / Operation Description	Machine Davice, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Special Char. Class.	Methods					Reaction Plan
			No.	Product	Process		Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation Measurement Technique	Sample		Control Method	
									Size	Freq.		
5	อบชิ้นงาน	Flux Over M/C	1		อุณหภูมิ Flux oven		160±10 °C (150-170 °C) เอกสารเลขที่ PCI-311-007	Temp controller	-	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Temperature record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			2		ความเร็ว Conveyor		0.6±0.03 เมตร/นาที เอกสารเลขที่ PCI-311-007	Speed controller	-	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Conveyor speed record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			3	ตรวจสอบการติดของ flux			Flux ติดทั่วทั้งแผ่น Core plate	ตรวจสอบด้วยสายตา	ทั้งหมด	ตรวจสอบ 100%	Defect control chart	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
6	ตรวจสอบวัตถุดิบ Inner fin		1	รหัสวัตถุดิบ			A3003R-H14 เอกสารเลขที่ CT017	ตรวจสอบด้วยสายตา	-	ทุก lot	Record sheet	คัดแยกของเสีย/ ส่งกลับ supplier
			2	ความหนาวัตถุดิบ			t 1.0±0.01 มม. เอกสารเลขที่ CT017	Micro meter (0.001 มม.)	1 ชิ้น	ทุก lot	Record sheet	คัดแยกของเสีย/ ส่งกลับ supplier
			3	ความกว้างวัตถุดิบ			W±0.2 มม. เอกสารเลขที่ CT017	Vernier caliper (0.01 มม.)	1 ชิ้น	ทุก lot	Record sheet	คัดแยกของเสีย/ ส่งกลับ supplier

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-3 แผนควบคุมกระบวนการขึ้นรูป Inner fin

Part / Process Number	Process Name / Operation Description	Machine Davice, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Special Char. Class.	Methods					Reaction Plan
			No.	Product	Process		Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation Measurement Technique	Sample		Control Method	
									Size	Freq.		
7	ขึ้นรูป Inner fin และระเหยน้ำมันออกจาก Inner fin	Inner fin forming M/C	1		ความสูง Die		Die 1 = 242.83 มม. Die 2 = 243.30 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-008	Visual Die height scale	-	เมื่อมีการเปลี่ยน Die	-	แจ้ง Leader/ JMD
			2		ความเร็วในการ Press		270 - 300 rpm เอกสารเลขที่ PCI-311-008	Monitor control (จอแสดงการควบคุม)	-	เมื่อมีการเปลี่ยนรุ่น	-	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			3		น้ำมัน Sunpress		Sunpress 105J-1 เอกสารเลขที่ PCI-311-008	ตรวจสอบด้วยสายตา	-	เมื่อมีการเปลี่ยนน้ำมัน	-	ตรวจสอบอีกครั้ง / ส่งกลับ supplier
			4		อายุของ Die		ทุกๆ 3,500,000 shot เอกสารเลขที่ PCI-311-008	Monitor control (จอแสดงการควบคุม)	-	3,500,000 shot	Die Interval record sheet	แจ้ง Leader/ JMD
		Inner fin degreasing M/C	5		อุณหภูมิของ Degreasing		200±10°C (190-210°C) เอกสารเลขที่ PCI-311-008	Temp controller	-	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Record sheet	แจ้ง Leader/ JMD
			6	ความยาว Inner fin			L±0.3 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-008	Vernier caliper (0.01 มม.)	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Inner fin length record sheet	แจ้ง Leader/ JMD
			7	ความสูง Inner Fin			1.76±0.03 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-008	Jig check Inner fin height	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Inner fin height record sheet	แจ้ง Leader/ JMD
			8	ความกว้าง Inner Fin			22.7±0.3 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-008	Vernier caliper (0.01 มม.)	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Inner fin width record sheet	แจ้ง Leader/ JMD
			9	Inner Fin บุบ, บิด			≤ 0.1 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-008	Thickness gauge	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Inner fin twist record sheet	แจ้ง Leader/ JMD

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-4 แผนควบคุมกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate

Part / Process Number	Process Name / Operation Description	Machine Davice, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Special Char. Class.	Methods					Reaction Plan
			No.	Product	Process		Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation Measurement Technique	Sample		Control Method	
									Size	Freq.		
8	ประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate	Unit assembly M/C	1		การตั้งค่า Jig		ตั้งค่าตำแหน่งการวาง core plate และเช็คความปลอดภัย	ตรวจสอบด้วยสายตา/สัมผัส	-	เมื่อมีการเปลี่ยนรุ่น	-	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			2	ช่องว่างของ Plate หลังการ caulking			≤ 0.2 มม. เอกสารเลขที่ PCI -311-011	Thickness Gauge	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Caulking gap record sheet	แจ้ง Leader/ Maint.
			3	ความสูง Bending rib			≤ 1.22 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-011	Jig check rib Core plate	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Rib height record sheet	แจ้ง Leader/ Maint.
			4	ช่องว่างของ Plate Bending			0.2-1.0 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-011	Thickness Gauge	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Bending gap record sheet	แจ้ง Leader/ Maint.
			5	รู Burring หลัง caulking			Burring จะต้องไม่เสียหาย หรือ plate caulking ต้องไม่เสียรูป	ตรวจสอบด้วยสายตา	ทั้งหมด	ตรวจสอบ 100%	Defect control chart	แจ้ง Leader/ Maint.
			6	ความหนาหลังประกอบ I/F และ Core plate			2.9+0.16/-0 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-011	Micro Meter (0.001 มม.)	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Plate thickness record sheet	แจ้ง Leader/ Maint.
			7	I/F Drop หรือขาด			ต้องไม่มี I/F Drop หรือขาด เอกสารเลขที่ PCI-311-011	ตรวจสอบด้วยสายตา	ทั้งหมด	ตรวจสอบ 100%	Defect control chart	แจ้ง Leader/ Maint.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-5 แผนควบคุมกระบวนการตรวจสอบวัตถุดิบ Outer fin และกระบวนการขึ้นรูป Outer fin

Part / Process Number	Process Name / Operation Description	Machine Davice, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Special Char. Class.	Methods					Reaction Plan
			No.	Product	Process		Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation Measurement Technique	Sample		Control Method	
									Size	Freq.		
9	ตรวจสอบวัตถุดิบ Outer fin		1	รหัสวัตถุดิบ			DA3N24R-H16 เอกสารเลขที่ CT017	ตรวจสอบด้วยสายตา	-	ทุก lot	Record sheet	คัดแยกของเสีย/ ส่งกลับ supplier
			2	ความหนาวัตถุดิบ			t 0.08±0.01 มม. เอกสารเลขที่ CT017	Micro meter (0.001 มม.)	1 ชิ้น	ทุก lot	Record sheet	คัดแยกของเสีย/ ส่งกลับ supplier
			3	ความกว้างวัตถุดิบ			W 58±0.2 มม. เอกสารเลขที่ CT017	Vernier caliper (0.01 มม.)	1 ชิ้น	ทุก lot	Record sheet	คัดแยกของเสีย/ ส่งกลับ supplier
10	ขึ้นรูป Outer fin และระเหยน้ำมันออกจาก Outer fin	Outer fin forming M/C	1		น้ำมัน Sunpress		Sunpress 105J-1 เอกสารเลขที่ PCI-311-009	ตรวจสอบด้วยสายตา	-	เมื่อมีการเปลี่ยนน้ำมัน	-	ตรวจสอบอีกครั้ง / ส่งกลับ supplier
			2		อายุของ Roller		2,500,000 ชิ้น เอกสารเลขที่ PCI-311-009	ตรวจสอบด้วยสายตา	-	2,500,000 ชิ้น	Die Interval record sheet	แจ้ง Leader/ JMD
		Outer fin degreasing M/C	3		อุณหภูมิของ Degreasing		160±10°C (150-170°C) เอกสารเลขที่ PCI-311- 009	Temp controller	-	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Temperature record sheet	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			4	ความสูง Outer fin			10.05±0.1 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-009	Jig set ระยะ Outer fin	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ หรือมีการเปลี่ยน roller	$\bar{X}$-R chart	แจ้ง Leader/ JMD
			5	ความยาว Outer fin			L +25/-0 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311- 009	Special jig	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ หรือมีการเปลี่ยน roller	Fin length record sheet	แจ้ง Leader/ JMD

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-6 แผนควบคุมกระบวนการ Core assembly และกระบวนการมัดลวด

Part / Process Number	Process Name / Operation Description	Machine Davice, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Special Char. Class.	Methods					Reaction Plan
			No.	Product	Process		Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation Measurement Technique	Sample		Control Method	
									Size	Freq.		
11	Core assembly	Core assembly/M/C	1		การตั้งค่า Jig		ตั้งค่า jig check ตำแหน่ง In-Out plug และทำการเทส	ตรวจสอบด้วยสายตา	-	เมื่อมีการเปลี่ยนรุ่น	-	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			2	สภาพการประกอบ			Sensor ต้องสามารถตรวจสอบตำแหน่งของ plate In-Out ได้	ตรวจสอบด้วยสายตา	ทั้งหมด	ตรวจสอบ 100%	Defect control chart	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			3	ลักษณะภายนอก			Inner fin ต้องไม่ยื่นออกมาก หรือ Core plate ต้องไม่เสียรูป	ตรวจสอบด้วยสายตา	ทั้งหมด	ตรวจสอบ 100%	Defect control chart	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
12	มัดลวด	Wiring M/C	1		ตั้งค่าโปรแกรม		การตั้งค่าโปรแกรมและตำแหน่งจะต้องไม่ผิดพลาด	ตรวจสอบด้วยสายตา	-	เมื่อมีการเปลี่ยนรุ่น	-	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			2	ความสูง Core (H)			H±2 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-012	Vernier Caliper (0.01 มม.)	1 ชิ้น	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Record sheet	แจ้ง Leader
			3	Plate ขาดหรือ Drop			ไม่ขาดหรือไม่ Drop เอกสารเลขที่ PCI-311-012	ตรวจสอบด้วยสายตา ถ้าไม่ชัดเจนให้ใช้ Special jig	ทั้งหมด	ตรวจสอบ 100%	-	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			4	Outer fin Drop			≤ 1.0 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-012	ตรวจสอบด้วยสายตา ถ้าไม่ชัดเจนให้ใช้ Special jig	ทั้งหมด	ตรวจสอบ 100%	-	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			5	มัดลวดหลวม			เส้นลวดไม่หลวมคลอน เอกสารเลขที่ PCI-311-012	ตรวจสอบด้วยสายตา/สัมผัส	ทั้งหมด	ตรวจสอบ 100%	-	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-7 แผนควบคุมกระบวนการมัดลวด (ต่อ) และกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง

Part / Process Number	Process Name / Operation Description	Machine Davice, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Special Char. Class.	Methods					Reaction Plan
			No.	Product	Process		Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation Measurement Technique	Sample		Control Method	
									Size	Freq.		
12	มัดลวด	Wiring M/C	6	O/F ขาด (ช่วงร่าง กล่องร่าง O/F อื่น Tank)			≤ 3.0 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-012	ตรวจสอบด้วยสายตา ถ้าไม่ชัดเจนให้ใช้ Special jig	ทั้งหมด	ตรวจสอบ 100%	Defect control chart	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
13	เชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง	Brazing M/C	1		การตั้งค่าอุณหภูมิ	IMP	อ้างอิงจาก PCI-311-013	สายตาตรวจสอบค่าปัจจัยต่างๆ	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะก่อนเริ่มงาน	Brazing condition record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			2		อุณหภูมิ Heater และชิ้นงาน		อุณหภูมิได้ตามมาตรฐาน เอกสารเลขที่ PCI-311-013	DataPaq ตรวจสอบภายในเครื่องจักร	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ เดือน	Brazing condition record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			3		ค่า O_2 ที่ Pre-heating		≤ 150 ppm เอกสารเลขที่ PCI-311-013	สายตาตรวจสอบที่ O_2 Analysis	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะก่อนเริ่มงาน	Oxygen density record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			4		ค่า O_2 ที่ Brazing ห้อง 2 และ 4		≤100 ppm เอกสารเลขที่ PCI-311-013	สายตาตรวจสอบที่ O_2 Analysis	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะก่อนเริ่มงาน	Oxygen density record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			5		อัตราการไหล N_2 ที่ Pre heat		0 ม.^{3}/ชม. เอกสารเลขที่ PCI-311-013	สายตาตรวจสอบอัตราการไหลของ N_2	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะก่อนเริ่มงาน	Brazing condition record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			6		อัตราการไหล N_2 ที่ Brazing 4 ห้อง		0 ม.^{3}/ชม. เอกสารเลขที่ PCI-311-013	สายตาตรวจสอบอัตราการไหลของ N_2	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะก่อนเริ่มงาน	Brazing condition record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			7		อัตราการไหล N_2 ที่ทางเข้าห้อง Cooling		25 ม.^{3}/ชม. เอกสารเลขที่ PCI-311-013	สายตาตรวจสอบอัตราการไหลของ N_2	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะก่อนเริ่มงาน	Brazing condition record sheet	แจ้ง Leader/ PE

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-8 แผนควบคุมกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ)

Part / Process Number	Process Name / Operation Description	Machine Davice, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Special Char. Class.	Methods					Reaction Plan
			No.	Product	Process		Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation Measurement Technique	Sample		Control Method	
									Size	Freq.		
13	เชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง	Brazing M/C	8		อัตราการไหล N_2 ที่ทางออกห้อง Cooling		40 ม.^{3}/ชม. เอกสารเลขที่ PCI-311-013	สายตาตรวจสอบอัตราการไหลของ N_2	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Brazing condition record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			9		ความเร็ว Conveyor		480 มม./ นาที เอกสารเลขที่ PCI-311-013	สายตาตรวจสอบ inverter	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Brazing condition record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			10		ระยะห่างในการวางงาน		960 มม./ถาด เอกสารเลขที่ PCI-311-013	ตรวจสอบ Pitch mark	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Brazing condition record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			11		ความเร็วรอบของ R/C Fan		NO.1 :15 Hz,No.2 :15Hz เอกสารเลขที่ PCI-311-013	สายตาตรวจสอบ inverter controller	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	Brazing condition record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			12		อัตราการผสม Flux		อัตราส่วน Flux 2 ส่วน น้ำ 5 ส่วน เอกสารเลขที่ PCI-311-014	Beaker	-	If mix flux	-	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			13		การวางชิ้นงาน		4 ตัว /ถาด เอกสารเลขที่ PCI-311-014	ตรวจสอบด้วยสายตา	ทั้งหมด	ตรวจสอบ 100%	-	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			14	Burst test			≥2.67Mpa (ไม่รั่วที่แนว brazing) เอกสารเลขที่ PCI-311-014	เครื่อง Burst test	1 ชิ้น/ครั้ง	1 ครั้ง/เดือน กะA, B	Record sheet	แจ้ง Leader/ PE
			15	การติดของ Fin หลังการ Brazing			อัตราส่วน Fin Brazing ≥90% เอกสารเลขที่ PCI-311-014	ตรวจสอบด้วยสายตา	1 ชิ้น/ครั้ง	1 ครั้ง/เดือน กะA, B	Record sheet	แจ้ง Leader/ PE

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-9 แผนควบคุมกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ) และกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก

Part / Process Number	Process Name / Operation Description	Machine Davice, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Special Char. Class.	Methods					Reaction Plan
			No.	Product	Process		Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation Measurement Technique	Sample		Control Method	
									Size	Freq.		
13	เชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง	Brazing M/C	16	การเสียรูปของ Core			≤3 มม. เอกสารเลขที่ PCI-311-014	ตรวจสอบด้วยสายตา ถ้าไม่ชัดเจนให้ใช้ Special jig	ทั้งหมด	ตรวจสอบ 100%	Defect control chart	แจ้ง Leader/ PE
			17	ลักษณะของการ Brazing			มีการ Brazing ที่ดี	ตรวจสอบด้วยสายตา	ทั้งหมด	ตรวจสอบ 100%	Defect control chart	แจ้ง Leader/ PE
14	ทดสอบการรั่วภายนอก	He leak test M/C	1		High Pressure Supply	IMP	3.8-5.6 Mpa เอกสารเลขที่ PCI-311-016	Pressure gauge	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	He leak test pressure record sheet	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			2		การจ่ายก๊าซ Helium		0.3-0.4 Mpa เอกสารเลขที่ PCI-311-016	Pressure gauge	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	He leak test pressure record sheet	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			3		การจ่ายก๊าซ Nitrogen		0.18-0.21 Mpa เอกสารเลขที่ PCI-311-016	Pressure gauge	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	He leak test pressure record sheet	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			4		การจ่าย Air comp.		0.1-0.2 Mpa เอกสารเลขที่ PCI-311-016	Pressure gauge	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	He leak test pressure record sheet	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			5		สภาวะของ Mogi Leak		0.01-0.02 cc/min เอกสารเลขที่ PCI-311-016	Case mogi leak	-	มีการเปลี่ยน Mogi Leak	He leak test caribration record sheet	แจ้ง Leader/ Maint.
			6		สภาวะของ BG		≤ 5×10^{-9} Pa เอกสารเลขที่ PCI-311-016	Equipment/BG master	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	He leak test caribration record sheet	แจ้ง Leader/ Maint.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

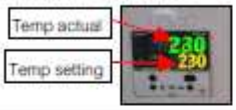
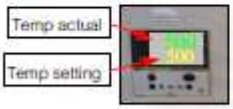
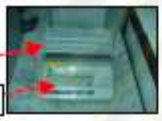
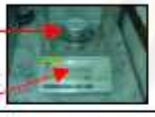
ตารางที่ ค-10 แผนควบคุมกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก (ต่อ)

Part / Process Number	Process Name / Operation Description	Machine Davice, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Special Char. Class.	Methods					Reaction Plan
			No.	Product	Process		Product / Process Specification / Tolerance	Evaluation Measurement Technique	Sample		Control Method	
									Size	Freq.		
14	ทดสอบการรั่วภายนอก	He leak test M/C	7		สภาวะของ ML		≥ 2.5 x 10^{-8} Pa เอกสารเลขที่ PCI-311-016	Equipment/ML master	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	He leak test caribration record sheet	แจ้ง Leader/ Maint.
			8		สภาวะของ SN		≥ 5.0 เอกสารเลขที่ PCI-311-016	Detector	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	He leak test caribration record sheet	แจ้ง Leader/ Maint.
			9		ลักษณะการเชื่องาน OK,NG		OK work confirm judg OK and NG wirk Judg NG	Detector	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	-	แจ้ง Leader/ Maint.
			10	การยึนยันงานดี			Stamp " H " On Core Evap. Confirm by auto stamp	ตรวจสอบด้วยสายตา	ทั้งหมด	ตรวจสอบ 100%	Defect control chart	ตรวจสอบและปรับตั้งค่า
			11		น้ำมันที่ใช้ในการทำความสะอาด		DN Oil 8 เอกสารเลขที่ QCM-232-009-01	ตรวจสอบด้วยสายตา	1 ครั้ง	1 ครั้ง/ กะ ก่อนเริ่มงาน	-	ทำความสะอาดและปรับตั้งค่า

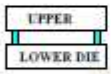
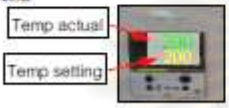
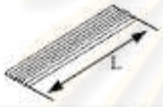
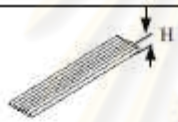
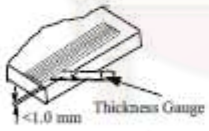
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
ใบหัวข้อในการควบคุมกระบวนการผลิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

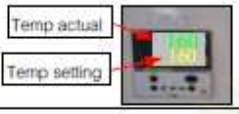
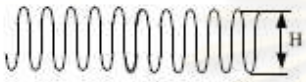
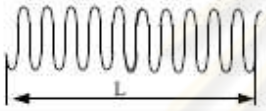
PRO-CESS-	DRAWING	CONTROL	CONTROL METHOD				
			Std.	Tool	Frequency	Note	Charge
CORE PLATE DEGREASING	TEMP DEGREASING CORE PLATE 	TEMP SET	230±10°C 220-240°C	TEMP CONTROL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	CONVEYOR SPEED	CONVEYOR SPEED SETTING	0.6±0.03 m/min 0.57-0.63m/min	SPEED CONTROL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	AFTER BURNER TEMP SETTING 	TEMP SET	500±10°C 490-510°C	TEMP CONTROL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
FLUX BINDER	FLUX BINDER TEMPERATURE	TEMP OF FLUX	5-20°C	THERMO METER	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	FLUX WEIGHT 	FLUX WEIGHT	8±2g/m² 6-10g/m²	WEIGHT SCALE	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	FLUX DENSITY 	FLUX DENSITY	27±5% 22-32%	WEIGHT SCALE	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	pH OF FLUX	Ph FLUX	7±2 5-9 POINT	pH PAPER	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
FLUX OVEN	TEMPERATURE OF OVEN M/C	TEMP SET	160±10°C 150 - 170°C	TEMP CONTROL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	CONVEYOR SPEED	SPEED CONVEYOR SETTING	0.6±0.03 m/min 0.57-0.63m/min	SPEED CONTROL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR

รูปที่ ง-1 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการระเหยน้ำมันออกจากชิ้นงาน Core plate กระบวนการเคลือบ flux และ กระบวนการอบชิ้นงาน

PRO-CESS-	DRAWING	CONTROL ITEM	CONTROL METHOD				
			Std.	Tool	Frequency	Note	Charge
INNER FIN FORMING	INNER FIN FORMING DIE HEIGHT	DIE HEIGHT	DIE 1 = 242.83 mm. Die 2 = 241.30 mm	VISUAL DIE SCALE	DIE CHANGE	-	OPERATOR
	INNER FIN PRESS SPEED	SPEED PRESS	270-300 rpm	MONITOR CONTROL	MODEL CHANGE	-	OPERATOR
	PRESS OIL SPEC	OIL SPEC	SUNPRESS OIL105J-1	VISUAL CHECK	OIL CHANGE	-	OPERATOR
	TOOL LIFE OF DIE 	TOOL LIFE OF DIE PRESS	3,500,000 SHOT	MONITOR CONTROL	3,500,000 SHOT	DIE INTERVAL RECORD	OPERATOR
INNER FIN DEGREASING & CUTTING	DEGREASING TEMP 	TEMP SET	200±10°C 190 - 210°C	TEMP CONTROL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	INNER FIN LENGTH 	LENGTH INNER FIN AFTER CUTTING	L ±0.3 mm	VERNIER CALIPER	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	INNER FIN HEIGHT 	INNER FIN HEIGHT AFTER FORMING	1.76±0.03 1.73-1.79 mm	MICRO METER	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	INNER FIN WIDTH	INNER FIN WIDTH AFTER CUTTING	22.7±0.3 22.4 -23.0 mm	VERNIER CALIPER	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	INNER FIN DENT & TWIST 	INNER FIN DENT TWIST	≤1.0 mm	THICKNESS GAUGE	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR

รูปที่ ง-2 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการขึ้นรูป Inner fin

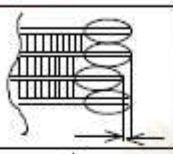
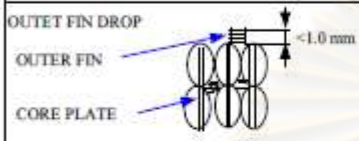
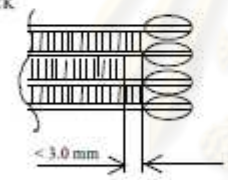
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PRO-CESS-	DRAWING	CONTROL ITEM	CONTROL METHOD				
			Std.	Tool	Frequency	Note	Charge
OUTTER FIN FORMING	PRESS OIL SPEC	OIL SPEC	SUNPRESS OIL105J-1	VISUAL	OIL CHANGE	-	OPERATOR
	TOOL LIFE OF FORMING ROLLER	TOOL LIFE OF FORMING ROLLER	2,500,000 PCS	VISUAL	2,500,000 PCS	DIE INTERVAL RECORD	OPERATOR
OUTTER FIN DEGREASING	DEGREASING TEMPERATURE 	TEMP SET	160±10°C 150-170°C	TEMP CONTROL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	OUTER FIN HEIGHT 	FIN HEIGHT	10.05±0.1 9.95-10.15 mm	MICRO METER	1TIMES/ SHIFT & ROLLER CHANGE	$\bar{X}$-R CHART	OPERATOR
	OUTER FIN LENGTH 	FIN LENGTH	L+25/-0 mm	SPECIAL JIG	1TIMES/ SHIFT & ROLLER CHANGE	RECORD SHEET	OPERATOR

รูปที่ ง-3 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการขึ้นรูป Outer fin

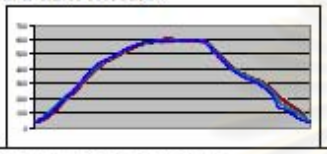
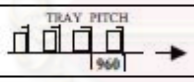
PRO-CESS-	DRAWING	CONTROL ITEM	CONTROL METHOD				
			Std.	Tool	Frequency	Note	Charge
UNIT ASSEMBLY	PLATE AFTER CAULKING GAP	GAP CORE PLATE	≤ 0.2 mm	THICK-NESS GAUGE	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	CORE PLATE BENDING RIB HEIGHT	RIB HEIGHT	≤ 1.22 mm	DIGITAL GAUGE	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	PLATE BENDING GAP	BENDING GAP	0.2-1.0 mm	THICK-NESS GAUGE	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	BURRING CAULKING CHECK	BURRING CAULKING	GOOD BURRING	VISUAL	100% CHECK	DEFECT CONTROL CHART	OPERATOR
	INNER FIN ASSEMBLY WITH PLATE THICKNESS CHECK	PLATE THICKNESS	2.9+0.16/-0	MICRO METER	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	INNER FIN DROP OR LACK	INNER FIN DROP OR LACK	NO HAVE	VISUAL	100% CHECK	DEFECT CONTROL CHART	OPERATOR

รูปที่ ง-4 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการประกอบ Inner fin เข้ากับ Core plate

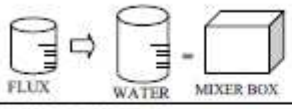
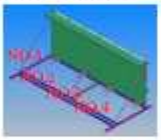
PRO-CESS-	DRAWING	CONTROL ITEM	CONTROL METHOD				
			Std.	Tool	Frequency	Note	Charge
CORE WIRING	CORE HEIGHT (H)	CORE HEIGHT	H±2mm	VERNIER CALIPER	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHEET	OPERATOR
	PLATE LACK OR DROP 	PLATE LACK OR DROP	NO HAVE LACK OR DROP	VISUAL	100% CHECK	-	OPERATOR
				IF UNCLEAR USE SPECIAL JIG CHECK			
	OUTET FIN DROP 	OUTER FIN DROP	≤1.0 mm	VISUAL	100% CHECK	-	OPERATOR
				IF UNCLEAR USE SPECIAL JIG CHECK			
	WIRING LOOSEN CHECK	WIRING LOOSSEN	NOT LOOSEN	VISUAL/ TOUCH	100% CHECK	-	OPERATOR
	OUTER FIN LACK 	FIN LACK	≤3.0 mm	VISUAL	100% CHECK	DEFECT CONTROL CHART	OPERATOR
				IF UNCLEAR USE SPECIAL JIG CHECK			

รูปที่ ง-5 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการมัดลวด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

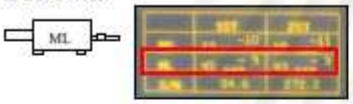
PRO-CESS-	DRAWING	CONTROL ITEM	CONTROL METHOD				
			Std.	Tool	Frequency	Note	Charge
BRAZING FURNACE	TEMPERATURE SETTING PATTERN UPPER: PRE1 PRE2 BZ1 BZ2 BZ3 BZ4 LOWER: BZ1 BZ2 BZ3 BZ4	TEMPERATURE SETTING	REFER BELOW TABLE ⬇	VISUAL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	TEMP RECORD SHEET	OPERATOR
	TEMP. SETTING CONTROL						
	TEMP HEAT PATTERN 	TEMP PATTERN	SAME ORIGINAL TEMP	DATAPAQ	1TIMES/ MONTH	TEMP RECORD SHEET	PE
	PRE HEAT OXYGEN DENSITY	OXYGEN DENSITY	≤150 ppm	VISUAL OXYGEN ANALYSIS	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	OXYGEN DENSITY RECORD SHEET	OPERATOR
	BRAZING ZONE OXYGEN DENSITY	OXYGEN DENSITY	≤100 ppm	OXYGEN ANALYSIS VISUAL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	OXYGEN DENSITY RECORD SHEET	OPERATOR
	NITROGEN SETTING CONDITION	FLOW RATE SEETING		PRE HEAT	BRAZING		COOLING
			ZONE	PRE1 PRE2	BZ1 BZ2 BZ3 BZ4		ENT. EXIT
			SUPPLY	0 0	0 0 0 0		25 40
	CONVEYOR SPEED	CONVEYOR SPEED	480mm/min	INVERTER	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	BRAZING CONDITION RECORD SHEET	OPERATOR
	LOADING PITCH 	LOADING PITCH	960mm/ TRAY	PITCH MARK	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	BRAZING CONDITION RECORD SHEET	OPERATOR
	R/C FAN SPEED	R/C FAN SPEED	NO.1: 15 Hz NO.2: 15 Hz	INVERTER VISUAL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	BRAZING CONDITION RECORD SHEET	OPERATOR

รูปที่ ง-6 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง

PRO-CESS-	DRAWING	CONTROL ITEM	CONTROL METHOD				
			Std.	Tool	Frequency	Note	Charge
BRAZING FURNACE	FLUX MIXER CONDITION 	MIX RATIO OF FLUX AND WATER	FLUX 2 : WATER 5	BEAKER VISUAL	IF MIX FLUX	-	OPERATOR
	WORK LOADING /TRAY 	WORK LOADING	4PCS/TRAY	VISUAL	100% CHECK	-	OPERATOR
	BURST TEST	BURST TEST	≥ 2.67Mpa	BURST TEST M/C	1TIMES/ MONTH SHIFT A,B	RECORD SHEET	PE
	FIN BRAZING RATIO	FIN BRAZING RATIO	≥ 90%	VISUAL	1TIMES/ MONTH SHIFT A,B	RECORD SHEET	PE
	CORE DEFORM	CORE DEFORM	≤3 mm	VISUAL	100% CHECK	DEFECT CONTROL SHEET	OPERATOR
			IF UNCLEAR USE SPECIAL JIG CHECK				
	CORE AFTER BRAZING	CBRAZING CONDITION	GOOD BRAZING	VISUAL	100% CHECK	DEFECT CONTROL SHEET	OPERATOR

รูปที่ ง-7 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการเชื่อมส่วนประกอบด้วยความร้อนสูง (ต่อ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PRO-CESS-	DRAWING	CONTROL ITEM	CONTROL METHOD				
			Std.	Tool	Frequency	Note	Charge
HELIUM LEAK TEST	HEIGHT PRESSURE SUPPLY	HEIGHT PRESSURE	3.8-5.6Mpa	PRESSURE GAUGE VISUAL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHIFT	OPERATOR
	HE LIUM GAS SUPPLY	HE LIUM GAS PRESSURE	0.3-0.4Mpa	PRESSURE GAUGE VISUAL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHIFT	OPERATOR
	NITROGEN GAS SUPPLY	NITROGEN GAS PRESSURE	0.18-0.21Mpa	PRESSURE GAUGE VISUAL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHIFT	OPERATOR
	AIR COMPRESSURE SUPPLY	AIR PRESSURE	0.1-0.2Mpa	PRESSURE GAUGE VISUAL	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHIFT	OPERATOR
	MOGI LEAK CONDITION	SPEC OF MOGI LEAK	0.01cc/min 0.02cc/min	CASE MOGI LEAK	MOGI LEAK CHANGE	RECORD SHIFT	OPERATOR
	BG CONDITION	BG CALIBRATION	$\leq 5X10^{-4}$	EQUIPMENT BG MASTER	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHIFT	OPERATOR
	ML CONDITION 	ML CARIBRATION	$\geq 2.5X10^{-4}$	EQUIPMENT ML MASTER	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHIFT	OPERATOR
	S/N CONDITION	S/N CARIBRATION	≥ 5	DETECTOR	1TIMES/ SHIFT BEFORE START	RECORD SHIFT	OPERATOR
	OK&NG MASTER CONFIRMATION	OK&NG CONFIRM	OK : OK NG : NG	DETECTOR	100% CHECK	DEFECT CONTROL SHEET	OPERATOR
	OK WORK CONFIRMATION	OK CONFIRM	STAMP " H "	VISUAL	100% CHECK	DEFECT CONTROL SHEET	OPERATOR
	OIL SPEC CLEANING O-RING	OIL CLEANING O-RING COUPLER	DN-OIL8	VISUAL	(TIMES/ SHIFT BEFORE START	-	OPERATOR

รูปที่ ง-8 ตัวอย่างใบหัวข้อในการควบคุมการผลิตกระบวนการทดสอบการรั่วภายนอก

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปวีณ์สุดา ปานอำไพ เกิดเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเศรษฐบุตรบำเพ็ญ จังหวัดกรุงเทพมหานคร และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องค์รักษ์)จังหวัดนครนายก ในปี พ.ศ. 2547 ภายหลังจากจบการศึกษาได้เข้าทำงานในตำแหน่งวิศวกร แผนกควบคุมดูแลคุณภาพสินค้าจากผู้ผลิตสินค้าให้กับบริษัทฟูจิตสึ (ประเทศไทย) จำกัด ในปี พ.ศ. 2547 ถึง 2549 หลังจากนั้นได้เข้าทำงานที่บริษัทเด็นโซ่ (ประเทศไทย) ในตำแหน่งวิศวกรการผลิต ในปีพ.ศ. 2549 ถึง 2553 ในขณะนั้นเองได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคการศึกษาต้นปีการศึกษา 2552 และปัจจุบันทำงานให้กับบริษัทเด็นโซ่ อินเตอร์เนชั่นเนล เอเชีย (ประเทศไทย) จำกัด ในตำแหน่งอาจารย์ที่ศูนย์ฝึกอบรมสำหรับการพัฒนาบุคคลากรและฝึกอบรมให้กับพนักงานในกลุ่ม บริษัทเด็นโซ่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย