การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD และ PFMEA สำหรับการออกแบบและทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์

นางสาวศุภพิชญ์ จิรบูรณ์ธนันดร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION OF QFD AND PFMEA TECHNIQUES FOR DESIGN AND TRIAL PRODUCTION OF AUTOMOTIVE CONDENSERS

Miss Supapitch Chiraboonthanandorn

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 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD และ PFMEA สำหรับการออกแบบและทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์
โดย	นางสาวศุภพิชญ์ จิรบูรณ์ธนันดร
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

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

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศุภพิชญ์ จิรบูรณ์ธนันดร: การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD และ PFMEA สำหรับการออกแบบและทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์. (APPLICATION OF QFD AND PFMEA TECHNIQUES FOR DESIGN AND TRIAL PRODUCTION OF AUTOMOTIVE CONDENSERS) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, 157 หน้า.

จากการศึกษาทางการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ ได้พบปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบและกระบวนการผลิต ซึ่งมีผลต่อการผลิตในส่วนที่ทำให้เกิดความบกพร่องของผลิตภัณฑ์จำนวนมาก และต้องแก้ไขแบบเพื่อการผลิตบ่อย ทำให้เกิดความจำเป็นในการใช้เทคนิค QFD และ PFMEA เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการลูกค้า และลดของเสียจากการผลิต

การแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) และเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับกระบวนการ (PFMEA) เป็นเครื่องมือคุณภาพที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการออกแบบและการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ เครื่องมือทั้งสองให้ความสำคัญอยู่บนความต้องการของลูกค้ากลุ่มเป้าหมายและข้อบกพร่องในระหว่างการผลิต เมตริกซ์ของการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพที่ใช้ในการพัฒนา คือ เมตริกซ์การออกแบบผลิตภัณฑ์ เมตริกซ์การวางแผนการผลิต และเมตริกซ์การวางแผนควบคุมการผลิต การทดลองผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ถูกนำมาวิจัยเพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องในกระบวนการจากผังสาเหตุโดยใช้การระดมสมองและวิเคราะห์อยู่บนหลักการของเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับกระบวนการ

ผลลัพธ์ของการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ สรุปได้ว่ามี ความต้องการทางเทคนิค 11 ประเด็น และความต้องการคุณสมบัติด้านส่วนประกอบ 10 ประเด็น ในขณะที่ในเมตริกซ์ต่อมาของการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ สรุปได้ว่ามี ความต้องการคุณสมบัติด้านกระบวนการ 15 ประเด็น และมี 15 ประเด็นที่ต้องทำการควบคุม พบลักษณะข้อบกพร่องจาก 3 กระบวนการ คือ กระบวนการเชื่อม Tig Adjusting และCore Assembly ได้ทำการแก้ปัญหา เช่น จัดฝึกอบรมพนักงาน จัดทำมาตรฐานซ่อมบำรุงเครื่องจักรใหม่ และแก้ไขผิวหน้า Toggle Block ให้เรียบ สุดท้ายทำการเปรียบเทียบกับก่อนการปรับปรุง พบว่าของเสียก่อนปรับปรุง 16.29% ถูกลดลงเหลือ 7.50%

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ....	ลายมือชื่อนิสิต.....ศุภพิชญ์ จิรบูรณ์ธนันดร.....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ...	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ปีการศึกษา...2551.....	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

5070486221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORDS: QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT / PROCESS FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS / AUTOMOTIVE CONDENSER

SUPAPITCH CHIRABOONTHANANDORN: APPLICATION OF QFD AND PFMEA TECHNIQUES FOR DESIGN AND TRIAL PRODUCTION OF AUTOMOTIVE CONDENSERS. ADVISOR: ASSOC.PROF.DAMRONG THAWESAENGSKULTHAI, 157 pp.

A study of automotive condensers production found that the problems were designing and manufacturing process. These caused to product failures and the designed drawing needed to be revised several times. In order to solve these problems, QFD and PFMEA techniques were applied in this research to fulfill customer requirements and reduce failure reduction in manufacturing.

The quality tools of Quality Function Deployment (QFD) and Process Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA) were applied for the design and trial production of automotive condensers. Both emphasized on the requirements of target customer groups and failures during the manufacturing. The matrixes of QFD were developed to product design matrix, process planning matrix and process control planning matrix. The trial production of automotive condensers product was researched in order to analyze failures in the process with cause and effect diagram by using brainstorming and analysis on PFMEA.

The results of QFD for the product design concluded with the 11 technical requirements and the 10 parts characteristic requirement. While the next QFD matrix concluded with the 15 process characteristic requirement and the 15 controlled processes. Failure mode from 3 processes of Tig Welding Adjusting and Core Assembly such as personal training, making new maintenance standard and editing smooth toggle block surface that were solved comparing with the before improvement. Finally the defected before improvement of 16.29% was reduced to 7.50%.

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

Field of Study : ...Industrial Engineer..... Advisor's signature.....

Academic Year....2008.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของ รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย อาจารย์ที่ปรึกษาซึ่งกรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์กับงานวิจัย คอยติดตามความคืบหน้าและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ร่วมเป็นประธานกรรมการและกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ รองศาสตราจารย์สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน และรองศาสตราจารย์.ดร.วันชัย ริจิรวนิช ที่กรุณาตรวจสอบความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ ทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบริษัทกรณีศึกษาและบุคคลากรทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล ความรู้เฉพาะทาง และข้อเสนอแนะต่างๆที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงเพื่อนๆที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือโดยตลอด

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ตลอดจนพี่น้องและครอบครัวของผู้วิจัยที่ได้ให้การสนับสนุน ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจที่สำคัญที่สุดตลอดมา จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…… ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ…… จ

กิตติกรรมประกาศ…… ฉ

สารบัญ…… ช

สารบัญตาราง…… ฎ

สารบัญภาพ…… ฐ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา…… 1

1.2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับบริษัทกรณีศึกษา…… 4

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย…… 5

1.4 ขอบเขตของการวิจัย…… 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ…… 5

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย…… 6

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment) 7

2.1.1 ความหมาย…… 7

2.1.2 วิวัฒนาการของ QFD …… 8

2.1.3 จุดประสงค์ในการทำ QFD …… 9

2.1.4 การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD…… 9

2.1.5 ขั้นตอนการทำ Quality Function Deployment แบบ Four-Phase… 10

2.1.6 การวิเคราะห์ QFD Matrix…… 20

2.1.6.1. การประเมินความสมบูรณ์ของเมตริก…… 20

2.1.6.2.การประเมินความพอเพียงและความลำเอียงของเมตริก…… 21

2.1.6.3. การตรวจสอบความมีเสถียรภาพของเมตริก…… 22

2.1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำ QFD…… 23

หน้า

2.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA)……. 23
2.2.1 ความหมาย…… 23
2.2.2 เป้าหมายในการทำ FMEA…… 24
2.2.3 ขั้นตอนทั่วไปของการจัดทำFMEA……. 25
2.2.4 ชนิดของ FMEA และการนำไปใช้งาน…… 27
2.2.5 ลำดับขั้นตอนการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการ……. 28
2.2.6 ประโยชน์ของการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ…… 31
2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……. 32
บทที่ 3 ผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์
3.1 ความเป็นมาของการปรับอากาศรถยนต์ (Automobile Air Conditioning)…. 36
3.2 การปรับอากาศรถยนต์ในประเทศไทย (Automobile Air Conditioning in Thailand)……... 37
3.3 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์……. 38
3.4 ส่วนประกอบหลักของคอยล์ร้อนรถยนต์……... 40
3.5 กระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์……... 41
3.6 สรุปท้ายบท…… 45
บทที่ 4 การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD กับกรณีศึกษา
4.1 การดำเนินงานวิจัยโดยการใช้เทคนิค QFD แบบ 4 เฟส……... 46
4.1.1 Phase 2: Product Design Matrix…….. 46
4.1.1.1 ขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกที่ 2…… 47
4.1.1.2 แผนผัง QFD เมตริกที่ 2 ที่ได้รับ…….. 52
4.1.2 Phase 3: Process Planning Matrix…… 54
4.1.2.1 ขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกที่ 3 …….. 55
4.1.2.2 แผนผัง QFD เมตริกที่ 3……... 66
4.1.3 Phase 4 : Process Control Planning Matrix……. 68
4.1.3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกที่ 4…… 69
4.1.3.2 แผนผัง QFD เมตริกที่ 4……... 74
4.2 ผลจากการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD…….. 76

หน้า

4.3 สรุปท้ายบท..... 84
บทที่ 5 การประยุกต์ใช้เทคนิค PFMEA กับกรณีศึกษา
5.1 การดำเนินงานวิจัยโดยการใช้เทคนิค PFMEA..... 85
5.1.1 ลักษณะของของเสีย (Failure Mode) ผลกระทบ (Effect) และความรุนแรง (Severity) ที่เกิดขึ้นจากของเสีย..... 90
5.1.2. สาเหตุและความถี่ในการเกิดของเสีย..... 99
5.1.3 การควบคุมในปัจจุบัน..... 103
5.1.4 การคำนวณหาค่า RPN..... 110
5.2 การบันทึกข้อมูลลงในตาราง PFMEA 111
5.3 การดำเนินการลดของเสียโดยใช้ PFMEA..... 118
5.4 เก็บข้อมูลของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องหลังการปรับปรุง..... 125
5.5 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง..... 127
5.5.1.เปรียบเทียบเปอร์เซนต์ของเสียกับยอดการผลิตที่เกิดจากกระบวนการทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์..... 128
5.5.2.เปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงที่เกิดจากกระบวนการทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์..... 128
5.6 สรุปท้ายบท..... 136
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
6.1 สรุปผลที่ได้รับจากการปรับปรุงแก้ไข 137
6.1.1 สรุปผลจากการดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD กับการออกแบบและทดลองผลิต..... 137
6.1.2 สรุปผลจากการดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิค PFMEA กับการออกแบบและทดลองผลิต..... 138
6.2 ปัญหาอุปสรรค..... 139
6.3 ข้อเสนอแนะ..... 139
รายการอ้างอิง..... 140
ภาคผนวก..... 142
ภาคผนวก ก ผลการทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1..... 144

หน้า

ภาคผนวก ข แบบประเมินผลการฝึกอบรมในการปฏิบัติงาน (F-GA-13-0)..... 151
ภาคผนวก ค On The Job Training (F-GA-21-0)..... 153
ภาคผนวก ง ประวัติการฝึกอบรม On The Job Training (F-GA-22-0)..... 155
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 157

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 1.1	บริเวณที่ตรวจพบรอยรั่วของคอยล์ร้อนรถยนต์ เดือนสิงหาคม 2551.....	3
ตารางที่ 4.1	สรุปรายละเอียดของความต้องการเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1	47
ตารางที่ 4.2	สรุปรายละเอียดของความต้องการเชิงเทคนิคที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าของผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1.....	48
ตารางที่ 4.3	สรุปน้ำหนักความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิค.....	49
ตารางที่ 4.4	สรุปรายละเอียดของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ.....	51
ตารางที่ 4.5	สรุปน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ.....	56
ตารางที่ 4.6	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการในปัจจุบันและข้อกำหนดใหม่.....	62
ตารางที่ 4.7	สรุประดับน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางด้านกระบวนการ.....	69
ตารางที่ 4.8	เกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความร้ายแรงของปัญหา (SEV).....	70
ตารางที่ 4.9	เกณฑ์การให้คะแนนตามความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (OCC).....	72
ตารางที่ 4.10	เกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถของการควบคุม (DET).....	72
ตารางที่ 4.11	สรุประดับคะแนนของการประเมินคุณสมบัติของกระบวนการแต่ละข้อ.....	73
ตารางที่ 4.12	ตารางควบคุมกระบวนการ.....	80
ตารางที่ 5.1	เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) สำหรับ PFMEA.....	87
ตารางที่ 5.2	เกณฑ์ในการประเมินความถี่ในการเกิด (O) สำหรับ PFMEA.....	89
ตารางที่ 5.3	เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA.....	89
ตารางที่ 5.4	ความรุนแรงและผลกระทบของกระบวนการ	99
ตารางที่ 5.5	สาเหตุและความถี่ของการเกิดของของเสียจากกระบวนการ	102
ตารางที่ 5.6	ความสามารถในการตรวจจับในกระบวนการ	108
ตารางที่ 5.7	คะแนน RPN ในกระบวนการ	110
ตารางที่ 5.8	ตารางบันทึกผล PFMEA.....	112
ตารางที่ 5.9	การดำเนินการลดของเสียหลังการปรับปรุงในกระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์	120

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 5.10	จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์.....	128
ตารางที่ 5.11	ค่า RPN ในการปรับปรุงของกระบวนการทดลองการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์.....	130
ตารางที่ 5.12	ตารางบันทึกผล PFMEA.....	131
ตารางที่ ก.1	ผลการทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1.....	147

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

		หน้า
รูปที่ 1.1	เปอร์เซนต์ของเสียและชิ้นงานบกพร่องของคอยล์ร้อนรถยนต์เดือนมกราคม-สิงหาคม 2551	2
รูปที่ 1.2	สาเหตุของของเสียและชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการอบคอยล์ร้อนรถยนต์เดือนสิงหาคม 2551	3
รูปที่ 2.1	เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์	12
รูปที่ 2.2	เมตริกซ์การออกแบบ	15
รูปที่ 2.3	เมตริกซ์การวางแผนกระบวนการ	17
รูปที่ 2.4	เมตริกซ์การวางแผนการผลิต	19
รูปที่ 3.1	แสดงลักษณะการไหลของสารหล่อเย็นของผลิตภัณฑ์ MFC CONDENSER	38
รูปที่ 3.2	แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ MFC CONDENSER	39
รูปที่ 3.3	แสดงลักษณะการไหลของสารหล่อเย็นของผลิตภัณฑ์ LEC (Lightweight Extrusion Condenser)	39
รูปที่ 3.4	แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ LEC (Lightweight Extrusion Condenser)	39
รูปที่ 3.5	แสดงลักษณะการไหลของสารหล่อเย็นของผลิตภัณฑ์ SCD (Serpentine Condenser)	40
รูปที่ 3.6	แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ SCD (Serpentine Condenser)	40
รูปที่ 3.7	แสดงแผนผังกระบวนการผลิตคอยล์ร้อน	44
รูปที่ 4.1	ส่วนประกอบของการวางแผนการควบคุมกระบวนการของเมตริกที่ 2 (Product Design Matrix)	47
รูปที่ 4.2	สรุปแผนผัง QFD เมตริกที่ 2 ที่ได้รับ	53
รูปที่ 4.3	กราฟเปอร์เซนต์ Relative ของ QFD เมตริกที่ 2	54
รูปที่ 4.4	ส่วนประกอบของการวางแผนส่วนประกอบของเมตริกที่ 3 (Process Planning Matrix)	55
รูปที่ 4.5	สรุปแผนผัง QFD เมตริกที่ 3 ที่ได้รับ	67
รูปที่ 4.6	กราฟเปอร์เซนต์ Relative ของ QFD เมตริกที่ 3	68
รูปที่ 4.7	ส่วนประกอบของการวางแผนการควบคุมกระบวนการของเมตริกที่ 4 (Process Control Planning Matrix)	69

หน้า

รูปที่ 4.8 สรุปแผนผัง QFD เมตริกที่ 4 ที่ได้รับ..... 75
รูปที่ 4.9 รูปด้านหน้าของคอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น T250 (ก่อนการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD) 82
รูปที่ 4.10 รูปด้านหน้าของคอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น รุ่น 92100 1HC0A-G1 (หลังการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD)..... 82
รูปที่ 4.11 รูปด้านหลังของคอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น T250 (ก่อนการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD) 83
รูปที่ 4.12 รูปด้านหลังของคอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น รุ่น 92100 1HC0A-G1 (หลังการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD)..... 83
รูปที่ 5.1 กราฟพาเรโตแสดงลักษณะและของเสียเดือนกันยายน-ตุลาคม ปี 2551..... 86
รูปที่ 5.2 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหาผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอย..... 92
รูปที่ 5.3 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหา Bracket เกินค่าที่กำหนด..... 94
รูปที่ 5.4 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหา Fin drop..... 95
รูปที่ 5.5 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหาSide Plate บุบ..... 97
รูปที่ 5.6 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหาเกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด..... 98

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

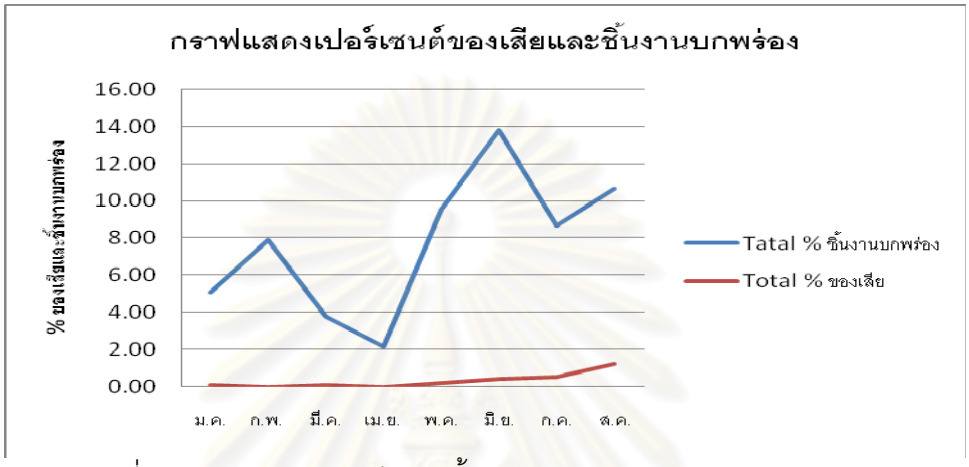
ปัจจุบันตลาดแอร์รถยนต์ในประเทศไทยยังคงขยายตัวได้อย่างต่อเนื่อง ผู้ประกอบรถยนต์ไม่จำเป็นจะต้องใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศในการประกอบรถยนต์อีกต่อไป และสามารถจัดหาชิ้นส่วนได้จากทั่วโลกโดยใช้นโยบาย Global Sourcing คือ จัดหาชิ้นส่วนที่ได้คุณภาพและราคาถูกที่สุดเพื่อลดต้นทุนและได้เปรียบคู่แข่งในด้านราคา ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทยในปัจจุบันต้องแข่งขันกันอย่างรุนแรงมากขึ้นทั้งด้านราคา คุณภาพ และมาตรฐานระดับโลก ซึ่งแต่ละบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต้องเร่งพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการของตนเองเพื่อให้เกิดความแตกต่างและสามารถแข่งขันกับผู้ประกอบการรายอื่น โดยปัจจัยสำคัญในการพัฒนาคือ การพิจารณาถึงความต้องการของลูกค้า เพื่อให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้า ทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจและกลับมาซื้อผลิตภัณฑ์ซ้ำ ซึ่งจะนำไปสู่การเติบโตของธุรกิจและผลประกอบการที่ดีของผู้ประกอบการ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

บริษัทกรณีศึกษาทำการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ ส่งจำหน่ายทั้งภายในและต่างประเทศ ลูกค้าของบริษัทกรณีศึกษาได้แก่บริษัทผู้ประกอบรถยนต์ GM Mazda Ford Theco Isuzu Nissan ซึ่งบริษัทผู้ประกอบรถยนต์มีคำสั่งซื้อให้บริษัทกรณีศึกษาทำการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ให้ตามความต้องการที่กำหนดโดยกำหนดคุณลักษณะของคอยล์ร้อนรถยนต์ให้บริษัทกรณีศึกษาทำหน้าที่ออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เอง ดังนั้นบริษัทกรณีศึกษาจึงต้องมีการออกแบบให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า ทำให้การออกแบบแต่ละครั้งต้องมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบบ่อย เนื่องจากเมื่อออกแบบแล้วผลที่ได้ไม่ตรงตามความต้องการของลูกค้า เช่น อัตราการระบายความร้อนไม่ตรงตามที่กำหนด น้ำหนักและขนาดของคอยล์ร้อนรถยนต์มากหรือน้อยกว่าค่าความเผื่อ ตำแหน่งจุดติดตั้งไม่พอดี ฯลฯ สำหรับจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบ เช่น ระยะระหว่างจุดติดตั้ง ตำแหน่งจุดติดตั้ง ลักษณะของจุดติดตั้ง ความกว้างของ BRACKET ระยะระหว่าง R/D Outlet Pipe กับ Inlet Pipe รูปร่างของคอนเดนเซอร์ ความยาวและรูปร่างของ Distributor AและB เป็น

ต้น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบอาจเกิดจากปัญหาในกระบวนการผลิตเนื่องจากการออกแบบใหม่และความต้องการที่จะลดต้นทุน

จากการสำรวจจำนวนของเสียและชิ้นงานบกพร่องเดือนมกราคม-สิงหาคม 2551 ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 เปอร์เซนต์ของเสียและชิ้นงานบกพร่องของคอยล์ร้อนรถยนต์ เดือนมกราคม-สิงหาคม 2551

จากรูปที่ 1.1 พบว่า เปอร์เซนต์ของเสียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มีของเสียสูงกว่าค้าเป้าหมายที่ทางบริษัทตั้งไว้คือ 0.1 % และเปอร์เซนต์ชิ้นงานบกพร่องสูงกว่าค่าเป้าหมายที่ทางบริษัทตั้งไว้คือ 0.25 % ของเสียและชิ้นงานบกพร่องส่วนใหญ่พบในกระบวนการตรวจเชครอยรั่วและกระบวนการอบชิ้นงาน เนื่องจากคอยล์ร้อนรถยนต์เป็นงานที่ต้องอาศัยทักษะของพนักงานประมาณ 50% และเครื่องจักร 50% ดังนั้นปัญหาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จำนวนของเสียและชิ้นงานบกพร่องที่พบส่วนมากจึงเกิดจากทักษะของพนักงาน

จากการสำรวจบริเวณที่ตรวจพบรอยรั่วของคอยล์ร้อนรถยนต์ เดือนสิงหาคม 2551 ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 บริเวณที่ตรวจพบรอยรั่วของคอยล์ร้อนรถยนต์ เดือนสิงหาคม 2551

บริเวณที่ตรวจพบรอยรั่วของคอยล์ร้อน	จำนวนชิ้นงานที่ตรวจพบ (ชิ้น)
Outlet Union	50
Outlet Flange	34
Inlet Union	15
Outlet Pad	8
Tube	2
Partition Plate B	2

จากตารางที่ 1.1 พบว่าบริเวณที่ตรวจพบรอยรั่วของคอยล์ร้อนบ่อยคือ บริเวณ Outlet Union Outlet Flange Inlet Union ตามลำดับ

จากการสำรวจสาเหตุของของเสียและชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการอบ เดือนสิงหาคม 2551พบว่าเกิดจากสาเหตุดังแสดงในรูปที่ 1.2

รูปที่ 1.2 แสดงสาเหตุของของเสียและชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการอบคอยล์ร้อนรถยนต์ เดือนสิงหาคม 2551

จากรูปที่ 1.2 พบว่าของเสียและชิ้นงานบกพร่องในกระบวนการอบคอยล์ร้อนส่วนใหญ่มีสาเหตุเกิดจาก Outlet Pad ไม่ติด Fin ไม่ติดก่อนถึงโค้ง R/D Outlet ไม่ติด ท่อยุบจากรอยTig ตามลำดับ

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมา บริษัทกรณีศึกษาจึงมีความต้องการที่จะลดปัญหาการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบบ่อยและปัญหาของเสียที่เกิดในกระบวนการผลิตเมื่อมีการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ ผู้วิจัยจึงนำเทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพแบบสี่ช่วง (Four-Phase Approach หรือ Four-Phase Model) มาใช้ในการวางแผนการออกแบบคอยล์ร้อนรถยนต์ โดยวิเคราะห์รายละเอียดของแบบว่ามีส่วนใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อให้การวางแผนการออกแบบมีความสอดคล้องกับการผลิต และลดปัญหาการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบบ่อย จากการศึกษาข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา พบว่าข้อจำกัดในการวิจัยคือ บริษัทผู้ประกอบรถยนต์แต่ละแห่งมีความต้องการที่แตกต่างกันในด้านรูปแบบ ขนาดและคุณลักษณะของคอยล์ร้อนรถยนต์ รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในการประกอบ วิธีการประกอบของบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ กฎหมายเกี่ยวกับลิขสิทธิ์ในการออกแบบของแต่ละบริษัทผู้ผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ ดังนั้นการพัฒนาคอยล์ร้อนรถยนต์จึงต้องสอดคล้องกับความต้องการของบริษัทผู้ประกอบรถยนต์เฉพาะแห่งไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าโดยรวม ผู้วิจัยจึงนำความต้องการของบริษัทผู้ประกอบรถยนต์แห่งหนึ่งมาเริ่มการวิจัยตั้งแต่เมตริกซ์ 2-4 และใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับกระบวนการ (Process Failure Mode and Effect Analysis) ในการติดตามข้อบกพร่องที่เกิดจากการผลิต เพื่อให้สอดคล้องกับการวางแผนการออกแบบและการผลิตได้ดียิ่งขึ้น ยังผลให้ลดจำนวนของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องในกระบวนการผลิตจริงที่จะเกิดขึ้น ทำให้องค์กรมีศักยภาพการแข่งขันในระดับสากลทั้งด้านราคา คุณภาพ การส่งมอบ การบริการ รวมถึงการสร้างกำลังใจ และสภาพแวดล้อมในการทำงานอย่างมีคุณภาพ

1.2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับบริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษามีพื้นที่ที่ใช้ทำการผลิต 15,000 ตารางเมตร มีจำนวนพนักงานประจำ 530 คน และพนักงานชั่วคราว 164 คน

บริษัทกรณีศึกษาได้รับมาตรฐานคุณภาพและการรับรอง ดังนี้

เดือน มิถุนายน ปี ค.ศ. 1999 บริษัทกรณีศึกษาได้รับใบรับรองระบบการจัดการคุณภาพ (ISO 9000)

เดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ. 2000 บริษัทกรณีศึกษาได้รับใบรับรองระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (ISO 14001) จาก JQA

ปัจจุบัน บริษัทกรณีศึกษาได้รับใบรับรอง TS 16949 จาก SGS.

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) และเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effect Analysis: PFMEA) ในการเสนอแนวทางการออกแบบและทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้ากลุ่มเป้าหมายและป้องกันความผิดพลาดในกระบวนการผลิต

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพแบบ 4 Phase โดยเริ่มทำการศึกษาตั้งแต่เมตริกซ์ที่ 2-4 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาคอยล์ร้อนรถยนต์ให้ตรงตามความต้องการของลูกค้าเป้าหมาย

2. ลูกค้าเป้าหมายคือ บริษัทผู้ผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งภายในประเทศ

3. ผลิตภัณฑ์ที่ทำการวิจัยคือ คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1 โมเดล XH5

4.ใช้เทคนิค Process Failure Mode Effect Analysis (PFMEA) ในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับกระบวนการที่ทำการพัฒนา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลิตภัณฑ์ภายหลังการพัฒนาโดยใช้เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าเป้าหมาย

2. ลดความถี่ในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ

3. ลดความผิดพลาดในกระบวนการผลิต

4. เป็นแนวทางในการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์และการปรับปรุงคุณภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์อื่นๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพและเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ
2. ศึกษาสภาพการดำเนินงานในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา
   2.1 ศึกษาถึงข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ (Automotive Condenser)
   2.2 ศึกษาระบบปรับอากาศรถยนต์
   2.3 ศึกษาขั้นตอนกระบวนการผลิตในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา
3. สำรวจและรวบรวมข้อมูลความต้องการของลูกค้า
4. ประยุกต์เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพแบบ 4 Phase มาใช้ในการออกแบบและวางแผนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ โดยประยุกต์ใช้เมตริกซ์ 2 3 และ 4
5. ประยุกต์เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ (PFMEA) ในการค้นหาปัญหาที่แท้จริงของกระบวนการผลิต สาเหตุของปัญหา ความรุนแรงและโอกาสของปัญหาที่จะเกิดขึ้นพร้อมทั้งระดมสมองในการหาแนวทางแก้ปัญหาและป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหานั้นๆและเพื่อป้องกันความล้มเหลวต่อแผนการผลิตที่ได้ออกแบบและวางแผนไว้จากขั้นตอนของ QFD
6. สรุปแนวทางเบื้องต้นในการออกแบบและวางแผนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์
7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีเทคนิคการการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment) ทฤษฎีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment)

2.1.1 ความหมาย

QFD ย่อมาจาก Quality Function Deployment (การแปลหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพ ให้เป็นแนวทางปฏิบัติ) เป็นการประกันคุณภาพในการออกแบบ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อความพึงพอใจของลูกค้าและเพื่อถ่ายทอดความต้องการของลูกค้าให้เป็นเป้าหมายการออกแบบ เราใช้เป็นเครื่องมือตัวหนึ่ง ที่เริ่มต้นที่การตลาด โดยสืบหาว่า ถ้าลูกค้าจะพอใจผลิตภัณฑ์ของเรา ผลิตภัณฑ์ของเราจะต้องมีลักษณะอะไรบ้าง (ที่กำลังจะออกแบบขึ้นมาเพื่อผลิตขาย) ฝ่ายออกแบบจะต้องแปลความหมายให้ตรงกันจากภาษาลูกค้า โดยจะเริ่มตั้งแต่กระบวนการรับฟังเสียงจากลูกค้า (Voice of Customer) และถ่ายทอดไปสู่การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการ การออกแบบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ และนำไปสู่การออกแบบกระบวนการผลิตที่ต้องการ เพื่อสร้างความพอใจให้กับลูกค้าอย่างต่อเนื่อง

QFD เป็นเครื่องมือสำคัญซึ่งองค์กรต้องเรียนรู้เป็นพื้นฐานแล้วนำไปประยุกต์ใช้อย่างเป็นระบบ ด้วยการสร้างบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality) อย่างมั่นคง เพื่อถ่ายทอดความต้องการของลูกค้าไปสู่กระบวนการผลิตอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นเราต้องออกไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากลูกค้าให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในระหว่างที่รวบ รวมข้อมูลอยู่นั้น ทีม QFD จะต้องถามต่อและตอบคำถามอย่างมากมาย อาทิเช่น ลูกค้าต้องการอะไรอย่างแท้จริงจากเรา ความคาดหวังของลูกค้าคืออะไร ความคาดหวังของลูกค้านำไปใช้ในกระบวนการออกแบบหรือไม่ ทีมออกแบบทำให้

ลูกค้าพึงพอใจจนบรรลุผลสำเร็จอะไรได้บ้าง คำถาม คำตอบเหล่านี้จะต้องมาจากการพูดคุยกับลูกค้าโดยตรง หรือ การมุ่งเน้นไปที่ลูกค้า (Customer focus)

กล่าวโดยกว้าง ๆ QFD คือ การฟังเสียงลูกค้าว่าต้องการอะไร (Hearing the customer voice) หมายความว่า เราจะใช้ QFD มาแปลความต้องการ (Needs) ความอยากได้ (Wants) และความคาดหวัง (Expectations) ของลูกค้า ซึ่งมักอยู่ในเทอมของสิ่งหรือข้อกำหนดที่ลูกค้าต้องการ แต่กล่าวออกมาเป็นคำพูดที่ใช้กันโดยทั่วไปไม่ใช่ภาษาเชิงเทคนิค QFD จะช่วยเปลี่ยนความต้องการของลูกค้าให้เป็นแนวทางหรือการกระทำในเทอมของคุณสมบัติจำเพาะทางวิศวกรรม QFD ถูกนำมาใช้เพื่อทำความเข้าใจความต้องการของลูกค้า (the needs of the customer) และเปลี่ยนความต้องการของลูกค้าไปเป็นข้อกำหนดในการออกแบบ และข้อกำหนดที่จำเป็นในการผลิต ถือได้ว่า QFD เป็นกระบวนการเชิงระบบ (systematic process) สำหรับใช้เป็นพลังขับดัน เพื่อมุ่งเน้นตรงไปยังความต้องการของลูกค้า นอกจากนั้น QFD ช่วยในการออกแบบสินค้าให้สามารถแข่งขันได้ในตลาด ใช้เวลาการออกแบบน้อยกว่าปกติ และใช้ต้นทุนน้อยกว่า QFD ใช้ช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลง จากแนวทางการแก้ไข (reactive) มาเป็นการควบคุมคุณภาพในเชิงป้องกัน (preventative manufacturing quality control)

2.1.2 วิวัฒนาการของ QFD

ก) ในช่วง 1960s Professors Shigeru Mizuno และ Yoji Akao ได้พยายามพัฒนาวิธีการที่จะสามารถพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการของลูกค้าก่อนที่จะผลิตจริง โดยในช่วงนั้นมีแต่วิธีการทาง quality control ที่มุ่งแต่จะแก้ไขปัญหาระหว่างหรือหลังการผลิต

ข) Kiyotaka Oshiumi แห่ง Bridgestone Tire ใช้ Fishbone Diagram เพื่อแสดงความต้องการของลูกค้าแต่ละราย (effect) และแสดงการออกแบบ Quality Characteristics และ Process Factors (causes) ที่จำเป็นในการ Control and Measure

ค) ปี1972 มีการใช้ QFD ในการออกแบบถังเก็บน้ำมันในบริษัท Kobe Shipyards of Mitsubishi Heavy Industry โดยดัดแปลงมาจาก Fishbone Diagram กล่าวคือ เนื่องจาก Fishbone Diagram ไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง effects และ causes แต่ละตัว จึงได้มีการดัดแปลง ให้มีลักษณะเป็น spreadsheet หรือ matrix โดยที่ rows แสดง desired effects of customer satisfaction และ columns แสดง controlling and measurable causes.

ง) ปี 1980s ใน USA 'Big Three' บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ อะไหล่รถยนต์และบริษัทชั้นนำทางด้าน electronics ได้ประยุกต์ใช้ QFD แต่ไม่กว้างขวางนัก รวมทั้งการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานก็ไม่ค่อยมี เนื่องจากกลัวข้อมูลรั่วไหล

2.1.3 จุดประสงค์ในการทำ QFD

ก) เพื่อใช้ในการออกแบบหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่โดยเน้นที่การตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างถูกต้อง

ข) เพื่อช่วยลดปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ ไม่ว่าจะเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการออกแบบ ต้นทุนที่ใช้ในการออกแบบ ลดระดับความไม่แน่นอนในการออกแบบ เป็นต้น

ค) เพื่อช่วยให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ดำเนินไปในทิศทางที่ถูกต้อง

ง) เพื่อช่วยให้การรวบรวม และการประเมินผลความพึงพอใจของลูกค้าสามารถทำได้ง่ายขึ้น และเป็นระบบมากขึ้น

จ) เพื่อทำให้บุคลากรในบริษัทมองเห็นภาพรวมการทำงาน และวิธีที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี

ฉ) เพื่อช่วยสร้างและจัดการกับโครงสร้างในระบบสารสนเทศขึ้น เนื่องจากต้องมีการปฏิสัมพันธ์กับลูกค้าในการเก็บรวบรวมความต้องการของลูกค้าเพื่อให้การทำงานของฝ่ายต่างๆในบริษัทเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยเฉพาะฝ่ายผลิต ฝ่ายการตลาด และฝ่ายพัฒนาและวิจัย

2.1.4 การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD

การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD นิยมใช้กัน 3 รูปแบบ ดังนี้

ก) แบบสี่ช่วง (Four-Phase Approach หรือ Four-Phase Model) เป็นการใช้อนุกรมของเมตริกซ์ซ์ 4 ชั้น เพื่อให้ครอบคลุมช่วงการดำเนินการ 4 ช่วงที่สำคัญในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

ข) แบบ Matrix Approach เป็นรูปแบบดั้งเดิมที่ใช้ในประเทศญี่ปุ่น คิดค้นโดย Yoji Akao ตัวโมเดลมีขนาดใหญ่ และทำให้ความเข้าใจได้ยาก วิธีการนี้จะใช้เชื่อมโยงเทคนิคอื่น ๆ ด้วย เช่น Value Engineering Failure Mode and Effect Analysis Reliability Analysis Fault Tree Analysis Production Operation เป็นต้น โดยมากแล้วจะใช้งานในลักษณะของระบบเมตริกซ์ 30 เมตริกซ์

ค) แบบ Integrated QFD Approach เป็นโมเดลที่สร้างขึ้นตามขั้นตอนในการพัฒนาสินค้าและผลิตภัณฑ์ใหม่ มีระเบียบวิธีและขั้นตอนที่ตายตัว รวมกิจกรรมการดำเนินงาน กิจกรรมทางธุรกิจรวมทั้งการรีเอ็นจิเนียริ่งไว้ในโมเดลด้วย เริ่มตั้งแต่การแปรความต้องการลูกค้า การพัฒนาแผนปฏิบัติการ การกำหนดเป้าหมาย ไปจนถึงความต้องการด้านโรงงานผลิตและการปฏิบัติในการดำเนินงาน

ในบรรดารูปแบบทั้ง 3 รูปแบบ แบบสี่ช่วงเป็นที่นิยมในการนำไปประยุกต์ใช้มากที่สุด เนื่องจากเข้าง่ายและมีความคล่องตัวสูง

2.1.5 ขั้นตอนการทำ QFD แบบ Four-Phase มีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 Understanding the Customer คือ ขั้นตอนการสำรวจและการเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการลูกค้า โดยมีรายเอียดดังนี้

ก) กำหนดกลุ่มลูกค้าและคุณลักษณะหรือพฤติกรรมของกลุ่มลูกค้า

ข) จัดกลุ่มลูกค้าและลำดับความสำคัญ

ขั้นตอนที่ 2 Capturing and Analyzing the Voice คือ ขั้นตอนการกำหนดความต้องการเชิงเทคนิค และดำเนินการแปลงความต้องการของลูกค้าให้เป็นความต้องการทางด้านเทคนิค โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก) ทำความเข้าใจในเสียงของลูกค้าที่ได้รับ

ข) ต้องการภาพที่ชัดเจนของความต้องการลูกค้า (Customer Need) โดยเฉพาะความต้องการเกี่ยวกับ Performance (บางครั้งเรียกว่า Demanded Qualities คือ คุณภาพที่ต้องการ) QFD Design Team ต้องออกแบบสอบถามให้บรรลุหรือสูงกว่าความคาดหวังของลูกค้า ทำการออกแบบสอบถาม หรือการสัมภาษณ์กับลูกค้า เพื่อทำการจัดลำดับความสำคัญ และระดับความพึงพอใจในปัจจุบันของลูกค้าต่อคุณภาพที่ต้องการในแต่ละข้อ

ค) แปลงความต้องการของลูกค้าที่ได้เหล่านั้นให้เป็นความต้องการเชิงเทคนิค ซึ่งต้องสามารถวัดและเข้าใจได้ด้วย

ขั้นตอนที่ 3 Translating Demanded Quality into Performance Measures คือ ขั้นตอนการแปลงความต้องการทางด้านเทคนิคให้เป็นความต้องการหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ รายละเอียดดังนี้

ก) คุณภาพที่ต้องการได้ จะเป็น Input ในขั้นตอนนี้

ข) จัดลำดับความสำคัญ โดยผนวกลำดับความสำคัญของลูกค้าและองค์กรเข้าด้วยกัน เพื่อทำการแปลงเป็น Performance Measures ที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้สูงที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 Choosing the Best Concept คือ ขั้นตอนการกำหนดความต้องการหรือคุณสมบัติทางด้านกระบวนการ และดำเนินการแปลงความต้องการหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ให้เป็นความต้องการหรือคุณสมบัติทางด้านกระบวนการ รายละเอียดดังนี้

ก) กำหนดแนวทาง (Concept) และทำการเปรียบเทียบเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสม

ข) อาศัยเป้าหมายทางด้านต้นทุน (Target Costs) เป็นองค์ประกอบในการพิจารณา

ค) เลือกแนวทางที่ดีที่สุด และทำการกำหนดคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่สัมพันธ์กับกระบวนการผลิต

ง) กำหนดคุณสมบัติทางด้านกระบวนการการผลิตที่เป็นไปได้

ขั้นตอนที่ 5 Translating Performance Measures into Manufacturing Conditions คือ ขั้นตอนที่ความต้องการหรือคุณสมบัติทางด้านกระบวนการ จะถูกนำมาวางแผนและกำหนดวิธีการในการควบคุม รายละเอียดดังนี้

ก) สร้างความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์กับคุณสมบัติทางด้านกระบวนการผลิต โดยอาศัยความรู้ในกระบวนการผลิต

ข) ผลลัพธ์ที่ได้อาจอยู่ในรูป Quality Control System และProcedures เป็นต้น

เทคนิคการแปลหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพแบบ Four-Phase สามารถแสดงโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วยเมตริกซ์จำนวน 4 เมตริกซ์ รายละเอียดของแต่ละเมตริกซ์ มีดังนี้

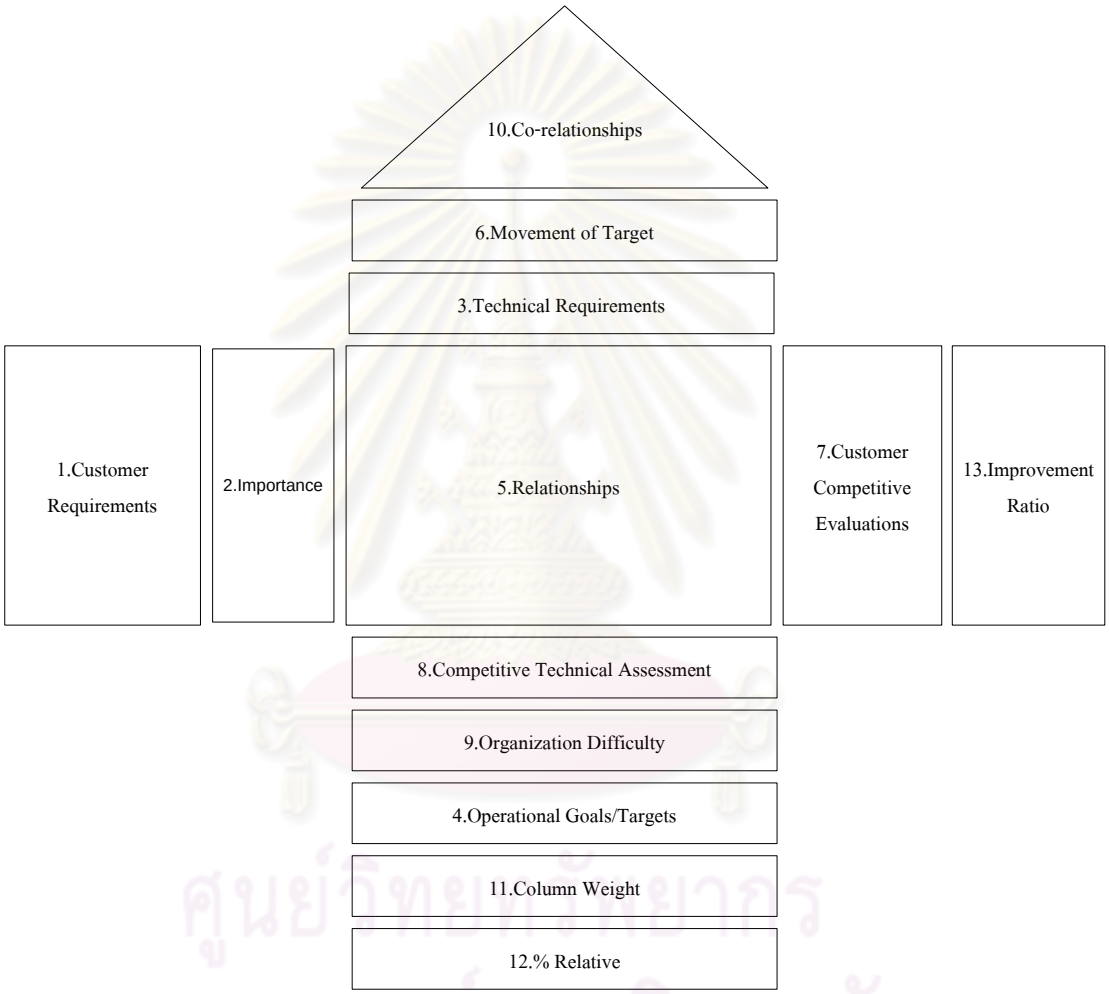
Phase 1: การวางแผนผลิตภัณฑ์ (Product Planning Matrix)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนในการแปลงความต้องการของลูกค้า(Customer requirement) เป็นความต้องการทางเทคนิค (Technical requirement) ประกอบด้วยเนื้อหาหลัก 2 ส่วน ได้แก่

ก) ข้อมูลในแนวนอน เป็นข้อมูลความต้องการที่ได้ทำการสำรวจจากลูกค้า โดยจะประกอบด้วยความต้องการของลูกค้า ค่าระดับความสำคัญที่ลูกค้าให้กับความต้องการแต่ละข้อ รวมถึงการประเมินความสามารถในการแข่งขันของบริษัทเทียบกับคู่แข่งรายอื่น เป็นต้น

ข) ข้อมูลในแนวตั้ง เป็นข้อมูลเชิงเทคนิคที่ได้ทำการสำรวจจากทีมงาน โดยจะทำการแปลงข้อมูลความต้องการของลูกค้าให้อยู่ในรูปภาษาที่สามารถเข้าใจและสื่อสารได้ภายในองค์กรและสามารถวัดค่าได้

ส่วนประกอบของ Product Planning Matrix มีดังนี้



รูปที่ 2.1 เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

1. ความต้องการลูกค้า (Customer Requirements) ข้อมูลในส่วนนี้ได้มาจากการสำรวจความต้องการของลูกค้าและนำมาจัดหมวดหมู่ให้เหมาะสม ตัดความต้องการที่ซ้ำซ้อนกันออก รวมถึงตีความถึงความต้องการที่แฝงเร้นของลูกค้า

2. ระดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้า (Customer Important Rating) เป็นการระบุถึงความสำคัญของความต้องการแต่ละข้อเพื่อเปรียบเทียบกันว่าความต้องการใดมี

ความสำคัญมากที่สุดและความต้องการใดมีความสำคัญน้อยที่สุดโดยใช้เกณฑ์คะแนนเป็นตัวตัดสิน

3. ความต้องการเชิงเทคนิค (Technical Requirements) เป็นการแปลงความต้องการของลูกค้าให้อยู่ในรูปที่ทีมงานสามารถเข้าใจความหมายได้ตรงกัน และอยู่ในลักษณะเชิงเทคนิคที่สามารถวัดค่าได้ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้ โดยความต้องการของลูกค้า 1 ข้ออาจสามารถตอบสนองความต้องการเชิงเทคนิคมากกว่าหนึ่งข้อก็ได้ หรือในทางกลับกับความต้องการเชิงเทคนิค 1 ข้ออาจตอบสนองความต้องการมากกว่า 1 ข้อก็ได้

4. ค่าเป้าหมายของความต้องการเชิงเทคนิค (Operational Goals of Technical Requirements) โดยเป้าหมายเหล่านี้จะต้องสามารถวัดค่าได้ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดเป้าหมายและทิศทางของบริษัทในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และมักจะต้องให้ประกอบการวิเคราะห์ในขั้นตอนของเมตริกซ์ ถัดไป

5.ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิค (Relationship between Customer Requirements and Technical Requirements) คือการให้ระดับความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิค โดยลำดับความสัมพันธ์ที่ใช้เป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์แสดงระดับความสัมพันธ์ดังนี้

◎ - เลข 9 หรือ Strong relationship หมายถึง มีความสัมพันธ์อย่างมาก
○ - เลข 3 หรือ Moderate relationship หมายถึง มีความสัมพันธ์ปานกลาง
△ - เลข 1 หรือ Weak relationship หมายถึง มีความสัมพันธ์น้อย
- ช่องว่าง หรือ No relationship หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

การกำหนดระดับความสัมพันธ์ของความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิคเป็นส่วนเชื่อมโยงที่สำคัญ ข้อมูลที่ได้มาเกิดจากใช้คำถามว่า “หากเราสามารถควบคุม (ความต้องการเชิงเทคนิค) ได้ จะส่งผลต่อ (ความต้องการของลูกค้า) อย่างไร?” (มาก/ปานกลาง/น้อย/ไม่มีเลย)

6. ทิศทางในการพัฒนา (Movement of Target Level) คือ การกำหนดทิศทางในการเคลื่อนไหวของตัวเป้าหมายว่าจะมีเป็นไปในลักษณะใด 3 ลักษณะดังนี้

↓ แนวโน้มค่าเป้าหมายปรับลดลง หมายถึงหากสามารถลดค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ก็ ยิ่งดี เช่น เวลาที่ใช้ในการดำเนินการแก้ไขปัญหา เป็นต้น

◯ แน้วโน้มค่าเป้าหมายคงที่ หมายถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ดีอยู่แล้ว หากสามารถทำได้ตามเป้าหมายนี้ก็สามารถที่จะตอบสนองต่อความต้องการผู้ใช้งานได้ในเกณฑ์เหมาะสมและเพียงพอ

↑ แนวโน้มต้องปรับค่าเป้าหมายเพิ่มขึ้น หมายถึงหากสามารถเพิ่มค่าเป้าหมายที่ตั้งได้ก็ยิ่งดี

7.การวิเคาะห์คู่แข่ง (Competitive Evaluation) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

7.1 การประเมินระดับความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ในปัจจุบันเปรียบเทียบกับคู่แข่ง (Competitive Assessments) โดยจะให้ลูกค้าเป็นผู้ประเมินความพึงพอใจในความต้องการแต่ละหัวข้อของผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับคู่แข่งพร้อมๆกัน ซึ่งใช้ Scale 1-5 ในการประเมิน

7.2 ค่าเป้าหมายในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า (Customer Requirements Goal) คือ การที่บริษัทตั้งเป้าหมายในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าในแต่ละข้อ โดยปกติมักเปรียบเทียบกับคู่แข่ง ซึ่งใช้ Scale 1-5 ในการตั้งค่าเป้าหมาย

8.การประเมินระดับการตอบสนองของความต้องการเชิงเทคนิคต่อความพึงพอใจของลูกค้าเทียบกับคู่แข่ง (Competitive Technical Assessments) คือคะแนนที่ทีมงานแสดงถึงความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการเชิงเทคนิคต่อความพึงพอใจของลูกค้าของบริษัทเปรียบเทียบกับคู่แข่ง ซึ่งใช้ Scale 1-5 ในการประเมิน

9.ระดับความยากในการบรรลุความต้องการทางเทคนิค (Degree of Organization Difficulty) คือ ข้อมูลที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ว่าในการพัฒนาตามความต้องการเชิงเทคนิคโดยทีมงานจะต้องประเมินในแต่ละข้อว่ามีลำดับความยากในการพัฒนาเนื่องจากข้อจำกัดต่างๆของบริษัท

10.ตารางแสดงความสัมพันธ์ร่วมกันของความต้องการเชิงเทคนิค (Co-relationship of Technical Requirements) เป็นการพิจารณาถึงการเชื่องโยงกันภายในความต้องการเชิงเทคนิคกันเอง โดยแต่ละคู่อาจจะส่งผลเสริมกันหรือขัดแย้งกันหรืออาจไม่สัมพันธ์กันเลยก็ได้ ส่วนบนนี้จะอยู่ด้านบนสุดของแผนภูมิ QFD มีสัญลักษณ์แทนความสัมพันธ์ต่างๆดังนี้

+ มีความสัมพันธ์แบบเสริมกัน
- มีความสัมพันธ์แบบขัดแย้ง
O หรือ Strong แสดงว่าข้อกำหนดทั้งสองมีความสัมพันธ์กันมาก
X หรือ Weak แสดงว่าข้อกำหนดทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อย

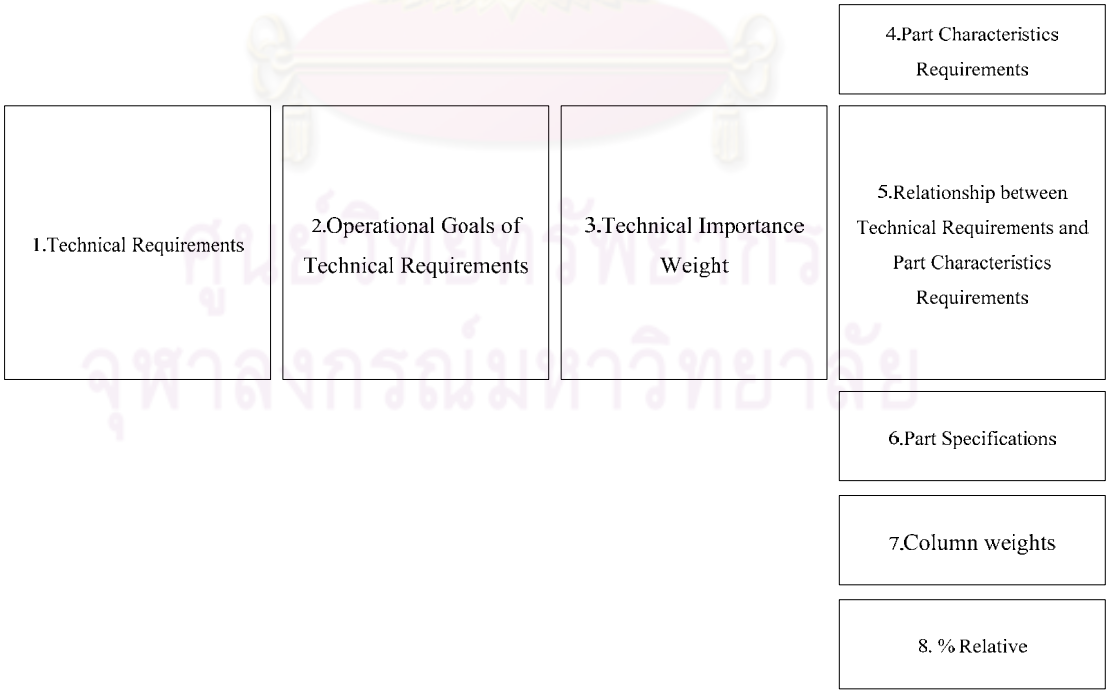
11.ค่าระดับน้ำหนัก (Column weights) เป็นการหาสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิคในแต่ละตัว จากผลรวมของ ผลคูณระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิค (Relationship between Customer Requirements and Technical Requirements) กับระดับความสำคัญของความต้องกรของลูกค้า (Importance)

12.ลำดับความสำคัญโดยเปรียบเทียบ (Technical Importance Relative Weight) เป็นการหาสัดส่วนลำดับความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคในแต่ละข้อกำหนดเทียบกับข้อกำหนดทางเทคนิคทั้งหมด ให้อยู่ในรูปของเปอร์เซนต์

13.ค่าอัตราส่วนการปรับปรุง (Improvement Ratio) เป็นเป้าหมายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยค่านี้จะได้มาจาก สัดส่วนระดับค่าเป้าหมายต่อค่าที่ได้จากการประเมินระดับความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ของบริษัทในปัจจุบัน

Phase 2: การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design Matrix)

ใช้สำหรับแปลงความต้องการทางเทคนิคที่ได้จากขั้นตอนการวางแผนผลิตภัณฑ์ ให้อยู่ในรูปของข้อกำหนดหรือคุณลักษณะของส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ (Part Characteristics) หรือลักษณะของอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ (Equipment Characteristics) ในกรณีงานบริการ มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้



รูปที่ 2.2 เมตริกซ์การออกแบบ

1.ความต้องการเชิงเทคนิค (Technical Requirements) ได้มาจากส่วนที่ 3 ของ Matrix I โดยนำมาจัดลำดับความสำคัญและใช้เป็น Input ใน Matrix II อย่างไรก็ตามหากมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการเชิงเทคนิค สืบเนื่องด้วยการเปลี่ยนแนวคิดหรือหลักการ จะต้องย้อนกลับไปพิจารณาProduct Planning Matrix อีกครั้ง

2.ค่าเป้าหมายของความต้องการเชิงเทคนิค (Operational Goals of Technical Requirements) ได้มาจากส่วนที่ 4 ของMatrix I และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการเชิงเทคนิค ก็ต้องกลับไปพิจารณาเป้าหมายเหล่านี้ใหม่เช่นเดียวกับข้อ1

3.ลำดับความสำคัญโดยเปรียบเทียบ (Technical Importance Relative Weight) ได้มาจากส่วนที่ 12 ของ Matrix I โดยการแปลงค่าจาก %Relative ที่ได้มาให้อยู่ในรูปของ Scale 1-5 ก่อนนำไปใช้จริง

4.ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ (Part Characteristics Requirements) คือ ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ ซึ่งอาจได้มาจากการทำ FMEA หรือการะดมสมองของทีมงาน เป็นการแปลงความต้องการเชิงเทคนิคเข้ามาสู่ตัวผลิตภัณฑ์หรือบริการ โดยข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบนี้จะต้องสามารถวัดค่าได้และสามารถตอบสนองความต้องการเชิงเทคนิค โดยความต้องการเชิงเทคนิค 1 ข้ออาจสามารถสัมพันธ์กับข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของชิ้นส่วนได้มากกว่า 1 ข้อ

5.ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงเทคนิคกับข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ (Relationship between Technical Requirements and Part Characteristics Requirements) แสดงถึงระดับความเชื่อมโยงระหว่างความต้องการทางเทคนิคและข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบที่มีอยู่ทั้งหมด โดยลำดับความสัมพันธ์ที่ใช้เป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์เหมือนกับตารางความสัมพันธ์ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Planning) ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

6.ข้อกำหนดคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละส่วน (Part Specifications) คือค่าบ่งของความต้องการหรือคุณสมบัติของชิ้นส่วนแต่ละข้อว่า มีคุณสมบัติเป็นอย่างไร ซึ่งต้องสามารถวัดค่าได้ และมักนำไปใช้ประกอบการวิเคราะห์ในขั้นตอนของเมตริกซ์ถัดไป

7.ระดับน้ำหนัก (Importance Weights) เป็นการหาค่าความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิคแต่ละตัว จากผลรวมของ ผลคูณระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงเทคนิคแต่ละตัวกับข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ (Relationship between Technical

Requirements and Part Characteristics Requirements) กับระดับน้ำหนักความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิค (Technical Importance Weights)

8.ลำดับความสำคัญโดยเปรียบเทียบ (Part Characteristics Requirements Importance Weights) เป็นการหาสัดส่วนลำดับความสำคัญของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ ในแต่ละข้อกำหนดเทียบกับข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ ทั้งหมดให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์

Phase 3: การวางแผนกระบวนการ (Process Planning Matrix)

ใช้ในการแปลงคุณลักษณะของส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ (Part Characteristics) ที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ ให้อยู่ในรูปของข้อกำหนดหรือคุณลักษณะทางด้านกระบวนการผลิต (Process Characteristics) มีส่วนประกอบดังนี้

รูปที่ 2.3 เมตริกซ์การวางแผนกระบวนการ

1. ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ (Part Characteristics Requirements) ได้มาจากส่วนที่ 4 ของ Matrix II โดยนำมาจัดลำดับความสำคัญและใช้เป็น Inputใน Matrix III

2. ข้อกำหนดคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละส่วน (Part Specifications) ได้มาจากส่วน ที่ 6 ของ Matrix II ใช้เป็น Inputใน Matrix III

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ลำดับความสำคัญโดยเปรียบเทียบ (Part Characteristics Requirements Importance Weights) ได้มาจากส่วนที่ 8 ของ Matrix II โดยการแปลงค่าจาก %Relative ที่ได้มาให้อยู่ในรูปของ Scale 1-5 ก่อนนำไปใช้จริง

4.คุณสมบัติของกระบวนการ (Process Characteristics) คือกระบวนการผลิตซึ่งเราสามารถแยกออกได้เป็น กระบวนการเดิมที่ดีอยู่แล้ว และกระบวนการใหม่ที่สามารถปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น ในส่วนของกระบวนการเหล่านี้มักได้จากการระดมความคิดของทีมงาน หรือคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

5.ความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบกับคุณสมบัติของการบวนการ (Relationship between Part Characteristics Requirements and Process Characteristics) แสดงถึงระดับความเชื่อมโยงระหว่างข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละตัวกับคุณสมบัติของกระบวนการ ที่มีอยู่ทั้งหมด โดยลำดับความสัมพันธ์ที่ใช้เป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์เหมือนกับตารางความสัมพันธ์ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Planning) ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

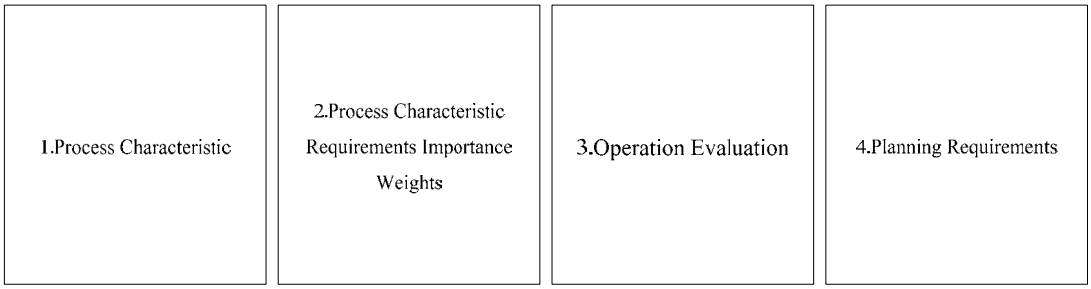
6.ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการ (Process specifications) เป็นเป้าหมายในการพัฒนาเพื่อให้กระบวนการเป็นไปตามที่ต้องการ โดยได้มาจากทีมงานพัฒนา โดยมีข้อกำหนดทางด้านกระบวนการในปัจจุบันและข้อกำหนดใหม่เพื่อการพัฒนา

7.ระดับน้ำหนัก (Importance Weights) เป็นการหาค่าความสำคัญของความต้องการของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละตัว จากผลรวมของ ผลคูณระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละตัวกับคุณสมบัติทางด้านกระบวนการ (Relationship between Part Characteristics Requirements and Process Characteristics Requirements) กับระดับน้ำหนักความสำคัญของความต้องการของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ (Process Characteristics Requirements Importance Weights)

8. ลำดับความสำคัญโดยเปรียบเทียบ (Process Characteristics Requirements Importance Weights) เป็นการหาสัดส่วนลำดับความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านกระบวนการในแต่ละข้อกำหนดเทียบกับคุณสมบัติด้านกระบวนการทั้งหมด ให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์

Phase 4: การวางแผนการผลิต (Production Planning Matrix)

เป็นการนำข้อกำหนดหรือคุณลักษณะทางด้านกระบวนการผลิตที่ได้จากขั้นตอนการวางแผนกระบวนการมาออกแบบและกำหนดวิธีในการควบคุม มีส่วนประกอบดังนี้



รูปที่ 2.4 เมตริกซ์การวางแผนการผลิต

1.คุณสมบัติของกระบวนการ (Process Characteristic) ได้มาจากส่วนที่ 4 ของ Matrix III โดยนำมาจัดลำดับความสำคัญและใช้เป็น Inputใน Matrix IV

2.ระดับความสำคัญของคุณสมบัติของกระบวนการ (Process Characteristics Requirements Importance Weights) ได้มาจากส่วนที่ 8 ของ Matrix III โดยการแปลงค่าจาก %Relative ที่ได้มาให้อยู่ในรูปของ Scale 1-5 แสดงลำดับความสำคัญโดยเปรียบเทียบโดยเรียงจากมากไปน้อย ก่อนนำไปใช้จริง

3.การประเมินการดำเนินงาน (Operation Evaluation) ซึ่งคุณสมบัติของกระบวนการแต่ละข้อที่ได้รับจาก QFD ของ Matrix III นั้น จะถูกประเมินตามหลัก 4 ข้อดังนี้

1.ความยากของการควบคุมกระบวนการ

2.ความถี่ของปัญหาคาดว่าจะเกิด

3.ความรุนแรงของปัญหาเมื่อเกิดขึ้น

4.ความสามารถในการตรวจจับปัญหาที่เกิดขึ้น

การประเมินจะใช้ Scale 1-5 แทนความยาก ความถี่ ความรุนแรง การตรวจจับปัญหา

4.ความต้องการการวางแผน(Planning Requirements) ในส่วนของการวางแผนของเมตริกซ์ที่ 4 ใช้สำหรับระบุปัจจัย เช่น การควบคุม การบำรุงรักษา การป้องกันความผิดพลาดและการฝึกอบรมที่ต้องการเมื่อทำการผลิตสินค้า ซึ่งในส่วนนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงการผลิตที่ต่างชนิดกัน ความต้องการการวางแผนที่นำมาใช้กับคุณสมบัติของกระบวนการแต่ละข้อ ได้แก่

ก) แผนภูมิควบคุม (Quality Control Chart) เป็นแผนภูมิที่ถูกเขียนเป็นเอกสารแยกออกมา ใช้เพื่อกำหนดแผนสำหรับการตรวจสอบคุณสมบัติของกระบวนการ

ข) ตารางการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance Schedule) ใช้ในกระบวนการที่มีความเสื่อมถอยเมื่อมีการทำงานขึ้น การลดลงในสมรรถภาพอาจจะเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น การสึกหรอ การเสื่อมคุณภาพทางเคมี เป็นต้น

ค) การป้องกันการทำงานผิดพลาด (Mistake-proofing) เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกระบวนการ เพื่อทำให้เกิดการป้องกันความผิดพลาด หรือตรวจจับความผิดพลาดได้ในทันทีเมื่อเกิดขึ้น สังเกตว่าความผิดพลาดหลักหลายอย่างควรจะได้รับการป้องกัน โดยใส่ตัวกันการผิดพลาดเข้าไปในการออกแบบผลิตภัณฑ์ระหว่างวิเคราะห์การออกแบบเพื่อการประกอบ

ง) การศึกษาและการฝึกอบรม (Education and Training) ควรถูกพิจารณาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน

2.1.6 การวิเคราะห์ QFD Matrix

2.1.6.1. การประเมินความสมบูรณ์ของเมตริกซ์

QFD Matrix เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการลำดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้า ความต้องการเชิงเทคนิคและกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ปัจจัย ซึ่งทีมงานต้องพยายามตอบคำถามเหล่านี้ ได้แก่ ทีมงานได้รวบรวมความต้องการของลูกค้าที่จำเป็นไว้ทั้งหมดหรือไม่ พิจารณาถึงความต้องการเชิงเทคนิคทุกตัวแล้วหรือไม่ และทราบได้อย่างไรว่า เมตริกซ์ที่ได้ออกมานั้นมีความสมบูรณ์

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ทำการวิเคราะห์ว่ามีที่ว่างเกิดขึ้นในเมตริกซ์ของช่องความต้องการของลูกค้า (เกิดช่องว่างในแนวนอน) และความต้องการเชิงเทคนิค (เกิดในช่องว่างในแนวตั้ง) หรือไม่ ซึ่งอาจมีช่องว่างเกิดขึ้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

ก)ช่องว่างในแนวนอน แสดงให้ทราบว่า ความต้องการลูกค้าในหัวข้อนั้น ไม่มีความสัมพันธ์กับทุกความต้องการเชิงเทคนิค ซึ่งแสดงว่าความต้องการของลูกค้านั้นจะไม่ได้รับการตอบสนอง อาจหมายความว่าความต้องการของลูกค้าในรายการนี้ไม่มีความจำเป็นต้องรับรู้หรือไม่มีความเป็นไปได้ที่จะตอบสนอง

ข) ช่องว่างในแนวตั้ง แสดงให้ทราบว่า ความต้องการเชิงเทคนิคนั้น ไม่ได้ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าเลย หรืออาจเกิดจากการที่เมตริกซ์มีขนาดใหญ่เกินไป

เมื่อทีมงานพบว่าเมตริกซ์มิได้มีลักษณะดังกล่าวข้างต้น ให้ดำเนินการพิจารณาในรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ก) ความต้องการของลูกค้า มีความถูกต้องและเป็นความต้องการที่สามารถตอบสนองได้จริงหรือไม่

ข) ทีมงานมีความเข้าใจพื้นฐานไม่เพียงพอในการให้คำจำกัดความของความต้องการเชิงเทคนิคและความต้องการของลูกค้า มีผลต่อการกำหนดระดับความสัมพันธ์

ค) แผนผังเมตริกซ์ที่ได้อาจมีขนาดใหญ่เกินไป มีความต้องการเทคนิคละเอียดเกินไป ทำให้ยากต่อการพิจารณาระดับความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้งสอง

ง) การพิจารณาระดับความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงเทคนิคกับความต้องการของลูกค้า เกิดขึ้นโดยความต้องการของลูกค้าแต่ละตัวไม่เป็นอิสระต่อกัน

ขั้นตอนที่ 2 หากเมตริกซ์ที่ได้มีความต้องการของลูกค้าตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไปที่มีระดับความสัมพันธ์กับความต้องากรเชิงเทคนิคที่เหมือนกัน แสดงให้เห็นว่าความต้องการของลูกค้าใน 2 ข้อดังกล่าวมีการแตกรายละเอียดของความต้องการที่มากเกินไป สามารถยุบรวมกันได้

ขั้นตอนที่ 3 หากในช่องเมตริกซ์ของความต้องการลูกค้าที่ระดับความสัมพันธ์กับความต้องการเชิงเทคนิคเฉพาะในระดับต่ำสุดเท่านั้น แสดงให้เห็นว่าเมตริกซ์ดังกล่าวไม่มีความต้องการเชิงเทคนิคที่ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าในข้อดังกล่าวเพียงพอ

กรณีที่พบว่าเกิดเมตริกซ์ในลักษณะที่ไม่สมบูรณ์ดังกล่าวข้างต้น ทีมงานควรทำการศึกษาวิเคราะห์ในรายละเอียดใหม่ เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงจนกว่าจะได้เมตริกซ์ที่สมบูรณ์

2.1.6.2.การประเมินความพอเพียงและความลำเอียงของเมตริกซ์

ขั้นตอนในการตรวจสอบว่าการพิจารณาให้ระดับความสัมพันธ์ในเมตริกซ์ของทีมงานมีความพอเพียงและไม่ลำเอียง โดยพิจารณาดังนี้

ก) เมตริกซ์ที่ได้มีเพียง 1หรือ 2 ความต้องการเชิงเทคนิคเท่านั้น ที่มีความสัมพันธ์กับแต่ละความต้องการของลูกค้า สาเหตุนี้เกิดจากการศึกษาและวิเคราะห์ผลความต้องการของลูกค้าไม่เพียงพอ ทีมงานต้องนำข้อมูลกลับมาวิเคราะห์ใหม่และพยายามหาความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าแล้วจึงนำกลับมาพิจารณาใหม่อีกครั้ง

ข) เมตริกซ์ที่มีการจัดกลุ่มระดับความสัมพันธ์ของความต้องการเชิงเทคนิคกับความต้องการของลูกค้า สาเหตุนี้เกิดจากไม่มีการจัดลำดับชั้นของแต่ละความต้องการ ทีมงานต้องทำการวิเคราะห์ใหม่อีกครั้ง โดยอาศัยเครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์ต่างๆ อาทิเช่น Affinity Diagram, Tree Diagram เป็นต้น อีกกรณีหนึ่ง คือ ทุกความต้องการเชิงเทคนิคมีความสัมพันธ์ในระดับสูงสุด หรือการพึงพอใจเฉพาะเจาะจงต่อความต้องการของลูกค้าเพียงข้อเดียว สาเหตุนี้เกิดจากมีความลำเอียงเกิดขึ้น ซึ่งควรปรับปรุงโดยการประเมินระดับความสัมพันธ์ใหม่อีกครั้งหนึ่ง

และควรจัดแยกความต้องการของลูกค้าในหัวข้อดังกล่าวออกเป็นความต้องการในอีกระดับหนึ่งด้วย

ค) เมตริกซ์ที่มีการจัดกลุ่มระดับความสัมพันธ์ และเมตริกซ์ที่ทุกความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิคมีความสัมพันธ์ในระดับสูงสุด พบว่า ความต้องการของลูกค้ามีความสัมพันธ์เฉพาะเจาะจงต่อความต้องการเชิงเทคนิคเพียงข้อเดียว สาเหตุนี้เกิดจาก มีความลำเอียงเกิดขึ้น ควรปรับปรุงโดยการประเมินระดับความสัมพันธ์ใหม่อีกครั้งหนึ่งเช่นกัน

ง) เมตริกซ์ที่มีการกระจายตัวของระดับความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิคทั้งตาราง แต่มีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ค่อนข้างต่ำ ลักษณะดังกล่าวอาจเกิดจากสาเหตุ 2 ประการ ได้แก่

1. ความต้องการเชิงเทคนิคเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ไม่มีความชัดเจนในการพิจารณา

2. ไม่มีความเข้าใจในรายละเอียดของแต่ละความต้องการเชิงเทคนิค กรณีนี้ควรปรับปรุงเมตริกซ์โดยทีมงานพิจารณาถึงความต้องการเชิงเทคนิคใหม่อีกครั้งหนึ่ง

2.1.6.3. การตรวจสอบความมีเสถียรภาพของเมตริกซ์

การตรวจสอบความมีเสถียรภาพของเมตริกซ์ โดยการใช้ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลการแข่งขันในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้ากับข้อมูลการแข่งขันทางด้านเทคนิค ซึ่งเป็นการพิจารณาถึงแนวโน้มของการเปรียบเทียบโดยทำการประเมินว่า บริษัทสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ดีเพียงใด ซึ่งสามารถสรุปได้เป็น 3 กรณีดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ถ้าแนวโน้มของการเปรียบเทียบทางด้านเทคนิคของบริษัทและแนวโน้มของการเปรียบเทียบความต้องการที่ได้รับจากลูกค้าเหมือนกัน แสดงว่าการพัฒนาระบบดำเนินการไปในทิศทางที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างเหมาะสม

กรณีที่ 2 บริษัทสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้สูงกว่าความต้องการเชิงเทคนิคของบริษัท เมื่อเทียบกับคู่แข่งหรือมาตรฐาน แสดงว่า พฤติกรรมการดำเนินกิจการมีลักษณะของกิจกรรมการขายสินค้าหรือระบบมากกว่าที่จะพัฒนาการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งสามารถทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พึงพอใจต่อสินค้าของบริษัท เนื่องจากไม่สามารถตอบสนองได้ในระดับที่ลูกค้าต้องการ

กรณีที่ 3 หากบริษัทสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ต่ำกว่าคู่แข่งและการเปรียบเทียบความต้องการเชิงเทคนิคของบริษัท พบว่าสูงกว่าคู่แข่งหรือมาตรฐาน

แสดงผลว่าบริษัทอาจมีความสามารถสูงกว่าคู่แข่ง ซึ่งอาจเกิดจากบริษัทมีการดำเนินกิจกรรมการขายน้อยกว่าที่ควรเป็นในขณะที่มีความสามารถในการตอบสนองได้สูง

2.1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำ QFD

2.1.7.1. ผลประโยชน์ต่อลูกค้า

ก) ช่วยให้ลูกค้าได้รับความพึงพอใจในตัวผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างถูกต้อง

ข) ทำให้ลูกค้าได้มีส่วนร่วมในการพัฒนาและกำหนดลักษณะของผลิตภัณฑ์

2.1.7.2. ผลประโยชน์ต่อบริษัท

ก) การพัฒนาและการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นไปในทิศทางที่ถูกต้อง

ข) ลดขั้นตอนในการพัฒนาและการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ได้

ค) ลดค่าใช้จ่ายในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้

ง) ช่วยให้การวางแผนทางการตลาดง่ายขึ้น และสามารถเข้าถึงความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี

จ) ทำให้ภาพพจน์ของบริษัทในสายตาของลูกค้าเป็นไปในทางที่ดี เนื่องจากบริษัทได้ให้ความสำคัญกับลูกค้าในการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์

ฉ) ช่วยให้เกิดความร่วมมือในการทำงานและลดปัญหาการขัดแย้งกันเองภายในบริษัท

ช) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์และบริการต่างๆ ของบริษัทพัฒนาไปอย่างมีคุณภาพและมีทิศทางที่ถูกต้อง

2.2 <u>ทฤษฎีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA)</u>

2.2.1 ความหมาย

FMEA หรือ Failure Mode and Effects Analysis (การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ) ได้รับการพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกสำหรับโครงการอวกาศของ NASA ในช่วงทศวรรษ 1950 ต่อมาได้มีการขยายไปยังอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยในปี 1972 กลุ่มปฏิบัติงาน North American Automotive Operations ของบริษัท Ford Motor จำกัดได้ผนวก FMEA เข้ากับโปรแกรมที่ฝึกอบรมเรื่องความไว้วางใจของผลิตภัณฑ์สำหรับอบรมพนักงานของบริษัท จากนั้นได้รับการเผยแพร่และนำไปประยุกต์ใช้อย่างรวดเร็วสำหรับอุตสาหกรรมกลุ่มอากาศยาน รถยนต์

อาวุธ และอิเล็คทรอนิคส์ สำหรับประเทศไทยได้เริ่มมีการประยุกต์ใช้ FMEA กับกลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ก่อนตามความต้องการของFord Motor จำกัด ตามระบบมาตรฐาน Q101 ของ Ford เมื่อประมาณปี คศ.1990 และหลังจากที่อุตสาหกรรมได้มีการประยุกต์มาตรฐานระบบบริหารคุณภาพ QS9000 ISO/TS 16949 ตลอดจน TL 9000 ก็ยิ่งทำให้อุตสาหกรรมไทยเริ่มมีความคุ้นเคยกับ FMEA มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้ FMEA ยังคงจำกัดอยู่ในอุตสาหกรรมยานยนต์และอิเล็คทรอนิคส์เป็นส่วนใหญ่

AI AG (2001) ได้นิยามสำหรับ FMEA ไว้ดังนี้

FMEA คือกลุ่มของกิจกรรมเชิงระบบประการหนึ่ง (a systematic group of activities) ที่มีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

ก) รับรู้และประเมินถึงแนวโน้มของข้อบกพร่อง (Potential failure) ของผลิตภัณฑ์/กระบวนการหนึ่งและผลกระทบ (effects) จากข้อบกพร่องดังกล่าว

ข) การบ่งชี้ถึงการปฏิบัติการที่สามารถกำจัดทิ้งหรือลดโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง

ค) การดำเนินการจัดทำกระบวนการทั้งหมดให้อยู่ในรูปเอกสาร

2.2.2 เป้าหมายในการทำ FMEA

เป้าหมายหลักของ FMEA คือการสร้างระบบในการป้องกันหรือลดโอกาสการเกิดลักษณะข้อบกพร่อง กำจัดสาเหตุของข้อบกพร่อง รวมถึงประสิทธิภาพในการตรวจจับข้อบกพร่องให้พบก่อนถูกส่งเข้าสู่กระบวนการถัดไป ซึ่งยังผลให้การร้องเรียนของลูกค้าต่อสินค้า หรือบริการที่ส่งมอบลดลง ความพึงพอใจของลูกค้าอยู่ในระดับสูงขึ้น ทำให้องค์กรมีศักยภาพการแข่งขันในระดับสากลทั้งด้านราคา คุณภาพ การส่งมอบ การบริการ รวมถึงการสร้างกำลังใจ และสภาพแวดล้อมในการทำงานอย่างมีคุณภาพ

ก) ต้องมีการแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของข้อบกพร่องและความผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นแล้วจากระบบงาน การออกแบบ การผลิต และการบริการอย่างชัดเจนและมีการประเมินผล

ข) ต้องมีการบ่งชี้การกระทำ สำหรับการลด หรือขจัดโอกาสของความล้มเหลว ปัญหาและความผิดพลาดนั้น ๆ ที่จะเกิดขึ้นมาอีก

ค) ต้องมีการบันทึกลงในแบบฟอร์มมาตรฐาน โดยปกติแล้วอุตสาหกรรมผลิตนิยมใช้ FMEA 2 ชนิดคือ Design FMEA สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีการนำเอาปัญหาสำคัญ และข้อบกพร่องต่าง ๆ จากผู้ใช้หรือลูกค้า มาศึกษาและหาวิธีการปรับปรุงแก้ไข และอีกชนิดหนึ่งคือ

Process FMEA สำหรับการออกแบบและปรับปรุงกระบวนการผลิตซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดของเสียและขจัดหรือลดปัญหาจากการผลิตที่จะส่งต่อไปยังกระบวนการผลิตถัดไป และลูกค้า

2.2.3 ขั้นตอนทั่วไปของการจัดทำFMEA

ในการดำเนินงานFMEA ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจะต้องดำเนินการภายใต้รูปแบบคณะทำงานหรือทีม ที่เวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดเท่าที่สามารถกระทำได้ โดยมีขั้นตอนทั่วไปในการจัดทำ FMEA ดังนี้

2.2.3.1 การกำหนดกลยุทธ์ในการจัดทำ FMEA

เนื่องจากการจัดทำ FMEA มีรายละเอียดค่อนข้างมาก ดังนั้นการวิเคราะห์ FMEA สำหรับทุก ๆ กระบวนการในการผลิตส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์จึงเป็นสิ่งที่เกือบจะเป็นไปไม่ได้เลย เพราะต้องใช้เวลาในการจัดทำค่อนข้างมาก จึงมีความจำเป็นต้องเลือกกระบวนการบางกระบวนการขึ้นมาวิเคราะห์ โดย FMEA ซึ่งควรพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

ก) มีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีใหม่

ข) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอยู่ได้รับการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมค่อนข้างมาก

ค) มีปัญหาของกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างเรื้อรัง

ง) มีการควบคุมการทำงานของพนักงานปฏิบัติงานค่อนข้างมาก

จ) มีความผันแปรค่อนข้างสูง โดยไม่ทราบว่ามีสาเหตุจากแหล่งใด

2.2.3.2. การทบทวนกระบวนการ

ในขั้นตอนนี้คณะทำงานFMEA จะต้องทำความเข้าใจกับกระบวนการที่ได้รับเลือกไว้ในขั้นตอนข้างต้น โดยการทำความเข้าใจนี้ควรเริ่มต้นจากการทำกระบวนการให้อยู่ในรูปของแผนภาพหรือแผนภูมิแสดงการไหลของกระบวนการ และจากแผนภูมินี้เองจะทำให้รับทราบถึงกระบวนการผลิตในทุกขั้นตอน ตลอดจนความสัมพันธ์ของปัจจัยป้อนเข้า (Input) และผลผลิต (Output) ตลอดจนจุดวัดที่แต่ละกระบวนการ

2.2.3.3 การระดมสมองค้นหาแนวโน้มของข้อบกพร่อง

ในการระดมสมองนี้มีความจำเป็นต้องตรวจสอบถึงความเข้าใจก่อนว่าสมาชิกในกลุ่มคณะทำงานมีความเข้าใจในหน้าที่และแนวคิดในการทำงานของกระบวนการแล้วหรือยัง เพื่อกำหนดถึงแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง(Potential Failure Mode) ซึ่งการดำเนินการนี้ควรให้สมาชิกทุกคนในคณะทำงานมีอิสระในการใช้ความคิดผ่านการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการ

เพื่อการกำหนดแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง และในการระดมสมองควรเชิญบุคคลที่มีความรู้และเกี่ยวข้องอย่างมากมาร่วมออกความคิดเห็นด้วย อาทิ พนักงานปฏิบัติงานหน้างาน หรือหัวหน้างานเป็นต้น

2.2.3.4 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการ

ในขั้นตอนนี้ให้ทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการโดยเริ่มจากการพิจารณาถึงลูกค้า ที่หมายถึงกระบวนการเริ่มไปจนกระทั่งถึงผู้ใช้คนสุดท้ายแล้วพิจารณาว่าข้อบกพร่องดังกล่าวมีผลกระทบประการใดต่อลูกค้า โดยลูกค้าที่เป็นกระบวนการถัดไปจะพิจารณาจากผลกระทบต่อความสามารถในการนำผลิตภัณฑ์จากกระบวนการที่พิจารณาไปทำการผลิตต่อสำหรับลูกค้าที่เป็นผู้ใช้คนสุดท้ายจะพิจารณาจากผลกระทบต่อประโยชน์ใช้สอยที่ลดลงที่ลูกค้าพึงได้รับจากผลิตภัณฑ์และความรุนแรง(Severity - S) จากผลกระทบที่พิจารณานี้จะได้รับการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลูกค้าหรือเปลี่ยนแปลงการใช้งานเท่านั้น จากนั้นพิจารณาถึงสาเหตุการเกิดลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณา โดยสาเหตุจะต้องมาจากการพิจารณาแนวคิดในการทำงานของกระบวนการ และเมื่อทราบสาเหตุแล้วจะพิจารณาความเสี่ยงโดยประเมินถึงโอกาสการเกิด (Occurrence - O) จากความเป็นไปได้ (Likelihood) ที่สาเหตุดังกล่าวจะเกิดขึ้นซึ่งอาจจะผ่านการวิเคราะห์ความผันแปรเชิงสถิติหรืออาศัยประสบการณ์และความรู้สึก (Gut feeling) จากผู้มีประสบการณ์ เมื่อวิเคราะห์ถึงผลกระทบและสาเหตุแล้วในลำดับสุดท้ายของขั้นตอนนี้จะพิจารณาถึงการควบคุมกระบวนการที่ใช้ปัจจุบัน(Current Control) เพื่อพิจารณาว่าระบบควบคุมที่ใช้ปัจจุบันมีความสามารถในการบ่งชี้ลักษณะข้อบกพร่องก่อนที่จะเกิดขึ้นหรือเมื่อเกิดขึ้นแล้วแต่สามารถบ่งชี้ได้ก่อนส่งให้ลูกค้าได้ดีเพียงไร และจะพิจารณาความเสี่ยงโดยประเมินถึงความสามารถในการตรวจจับ(Detection - D) ของระบบ โดยผลกระทบการประเมินนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อได้รับการเปลี่ยนแปลงระบบควบคุมกระบวนการที่ใช้ปัจจุบันเท่านั้น

2.2.3.5 การประเมินตัวเลขแสดงความเสี่ยง

ภายหลังจากการวิเคราะห์ลักษณะบกพร่องแต่ละรายการแล้วให้ทำการประเมินค่าความเสี่ยงโดยพิจาณาจากองค์ประกอบทั้งสามประการ คือ ความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่อง(S) โอกาสในการเกิด (O) และความสามารถในการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง (D) ดังนั้น

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

โดยRPN หมายถึง ตัวเลขแสดงลำดับของความเสี่ยง (Risk Priority Number)

2.2.3.6 การกำหนดมาตรการการตอบโต้เพื่อลดความเสี่ยง

ภายหลังจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงแล้วให้ทำการเลือกลักษณะข้อบกพร่องที่รุนแรงและ/หรือความเสี่ยงมากขึ้นมาพิจารณากำหนดมาตรการตอบโต้ โดยการกำหนดมาตรการตอบโต้นี้ควรมาจากพื้นฐานของเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (Intrinsic Technology) และเมื่อกำหนดมาตรการตอบโต้แล้วให้ดำเนินการปฏิบัติการ (Action) โดยการดำเนินการให้อยู่ในรูปแบบคณะทำงานที่มีการมอบหมายอย่างเป็นทางการ

2.2.3.7 การประเมินผลความเสี่ยงภายหลังการปฏิบัติการตอบโต้

หลังจากมีการตอบโต้เรียบร้อยแล้ว ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยงในรูปของค่า RPN โดยอาศัยกฎเกณฑ์เดิมอีกครั้งเพื่อพิจารณาว่าความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณาได้ลดลงหรือไม่

2.2.3.8 การติดตามผลและจัดทำมาตรฐาน

ในขั้นตอนสุดท้ายของการดำเนินการ FMEA ในรอบแรกจะได้จากการติดตามผลเพื่อสร้างความมั่นใจว่ามาตรการตอบโต้ที่กำหนดไว้ได้รับการนำไปปฏิบัติใช้อย่างมีประสิทธิผลหรือไม่และถ้ามีประสิทธิผลดีแล้วก็ควรจะดำเนินการจัดทำมาตรฐานต่อไป เมื่อมีการนำมาตรการตอบโต้ไปใช้ และควบคุมอย่างได้ผลดีแล้ว ก็ควรจะดำเนินการวิเคราะห์ FMEA อีกเพื่อความพยายามในการลดค่าความเสี่ยงลงอย่างต่อเนื่อง

2.2.4 ชนิดของ FMEA และการนำไปใช้งาน

Failure Mode and Effect Analysis หรือ FMEA เป็นวิธีการวิเคราะห์ปัญหาหรือความล้มเหลวอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอน เหมาะสำหรับการค้นหาสาเหตุของความผิดพลาดก่อนที่จะเกิดขึ้นจริงเพื่อเป็นการป้องกันก่อนที่จะเกิดปัญหาร้ายแรงขึ้นมาภายหลัง และเป็นการลดความเสี่ยงของการเกิดปัญหา โดยทั่วไปแล้ว FMEA สามารถแบ่งตามวิธีการนำไปใช้งานได้หลายอย่าง คือ

2.2.4.1 System FMEA สำหรับการออกแบบหรือปรับปรุงระบบทำงาน การใช้งานมักจะรวมอยู่ในขั้นตอนของ FMEA ชนิดอื่น ๆ ได้แก่ การสร้างแนวคิดในการออกแบบ และการกำหนดรายละเอียดของระบบงาน การออกแบบ การพัฒนา การทดสอบ และการประเมินผลระบบ

2.2.4.2 Design FMEA นิยมใช้สำหรับการวิเคราะห์ผลและแก้ไขงานที่มีการทดลองหรือปฏิบัติเป็นครั้งแรก มักจะพิจารณาเกี่ยวข้องกับกลุ่มของการรวมส่วนประกอบต่าง ๆ หรือส่วนย่อย ๆ เข้าด้วยกันและส่วนของผลิตภัณฑ์ว่ามีหน้าที่การใช้งาน (Function) ตามที่ออกแบบไว้

เหมาะสมดีหรือไม่ และส่วนใดจะมีปัญหา จะต้องป้องกันหรือลดระดับความเสี่ยงได้มากน้อยแค่ไหน

2.2.4.3 Process FMEA สำหรับกระบวนการผลิตซึ่งก็มีลักษณะเหมือนกับ Design FMEA แต่มักจะพิจารณาเกี่ยวกับปัจจัยการผลิตที่สำคัญคือ พนักงาน เครื่องจักร วัสดุ วิธีการ การวัด และสภาพแวดล้อมของการผลิต โดยทั่วไปแล้วเครื่องจักรจะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด เมื่อจัดทำ Process FMEA

2.2.4.4 Service FMEA จะเกี่ยวข้องกับการให้บริการเป็นหลักโดยนิยมให้คนเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดเมื่อจัดทำ Service FMEA

2.2.4.5 Machinery FMEA สำหรับการวิเคราะห์เครื่องจักรอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้โดยแบ่งเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น โครงสร้างเครื่องจักร เครื่องมือ ส่วนทำความเย็น ส่วนกำลัง ส่วนหล่อลื่น ชุดเกียร์ ตลับลูกปืน

2.2.5 ลำดับขั้นตอนการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการ

2.2.5.1. ลำดับขั้นตอนการสร้าง PFMEA ให้ใส่หมายเลขเอกสารสำหรับ PFMEA ลงไปเพื่อประโยชน์ในการสอบกลับได้

2.2.5.2. ชื่อผลิตภัณฑ์/กระบวนการ ให้ใส่ชื่อและจำนวนของระบบ ระบบย่อย หรือชิ้นส่วนประกอบสำหรับกระบวนการที่จะทำการวิเคราะห์

2.2.5.3. ผู้รับผิดชอบกระบวนการ ให้ใส่ชื่อผู้ผลิต ฝ่ายงานและกลุ่มงานลงไปทั้งนี้อาจจะรวมถึงชื่อของผู้ส่งมอบ (ถ้าทราบ)

2.2.5.4. ผู้จัดทำ ให้ชื่อผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดเตรียม PFMEA พร้อมหมายเลขโทรศัพท์และชื่อของบริษัทที่สังกัด

2.2.5.5. ชื่อรุ่นผลิตภัณฑ์ ให้ใส่ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ที่จะใช้และ/หรือได้รับผลกระทบจากกระบวนการที่ทำการวิเคราะห์

2.2.5.6. วันสำคัญ (Key Date) ให้ใส่วัน เดือน ปี ที่ควรกำหนดเสร็จสิ้นซึ่งไม่ควรจะเกินไปกว่ากำหนดวันเริ่มต้นทำการผลิต แต่ถ้าเป็นกรณีที่ PFMEA ได้รับการจัดทำโดยผู้ส่งมอบวันเดือนปีที่ควรเสร็จสิ้นไม่ควรเกินไปกว่ากำหนดวันที่จะต้องจัดส่ง

2.2.5.7. วัน เดือน ปี สำหรับ PFMEA ให้ใส่วัน เดือน ปี ที่เริ่มต้น จัดทำ PFMEA และวัน เดือน ปี ที่ทบทวน PFMEA ครั้งล่าสุด

2.2.5.8. คณะทำงาน ให้ใส่ชื่อบุคคลที่รับผิดชอบรวมถึงฝ่ายงานที่มีอำนาจในการบ่งชี้และ/หรือดำเนินการ

2.2.5.9. หน้าที่/ความต้องการของกระบวนการ ให้ใช้คำอธิบายง่าย ๆ เกี่ยวกับกระบวนการหรือขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ได้รับการวิเคราะห์ เช่น การกลึง การเจาะ การเชื่อมประสาน การประกอบและให้ใส่หมายเลขของกระบวนการหรือขั้นตอนการปฏิบัติงานลงไปด้วย

2.2.5.10. แนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง โดยข้อบกพร่อง (Failure) และลักษณะข้อบกพร่อง (Failure Mode) หมายถึง ลักษณะทางกายภาพที่กระบวนการจะไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามที่ออกแบบไว้หรือกำหนดความต้องการไว้

2.2.5.11. แนวโน้มของผลจากข้อบกพร่อง ในช่องนี้ของแบบฟอร์ม PFMEA ให้แสดงถึงแนวโน้มของผลจากข้อบกพร่องที่มีความหมายว่า ผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่องที่กระทบกับลูกค้า โดยผลกระทบดังกล่าวอาจจะอยู่ในรูปของสิ่งที่ลูกค้าสังเกตหรือสิ่งที่ลูกค้าเคยมีประสบการณ์มาก่อนก็ได้

2.2.5.12. ความรุนแรงของผลกระทบ หรือ S – Severity ในช่องนี้จะวิเคราะห์ถึงความรุนแรงของแนวโน้มของผลกระทบจากข้อบกพร่อง โดยความรุนแรงจะหมายถึงขนาดของความรุนแรง (Seriousness) ของผลกระทบและความรุนแรงนี้จะเป็นลักษณะเชิงสัมพัทธ์ภายใต้ขอบเขตของแต่ละ FMEA และการลดขนาดความรุนแรงของผลกระทบความรุนแรงจะได้จากการออกแบบใหม่สำหรับระบบหรือกระบวนการเท่านั้น (ไม่สามารถดำเนินการโดยการเปลี่ยนแปลงความคาดหวังของลูกค้าได้) ในการประเมินความรุนแรง ทีม PFMEA ควรกำหนดกฎเกณฑ์สำหรับการประเมินผลก่อนเสมอโดยทั่วไปอาจจะใช้สเกล 1-10 (อาจจะใช้สเกล 1-4 1-25 หรือ 1-100 ก็ได้โดยสนใจถึงความสามารถในการแยกความแตกต่างของสเกลได้) และควรกำหนดให้ความรุนแรงที่สูงที่สุดได้คะแนนสูงที่สุดและให้ความรุนแรงที่ต่ำที่สุดได้คะแนนต่ำที่สุด และถ้าผลกระทบใดได้คะแนนต่ำสุดก็จะตัดผลกระทบนั้นออกไป

2.2.5.13. การจำแนก ช่องนี้อาจจะได้รายการใช้ในการจำแนก (Classify) คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการพิเศษ สำหรับชิ้นส่วนประกอบ ระบบย่อย หรือระบบที่อาจต้องการการควบคุมกระบวนการเพิ่มเติมนอกจากนี้ในการกำหนดถึงลักษณะข้อบกพร่องที่สำคัญมากจากการประเมินผลด้านวิศวกรรม

2.2.5.14. สาเหตุแนวโน้มของข้อบกพร่อง ในช่องนี้ ผู้วิเคราะห์ PFMEA จะต้องค้นหาสาเหตุ รากเหง้าหรือกลไกของข้อบกพร่องใส่ลงไป โดยสาเหตุของข้อบกพร่อง หมายถึง วิธีการที่ข้อบกพร่องจะเกิดขึ้นโดยอธิบายในรูปของสิ่งที่ได้รับการแก้ไขหรือสามารถได้รับการควบคุมได้

2.2.5.15. โอกาสเกิด – O (Occurrence) โอกาสในการเกิดจะหมายถึง ความเป็นไปได้ของสาเหตุหรือกลไกเฉพาะหนึ่งจะเกิดขึ้น ดังนั้นอันดับของความเป็นไปได้ในการเกิด (Likelihood of Occurrence) จึงมีความหมายเชิงสัมพันธ์มากกว่าตัวเลขสัมบูรณ์ และการลดโอกาสการเกิดขึ้นนี้จะต้องได้มาจากมาตรการป้องกันหรือควบคุมสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่องที่ผ่านการเปลี่ยนแปลงแบบหรือกระบวนการ

2.2.5.16. การควบคุมในปัจจุบัน ในช่องนี้จะแสดงถึงระบบการควบคุมกระบวนการในปัจจุบัน โดยการควบคุมกระบวนการคือ ลักษณะของการควบคุมที่อาจจะอยู่ในรูปการป้องกันสิ่งที่เป็นไปได้ของลักษณะข้อบกพร่องหรือสาเหตุตลอดจนกลไกของข้อบกพร่องจากการเกิดขึ้นหรือตรวจจับลักษณะข้อบกพร่องหรือสาเหตุตลอดจนกลไกของข้อบกพร่องที่อาจจะทำให้เกิดขึ้น

2.2.5.17. การตรวจจับ – D (Detection) ในช่องนี้จะใส่คะแนนที่ประเมินผลถึงความสามารถในการควบคุมของระบบการควบคุมในปัจจุบัน โดยคะแนนการตรวจจับจะเป็นปริมาณเชิงสัมพัทธ์ภายใต้ขอบเขตของFMEA สำหรับแต่ละกระบวนการที่ทำการศึกษาและจะให้คะแนนการตรวจจับต่ำลง (คือ มีความสามารถในการตรวจจับดีขึ้น) จะต้องเกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงวิธีกาควบคุมที่ได้วางแผนไว้เท่านั้น ในการพิจารณาคะแนนประเมินผลการตรวจจับนี้จะต้องพิจารณาจากความสามารถของระบบการควบคุมที่ป้องกันข้อบกพร่องจากการส่งมอบถึงลูกค้าเท่านั้น โดยต้องไม่คำนึงถึงโอกาสเกิดขึ้นของลักษณะข้อบกพร่อง

2.2.5.18. ตัวเลขแสดงลำดับของความเสี่ยง (RPN-Risk Priority Number) ตัวเลขที่แสดงลำดับของความเสี่ยงที่พิจารณาได้จากองค์ประกอบสามประการ คือ ความรุนแรง โอกาสในการเกิดและการตรวจจับ ดังนั้น RPN = S x O x D โดยทั่วไปแล้วค่าตัวเลข RPN จะไม่มีความหมายใด ๆ นอกจากใช้สื่อถึงลำดับในการกำหนดความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องจากกระบวนการเท่านั้นและเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า ผู้วิเคราะห์สามารถให้คะแนนเกณฑ์ที่กำหนดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

2.2.5.19. วิธีการปฏิบัติแก้ไข ในช่องนี้ของแบบฟอร์มPFMEA สำหรับกระบวนการให้ทำการระบุวิธีการปฏิบัติเพื่อตอบโต้เชิงป้องกัน/แก้ไขกับลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงมากที่สุดก่อน (ในกรณีที่ระดับความรุนแรงมีคะแนน 9 หรือ 10 ให้กำหนดมาตรการตอบโต้ทันที โดยไม่สนใจว่าค่า RPN จะมีค่าเท่าไหร่) และจากนั้นให้ทำการพิจารณาการโต้ตอบลักษณะข้อบกพร่องที่มีคะแนน RPN สูงในลำดับแรก ๆ

2.2.5.20. ผู้รับผิดชอบในการปฏิบัติการแก้ไข และวันเสร็จสิ้น ในช่องนี้ให้ระบุชื่อบุคคลที่รับผิดชอบต่อการดำเนินการปฏิบัติการแก้ไขนี้รวมทั้งระบุวันเสร็จสิ้นที่เป็นหมายด้วย

2.2.5.21. การแก้ไข ในช่องนี้ให้ทำการสรุปสั้น ๆ ถึงรายละเอียดการปฏิบัติการแก้ไขที่ได้กระทำไป

2.2.5.22. ผลการแก้ไข ภายหลังจากมีการบ่งชี้มาตรการแก้ไข/ป้องกันแล้ว ให้ทำการประมาณค่า พร้อมทั้งคำนวณค่า RPN อีกครั้งแต่หากไม่ได้มีการกำหนดมาตรการใดๆให้ปล่อยว่าง

2.2.6 ประโยชน์ของการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

ก) ช่วยพิจารณาทางเลือกตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งเพิ่มศักยภาพของการผลิตและความน่าเชื่อถือ

ข) สร้างความมั่นใจว่ารูปแบบของความล้มเหลว ความผิดพลาดและปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมถึงผลกระทบที่อาจจะตามมา ได้รับการพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วน

ค) แสดงรายการของปัญหาหลักต่าง ๆ และระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานั้นขึ้นมา

ง) ช่วยแสดงบันทึกผลการปรับปรุงหลังจากมีมาตรการแก้ไขให้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่งได้ทันที

จ) เป็นพื้นฐานสำหรับการกำหนดรายการทดสอบเพิ่มเติมระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการผลิต

ฉ) ช่วยรวบรวมข้อมูลในอดีตสำหรับเป็นเอกสารอ้างอิงในอนาคต โดยนำมาใช้วิเคราะห์รูปแบบของปัญหาหรือความล้มเหลวต่าง ๆ สำหรับการพิจารณาหรือการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิต

ช) ทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่าการปรับปรุงและพัฒนาต่าง ๆ มีผู้รับผิดชอบหรือช่วยให้วิศวกรประจำกระบวนการผลิตสร้างระบบการป้องกันปัญหาที่สามารถประเมินผลได้ เมื่อมีการประชุมทบทวนขั้นสุดท้ายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิต

ซ) เป็นการแยกแยะและลำดับความสำคัญของข้อผิดพลาดรวมทั้งผลกระทบที่เกี่ยวข้อง

ฌ) พัฒนาคุณภาพ ความปลอดภัย กระบวนการ

ญ) ลดเวลาในการพัฒนาสินค้า

ฏ) เป็นการเสนอผลงานที่มีระบบระเบียบและขั้นตอนที่ดีให้ฝ่ายบริหารรับทราบและพิจารณาแนวทางในการดำเนินการต่อไป

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติศักดิ์ อนุรักษสกุล (2545) งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนโครงร่างยานยนต์โดยใช้เทคนิค FMEA พบว่าของเสียส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการ Draw Trim/Pierce และ Separate โดยของเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่ ชิ้นงานย่น เสียรูป แตก บุบ/ตุงและมีครีบคม วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์จึงมุ่งทำการวิเคราะห์และลดของเสียโดยใช้เทคนิค FMEA ซึ่งสามารถมองของเสียได้หลายมิติ เช่น ระดับความรุนแรงของของเสีย ผลกระทบที่เกิดขึ้น ความถี่หรือโอกาสในการเกิดและความสามารถในการตรวจจับของเสีย

ทิพากร วงษ์นาม (2548) งานวิจัยได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตและของเสียที่เกิดขึ้นใน 3 ส่วน คือ แผนกขึ้นรูป แผนก QC และแผนกตรวจสอบ100% หลังจากนั้นจึงระดมสมองเพื่อค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่องโดยใช้แผนภาพก้างปลา และใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบสำหรับกระบวนการผลิต และให้ทีมผู้เชี่ยวชาญแต่ละแผนกที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์เพื่อประเมินคะแนนความเสี่ยง และแก้ไขข้อบกพร่องที่มีค่า RPN ตั้งแต่ 100 คะแนนขึ้นไป ประโยชน์ที่ได้รับคือ สามารถลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้ตามเป้าหมายที่กำหนดและสามารถใช้งานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆได้ตามที่ลูกค้าต้องการ

นฤชยา สาตแฟง (2550) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำแนวคิดการใช้เทคนิคการแปรหน้าที่เชิงคุณภาพและการออกแบบการทดลอง มาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าและหาค่าที่เหมาะสมในการผลิตด้วยกระบวนการผลิตแบบเอกซ์ทรูชัน การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เพื่อหาความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า เฟสที่ 1 ออกแบบเพื่อค้นหาความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า ซึ่งระดับความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อแต่ละปัจจัยนั้นอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันมาก ระดับปัจจัยที่ลูกค้าให้ความสำคัญมากที่สุดคือขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพต้องผ่านมาตรฐานการรับรองความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และรองลงมาคือฉลากบรรจุภัณฑ์ต้องแสดงวันผลิตและวันหมดอายุอย่างชัดเจน ดังนั้นการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับข้อกำหนดทางเทคนิค (Relationships) จึงเป็นส่วนสำคัญที่สุดสำหรับเฟสแรกที่จะมีผลต่อการสร้างลำดับความต้องการของลูกค้าเชิงเทคนิคได้ดี และเมื่อพิจารณาคะแนนรวมของข้อกำหนดทางเทคนิค พบว่า ปริมาณในการทานต่อหนึ่งหน่วยบริโภคจำนวน 30

กรัม มีคะแนนความสำคัญมากที่สุด สำหรับผลสรุปของเฟสที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นการหาส่วนประกอบและกระบวนการผลิตที่สำคัญของขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ ได้ผลว่าขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพประกอบด้วย ปริมาณธัญพืชที่ใช้เป็นส่วนประกอบมีความสำคัญมากที่สุด

นิพนธ์ ชวนะปราณี (2543) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดและควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการออกแบบและสายการผลิตสายไฟฟ้าประเภททนไฟ โดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แขนงความบกพร่อง และการวิเคราะห์ความบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพในการออกแบบและกระบวนการผลิตเป็นเครื่องมือคุณภาพหลัก พบว่า ข้อบกพร่องต่างๆของทั้งสองวิธีการมีความสอดคล้องกัน โดยจำนวนข้อบกพร่องที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพมีจำนวนมากกว่าและครอบคลุมทุกหัวข้อของผลการวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์แขนงความบกพร่อง ในการปรับปรุงแก้ไขและควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการออกแบบและการผลิตนั้น จึงอ้างอิงผลจากการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพเป็นหลัก

สุกัญญา ประคองวิทยา (2544) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการเสนอแนวทางเพื่อเป็นวิธีการในการปรับปรุงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าอนามัยให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการและเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่งานเชิงคุณภาพ การวิจัยเริ่มต้นจากการค้นหาความต้องการของลูกค้าด้วยการเปรียบเทียบคุณภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ของบริษัทกับบริษัทคู่แข่ง 2 ราย จากนั้นทำการแปลงข้อมูลที่ได้นี้ให้เป็นข้อกำหนดเชิงเทคนิค แล้วจึงแปลงให้เป็นกระบวนการหรือขั้นตอนในการปรับปรุง งานวิจัยได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงทั้งหมด 3 แนวทางเลือก ซึ่งทางทีมงานได้เลือกทางที่เหมาะสมที่สุดเพื่อทำผลิตภัณฑ์ตัวอย่างขึ้นเพื่อใช้เปรียบเทียบผลการวิจัย ผลที่ได้คือสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้ามากขึ้น รวมทั้งได้มีการเสนอแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตและสิ่งที่ต้องลงทุนเพิ่ม เพื่อนำไปปรับปรุงกระบวนการผลิต

หทัยรัตน์ สงวนไทร (2550) งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงการก่อสร้างบ้าน โดยประยุกต์ใช้หลักการของเทคนิคการกระจายหน้าที่ และเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ จากปัญหาของบริษัทตัวอย่างคือมีการส่งมอบบ้านให้ลูกค้าล่าช้าเนื่องจากมีการแก้ไขงานบ่อยครั้งจนเกินเวลาก่อสร้างที่กำหนด จากการรวบรวมและวิเคราะห์

ข้อมูลพบว่า ของเสียส่วยใหญ่เกิดจาก 6 งาน คือ งานกระเบื้อง งานสี งานหลังคา งานบันได งานปาร์เก้และงานห้องน้ำ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิค QFD ครอบคลุมเพียงเฟสวางแผนการผลิตเท่านั้น ผลลัพธ์ที่ได้คือ ขั้นตอนการทำงานที่มีความสัมพันธ์และสำคัญกับคุณภาพที่ต้องการ เมื่องานเสร็จรวมถึงคุณภาพของงานเมื่อเทียบกับคู่แข่งเพื่อที่จะสามารถตั้งเป้าหมายการพัฒนาได้ถูกทิศทาง หลังจากได้นำ 6 งานดังกล่าวมาทำการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นโดยอาศัยวิธีระดมสมอง และทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต ได้ทำการแก้ไขลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่า RPN สูงสุด 3 ขั้นตอนแรกในแต่ละงาน หลังจากการปรับปรุงคุณภาพพบว่าค่าจำนวนบกพร่องต่อหน่วยลดลง และยังมีการทำแผนการควบคุมการทำงานของขั้นตอนที่ได้ทำการปรับปรุง เพื่อเป็นการติดตามคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

อมรรัตน์ ปินตา (2545) งานวิจัยนี้ทำการปรับปรุงสินค้าของโรงงานผลิตสินค้าของเล่นไม้เพื่อการศึกษา โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ การดำเนินงานวิจัยแปลงความต้องการของลูกค้าเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บ้าน 2 ชั้น ซึ่งเป็นของเล่นไม้เพื่อการศึกษาสำหรับเด็กอายุ 3-6 ปี เข้าสู่ช่วงต่างๆของ Four-phase Model ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาใหม่นี้มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านขนาด รูปทรง สีสัน รูปแบบและความเหมือนบ้านจริงมากขึ้น ผลิตภัณฑ์ได้ประเมินความพึงพอใจลูกค้า ได้แก่ ครู อาจารย์ระดับโรงเรียนอนุบาลในเขตกรุงเทพมหานคร และนนทบุรี ผลการประเมินพบว่าค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจเพิ่มขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นด้วย ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยช่วยในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์และการออกแบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและช่วยลดความซับซ้อนของงาน และช่วยให้ผู้สนใจเห็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD

อัจฉราวดี แก้ววรรณดี (2545) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์และเสนอแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องหนังให้มีคุณภาพสามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายได้ โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการแปรหน้าที่เชิงคุณภาพ และทำการเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ของบริษัทกับผลิตภัณฑ์ของบริษัทคู่แข่ง 2 ราย โดยพิจารณาผลิตภัณฑ์เครื่องหนังประเภทกระเป๋าธนบัตร ซึ่งเป็นสินค้าเกรดเอ สำหรับลูกค้าระดับบน คือกลุ่มนักธุรกิจชายและหญิง และดำเนินการวิจัยตามแนวทาง QFD การวิจัยได้เสนอแนวทางในการปรับปรุง 5 แนวทาง ซึ่งทีมงานพัฒนาได้พิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

เพื่อจัดทำผลิตภัณฑ์ตัวอย่างขึ้นสำหรับใช้เปรียบเทียบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงพบว่าสามารถสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้าเพิ่มขึ้น และลูกค้าพึงพอใจมากกว่าผลิตภัณฑ์ของคู่แข่ง

อรรถพล ฤทธิภักดี (2544) งานวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนพลาสติก และค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่องทุกกระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนพลาสติก ของโรงงานตัวอย่าง โดยอาศัยการระดมสมองด้วยการใช้แผนภาพต้นไม้ แผนผังแสดงเหตุและผล แผนภาพความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต (PFMEA) จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญหาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ระดมสมองเพื่อหาแนวทางแก้ไขข้อบกพร่อง โดยจัดทำ 1. จัดทำมาตรฐานการทำงาน มาตรฐานการตรวจสอบชิ้นงานพ่นสีตามข้อกำหนดของลูกค้า และมาตรฐานการทำความสะอาดในห้องพ่นสี ห้องจ่ายลม ห้องอบสี ห้องเผาไหม้ อุปกรณ์แขวนชิ้นงาน และรอกโซ่ลำเลียงชิ้นงาน 2. เพิ่มความถี่ในการทำความสะอาดภายในห้องพ่นสี ห้องจ่ายลม ห้องอบสี ห้องเผาไหม้ อุปกรณ์แขวนชิ้นงาน และรอกโซ่ลำเลียงชิ้นงาน 3. จัดฝึกอบรมพนักงานเกี่ยวกับการพ่นสีและจัดทำการบันทึกความสามารถลงในใบบันทึกความสามารถ 4. จัดทำใบตรวจสอบในกระบวนการพ่นสีและนำไปใช้ในกระบวนการพ่นสีของโรงงานตัวอย่าง ผลการดำเนินการแก้ไข พบว่า เปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบยอดการผลิต สำหรับปัญหาของเสียที่ลูกค้าส่งคืน มีเปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบยอดส่งให้ลูกค้าลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์

ในภาวะเศรษฐกิจที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน หนึ่งในอุตสาหกรรมที่มีอัตราการขยายตัวได้ดีอย่างต่อเนื่อง คือ อุตสาหกรรมรถยนต์ ดังนั้นเมื่ออุตสาหกรรมผู้ผลิตรถยนต์ (Auto maker) มีการขยายกำลังการผลิต อุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่องอย่างอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ จึงมีอัตราการขยายตัวตามเช่นเดียวกัน ซึ่งถือได้ว่าเป็นอีกหนึ่งธุรกิจที่มีโอกาสในการเติบโตสูง ด้วยมูลค่าการส่งออกยานยนต์และชิ้นส่วนของผู้ผลิตในประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง เฉลี่ยปีละ 20-30% นอกจากนี้ยังมีปัจจัยแวดล้อมที่ช่วยส่งเสริมและสนับสนุนแก่อุตสาหกรรมในกลุ่มนี้ ไม่ว่าจะเป็นแผนการขยายกำลังการผลิตรถยนต์ของผู้ผลิตรายใหญ่หลายรายในประเทศไทย การสนับสนุนจากภาครัฐบาล

สำหรับโครงสร้างของผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ของไทยแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 Direct Supplier หรือ OEM Supplier ได้แก่ ผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ส่งให้ผู้ประกอบรถยนต์โดยตรง (OEM: Original Equipment Manufacturing)

กลุ่มที่ 2 Indirect Supplier หรือ กลุ่ม Raw Materials และกลุ่ม $2^{nd}/3^{rd}$ Tier Supplier ได้แก่ กลุ่มผู้ทำหน้าที่จัดหาวัตถุดิบให้แก่ผู้ผลิตชิ้นส่วนในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนรายย่อยที่รับจ้างกลุ่ม 1^{st} Tier ผลิตชิ้นส่วนให้ ซึ่งในกลุ่มนี้บางส่วนก็อยู่ในกลุ่ม 1^{st} Tier ด้วยเช่นกัน คือ เป็นทั้ง Direct และ Indirect Supplier

3.1 ความเป็นมาของการปรับอากาศรถยนต์ (Automobile Air Conditioning)

เครื่องปรับอากาศติดรถยนต์ในปัจจุบันกลายเป็นสิ่งหนึ่งในหลายๆสิ่งที่จำเป็น จากสถิติในปี ค.ศ. 1962 ปรากฏว่ามีรถยนต์ติดเครื่องปรับอากาศ ประมาณ 756,781 เครื่องหรือประมาณ 11.31% (สถิตินี้ได้มาจากสมาคมเครื่องปรับอากาศรถยนต์แห่งสหรัฐอเมริกา) ในช่วง 6 เดือนแรกของปี ค.ศ. 1966 ได้มีการขายเครื่องปรับอากาศรถยนต์ไปแล้วเกือบ 3 ล้านเครื่อง ซึ่งมากกกว่ายอดขายจำนวนการขายทั้งหมดของปี 1965 สิ่งเหล่านี้เป็นเหตุผลสนับสนุนว่า เครื่องปรับอากาศรถยนต์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับทุกวันนี้ การปรับอากาศภายในรถยนต์นั้น ทำให้เกิดมีการ

เปลี่ยนแปลงสภาวะของอากาศภายในห้องโดยสารรถยนต์ โดยการควบคุมปริมาณความชื้นและความร้อนในเวลาเดียวกัน

การปรับอากาศในรถยนต์เริ่มมีเป็นครั้งแรกในต้นศตวรรษที่ 20 ซึ่งดูเป็นของประหลาดที่สามารถปรับอากาศในรถยนต์ได้ ในปัจจุบันเป็นสมัยยุคอวกาศ เครื่องปรับอากาศได้กลายเป็นของธรรมดาที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป เครื่องปรับอากาศมิได้มีแต่เฉพาะในรถยนต์เท่านั้น แม้แต่ภายในเรือดำน้ำที่ต้องดำอยู่ใต้น้ำนานๆหากไม่มีการปรับสภาวะอากาศภายในเรือแล้วจะทำให้รู้สึกอึดอัดไม่สามารถอยู่ใต้น้ำได้นานๆ

แม้แต่อุปกรณ์ทางการแพทย์และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่รวมทั้งเครื่องสมองกล (คอมพิวเตอร์) ก็ต้องอยู่ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อให้อุปกรณ์และเครื่องมือดังกล่าวทำงานได้อย่างถูกต้อง มีอายุการใช้งานนานและมีประสิทธิภาพสูงสุด

นับตั้งแต่สมัยกษัตริย์ฟาโรห์แห่งอียิปต์ที่นำก้อนอิฐ ซึ่งเป็นผนังห้องออกไปตากอากาศเย็นในเวลากลางคืนและนำเข้ามาก่อเป็นผนังอย่างเดิมก่อนที่จะสว่างเพื่อปรับอากาศให้เย็นในเวลากลางวัน จนกระทั่งปี ค.ศ. 1977 ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมากิจการอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับการทำความเย็น ได้เจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว

โดยเฉพาะประเทศไทยภายในช่วง 20 ปีที่ผ่านมาจะสังเกตเห็นได้ว่ากิจการที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเครื่องเย็น เช่น กิจการห้องเย็น ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันจะเห็นได้ว่าอาคารสถานที่หรือบ้านเรือนต่างนิยมใช้เครื่องปรับอากาศกันมากขึ้น แม้แต้ในรถยนต์ก็มีการปรับอากาศกันอย่างแพร่หลาย

3.2 **การปรับอากาศรถยนต์ในประเทศไทย** (Automobile Air Conditioning in Thailand)

การปรับอากาศรถยนต์ในประเทศไทยที่ผ่านมาในระยะเริ่มแรกเท่าที่เห็นได้ชัด ได้แก่การปรับอากาศสำหรับรถบัสทุกนักทัศนาจรชาวต่างประเทศและรถยนต์นั่งสำหรับเอกอัครราชทูตชาวต่างประเทศและผู้มีฐานะดีเท่านั้น ต่อมาภายหลังสักระยะประมาณ 10 กว่าปีที่ผ่านมา ในยุคที่ทหารอเมริกันเข้ามาตั้งฐานทัพเพื่อผลัดเปลี่ยนทหารที่ไปรบสงครามเวียดนาม (พ.ศ. 2504) ในยุคนี้ปรากฏว่าบรรดาสถานเริงรมย์ต่างๆ นิยมติดเครื่องปรับอากาศเพื่อความสบายของผู้เข้าไปพักผ่อนซึ่งรวมถึงบรรดารถยนต์ทั้งรถบัส และรถแทกซี่รับส่งทหารอเมริกันก็นิยมติดเครื่องปรับอากาศด้วยเช่นกัน ประกอบกับในช่วงของแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติฉบับที่ 2 ได้มีนโยบายส่งเสริมกิจการท่องเที่ยวอีกโสดหนึ่งด้วย จึงทำให้ความสำคัญของการปรับอากาศหรือการ

ใช้เครื่องทำความเย็นแพร่หลายมากยิ่งขึ้น ซึ่งแน่นอนย่อมมีผลเกี่ยวเนื่องกับการปรับอากาศรถยนต์ด้วยเช่นกัน

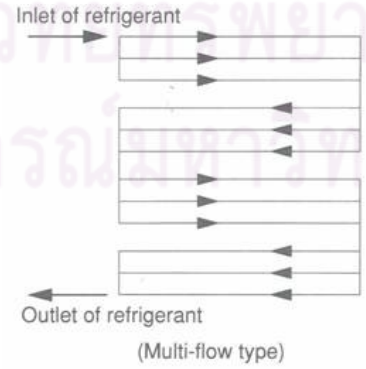
ปัจจุบันการผลิตเครื่องปรับอากาศรถยนต์สามารถผลิตได้มากขึ้น สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้ทัน ทำให้ราคาเครื่องปรับอากาศรถยนต์มีราคาถูกลงและคนสามัญธรรมดาที่มีรถยนต์นั่งพออยู่ในฐานะที่จะมีได้ ดังจะสังเกตเห็นได้ว่า มีร้านรับติดตั้งเครื่องปรับอากาศอยู่มากมาย

3.3 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์

คอนเดนเซอร์ (CONDENSER) หรือคอยล์ร้อน หรืออุปกรณ์ควบแน่น ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น สารทำความเย็นที่ถูกอัดออกมาจาก คอมเพรสเซอร์ เข้ามาทางท่อดิสชาร์จ (Discharge line) หรือท่อจ่าย มีสถานะเป็นไอ (ไอยิ่งยวด superheated vapor) มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง หลังจากระบายความร้อนออกแล้ว สารทำความเย็น จะมีสถานะเป็นของเหลว (ของเหลวอิ่มตัว satured liquid) มีความดันสูงและอุณหภูมิสูงคอนเดนเซอร์ (Condenser) ติดตั้งบริเวณส่วนหน้าของรถหน้าหม้อน้ำรถยนต์ มีพัดลมทำหน้าที่ช่วยระบายความร้อน

บริษัทกรณีศึกษาได้ทำการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ 3 ประเภทดังนี้

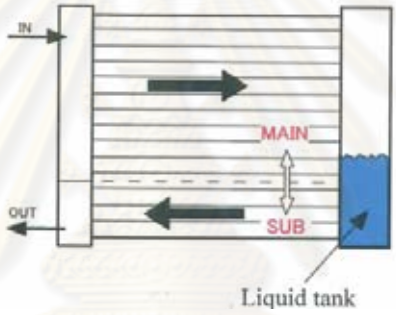
1. MFC CONDENSER (Multi Flow Condenser) มีลักษณะการไหลของสารหล่อเย็นเป็นแบบเส้นขนานสามเส้น ไหลกลับไปกลับมาภายในท่อ



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะการไหลของสารหล่อเย็นของผลิตภัณฑ์ MFC CONDENSER

รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ MFC CONDENSER

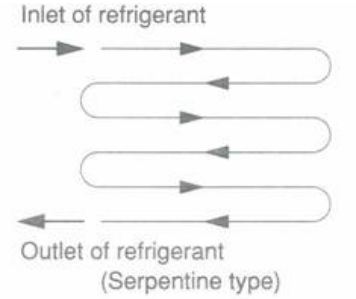
2. LEC (Lightweight Extrusion Condenser) มีลักษณะการไหลของสารหล่อเย็นเป็นแบบมีการไหลเป็นแผงและมีท่อกั้นแบ่งเป็นชั้น



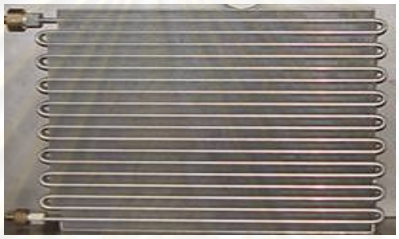
รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะการไหลของสารหล่อเย็นของผลิตภัณฑ์
LEC (Lightweight Extrusion Condenser)

รูปที่ 3.4 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ LEC (Lightweight Extrusion Condenser)

3. SCD CONDENSER (Serpentine Condenser) มีลักษณะการไหลของสารหล่อเย็นเป็นแบบเส้นเดียว ไหลกลับไปกลับมาภายในท่อ



รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะการไหลของสารหล่อเย็นของผลิตภัณฑ์ SCD (Serpentine Condenser)



รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ SCD (Serpentine Condenser)

3.4 ส่วนประกอบหลักของคอยล์ร้อนรถยนต์

คอยล์ร้อนรถยนต์มีส่วนประกอบหลัก ดังนี้

3.4.1. M Tube คือ ท่อที่อยู่ระหว่าง fin

3.4.2. Corrugated fin คือ ครีบระบายความร้อน

3.4.3. Distributor คือ ท่อส่งน้ำยาแอร์ด้านข้าง

3.4.4. Side plate คือ plate ด้านบน

3.4.5. Partition plate คือ ชั้นกั้นน้ำยาแอร์

3.4.6. Placed brazing filler metal คือ แนวเชื่อมต่อ

3.4.7. Distributor cap คือ ฝาปิด Distributor

3.4.8. Inlet pipe assembly คือ ทางเข้าของน้ำยาแอร์

3.4.9. Outlet pipe assembly คือ ทางออกของน้ำยาแอร์

3.4.10. Union cap, Pad cap คือ ที่ปิดทางออก

3.4.11. Aluminum brackets คือ อุปกรณ์ติดตั้งเพิ่มเติม

3.5 กระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์

กระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์มีขั้นตอนดังนี้

3.1.1 Aluminium Fin

ในกระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์จะเริ่มจากวัตถุดิบแรกคือ Fin โดย Fin ที่นำมาใช้จะอยู่ในรูปของอลูมิเนียมแผ่นยาวๆที่ถูกเก็บไว้ในโรล เมื่อจะเริ่มทำการผลิตพนักงานจะทำการเตรียม Fin โดยนำ Fin จาก Warehouse มาวางไว้ในสายการผลิตแรก

3.1.2 Fin Forming Corrugate

หลังจากที่พนักงานเตรียม Fin แล้วก็จะเริ่มการผลิต โดยการนำ Aluminium Fin จากขั้นแรกมาทำการขึ้นรูป โรงงานกรณีศึกษาทำการขึ้นรูปได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้ แบบมีร่องและแบบไม่มีร่อง ขนาดความกว้างของ Fin มี 4 ขนาด ดังนี้ ขนาด 16 22 32และ 44 mm. โดยการขึ้นรูปและขนาดขึ้นอยู่กับรุ่นของคอยล์ร้อนรถยนต์ที่จะทำการผลิต

3.1.3 Inspection

เมื่อทำการขึ้นรูป Fin ด้วยกระบวนการ Fin Forming Corrugate แล้ว พนักงานจะทำการตรวจสอบ Fin เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพก่อนที่จะส่งไปในสายการผลิตต่อไป

3.1.4 Distribution

กระบวนการต่อมาคือการนำท่อ Distributor ที่มีความยาวมาตัดให้ได้ขนาดความยาวตามที่ต้องการ โดยขนาดความยาวของท่อ Distributor ขึ้นอยู่กับรุ่นของผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนที่จะทำการผลิต หลังจากนั้นทำการ Slot ท่อ Distributor ทีละร่องไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้จำนวนร่องตามที่ต้องการ และทำการเจาะรู Partition จากนั้นจึงตรวจสอบและบรรจุเพื่อรอเข้าสู่กระบวนการต่อไป

3.1.5 Parts

คือ ชิ้นส่วนประกอบ เช่น Tube Side Plate Partition Plate เป็นต้น

3.1.6 Core Assembly

หลังจากที่มีการเตรียมส่วนประกอบต่างๆจากกระบวนการที่ 3.1.1-3.1.5 เสร็จแล้ว ใน กระบวนการ Core Assembly พนักงานจะนำชิ้นส่วนหลักมาประกอบเข้าด้วยกัน

3.1.7 Condenser Press

เมื่อทำการประกอบชิ้นส่วนหลักเสร็จแล้วกระบวนการต่อมาคือการนำชิ้นงานที่ทำการประกอบชิ้นส่วนหลักมาทำการบีบอัด เพื่อให้ชิ้นส่วนที่ผ่านกระบวนการ Core Assembly ติดกันแน่น

3.1.8 Tig Welding

จากนั้นจึงนำชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการเชื่อมบริเวณรอยต่อของชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการ Condenser Press เพื่อให้ชิ้นงานติดกันเป็นเนื้อเดียว ในกระบวนการนี้อาจมีหรือไม่มีก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของคอยล์ร้อนที่ทำการผลิต

3.1.9 Alcohol Flux Supply

เมื่อเชื่อมแล้วจึงนำชิ้นงานมาเข้าสู่กระบวนการพ่นฟลักซ์ โดยฟลักซ์ที่พ่นจะขึ้นอยู่กับชนิดของคอยล์ร้อน ทำการพ่นเพื่อละลายอลูมิเนียมให้หลอมติดกัน

3.1.10. Dry Flux Supply

เมื่อพ่นฟลักซ์แล้วจึงนำชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการทำให้ชิ้นงานแห้งก่อนนำเข้าเตาอบ โดยการนำชิ้นงานวางผึ่งลมไว้

3.1.11. Brazing N2 Blow และ Jig Lock

ต่อมาจึงนำชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการ Dry Flux Supply เข้าเตาอบ ภายในเตาอบใช้ก๊าซไนโตรเจนในการไล่อากาศเพื่อป้องกันไม่ให้คอยล์ร้อนมีสีดำเนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการทำคอยล์ร้อนทำปฏิกิริยากับอากาศภายในเตาอบ โดยอุณหภูมิในการอบและความเร็วของสายพานขึ้นอยู่กับรุ่นของคอยล์ร้อนที่ทำการผลิต

3.1.12. Cleaning และ Visual Check

ภายหลังจากที่ชิ้นงานผ่านกระบวนการ Brazing N2 Blow และ Jig Lock แล้ว พนักงานจะนำชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการขัดและตกแต่งทำความสะอาดชิ้นงานทและทำการตรวจสอบชิ้นงานภายหลังการขัดตกแต่งทำความสะอาดด้วยสายตา

3.1.13. Adjusting

เมื่อชิ้นงานผ่านกระบวนการ Cleaning และ Visual Check แล้วจึงเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบ Dimension ของชิ้นงานที่ได้เพื่อเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดของชิ้นงานอีกครั้ง ในกระบวนการนี้อาจมีหรือไม่มีก็ได้ขึ้นอยู่กับรุ่นของคอยล์ร้อนที่ทำการผลิต

3.1.14 Condenser Leak Check

เมื่อชิ้นงานผ่านการตรวจสอบ Dimension แล้วจึงเข้าสู่การตรวจสอบรอยรั่วเพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นงานที่ทำการผลิตมีการรั่ว เนื่องจากคอยล์ร้อนรถยนต์ต้องมีการเติมน้ำยาแอร์ก่อนการนำไปใช้ จึงถือว่าเป็นกระบวนการสำคัญกระบวนการหนึ่งในการตรวจสอบ

3.1.15 Cleaning

เมื่อทำการตรวจสอบรอยรั่วแล้ว ต้องมีการนำชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการทำความสะอาดคราบน้ำมันที่อาจเกิดจากการตรวจสอบรอยรั่ว

3.1.16 Final Dimension Check

เมื่อทำความสะอาดแล้ว ต้องนำชิ้นงานไปผ่านกระบวนการตรวจสอบชิ้นงานครั้งสุดท้ายหลังทำการผลิตเสร็จ ก่อนที่จะทำการบรรจุและจัดส่งไปให้แก่ลูกค้า ในกรณีที่คอยล์ร้อนรถยนต์มีอุปกรณ์ต่อเพิ่มเติมก็จะทำการต่อเพิ่มที่กระบวนการนี้

3.1.17 Packing

หลังจากผ่านกระบวนการตรวจสอบขั้นสุดท้ายคอยล์ร้อนที่ทำการผลิตจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการบรรจุลงกล่องตามรุ่นของคอยล์ร้อนที่ทำการผลิต

3.1.18 QC Inspection

เมื่อบรรจุลงกล่องแล้วจะมีการตรวจสอบคุณภาพโดยการสุ่มตรวจอีกครั้งหนึ่งเพื่อความมั่นใจในคุณภาพของคอยล์ร้อนก่อนที่จะจัดส่งไปให้แก่ลูกค้า

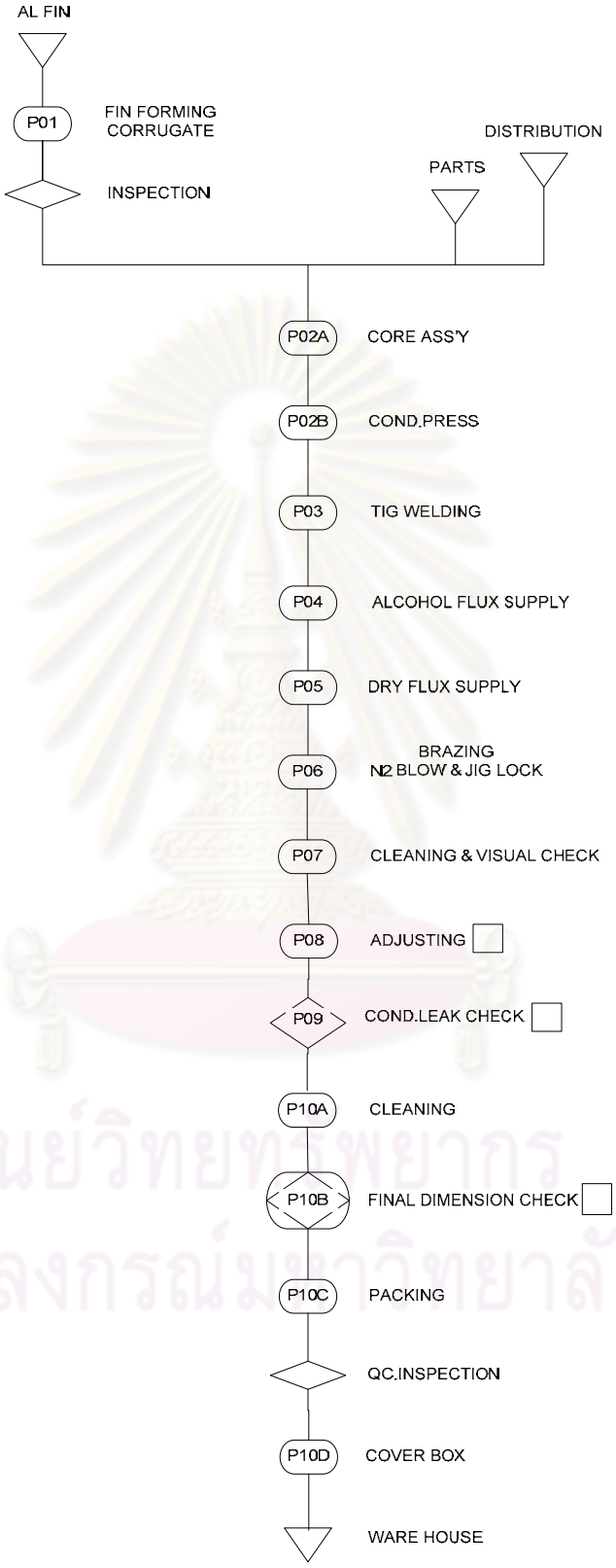
3.1.19 Cover Box

เมื่อทำการสุ่มตรวจสอบคุณภาพครั้งสุดท้ายแล้วพนักงานก็จะทำการปิดกล่องจากนั้นนำคอยล์ร้อนจัดเรียงบนพาเลต

3.1.20 Warehouse

นำคอยล์ร้อนที่ถูกจัดเรียงไว้บนพาเลตเก็บเข้าสู่คลังสินค้า เพื่อรอการจัดส่งให้แก่ลูกค้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.7 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตคอยล์ร้อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อธิบายสัญลักษณ์

(Process) กรรมวิธี

(Storage) การเก็บ

(Quantity Inspection) ตรวจสอบปริมาณ

(Quality Inspection) ตรวจสอบคุณภาพ

(Process Flow) การไหลของกรรมวิธี

(Multiple Operation-Mainly Processing Plus Quality Check)

การปฏิบัติงานร่วม คือในระหว่างกรรมวิธีเป็นงานหลักจะมีการตรวจสอบคุณภาพไปด้วย

3.6 **สรุปท้ายบท**

เนื้อหาในบทนี้เป็นการกล่าวถึงภาพรวมของคอนเดนเซอร์ โดยเริ่มตั้งแต่โครงสร้างของผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ของไทย ความเป็นมาการปรับอากาศรถยนต์ การปรับอากาศรถยนต์ในประเทศไทย ประเภทของคอยล์ร้อนรถยนต์ ส่วนประกอบหลักและท้ายสุดเป็นการอธิบายกระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ของบริษัทกรณีศึกษา โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาประกอบการดำเนินงานตามเทคนิค QFD ตั้งแต่เมตริกซ์ 2-4 และเทคนิค PFMEA สำหรับกระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์นั้น ผู้ผลิตแต่ละรายอาจมีกระบวนการผลิตที่ไม่เหมือนกัน แตกต่างกันที่เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต และเทคนิคเฉพาะของผู้ผลิตแต่ละราย แต่กระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์โดยทั่วไปมีลักษณะคล้ายคลึงกัน

บทที่ 4

การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD กับกรณีศึกษา

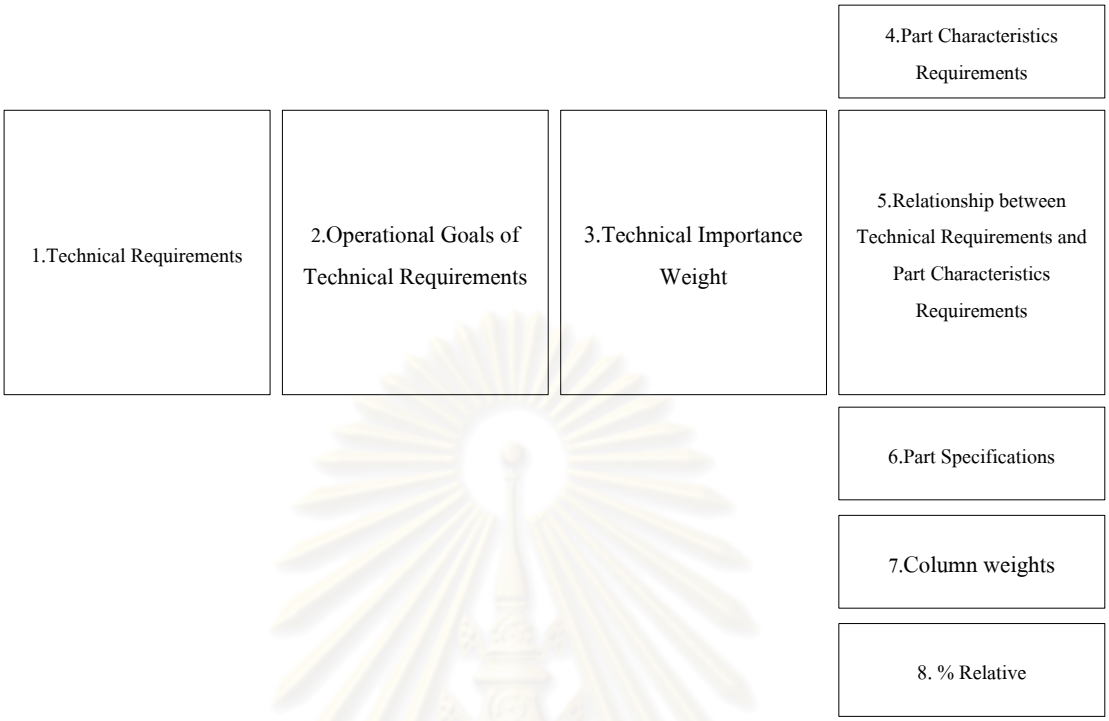
ในบทนี้จะกล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัย โดยนำเทคนิค QFD มาประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษา รูปแบบของการใช้เทคนิค QFD ในงานวิจัยนี้เป็นแบบ 4 เฟส โดยจะปรับการใช้งานให้เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ในกรณีศึกษาและสอดคล้องต่อวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานวิจัย สำหรับผลิตภัณฑ์กรณีศึกษาในที่นี้ คือ ผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) และเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effect Analysis: PFMEA) ในการเสนอแนวทางการออกแบบและทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้ากลุ่มเป้าหมายและป้องกันความผิดพลาดในกระบวนการผลิต

การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD กับกรณีศึกษาเริ่มจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ ศึกษารูปแบบการทำงาน ณ.ปัจจุบัน เก็บข้อมูลความต้องการทางเทคนิคของลูกค้าโดยการสัมภาษณ์ฝ่ายออกแบบ จากนั้นดำเนินการวิจัยด้วยเทคนิค QFD แบบ 4 เฟสโดยเริ่มจากเมตริกซ์ที่ 2-4

4.1 การดำเนินงานวิจัยโดยการใช้เทคนิค QFD แบบ 4 เฟส

4.1.1 Phase 2: Product Design Matrix

QFD Matrix ที่ 2 คือ Product Design Matrix ซึ่งเป็นเมตริกซ์ที่แปลงความต้องการเชิงเทคนิค (Technical Requirement) ให้อยู่ในรูปของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ (Part Characteristic Requirements) โดยมีส่วนประกอบของการออกแบบของเมตริกซ์ที่ 2 ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบของการวางแผนการควบคุมกระบวนการของเมตริกซ์ที่ 2 (Product Design Matrix)

4.1.1.1 ขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ 2

1) ความต้องการเชิงเทคนิค (Technical Requirement) เป็นข้อมูลเชิงเทคนิคที่จะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ได้มาจากฝ่ายออกแบบของบริษัทซึ่งมาจากข้อมูลที่ลูกค้ากำหนด สามารถสรุปความต้องการเชิงเทคนิค รวมถึงรายละเอียดของความต้องการเชิงเทคนิค ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปรายละเอียดของความต้องการเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1

ความต้องการเชิงเทคนิค	รายละเอียด
การระบายความร้อนที่ความเร็วลม 2 m/s	การระบายความร้อน หน่วยวัดเป็นกิโลวัตต์ (kW)
ความดันที่ลดลงของอากาศที่ไหลผ่านคอนเดนเซอร์	ความดันอากาศ หน่วยวัดเป็นปาสคาล (Pa)
การต้านทานการไหลของสารทำความเย็นที่ 150 kg/h	การต้านทานการไหล หน่วยวัดเป็นกิโลปาสคาล (kPa)

ตารางที่ 4.1 สรุปรายละเอียดของความต้องการเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1 (ต่อ)

ความต้องการเชิงเทคนิค	รายละเอียด
ความต้านทานแรงดันสูงสุด	มวล หน่วยวัดเป็นเมกะปาสคาล-ความดันเกจ (Mpa-G)
การต้านทานความดันที่ผันแปร	จำนวนรอบทดสอบ หน่วยวัดรอบ
การต้านทานการกัดกร่อนอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม	ผ่านการทดสอบเบื้องต้น
ความต้านทานการสั่นสะเทือนในแนวแกน X	ทดสอบตาม JISD1601
ความต้านทานการสั่นสะเทือนในแนวแกน Y	ทดสอบตาม JISD1601
ความต้านทานการสันสะเทือนในแนวแกน Z	ทดสอบตาม JISD1601
ความสะดวกในการติดตั้ง	ติดตั้งง่าย
ความปลอดภัย	หยุดการทำงานเมื่อความดันสูง

2) เป้าหมายของความต้องการเชิงเทคนิค (Operation Goals of Technical Requirement) คือ การกำหนดเป้าหมายของความต้องการเชิงเทคนิคแต่ละข้อว่ามีเป้าหมายเป็นอย่างไร ได้มาจากค่าเป้าหมายของความต้องการเชิงเทคนิคที่ลูกค้ากำหนด สรุปรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สรุปรายละเอียดของความต้องการเชิงเทคนิคที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าของผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1

ความต้องการเชิงเทคนิค	ค่าเป้าหมาย	ทิศทางเพื่อการพัฒนา	ระดับความยากในการพัฒนา
การระบายความร้อนที่ความเร็วลม 2 m/s	> 8.0 kW Min.	↑	4
ความดันที่ลดลงของอากาศที่ไหลผ่านคอนเด็นเซอร์	> 38 Pa Max.	↑	4
การต้านทานการไหลของสารทำความเย็นที่150 kg/h	< 140 kPa Max.	↓	3
ความต้านทานแรงดันสูงสุด	ผ่าน 8.83 Mpa-G	◯	3

ตารางที่ 4.2 สรุปรายละเอียดของความต้องการเชิงเทคนิคที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าของผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1 (ต่อ)

ความต้องการเชิงเทคนิค	ค่าเป้าหมาย	ทิศทางเพื่อการพัฒนา	ระดับความยากในการพัฒนา
การต้านทานความดันที่ผันแปร	ผ่าน 100000 รอบทดสอบ	↑	2
การต้านทานการกัดกร่อนอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม	ผ่านการทดสอบ	↑	5
ความต้านทานการสั่นสะเทือนในแนวแกน X	ผ่าน JISD1601	◯	3
ความต้านทานการสั่นสะเทือนในแนวแกน Y	ผ่าน JISD1601	◯	3
ความต้านทานการสั่นสะเทือนในแนวแกน Z	ผ่าน JISD1601	◯	3
ความสะดวกในการติดตั้ง	ติดตั้งง่าย	◯	2
ความปลอดภัย	หยุดการทำงานเมื่อความดันสูง	◯	3

3) ระดับน้ำหนักความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิค (Technical Importance Weights) ได้มาจากการระดมความคิดและให้ระดับความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิค ดังแสดงในตารางที่ 4.3 แสดงระดับน้ำหนักความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิคที่ได้รับโดยเรียงตามลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อย

ตารางที่ 4.3 สรุปน้ำหนักความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิค

Technical Requirement	Technical Requirement Importance Weights
การระบายความร้อนที่ความเร็วลม 2 m/s	9
ความดันที่ลดลงของอากาศที่ไหลผ่านคอนเด็นเซอร์	3
การต้านทานการไหลของสารทำความเย็นที่150 kg/h	3
ความต้านทานแรงดันสูงสุด	2

ตารางที่ 4.3 สรุปน้ำหนักความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิค (ต่อ)

Technical Requirement	Technical Requirement Importance Weights
การต้านทานความดันที่ผันแปร	4
การต้านทานการกัดกร่อนอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม	4
ความต้านทานการสันสะเทือนในแนวแกน X	3
ความต้านทานการสันสะเทือนในแนวแกน Y	3
ความต้านทานการสันสะเทือนในแนวแกน Z	3
ความสะดวกในการติดตั้ง	2
ความปลอดภัย	3

4. ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ (Part Characteristic Requirement) คือ ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ ซึ่งได้มาจากการระดมสมองของทีมงาน เป็นการแปลงความต้องการทางเทคนิคเข้าสู่ตัวผลิตภัณฑ์

5. ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงเทคนิคแต่ละตัวกับข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ (Relations between Technical Requirement and Part Characteristic Requirement) โดยใช้คำถามว่า “ถ้าเราสามารถควบคุมข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบได้ จะส่งผลต่อความต้องการเชิงเทคนิคมาก/ปานกลาง/น้อย/ไม่มีผลเลย” โดยที่ระดับความสัมพันธ์ที่ใช้จะใช้เป็นตัวเลข โดยมีความหมายดังนี้

Strong Relationship หรือหมายเลข 9 หมายถึงมีความสัมพันธ์มาก

Moderate Relationship หรือหมายเลข 3 หมายถึงมีความสัมพันธ์ปานกลาง

Weak Relationship หรือหมายเลข 1 หมายถึงมีความสัมพันธ์น้อย

No Relationship หรือช่องว่างที่ไม่ได้มีการใส่หมายเลข หมายถึงไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันเลย

6. ข้อกำหนดคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละส่วน (Part Specification) เป็นการกำหนดเป้าหมายของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบแต่ละตัวว่ามีคุณสมบัติเป็นอย่างไร โดยมีเป้าหมายที่ต้องการดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สรุปรายละเอียดของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ

รายการของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ	รายละเอียดของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ	ค่าเป้าหมาย
การออกแบบ Tube	ทำการออกแบบ Tube เพื่อลดการใช้วัสดุและเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อน	ลดการใช้วัสดุและเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อน
การออกแบบ Fin	ทำการออกแบบ Fin เพื่อเพิ่มพื้นที่การนำความร้อน	เพิ่มพื้นที่การนำความร้อน
การออกแบบ Distributor	ทำการออกแบบ Distributor เพื่อให้สามารถติดตั้งได้	ทำให้ติดตั้งได้
การออกแบบ Inlet pad	ทำการออกแบบ Inlet pad เพื่อทำให้ติดตั้งง่ายและแข็งแรง ไม่เกิดการรั่วไหลของสารภายใน	ทำให้ติดตั้งง่ายและแข็งแรง ไม่เกิดการรั่วไหลของสารภายใน
การออกแบบ Outlet pad	ทำการออกแบบ Outlet pad เพื่อทำให้ติดตั้งง่ายและแข็งแรง ไม่เกิดการรั่วไหลของสารภายใน	ทำให้ติดตั้งง่ายและแข็งแรง ไม่เกิดการรั่วไหลของสารภายใน
การออกแบบ R-D pad	ทำการออกแบบ R-D pad เพื่อง่ายต่อการประกอบและมีความแข็งแรง	ง่ายต่อการประกอบและมีความแข็งแรง
การออกแบบ RD inlet pipe	ทำการออกแบบ RD inlet pipe เพื่อง่ายต่อการประกอบและมีความแข็งแรง	ง่ายต่อการประกอบและมีความแข็งแรง
การออกแบบ RD outlet pipe	ทำการออกแบบ RD outlet pipe เพื่อง่ายต่อการประกอบและมีความแข็งแรง	ง่ายต่อการประกอบและมีความแข็งแรง
การออกแบบBracket หรืออุปกรณ์จับยึด	ทำการออกแบบ Bracket หรือ อุปกรณ์จับยึด เพื่อลดเวลาในการเปลี่ยน Tooling แข็งแรง และติดตั้งง่าย	ลดเวลาในการเปลี่ยน Tooling แข็งแรง และติดตั้งง่าย
การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดความดัน	ทำการออกแบบ อุปกรณ์ตรวจวัดความดัน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน	เพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน

7. ระดับน้ำหนัก (Column Weights) เป็นการหาค่าความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิคแต่ละตัว จากผลรวมของผลคูณระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงเทคนิคแต่ละตัวกับต้องกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ (Relations between Technical Requirements and Part Characteristic Requirement) กับระดับน้ำหนักความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิค

8. ลำดับความสำคัญโดยการเปรียบเทียบ (Part Characteristic Requirements Importance Weight) เป็นการหาสัดส่วนลำดับความสำคัญของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ ในแต่ละข้อกำหนดเทียบกับข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบทั้งหมด ให้อยู่ในรูปของเปอร์เซนต์

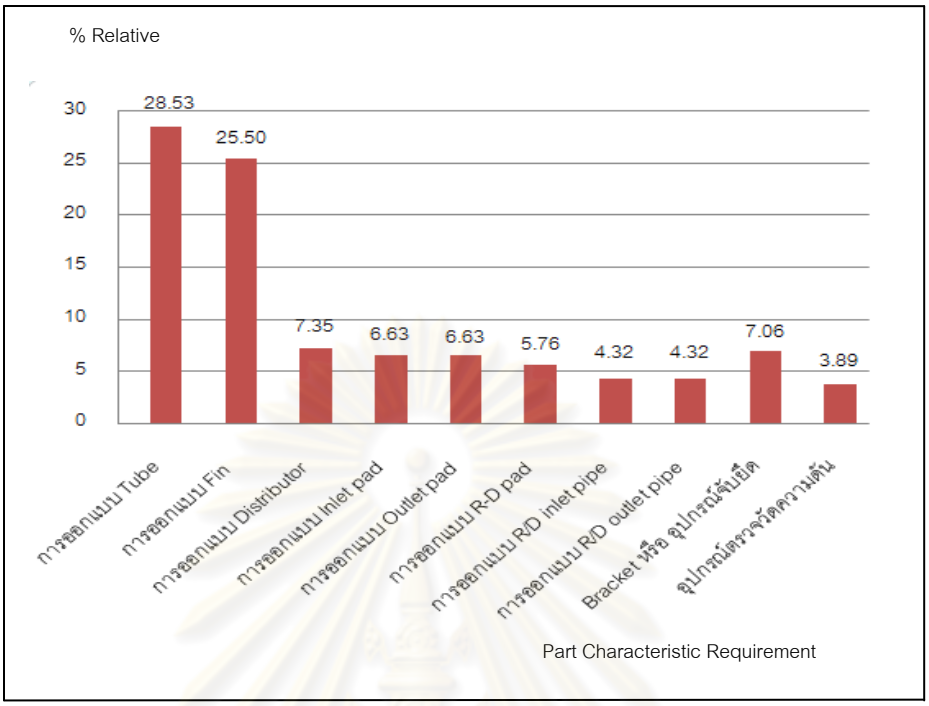
4.1.1.2 แผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ 2 ที่ได้รับ

จากขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ 2 ที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.1.1.1 ดังนั้นแผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ได้รับดังแสดงในรูปที่ 4.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Part Characteristic Requirement Technical Requirement	Goals	Technical Importance	การออกแบบ Tube	การออกแบบ Fin	การออกแบบ Distributor	การออกแบบ Inlet pad	การออกแบบ Outlet pad	การออกแบบ R-D pad	การออกแบบ RD inlet pipe	การออกแบบ RD outlet pipe	การออกแบบ Bracket หรือ อุปกรณ์รัดยึด	การออกแบบ อุปกรณ์ตรวจจับความดัน
การระบายความร้อนที่ความเร็วลม 2 m/s	> 8.0 kW Min.	9	9	9	1							
ความดันที่ลดลงของอากาศที่ไหลผ่านคอนเด็นเซอร์	>38 Pa Max.	3	3	9	1							
การต้านทานการไหลของสารทำความเย็น@ 150 kg/h	<140 kPa Max.	3	9			1	1	1	1	1		
ความต้านทานแรงดันสูงสุด	ผ่าน 8.83 Mpa-G	2	3	1	3	1	1	1	1	1		
การต้านทานความดันที่ผันแปร	ผ่าน 100000 รอบ ทดสอบ	4	3	1	3	1	1	1	1	1		
การต้านทานการกัดกร่อนอันเนื่องมาจาก สภาพแวดล้อม	ผ่านการ ทดสอบ	4	9	9	3	1	1	1	3	3	1	
ความต้านทานการสั่นสะเทือนในแนวแกน X	ผ่าน JISD1601	3	3	3	1	3	3	3	1	1	3	
ความต้านทานการสั่นสะเทือนในแนวแกน Y	ผ่าน JISD1601	3	3	3	1	3	3	3	1	1	3	
ความต้านทานการสั่นสะเทือนในแนวแกน Z	ผ่าน JISD1601	3	3	3	1	3	3	3	1	1	3	
ความสะดวกในการติดตั้ง	ติดตั้งง่าย	2				3	3				9	
ความปลอดภัย	หยุดการ ทำงานเมื่อ ความดันสูง	3										9
Part Specifications			ลดการใช้วัสดุและเพิ่มพื้นที่การแลกเปลี่ยนความร้อน	เพิ่มพื้นที่ผิวและนำความร้อน	ทำให้ติดตั้งได้	ทำให้ติดตั้งง่ายและแข็งแรง ไม่เกิดการรั่วไหลของสารภายใน	ทำให้ติดตั้งง่ายและแข็งแรง ไม่เกิดการรั่วไหลของสารภายใน	ง่ายต่อการประกอบและมีความแข็งแรง	ง่ายต่อการประกอบและมีความแข็งแรง	ง่ายต่อการประกอบและมีความแข็งแรง	ลดเวลาในการเปลี่ยน Tooling แข็งแรงและ ติดตั้งง่าย	เพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน
Column Weights			198	177	51	46	46	40	30	30	49	27
% Relative			28.53	25.50	7.35	6.63	6.63	5.76	4.32	4.32	7.06	3.89

รูปที่ 4.2 สรุปแผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ 2 ที่ได้รับ

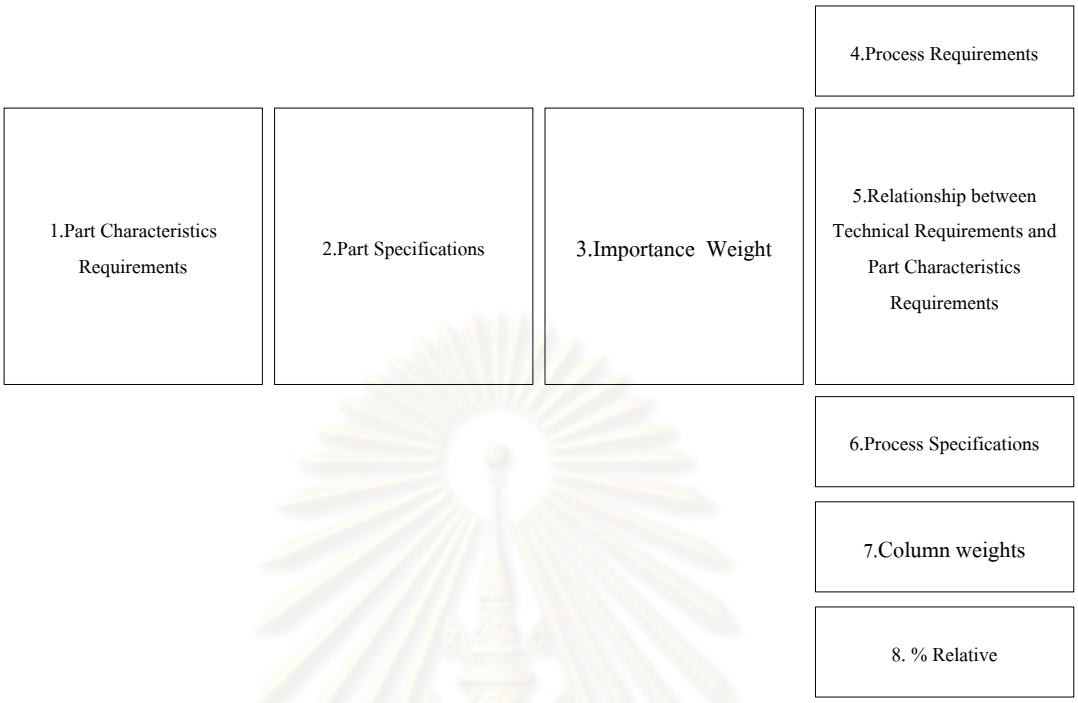


รูปที่ 4.3 กราฟเปอร์เซนต์ Relative ของ QFD เมตริกซ์ที่ 2

จากรูปที่ 4.3 พบว่าคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบที่มีความสำคัญต่อความต้องการเชิงเทคนิคสูงสุดคือ การออกแบบ Tube, Fin, Distributor, Bracket, Inlet Pad, Outlet Pad, R-D Pad, R/D Inlet pipe, R/D Outlet pipe และอุปกรณ์ตรวจวัดความดัน ตามลำดับ

4.1.2 Phase 3: Process Planning Matrix

หลังจากได้ QFD เมตริกซ์ที่ 2 คือ Product Design Matrix แล้ว จะเข้าสู่การทำ QFD เมตริกซ์ที่ 3 คือ Process Planning Matrix ซึ่งเป็นเมตริกซ์ที่ทำหน้าที่แปลงความสำคัญของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ (Part Characteristic Requirement) ที่ได้มาจากการทำ QFD เมตริกซ์ที่ 2 ให้เป็นการวางแผนกระบวนการในแต่ละข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ โดยมีส่วนประกอบของการวางแผนส่วนประกอบของเมตริกซ์ที่ 3 (Process Planning Matrix) ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ส่วนประกอบของการวางแผนส่วนประกอบของเมตริกซ์ที่ 3 (Process Planning Matrix)

4.1.2.1 ขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ 3

1) ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ (Part Characteristic Requirement) ได้มาจากส่วนที่ 4 ของเมตริกซ์ที่ 2 โดยนำมาจัดลำดับความสำคัญและใช้เป็น Input ในเมตริกซ์ที่ 3

2) ข้อกำหนดคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละส่วน (Part Specifications) ได้มาจากส่วนที่ 6 ของเมตริกซ์ที่ 2

3) ระดับน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ (Part Characteristic Requirement Importance Weight) ได้มาจากส่วนที่ 8 คือการจัดลำดับความสำคัญโดยการเปรียบเทียบของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ (Part Characteristic Requirements Importance Weights) ในเมตริกซ์ที่ 2 โดยที่ทำการแปลงค่าที่ได้ให้อยู่ในรูปของสเกล 1-9 ดังตารางที่ 4.5 แสดงระดับน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบที่ได้รับโดยเรียงตามลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อย

ตารางที่ 4.5 สรุปน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ

ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ	% Relative	ระดับน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ
การออกแบบ Tube	28.53	9.00
การออกแบบ Fin	25.50	8.05
การออกแบบ Distributor	7.35	2.32
การออกแบบ Bracket หรือ อุปกรณ์จับยึด	7.06	2.23
การออกแบบ Inlet pad	6.63	2.09
การออกแบบ Outlet pad	6.63	2.09
การออกแบบ R-D pad	5.76	1.82
การออกแบบ RD inlet pipe	4.32	1.36
การออกแบบ RD outlet pipe	4.32	1.36
การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดความดัน	3.89	1.25

4) คุณสมบัติของกระบวนการ (Process Characteristics) คือกระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ ซึ่งเราสามารถแยกออกได้เป็นกระบวนการเดิมที่ดีอยู่แล้ว และกระบวนการใหม่ที่สามารถนำเข้ามาสนับสนุนและปรับปรุงการผลิตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น โดยจะทำการแยกกระบวนการผลิตให้เป็นส่วนย่อยๆ มีรายละเอียดของแต่ละกระบวนการดังที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 3 การทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตจะทำการวิเคราะห์เป็นกระบวนการย่อยๆ เพื่อจะได้รายละเอียดของแนวทางการปรับปรุง ในส่วนของกระบวนการเหล่านี้ได้จากการระดมความคิดของทีมงาน

ส่วนประกอบของกระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์มีขั้นตอนดังนี้

ก) Fin Forming Corrugate ประกอบด้วย

1. เปิดเครื่องดัน SW Input contactor ขึ้น กดปุ่ม Output Contactor เปิด Braker ยกที่กั้น Fin ออกใส่ Master ใต้ Gauge บิด SW มาตามที่ตำแหน่ง On กดปุ่มแดง ขาว และเขียว ตามลำดับ บิด SW มาตำแหน่ง Off หยิบ Master ออกและใส่ที่กั้น Fin เข้าที่เดิม

2. กดปุ่มเหลือง 2 ปุ่มพร้อมกัน แล้วกดปุ่มเขียวและค่อยๆปรับรอบ Speed ให้ได้ตามตารางที่กำหนด

3. ขณะที่เครื่องจักรกำลัง Run ให้พนักงานวัดขนาดของ Fin ตามใบ Check Sheet จัดเรียง Fin ให้เสมอและเรียงลงกล่อง พร้อมกับเขียน Tag ติดข้างกล่องเมื่อครบตามจำนวน

4. เมื่อบรรจุลงกล่องครบตามจำนวนแล้วต้องปิดฝากล่องทุกครั้ง

ข) Core Assembly ประกอบด้วย

1. วาง Clamp Jig ลงร่อง Plate โดยให้ส่วนยาวหงายขึ้นเรียง M-Tube บน Plate แล้วกดปุ่มเพื่อให้ Plate Ass'y ลง

2. วาง Square Jig ใหญ่ ด้านบนและด้านล่าง และนำ Square Jig เล็กใส่เข้าร่อง Side Plate แล้ววางลงด้านบนและด้านล่าง

3. กดปุ่มเพื่อล็อก Core แล้วตบด้วยกระดานให้ทั่วตัวงาน

4. ตอก Distributor-A เข้าด้านซ้ายและ Distributor-B เข้าด้านขวาของชิ้นงาน โดยให้รอยบากของ Distributor อยู่ด้านบน กดปุ่มเพื่อล็อกชิ้นงาน ใช้ฆ้อนตอกปลาย Jig ด้านล่างทั้งสองข้างและกดปุ่มเพื่อคลายล็อก

5. วางชิ้นงานลง Jig Press M/C โดยให้ปลาย Distributor มุมขวาบนชนติดกับ Stopper กดปุ่มทั้ง 2 พร้อมกันใช้ Gauge วัดความยาวของชิ้นงานเช็คตำแหน่ง Partition ต้องตรงกับร่อง I-Mark แล้ว Mark ด้วยสีเขียวที่ข้าง Partition

ค) Tig Welding ประกอบด้วย

1. วางชิ้นงานที่ผ่านการ Press แล้ว ลง Jig เชื่อม ในลักษณะคว่ำชิ้นงานลงใส่ Pin Bracket ที่ปลายของ Distributor ด้านล่างทั้งสองข้าง แล้วดันล็อก

2. ใส่ Bracket ด้านบนซ้ายขวาปลายของ Distributor ทั้งสองข้างแล้วล็อก

3. ใส่ Outlet Flange ที่ Distributor B แล้วกดล็อก

4. ใส่ M6 Block ที่ Distributor A แล้วกดล็อก

5. ใส่ Pipe B พร้อม Filler ที่รู Distributor และ Inlet Flange แล้วกดล็อก

6. ใส่ Pipe A พร้อม Filler ที่รู Distributor และ R/D Pad แล้วกดล็อกเชื่อม Tig ตามจุดที่กำหนดด้วยวงกลมทั้งหมด 19 จุดหลังจากเชื่อมเสร็จทำการปลดล็อกทั้งหมดแล้วยกชิ้นงานออกจาก Jig ไว้บนรถแล้วส่งชิ้นงานให้กระบวนการถัดไป

ง) Alcohol flux supply ประกอบด้วย

1. วางชิ้นงานบนตระแกรง ใช้ Gauge วัดความยาวของ Core

2. พ่น Flux ผสมแอลกอฮอล์ที่จุดต่อระหว่าง M-tube กับ Distributor

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ใช้กระปุกหยอด Flux เหลวหยอดที่ Partition Plate B ระหว่าง Bracket กับ Distributor Pin Bracket และจุดเชื่อมต่อระหว่าง Pipe กับ Distributor Pipe กับ Pad และจุดที่มี Filler

จ) Dry flux supply ประกอบด้วย

1. วางชิ้นงานบนตระแกรงถ้าเป็น Model MFC ให้ปิด Cap ที่ตำแหน่ง Union และ Pad ก่อนพ่น Flux

2. ถ้าเป็น Model SCD ให้ปิด Cap ที่ Union ก่อนพ่น Flux ทำการพ่น Flux โดยพ่นจากซ้ายไปขวาหรือขวาไปซ้ายของชิ้นงานจนทั่วชิ้นงาน

3. หลังจากพ่น Flux เสร็จให้ใช้ลมเป่า Flux ออกจากจุดของ Union Pad และ Square Jig ยกชิ้นงานออกแล้วส่งให้ Process Brazing

ฉ) Brazing furnace ประกอบด้วย

1. วางชิ้นงานบนโต๊ะใช้ Gauge เช็คระยะความยาวของชิ้นงานและใส่ R/D Pipe & Filler พร้อมกับทา Flux

2. เสียบสายชาร์ตไนโตรเจนเข้าภายใน Condenser และเสียบกิ๊บ Support Fin ที่ชิ้นงานทั้ง 4 มุม

3. เก็บ Clamp jig U jig Square jig Jig support fin ออกจาก Tray เรียงใส่รถแล้วแยกชิ้นงาน วางลง Tray

ช) Cleaning flux ประกอบด้วย

1. คลายกิ๊บออกจากชิ้นงานแล้ววางไว้ที่ Tray เสร็จแล้วให้ยกชิ้นงานออกจาก Tray

2. ใช้พลาสติกกรีดระหว่าง Fin กับ M-tube เพื่อตรวจสอบการเชื่อมติดของ Fin และ M-tube

3. วาง Jig ป้องกัน Fin และ M-tube แล้วใช้ Air Driver ขัด Flux ออกบริเวณ Distributor และ Bracket (ถ้า Model ที่ขัด Side Plate ให้ใช้กระดาษทรายขัด)

4. ตรวจเช็คสภาพชิ้นงานโดยยึดหลักการตรวจเช็ค ตามมาตรฐานการสอบสภาพภายนอกคอนเดนเซอร์

5. ตรวจเช็คสภาพของ Filler ที่จุดเชื่อมต่อทุกจุด Filler ต้องละลาย ตรงจุดเชื่อมและ Union ต้องไม่เอียง

6 นำชิ้นงานไปใส่ในรถสีเขียว (กำหนดชิ้นงาน 40 ตัว ต่อ 1 รถ หรือ 20 ตัว ต่อ 1 รถ) เสร็จแล้วให้เขียน Tag ติดรถเขียวระบุ Model Lot วันที่ผลิต (กรณีที่ใส่ชิ้นงาน 40 ตัว ต่อ 1 รถ จะต้องใส่ Partition กั้นตรงกลางชิ้นงานทุกตัว)

ฆ) Adjusting ประกอบด้วย

1. Check ความตรงของ Condenser ถ้า Condenser บิดงอให้วางบน Plate แล้วตบด้วยกระดานจนตรง

2. วาง Condenser ลง Dimension Jig Adjust 50% แล้วตรวจเช็คระยะร่อง Partition ทั้ง 4 จุดพร้อมกับ Inlet Pad ว่าจะต้องลง Jig ได้พอดี ใส่ Bracket- A Assembly พร้อมกับใส่ Screw จากนั้นใส่ O-ring R/D Pad & R/D Pipe ข้างละ 1ตัว แล้วทำการ Mark สีเหลืองที่จุด Partition และจุดรอยเชื่อม Tig

3. วาง Condenser ลง Dimension Jig Assembly กด Stopper ล็อก Bracket A แล้วใช้ Air Tool 3.8+/-1 N.m ขัน Screw จากนั้นทาน้ำมัน Compressor R/D Pad and R/D Pipe ที่ O-ring แล้วนำ R/D Bracket มาใส่เข้ากับ Drier โดยให้ R/D Bracket คว่ำลง แล้วประกอบเข้ากับ R/D Pad and R/D Pipe ยึดด้วย Screw ที่ R/D Bracket จากนั้นยึด Screw ที่ R/D Pad and R/D Pipe กับ Drier แล้วใช้ Air Tool ขัน เช็คด้วยประแจ Torque เสร็จแล้ว Mark สีเหลืองที่หัวน็อตจุดเช็ค Torque พร้อมกับ Mark สีน้ำเงินที่จุด Note8 1จุด(ขีดเส้นยาว) จากนั้นติด Label C ที่จุด R/D Bracket

ญ) Leak check ประกอบด้วย

1. ขัน Leak Plug เข้าที่ Union หรือ Pad

2. นำ Core Assembly ต่อ Leak Plug เข้ากับ Connector

3. กดปุ่ม Start โดยใช้มือทั้ง 2 ข้างพร้อมกัน

4. สังเกตหลอดไฟที่โชว์ ถ้าไฟโชว์สีเขียวแสดงว่างานไม่รั่ว Stamp OK และวันที่เช็ค เรียงใส่รถสีฟ้า

5. ถ้าไฟแดงโชว์ให้เปลี่ยน Connector เป็นหัวเดียวและเช็คงานซ้ำครั้งละ 1 ชิ้น เมื่อตรวจว่าชิ้นงานใดรั่ว

6. งานที่เครื่องโชว์ว่ารั่วให้ติด Tag ระบุ Model Lot Date และผู้เช็คนำไปวางที่รถสีเหลือง

7. นำชิ้นงานจากรถสีเหลืองที่ระบุลักษณะอาการเสียว่า ไฟแดง มาเพื่อ Test น้ำ หาจุดที่รั่ว

8. ขันตัว Leak Plug เข้าที่ Union หรือ Pad ทั้งด้าน In และ Out เสร็จแล้วสรวมข้อต่อ N_2 เข้า Connector

9. เช็ควาล์วสีแดงและวาล์วสีเขียวต้องอยู่ในตำแหน่งปิดแล้วเปิดวาล์วหัวถัง N_2 เข้าท่อ แล้วเปิดวาล์วสีเขียวเพื่อให้ N_2 เข้าคอนเดนเซอร์

10. นำชิ้นงานลงแช่น้ำ เพื่อหาจุดรั่วโดยสังเกตตามข้อต่อต่างๆของคอนเดนเซอร์ ถ้ารั่วจะมีฟองอากาศออกมาโดยใช้เวลา 1 นาที

11. ถ้าพบรอยรั่วให้บันทึกรายละเอียดลง Tag ติดคืนที่ชิ้นงาน และลูกศรชี้บ่งตำแหน่งเพื่อรอซ่อม

12. ถ้าไม่พบรอยรั่วให้บันทึกรายละเอียดลง Tag ติดคืนที่ชิ้นงาน รอนำกลับไป Leak ด้วยเครื่องจักรอีกครั้งหนึ่ง

13. เมื่อเสร็จงานให้ปิดวาล์วสีเขียวแล้วเปิดวาล์วสีแดงเพื่อ Blow N_2 ในคอนเดนเซอร์ทิ้ง สุดท้ายให้ปิดวาล์วที่หัวถัง N_2

ญ) Packing ประกอบด้วย

1. นำชิ้นงานวางลง Dimension Jig ชิ้นงานต้องลง Jig ได้พอดีและไม่กระดก

2. ใส่ Bracket-B Bracket-C Bracket-D ที่ Side Plate

3. ใส่สกรูที่ Bracket และกด Stopper เพื่อทำการ Lock Bracket A B C และ D โดย Stopper ต้องแนบสนิทกับ Dimension Jig

4. ขันยึดสกรูด้วย Screw Driver และทำการเช็คค่า Torque ด้วยประแจ Torque

5. เช็คตำแหน่งการขันสกรู โดยการทำ I-Mark สีเหลือง

6. เช็คตำแหน่งการใส่ Bracket A B C และD โดยการ Mark สีเหลือง

7. ทำความสะอาดหน้า Pad พร้อมทั้งตรวจเช็คสภาพชิ้นงาน (ตามมาตรฐานการตรวจสอบลักษณะภายนอก Condenser) ในกรณีที่มี Defect Tag ให้ดึง Defect Tag ที่ติดชิ้นงานออกนำไปติดที่แฟ้มจัดเก็บและจดหมายเลข Tag ลงสมุดจด Serial No. และจด Serial No. ลง Tag

8. ปิด Cap ที่ Inlet Pad และ Outlet Pad

9. วางชิ้นงานใน Carton Box เรียงชิ้นงานกล่องละ 10 Pcs. ใส่ Portion และทำการปิดกล่อง

10. เรียงชิ้นงานบน Pallet โดยเรียง 3 ชั้น ชั้นละ 4 กล่อง รวม 12 กล่อง หรือ 120 Set/Pallet

11. เมื่อบรรจุครบตามจำนวนแล้วบันทึกรายละเอียดลง Case Mark Tag นำไปติดที่กล่องและบันทึกลงในสมุดควบคุม นำ Angle มาครอบที่มุมกล่องทั้ง 4 ด้าน จากนั้นทำการพันฟิล์มและรัดสาย PVC

5) ความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบกับคุณสมบัติของการบวนการ (Relationship between Part Characteristics Requirements and Process Characteristics) แสดงถึงระดับความเชื่อมโยงระหว่างข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละตัวกับคุณสมบัติของกระบวนการที่มีอยู่ทั้งหมด โดยใช้คำถามว่า “ถ้าเราสามารถควบคุมข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบได้ จะส่งผลต่อความต้องการทางด้านคุณสมบัติของกระบวนการในระดับมาก/ปานกลาง/น้อย/ไม่มีผลเลย” โดยลำดับความสัมพันธ์ที่ใช้เป็นตัวเลข โดยมีความหมายดังนี้

Strong Relationship หรือหมายเลข 9 หมายถึงมีความสัมพันธ์มาก

Moderate Relationship หรือหมายเลข 3 หมายถึงมีความสัมพันธ์ปานกลาง

Weak Relationship หรือหมายเลข 1 หมายถึงมีความสัมพันธ์น้อย

No Relationship หรือช่องว่างที่ไม่ได้มีการใส่หมายเลข หมายถึงไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันเลย

6) ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการ (Process specifications) เป็นเป้าหมายในการพัฒนาเพื่อให้กระบวนการเป็นไปตามที่ต้องการโดยได้มาจากทีมงานพัฒนา ซึ่งมีข้อกำหนดทางด้านกระบวนการในปัจจุบันและข้อกำหนดใหม่เพื่อการพัฒนา ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการในปัจจุบันและข้อกำหนดใหม่

ส่วนประกอบของกระบวนการ	รายละเอียด	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการปัจจุบัน	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการที่ต้องปรับปรุง	ทิศทางเพื่อการพัฒนา
FIN FORMING	LENGTH	581.3 +2 mm.	468 +30 /-0 mm.	↓
	FIN HEIGHT	7.025 + 0.05 mm.	7.025 + 0.025 mm.	↓
	CORRUGATE FIN PEAK QUANTITY	165 + 3PEAK	195 + 3PEAK	↑
	FIN LOUVER CUT DEGREE CHECK	$27^{\circ} + 4^{\circ}/-1^{\circ}$	$24^{\circ} + 2^{\circ}$	↓
	FIN M/C	OPERATION SPEED 900 ~ 1,400 RPM	OPERATION SPEED 600 ~ 1,000 RPM	↓
		CORRUGATE DIE < 1.5 MILLION PITCH	CORRUGATE DIE < 1.5 MILLION PITCH	○
CORE ASSEMBLY	CORE ASSEMBLY JIG	FOLLOW W/I	FOLLOW WI	○
	ความดันเกจของ Core Assembly	PRESSURE PRESS 4.0-6.0 Kgf/cm^2	PRESSURE PRESS 2.0-3.0 Kgf/cm^2	↓
CONDENSER PRESS	PRESS JIG	CORE SIZE 581.3± 2 mm.	CORE SIZE 516 ± 2 mm.	↓
		PRESSURE PRESS 4.0-6.0 Kgf/cm^2	PRESSURE PRESS 2.0-3.0 Kgf/cm^2	↓
TIG WELDING	TIG WELDING POSITION	FOLLOW WI	FOLLOW WI	○

ตารางที่ 4.6 ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการในปัจจุบันและข้อกำหนดใหม่ (ต่อ)

ส่วนประกอบของกระบวนการ	รายละเอียด	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการปัจจุบัน	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการที่ต้องปรับปรุง	ทิศทางเพื่อการพัฒนา
TIG WELDING	ELECTRIC CURRENT	CREATER=20AMP WELDING= 100 AMP	CREATER=20AMP WELDING= 60 ~ 90 AMP	↓
	FLOW OF ARGON	9 ~ 15 L/min	9 ~ 15 L/min	○
ALCOHOL FLUX SUPPLY	FLUX RATIO	FLUX 1,500 g / ALCOHOL 10 LITRE	FLUX 1,000 g / ALCOHOL 10 LITRE	↓
	AIR GUN	AIR PRESSURE FLUX 0.3 ~ 1.0 Kgf / Cm^2	AIR PRESSURE FLUX 1±0.3 Kgf / Cm^2	↓
		AIR PRESSURE ALCOHOL 2.0 + 0.5 Kgf / Cm^2	AIR PRESSURE ALCOHOL 2.0 + 0.5 Kgf / Cm^2	○
DRY FLUX SUPPLY	FLUX WEIGHT	3 - 15 g / PC.	3 - 5 g / PC.	↓
	POWDER GUN	AIR PRESSURE GUN 2.0 ~ 6.0 Kgf / Cm^2	AIR PRESSURE GUN 2.0 ~ 6.0 Kgf / Cm^2	○
BRAZING	TIME BLOW N_2	10 SECOND	10 SECOND	○
	PRESSURE	2~3 Kgf / Cm^2	2~3 Kgf / Cm^2	○
	N_2 FRONT SIDE	27 ~ 35 m^3 / Hr.	27 ~ 35 m^3 / Hr.	○

ตารางที่ 4.6 ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการในปัจจุบันและข้อกำหนดใหม่ (ต่อ)

ส่วนประกอบของกระบวนการ	รายละเอียด	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการปัจจุบัน	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการที่ต้องปรับปรุง	ทิศทางเพื่อการพัฒนา
BRAZING	N_2 BACK SIDE	17 ~ 21 m^3 / Hr.	17 ~ 21 m^3 / Hr.	○
	CONVEYOR SPEED	900 + 30mm/min	950 + 30mm/min	↑
	BRAZING FURNACE TEMP	DRY ZONE 200 + 10 C°	DRY ZONE 200 + 10 C°	○
		ZONE 1: 500 + 10 C°	ZONE 1: 500 + 10 C°	○
		ZONE 2: 550 + 10 C°	ZONE 2: 550 + 10 C°	○
		ZONE 3: 600 + 10 C°	ZONE 3: 600 + 10 C°	○
		ZONE 4: 615 + 10 C°	ZONE 4: 615 + 10 C°	○
		ZONE 5: 620 + 10 C°	ZONE 5: 620 + 10 C°	○
		ZONE 6: 625 + 10 C°	ZONE 6: 625 + 10 C°	○
CLEANING & VISUAL CHECK	FIN ADHESION	LESS THAN 4 PEAK / ROW	LESS THAN 4 PEAK / ROW	○
	การใช้งาน Polishing tools	ตามคู่มือการปฏิบัติงาน	ตามคู่มือการปฏิบัติงาน	○
ADJUSTING	TORGUE	4-6 N.m	3.9-5.9 N.m	↓
LEAK CHECK	LEAK M/C	LEAK RATE 2 g / YEAR	LEAK RATE 2 g / YEAR	○
		SENSIVITY 2.0 x 10 torr l sec	SENSIVITY 2.0 x 10 torr l sec	○

ตารางที่ 4.6 ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการในปัจจุบันและข้อกำหนดใหม่ (ต่อ)

ส่วนประกอบของกระบวนการ	รายละเอียด	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการปัจจุบัน	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการที่ต้องปรับปรุง	ทิศทางเพื่อการพัฒนา
LEAK CHECK	LEAK M/C	N_2 & He PRESSURE MORE THAN 4 Kgf/Cm^2	N_2 & He PRESSURE MORE THAN 4 Kgf/Cm^2	○
		N_2 PRESSURE MORE THAN 36 Kgf/Cm^2	N_2 PRESSURE MORE THAN 36 Kgf/Cm^2	○
PACKING	JIG	DRAWING	DRAWING	○
	TORQUE	4-6 N.m	4.9-5.9 N.m	↑
	PACKING SYSTEM	FOLLOW WI	FOLLOW WI	○

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7) ระดับน้ำหนัก (Importance Weights) เป็นการหาค่าความสำคัญของความต้องการของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละตัว จากผลรวมของผลคูณระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละตัวกับคุณสมบัติทางด้านกระบวนการ (Relationship between Part Characteristics Requirements and Process Characteristics Requirements) กับระดับน้ำหนักความสำคัญของความต้องการของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ (Process Characteristics Requirements Importance Weights)

8) ลำดับความสำคัญโดยเปรียบเทียบ (Process Characteristics Requirements Importance Weights) เป็นการหาสัดส่วนลำดับความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านกระบวนการ ในแต่ละข้อกำหนดเทียบกับคุณสมบัติด้านกระบวนการทั้งหมด ให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์

4.1.2.2 แผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ 3

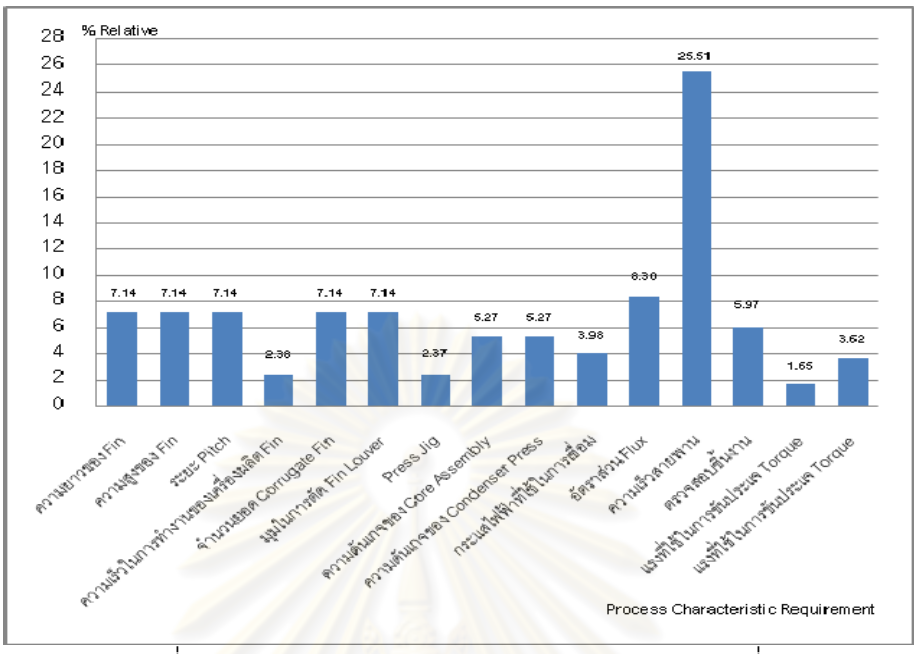
จากขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ 3 ที่ได้กล่าวมาข้างต้นในหัวข้อ 4.1.2.1 ดังนั้นแผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ได้รับ ดังแสดงในรูปที่ 4.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างแผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ 3 ที่ใช้ในโครงการ

Process Characteristic Requirement			Fin Forming						Assembly			Tig	Alcohol flux	Brazing	Adjust		Packing
Part Characteristic Requirement	Goals	Part Characteristic Importance Weights	ความยาวของ Fin	ความสูงของ Fin	ระยะ Pitch	ความเร็วในการทำงานของเครื่องผลิต Fin	จำนวนยอด Corrugate Fin	มุมในการจัด Fin Louver	Press Jig	ความดันแกจของ Core Assembly	ความดันแกจของ Condenser Press	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม	อัตราส่วน Flux	ความเร็วสายพาน	ตรวจสอบชิ้นงาน	แรงที่ใช้ในการขันประแจ Torque	แรงที่ใช้ในการขันประแจ Torque
การออกแบบ Tube	ลดการใช้วัสดุและเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อน	9.00							1	3	3		3	9	1		
การออกแบบ Fin	เพิ่มพื้นที่การนำความร้อน	8.05	9	9	9	3	9	9	1	3	3		3	9	1		
การออกแบบ Distributor	ทำให้ติดตั้งได้ง่าย	2.32							3	1	1	1	3	3	3		
Bracket หรือ อุปกรณ์จับยึด	ลดเวลาในการเปลี่ยน Tooling แข็งแรงและ ติดตั้งง่าย	2.23										9		9	3		9
การออกแบบ Inlet pad	ทำให้ติดตั้งง่ายและแข็งแรง ไม่เกิดการรั่วไหลของสารภายใน	2.09										3	3	9	3		
การออกแบบ Outlet pad	ทำให้ติดตั้งง่ายและแข็งแรง ไม่เกิดการรั่วไหลของสารภายใน	2.09										3	3	9	3		
การออกแบบ R-D pad	ง่ายต่อการประกอบและมีความแข็งแรง	1.82										3	3	9	3	3	3
การออกแบบ RD inlet pipe	ง่ายต่อการประกอบและมีความแข็งแรง	1.36											3	9	3		
การออกแบบ RD outlet pipe	ง่ายต่อการประกอบและมีความแข็งแรง	1.36											3	9	3		
อุปกรณ์ตรวจวัดความดัน	เพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน	1.25													3	9	9
	Process Specifications		468 + 30 / - 0 mm.	7.025 + 0.025 mm.	1.2 mm	600-1,000 RPM	195 + 3 ยอด	24 ± 2 ซี่/ฟัก	Core Size 516±2 mm.	2-3 Kgf/Cm^3	2-3 Kgf/Cm^3	60 - 90 Amp.	Flux 1000 g./Alcohol 10 l.	950 ± 30 mm / min	Drawing	3.9 -5.9 N.m	4.9 -5.9 N.m
	Column Weights		72.45	72.45	72.45	24.15	72.45	72.45	24.01	53.47	53.47	40.39	84.27	258.96	60.61	16.71	36.78
	% Relative Weights		7.14	7.14	7.14	2.38	7.14	7.14	2.37	5.27	5.27	3.98	8.30	25.51	5.97	1.65	3.62

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

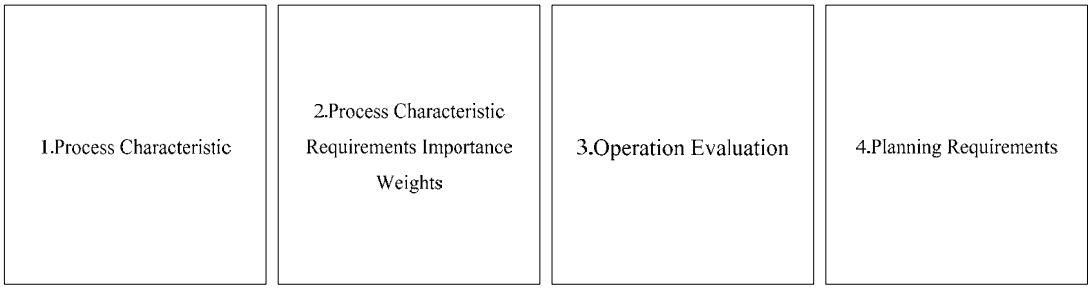


รูปที่ 4.6 กราฟเปอร์เซนต์ Relative ของ QFD เมตริกซ์ที่ 3

จากรูปที่ 4.6 พบว่าคุณสมบัติทางด้านกระบวนการที่มีความสำคัญต่อความต้องการด้านส่วนประกอบมากที่สุด คือ ความเร็วสายพาน และอัตราส่วน Flux ตามลำดับ

4.1.3 Phase 4 : Process Control Planning Matrix

หลังจากได้ QFD เมตริกซ์ที่ 3 คือ Process Planning Matrix แล้ว จะเข้าสู่การทำ QFD เมตริกซ์ที่ 4 คือ Process Control Planning Matrix ซึ่งเป็นเมตริกซ์ที่ทำหน้าที่แปลงความสำคัญของคุณสมบัติของกระบวนการ (Process Characteristic) ที่ได้มาจากการทำใน QFD เมตริกซ์ที่ 3 ให้เป็นการควบคุมกระบวนการแต่ละข้อของคุณสมบัติของกระบวนการ โดยมีส่วนประกอบของการวางแผนการควบคุมกระบวนการของเมตริกซ์ที่ 4 ดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ส่วนประกอบของการวางแผนการควบคุมกระบวนการของเมตริกซ์ที่ 4
(Process Control Planning Matrix)

4.1.3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ 4

1) คุณสมบัติของกระบวนการ (Process Characteristic) ได้มาจากส่วนที่ 4 ของเมตริกซ์ที่ 3 โดยนำมาจัดลำดับความสำคัญและใช้เป็น Input ในเมตริกซ์ที่ 4

2) ระดับน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติของกระบวนการ (Process Characteristics Requirements Importance Weights) ได้มาจากส่วนที่ 8 ของเมตริกซ์ที่ 3 โดยการแปลงค่าจาก %Relative ที่ได้มาให้อยู่ในรูปของ Scale 1-9 แสดงลำดับความสำคัญโดยเปรียบเทียบโดยเรียงจากมากไปน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 สรุประดับน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางด้านกระบวนการ

ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านกระบวนการ	% Relative	ระดับน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางด้านกระบวนการ
ความยาว FIN	7.41	2.52
ความสูง FIN	7.41	2.52
ระยะ PITCH	7.41	2.52
ความเร็วของเครื่องผลิต FIN	2.38	0.84
จำนวนยอด CORRUGATE FIN	7.41	2.52
มุมในการตัด FIN LOUVER	7.41	2.52
PRESS JIG	2.37	0.83
ความดันเกจของ Core Assembly	5.27	1.86
ความดันเกจของ Condenser Press	5.27	1.86
กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม	3.98	1.40
อัตราส่วน Flux	8.30	2.93

ตารางที่ 4.7 สรุประดับน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางด้านกระบวนการ (ต่อ)

ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านกระบวนการ	% Relative	ระดับน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางด้านกระบวนการ
ความเร็วสายพาน	25.51	9.00
ตรวจสอบชิ้นงาน	5.97	2.11
แรงที่ใช้ในการขันประแจ Torque	1.65	0.58
แรงที่ใช้ในการขันประแจ Torque	3.62	1.28

3) การประเมินการดำเนินงาน (Operation Evaluation) ซึ่งคุณสมบัติของกระบวนการแต่ละข้อที่ได้รับจาก QFD ของเมตริกซ์ที่ 3 นั้น จะถูกประเมินตามหลัก 4 ข้อดังนี้

1.ความยากของการควบคุมกระบวนการ

2.ความถี่ของปัญหาคาดว่าจะเกิด

3.ความรุนแรงของปัญหาเมื่อเกิดขึ้น

4.ความสามารถในการตรวจจับปัญหาที่เกิดขึ้น

การประเมินจะใช้ Scale 1-10 แทนความยากสูงสุด ความถี่สูงสุด ความรุนแรงสูงสุด การตรวจจับปัญหายากสุด โดยเกณฑ์การประเมินดังแสดงในตารางที่ 4.8-4.10

ตารางที่ 4.8 เกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความร้ายแรงของปัญหา (SEV)

ผลกระทบ	เกณฑ์ : ความร้ายแรงของผลกระทบ	ระดับ
อันตรายร้ายแรงโดยปราศจากการเตือน	อาจมีอันตรายต่อเครื่องจักรหรือผู้ทำการประกอบชิ้นส่วน ระดับความร้ายแรงสูงมาก เมื่อแนวโน้มความล้มเหลวส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการทำงานของยานยนต์ และ/หรือไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบของรัฐ โอกาสเกิดความล้มเหลวปราศจากการเตือน	10
อันตรายร้ายแรงโดยมีการเตือน	อาจมีอันตรายต่อเครื่องจักรหรือผู้ทำการประกอบชิ้นส่วน ระดับความร้ายแรงสูงมาก เมื่อแนวโน้มความล้มเหลวส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการทำงานของยานยนต์ และ/หรือไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบของรัฐ โอกาสเกิดความล้มเหลวมีการเตือน	9
สูงมาก	ความยุ่งยากส่วนใหญ่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดย 100% ของผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกคัดออก เครื่องจักรไม่อาจใช้งานได้เนื่องจากความสามารถในการใช้งานเบื้องต้นสูญเสียไป ลูกค้าไม่พอใจมาก	8

ตารางที่ 4.8 เกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความร้ายแรงของปัญหา (SEV) (ต่อ)

ผลกระทบ	เกณฑ์ : ความร้ายแรงของผลกระทบ	ระดับ
สูง	ความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการคัดออกและทิ้ง (น้อยกว่า 100%)ของผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกคัดออก เครื่องจักรทำงานแต่ความสามารถในการปฏิบัติงานของเครื่องจักรมีระดับลดลง ลูกค้าไม่พอใจ	7
ปานกลาง	ความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดยบางส่วน (น้อยกว่า 100%)ของผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกทิ้ง (ไม่มีการคัดเลือก) เครื่องจักรหรือชิ้นส่วนมีการทำงานแต่บางครั้งไม่สามารถทำงานได้สะดวก ลูกค้าได้รับความไม่สะดวก	6
ต่ำ	ความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดย 100% อาจต้องมีการแก้ไข เครื่องจักรหรือชิ้นส่วนมีการทำงานแต่บางครั้งความสะดวกในการทำงานมีระดับลดลง ลูกค้าได้รับความไม่สะดวกในบางครั้ง	5
ต่ำมาก	ความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกคัดแยกและบางส่วน (น้อยกว่า 100%)ของผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกทิ้ง (ไม่มีการคัดเลือก) มีการทำใหม่ชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ ความบกพร่องถูกสังเกตเห็นโดยลูกค้าทั้งหมด	4
เล็กน้อย	ความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ (น้อยกว่า 100%)อาจมีการทำใหม่ในสายงาน แต่ไม่สามารถควบคุมคุณภาพได้ชิ้นงานที่ผลิตออกมาไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ ความบกพร่องถูกสังเกตเห็นโดยลูกค้าเฉลี่ย	3
เล็กน้อยมาก	ความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ (น้อยกว่า 100%)อาจมีการทำใหม่ในสายงาน แต่สามารถควบคุมคุณภาพได้ ชิ้นงานที่ผลิตออกมาไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ ความบกพร่องถูกสังเกตโดยการแยกแยะของลูกค้า	2
ไม่มีเลย	ไม่มีผลกระทบ	1

ตารางที่ 4.9 เกณฑ์การให้คะแนนตามความถี่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (OCC)

ความน่าจะเป็นในการเกิดความล้มเหลว	อัตราความล้มเหลวที่เป็นไปได้	ระดับ
สูงมาก : เกิดความล้มเหลวบ่อยมาก	≥ 1 ใน 2	10
	1 ใน 3	9
สูง : เกิดความล้มเหลวถี่	1 ใน 8	8
	1 ใน 20	7
ปานกลาง : เกิดความล้มเหลวเป็นครั้งคราว	1 ใน 80	6
	1 ใน 400	5
	1 ใน 2,000	4
ต่ำ : เกิดความล้มเหลวน้อยครั้ง	1 ใน 15,000	3
	1 ใน 150,000	2
แทบไม่เกิด : ความล้มเหลวไม่น่าเกิดขึ้นได้	≤ 1 ใน 1,500,000	1

ตารางที่ 4.10 เกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถของการควบคุม (DET)

การตรวจพบ	เกณฑ์ : ข้อบกพร่องที่มีอยู่ในตอนนี้จะถูกตรวจพบโดยกระบวนการควบคุมก่อนจะไปกระบวนการถัดไปหรือก่อนชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบออกจากสถานที่ทำการผลิตหรือประกอบ	ระดับ
เกือบเป็นไปไม่ได้	ไม่ทราบว่าจะหาการควบคุมใดมาป้องกันความเสียหาย	10
ไกลมาก	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกไกลมากที่จะป้องกันความผิดพลาด	9
ไกล	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกไกลที่จะป้องกันความผิดพลาด	8
ต่ำมาก	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกต่ำมากที่จะป้องกันความผิดพลาด	7
ต่ำ	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกต่ำที่จะป้องกันความผิดพลาด	6
ปานกลาง	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้มีพอสมควรที่จะป้องกันความผิดพลาด	5
สูงปานกลาง	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงพอสมควรที่จะป้องกันความผิดพลาด	4
สูง	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้มีสูงที่จะป้องกันความผิดพลาด	3
สูงมาก	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้มีสูงมากที่จะป้องกันความผิดพลาด	2

ตารางที่ 4.10 เกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถของการควบคุม (DET)

การตรวจพบ	เกณฑ์ : ข้อบกพร่องที่มีอยู่ในตอนนี้จะถูกตรวจพบโดยกระบวนการควบคุมก่อนจะไปกระบวนการถัดไปหรือก่อนชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบออกจากสถานที่ทำการผลิตหรือประกอบ	ระดับ
เกือบแน่นอน	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ค่อนข้างแน่นอนที่ป้องกันความผิดพลาดและความน่าเชื่อถือของการควบคุมการป้องกันเป็นที่รู้จักในกระบวนการที่คล้ายคลึง	1

โดยคะแนนเหล่านี้จะถูกคูณด้วยคะแนนความสำคัญแล้วนำมารวมกันเป็นค่าผลรวมทั้งหมด สำหรับแต่ละคุณสมบัติของกระบวนการ ซึ่งค่าผลรวมนี้จะเป็นตัวแสดงให้เห็นถึงความสำคัญในการควบคุมคุณสมบัติของกระบวนการ ซึ่งคล้ายกับแผนภูมิกระบวนการ FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 สรุประดับคะแนนของการประเมินคุณสมบัติของกระบวนการแต่ละข้อ

คุณสมบัติของกระบวนการ	การประเมินการดำเนินงาน			
	Difficulty	Frequency	Severity	Ability to Detect
ความยาวของ Fin	2	8	8	1
ความสูงของ Fin	2	8	8	1
ระยะ Pitch	2	8	8	1
ความเร็วของเครื่องผลิต Fin	4	2	8	2
จำนวนยอด Corrugate Fin	2	2	8	2
เซ็คมุมในการตัด Fin Louver	10	2	8	4
Press Jig	2	4	8	2
ความดันเกจของ Core Assembly	2	4	8	2
ความดันเกจของ Condenser Press	2	4	8	2
กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม	2	4	10	2
อัตราส่วน Flux	2	2	5	2
ความเร็วสายพาน	6	5	10	2
ตรวจสอบชิ้นงาน	4	4	10	2
แรงที่ใช้ในการขันประแจ Torque	4	2	9	2
แรงที่ใช้ในการขันประแจ Torque	4	2	9	4

4) ความต้องการการวางแผน(Planning Requirements) ในส่วนของการวางแผนของเมตริกซ์ที่ 4 ใช้สำหรับระบุปัจจัย เช่น การควบคุม การบำรุงรักษา การป้องกันความผิดพลาด และการฝึกอบรมที่ต้องการเมื่อทำการผลิตสินค้า ซึ่งในส่วนนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงการผลิตที่ต่างชนิดกัน ความต้องการการวางแผนที่นำมาใช้กับคุณสมบัติของกระบวนการแต่ละข้อ ได้แก่

ก. แผนภูมิควบคุม (Quality Control Chart) เป็นแผนภูมิที่ถูกเขียนเป็นเอกสารแยกออกมา ใช้เพื่อกำหนดแผนสำหรับการตรวจสอบคุณสมบัติของกระบวนการ

ข. ตารางการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance Schedule) ใช้ในกระบวนการที่มีความเสื่อมถอยเมื่อมีการทำงานขึ้น การลดลงในสมรรถภาพอาจจะเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น การสึกหรอ การเสื่อมคุณภาพทางเคมี เป็นต้น

ค.การป้องกันการทำงานผิดพลาด (Mistake-proofing) เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกระบวนการ เพื่อทำให้เกิดการป้องกันความผิดพลาด หรือตรวจจับความผิดพลาดได้ในทันทีเมื่อเกิดขึ้น สังเกตว่าความผิดพลาดหลักหลายอย่างควรจะได้รับการป้องกัน โดยใส่ตัวกันการผิดพลาดเข้าไปในการออกแบบผลิตภัณฑ์ระหว่างวิเคราะห์การออกแบบเพื่อการประกอบ

ง. การศึกษาและการฝึกอบรม (Education and Training) ควรถูกพิจารณาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน

4.1.3.2 แผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ 4

จากขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ 4 ที่ได้กล่าวมาข้างต้นในหัวข้อ 4.1.3.1 ดังนั้นแผนผัง QFD เมตริกซ์ที่ได้รับ ดังแสดงในรูปที่ 4.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

			Operation Evaluation					Planning Requirement			
Process Characteristic Requirement		Process Characteristic Importance Weights	Difficulty	Frequency	Severity	Ability to Detect	Total	Quality Control Chart	Preventive Maintenance	Mistake-Proofing	Training
Fin Forming	ความยาวของ Fin	7.14	2	8	8	1	456.96	x			x
	ความสูงของ Fin	7.14	2	8	8	1	456.96	x			x
	ระยะ Pitch	7.14	2	8	8	1	456.96	x			x
	ความเร็วของเครื่องผลิต Fin	2.38	4	2	8	2	76.16	x	x		x
	จำนวนยอด Corrugate Fin	7.14	2	2	8	2	228.48	x			x
	เช็คมุมในการตัด Fin Louver	7.14	10	2	8	4	456.96	x	x		x
Assembly	Press Jig	2.37	2	4	8	2	151.68	x	x	x	x
	ความดันเกจของ Core Assembly	5.27	2	4	8	2	337.28	x	x		x
	ความดันเกจของ Condenser Press	5.27	2	4	8	2	337.28	x	x		x
Tig	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม	3.98	2	4	10	2	318.40	x			x
Alcohol flux	อัตราส่วน Flux	8.30	2	2	5	2	166.00	x			x
Brazing	ความเร็วสายพาน	25.51	6	5	10	2	2551.00	x	x		x
Adjust	ตรวจสอบชิ้นงาน	5.97	4	4	10	2	477.60	x		x	x
	แรงที่ใช้ในการขันประแจ Torque	1.65	4	2	9	2	59.40	x		x	x
Packing	แรงที่ใช้ในการขันประแจ Torque	3.62	4	2	9	4	260.64	x		x	x

รูปที่ 4.8 สรุปแผนผัง QFD เมตริกที่ 4 ที่ได้รับ

4.2 สรุปผลจากการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD

4.2.1 สรุปรายละเอียดที่ได้รับภายหลังการดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เมตริกซ์ที่ 2-4 เพื่อการออกแบบและทดลองผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น 92100 1HC0A-G1 สรุปได้ดังนี้

4.2.1.1 สรุปผล QFD Matrix ที่ 2 (Product Design Matrix)

ก) ความต้องการทางด้านเทคนิคที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของลูกค้า มี 11 ข้อ ดังนี้

1) การระบายความร้อนที่ความเร็วลม 2 m/s ไม่ต่ำกว่า 8.0 kW.

2) การต้านทานความดันที่ผันแปร ผ่าน 100000 รอบทดสอบ

3) การต้านทานการกัดกร่อนอันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม ผ่านการทดสอบเบื้องต้น

4) ความดันที่ลดลงของอากาศที่ไหลผ่านคอนเด็นเซอร์ มากกว่า 38 Pa.

5) การต้านทานการไหลของสารทำความเย็นที่150 kg/h ไม่เกิน 140 kPa.

6) ความต้านทานการสันสะเทือนในแนวแกน X ผ่านการทดสอบ JISD1601

7) ความต้านทานการสันสะเทือนในแนวแกน Y ผ่านการทดสอบ JISD1601

8) ความต้านทานการสันสะเทือนในแนวแกน Z ผ่านการทดสอบ JISD1601

9) ความปลอดภัย สามารถหยุดการทำงานเมื่อความดันสูง

10) ความต้านทานแรงดันสูงสุด ผ่าน 8.83 Mpa-G

11) สะดวกในการติดตั้ง

ข) ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบที่ได้รับเมื่อพิจารณาจากความต้องการทางด้านเทคนิคที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของลูกค้า มี 10 ข้อ ดังนี้

1) พัฒนาและปรับปรุงการออกแบบ Tube เพื่อลดการใช้วัสดุและเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อน

2) พัฒนาและปรับปรุงการออกแบบ Fin เพื่อเพิ่มพื้นที่การนำความร้อน

3) พัฒนาและปรับปรุงการออกแบบ Distributor เพื่อทำให้ติดตั้งง่าย

4) พัฒนาและปรับปรุงการออกแบบ Bracket หรือ อุปกรณ์จับยึด เพื่อลดเวลาในการเปลี่ยนเครื่องมือ แข็งแรงและติดตั้งง่าย

5) พัฒนาและปรับปรุงการออกแบบ Inlet pad เพื่อทำให้ติดตั้งง่ายและแข็งแรง ไม่เกิดการรั่วไหลของสารภายใน

6) พัฒนาและปรับปรุงการออกแบบ Outlet pad เพื่อทำให้ติดตั้งง่ายและแข็งแรง ไม่เกิดการรั่วไหลของสารภายใน

7) พัฒนาและปรับปรุงการออกแบบ R-D pad เพื่อให้ง่ายแก่การประกอบและมีความแข็งแรง

8) พัฒนาและปรับปรุงการออกแบบ RD inlet pipe เพื่อให้ง่ายแก่การประกอบและมีความแข็งแรง

9) พัฒนาและปรับปรุงการออกแบบ RD outlet pipe เพื่อให้ง่ายแก่การประกอบและมีความแข็งแรง

10) พัฒนาและปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดความดัน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน

4.2.1.2 สรุปผล QFD เมตริกซ์ที่ 3 (Process Planning Matrix)

ก) ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการที่ต้องมีการปรับปรุง เมื่อพิจารณาข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ ดังนี้

กระบวนการ Fin Forming

1) ปรับปรุงความยาวของ Fin จาก 581.3 +2 mm.เป็น 468 +30 mm.

2) ปรับปรุงความสูงของ Fin จาก เป็น 7.025 + 0.025mm.

3) ปรับปรุงระยะ Pitch จาก 1.4 mm. เป็น 1.2 mm.

4) ปรับปรุงความเร็วของเครื่องผลิต Fin จาก 900 ~ 1,400 RPM เป็น600-1000 RPM

5) ปรับปรุงจำนวนยอด Corrugate Fin จาก 165 + 3 ยอดเป็น 195 + 3 ยอด

6) ปรับปรุงมุมในการตัด Fin Louver จาก 27° + 4°/-1° เป็น 24° + 20°

กระบวนการ Assembly

1) ปรับปรุง Press Jig จาก Core Size 581.3± 2 mm. เป็น Core Size 516±2 mm.

2) ปรับปรุงความดันเกจของ Core Assembly จาก 4.0-6.0 Kgf/cm^2 เป็น 2-3 Kgf/Cm^3

3) ปรับปรุงความดันเกจของ Condenser Press จาก 4.0-6.0 Kgf/cm^2 เป็น 2-3 Kgf/Cm^3

กระบวนการ Tig Welding

1) ปรับปรุงกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม จาก 100 Amp. เป็น 60 - 90 Amp.

กระบวนการ Alcohol Flux

1) ปรับปรุงอัตราส่วน Flux จาก Flux 1,500 g. / Alcohol 10 l. เป็น Flux 1000 g. /Alcohol 10 l.

กระบวนการ Brazing

1) ปรับปรุงความเร็วสายพาน จาก 900 + 30mm/min เป็น 950 ± 30 mm. / min

กระบวนการ Adjust

1) ตรวจสอบชิ้นงาน จากรุ่น T250 เป็น รุ่น 92100 1HC0A-G1 โมเดล XH5

2) ปรับปรุงแรงที่ใช้ในการขันประแจ Torque จาก 4-6 N.m เป็น 3.9 -5.9 N.m

กระบวนการ Packing

1) ปรับปรุงแรงที่ใช้ในการขันประแจ Torque จาก 4-6 N.m เป็น 4.9 -5.9 N.m

เนื่องจากชิ้นส่วนประกอบอื่นๆของคอนเดนเซอร์เป็นชิ้นส่วนที่สั่งเข้ามาประกอบ ดังนั้นผู้วิจัยไม่นำกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอื่นๆนอกเหนือจากขอบเขตในการวิจัยมาพิจารณา

4.2.1.3 สรุปผล QFD เมตริกซ์ที่ 4 (Process Control Planning Matrix)

ก) ความต้องการการวางแผนที่นำมาใช้กับคุณสมบัติของกระบวนการแต่ละข้อ ได้แก่

1) แผนภูมิควบคุม (Quality Control Chart) เป็นแผนภูมิที่ถูกเขียนเป็นเอกสารแยกออกมา ใช้เพื่อกำหนดแผนสำหรับการตรวจสอบคุณสมบัติของกระบวนการ

2) ตารางการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance Schedule) ใช้ในกระบวนการที่มีความเสื่อมถอยเมื่อมีการทำงานขึ้น การลดลงในสมรรถภาพอาจจะเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น การสึกหรอ การเสื่อมคุณภาพทางเคมี เป็นต้น

3) การป้องกันการทำงานผิดพลาด (Mistake-proofing) เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงกระบวนการ เพื่อทำให้เกิดการป้องกันความผิดพลาด หรือตรวจจับความผิดพลาดได้ในทันทีเมื่อเกิดขึ้น สังเกตว่าความผิดพลาดหลักหลายอย่างควรจะได้รับการป้องกัน โดยใส่ตัวกันการผิดพลาดเข้าไปในการออกแบบผลิตภัณฑ์ระหว่างวิเคราะห์การออกแบบเพื่อการประกอบ

4) การศึกษาและการฝึกอบรม (Education & Training) ควรถูกพิจารณาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน

นอกจากความต้องการการวางแผนที่นำมาใช้กับคุณสมบัติของกระบวนการแต่ละข้อข้างต้น ผู้วิจัยยังทำการวางแผนควบคุมกระบวนการที่ได้จาก QFD เมตริกซ์ที่ 4 เพิ่มเติม ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 ตารางควบคุมกระบวนการ

กระบวนการ	รายการควบคุม	ค่ามาตรฐาน	ผู้รับผิดชอบ	วิธีการยืนยัน	ความถี่ในการยืนยัน	แบบฟอร์มข้อมูล	แผนการแก้ไข
Fin Forming	ความยาวของ Fin	468 +30 /-0 mm.	Op/J.Sup/Sup	Ruler	4 Time / Day, N= 3 Pcs.	Check Sheet FIN R XH5	-
	ความสูงของ Fin	7.025+0.025mm	Op/J.Sup/Sup	Venire Caliper	4 Time / Day, N= 3 Pcs.	Check Sheet FIN R XH5	-
	ระยะ Pitch	1.2 mm.	Op/J.Sup/Sup	Venire Caliper	4 Time / Day, N= 3 Pcs.	Check Sheet FIN R XH5	-
	ความเร็วของเครื่องผลิต Fin	600~1,000 RPM	Op/J.Sup/Sup	Set Volume	4 Time / Day	Check Sheet FIN R XH5	Adjust speed
	จำนวนยอด Corrugate Fin	195 + 3PEAK	Op/J.Sup/Sup	Count	4 Time / Day, N= 3 Pcs.	Check Sheet FIN R XH5	-
	เช็คมุมในการตัด Fin Louver	$240^{\circ} + 20^{\circ}$	QC	Profile	1 Time / Day / 1 PC.	Check Sheet FIN R XH5	-
Assembly	PRESS JIG	Core Size 516±2 mm.	Op/J.Sup/Sup	GO NOGO GAUGE	All	-	-
	ความดันเกจของ Core Assembly	2.0~3.0Kgf/Cm^2	Op/J.Sup/Sup	Pressure Gauge	4 Time / Day	Check Sheet Core Ass'y XH5	Adjust pressure

ตารางที่ 4.12 ตารางควบคุมกระบวนการ (ต่อ)

กระบวนการ	รายการควบคุม	ค่ามาตรฐาน	ผู้รับผิดชอบ	วิธีการยืนยัน	ความถี่ในการยืนยัน	แบบฟอร์มข้อมูล	แผนการแก้ไข
Assembly	ความดันเกจของ Condenser Press	2.0~3.0Kgf/Cm^2	Op/J.Sup/Sup	Pressure Gauge	4 Time / Day	Check Sheet Core Ass'y XH5	Adjust pressure
Tig Welding	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อม	Welding = 60 ~ 90 AMP	Op/J.Sup/Sup	Control Box	2 Time / Day	Check Sheet Tig Welding XH5	Inform Junior supervisor
Alcohol Flux Supply	อัตราส่วน Flux	Flux 1,000 g / Alcohol 10 Litre	Op/J.Sup/Sup	Balance Weight	All	-	-
Brazing	ความเร็วสายพาน	950+30mm/min	J.Sup/Sup	Controller	4 Time / Day	Check Sheet Brazing XH5	Adjust speed
Adjusting	ตรวจสอบชิ้นงาน	Drawing	Op/J.Sup/Sup	Visual	All	-	-
	แรงที่ใช้ในการขันประแจ Torque	3.9 -5.9 N.m	Op/J.Sup/Sup	Visual	All	-	-
Packing	แรงที่ใช้ในการขันประแจ Torque	4.9 -5.9 N.m	Op/J.Sup/Sup	Visual	All	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.1.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ภายหลังการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เมตริกซ์ที่ 2-4 ดังแสดงในรูปที่ 4.9 - 4.12

รูปที่ 4.9 รูปด้านหน้าของคอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น T250
(ก่อนการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD)

รูปที่ 4.10 รูปด้านหน้าของคอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น รุ่น 92100 1HC0A-G1
(หลังการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD)

รูปที่ 4.11 รูปด้านหลังของคอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น T250
(ก่อนการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD)

รูปที่ 4.12 รูปด้านหลังของคอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น รุ่น 92100 1HC0A-G1
(หลังการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD)

4.3 สรุปท้ายบท

เนื้อหาในบทนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิค QDF แบบ 4 เฟส ในการเสนอแนวทางการออกแบบและทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้ากลุ่มเป้าหมายและป้องกันความผิดพลาดในกระบวนการผลิต

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเริ่มตั้งแต่การสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลจากฝ่ายออกแบบ ฝ่ายผลิต ฝ่ายการตลาด ฝ่ายประกันคุณภาพ และฝ่ายควบคุมคุณภาพของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อเป็นการเสนอแนวคิด QFD ให้ทีมงานทราบและนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และเก็บรวบรวมข้อมูลมาดำเนินงานวิจัย โดยเริ่มทำการวิจัยตั้งแต่เมติกซ์ที่ 2 เนื่องจากผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์มีคำสั่งผลิตจากลูกค้า ซึ่งสามารถนำมาเป็น Input ของ QFD ในเมตริกซ์ที่ 2 คือความต้องการทางด้านเทคนิค พบว่าความต้องการทางเทคนิคของลูกค้ามี 11 ประเด็น นำมาพิจารณาความต้องการทางด้านคุณสมบัติและส่วนประกอบมี 10 ประเด็น จากนั้นนำมาวิเคราะห์ QFD ในเมตริกซ์ที่ 3 พบว่ามีความต้องการด้านกระบวนการได้ 29 ประเด็น แล้วจึงนำมาพิจารณาการควบคุมกระบวนการโดยวิเคราะห์ QFD ในเมตริกซ์ที่ 4 และทำการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การประยุกต์ใช้เทคนิค PFMEA กับกรณีศึกษา

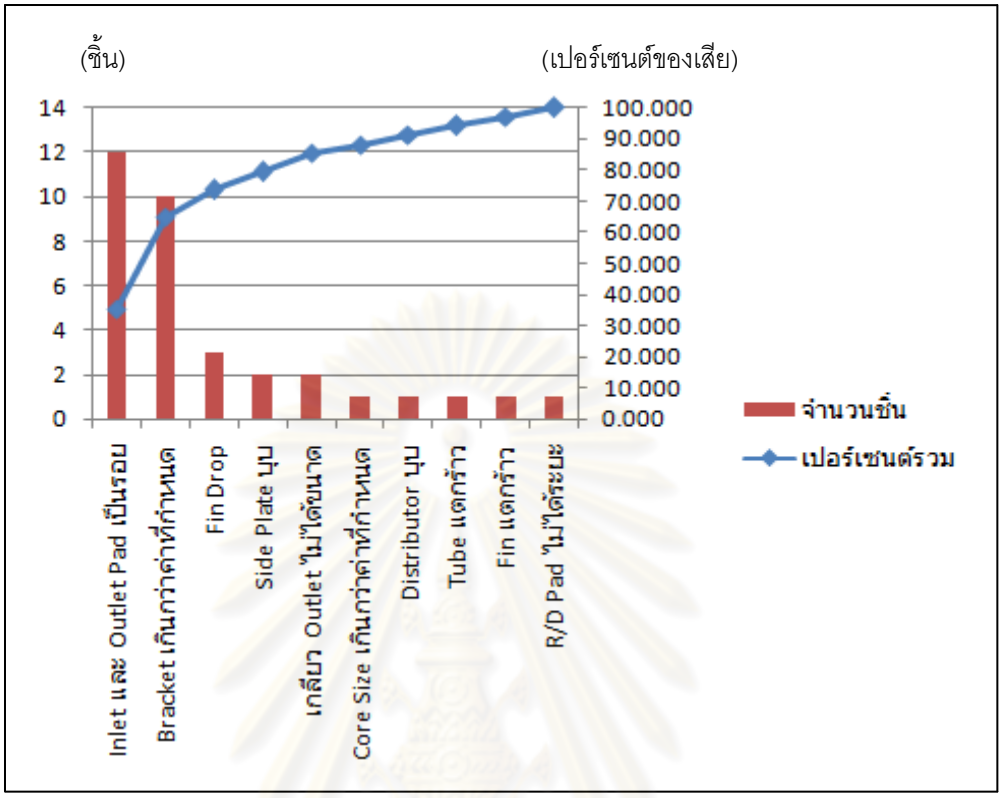
ในบทนี้จะกล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัย โดยนำเทคนิค PFMEA มาประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษา โดยจะปรับการใช้งานให้เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ในกรณีศึกษาและสอดคล้องต่อวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานวิจัย สำหรับกรณีศึกษาในที่นี้ คือ ผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) และเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effect Analysis: PFMEA) ในการเสนอแนวทางการออกแบบและทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้ากลุ่มเป้าหมายและป้องกันความผิดพลาดในกระบวนการผลิต

ประยุกต์ใช้เทคนิค PFMEA ในการค้นหาปัญหาที่แท้จริงของกระบวนการผลิต สาเหตุของปัญหา ความรุนแรงและโอกาสของปัญหาที่จะเกิดขึ้นพร้อมทั้งระดมสมองในการหาแนวทางในการแก้ปัญหาและป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหานั้นๆและเพื่อป้องกันความล้มเหลวต่อแผนการผลิตที่ได้ออกแบบและวางแผนไว้จากขั้นตอนของ QFD

5.1 การดำเนินงานวิจัยโดยการใช้เทคนิค PFMEA

จากการออกแบบและวางแผนผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์โดยประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เมตริกซ์ที่ 2-4 อาจเกิดข้อผิดพลาดในกระบวนการผลิตได้เนื่องจากคอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น 92100 1HC0A-G1ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่บริษัทกรณีศึกษายังไม่เคยทำการผลิต ปัจจุบันอยู่ในช่วงออกแบบและทดลองผลิตดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิค PFMEA มาประยุกต์ใช้ในการค้นหาปัญหาที่แท้จริงของกระบวนการผลิต สาเหตุของปัญหา ความรุนแรงและโอกาสของปัญหาที่จะเกิดขึ้นพร้อมทั้งระดมสมองในการหาแนวทางในการแก้ปัญหา ป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหานั้นๆและเพื่อป้องกันความล้มเหลวต่อแผนการผลิตที่ได้ออกแบบและวางแผนไว้จากขั้นตอนของ QFD

จากการทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ในเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคมจำนวน 178 ชิ้น พบว่ามีจำนวนของเสียทั้งหมด 34 ชิ้น คิดเป็น 19.10 % ดังแสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 กราฟพาเรโต้แสดงลักษณะและของเสียเดือนกันยายน-ตุลาคม ปี 2551

จากรูปที่ 5.1 ทำการวิเคราะห์ตามหลักพาเรโต้ เพื่อเลือกปัญหาของเสียมาทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค PFMEA พบว่ามีปัญหาของเสียที่ต้องทำการวิเคราะห์ดังนี้

1) ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการ Tig welding คือ ผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอย คิดเป็น 35.294 % ของเปอร์เซนต์ของเสียทั้งหมด

2) ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการ Adjusting คือ Bracket เกินค่าที่กำหนด Side Plate บุบ คิดเป็น 29.412 % ของเปอร์เซนต์ของเสียทั้งหมด

3) ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการ Core assembly คือ Fin drop คิดเป็น 8.824 % ของเปอร์เซนต์ของเสียทั้งหมด

4) ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการ Adjusting คือ Side Plate บุบ คิดเป็น 5.882 % ของเปอร์เซนต์ของเสียทั้งหมด

5) ปัญหาที่ทำให้เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการ Adjusting คือ เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด คิดเป็น 5.882 % ของเปอร์เซนต์ของเสียทั้งหมด

ผลจากการวิเคราะห์ปัญหาจะนำไปสู่การหาสาเหตุของปัญหาเพื่อจะนำมากำหนดมาตรการในการปรับปรุงเพื่อลดของเสียในกระบวนการต่อไป หลังจากสามารถพบปัญหาหลักที่เกิดขึ้นในกระบวนการแล้วทางทีมผู้ชำนาญการได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค PFMEA โดยใช้เกณฑ์การประเมินตามตารางที่ 5.1-5.3

ก่อนทำการวิเคราะห์ PFMEA ต้องจัดทำตารางคะแนน SOD เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการบ่งบอกช่วงของความรุนแรง(S) โอกาสเกิด (O) และความสามารถในการตรวจจับ (D) ซึ่งตารางทั้ง 3 ตารางนี้ได้มีการออกแบบขึ้นมาเพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ โดยใช้เกณฑ์เดียวกับคอยล์ร้อนรถยนต์รุ่นอื่นๆที่บริษัทกรณีศึกษาเคยทำการผลิต

ตารางเกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) สำหรับ PFMEA มีการคิดเกณฑ์ความรุนแรงโดยพิจารณาจากส่วนที่มีผลกระทบต่อลูกค้าและส่วนที่มีกระทบต่อการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) สำหรับ PFMEA

ผลกระทบ	เกณฑ์ : ความร้ายแรงของผลกระทบ	ระดับ
อันตรายร้ายแรงโดยปราศจากการเตือน	อาจมีอันตรายต่อเครื่องจักรหรือผู้ทำการประกอบชิ้นส่วน ระดับความร้ายแรงสูงมาก เมื่อแนวโน้มความล้มเหลวส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการทำงานของยานยนต์ และ/หรือไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบของรัฐ โอกาสเกิดความล้มเหลวปราศจากการเตือน	10
อันตรายร้ายแรงโดยมีการเตือน	อาจมีอันตรายต่อเครื่องจักรหรือผู้ทำการประกอบชิ้นส่วน ระดับความร้ายแรงสูงมาก เมื่อแนวโน้มความล้มเหลวส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการทำงานของยานยนต์ และ/หรือไม่สอดคล้องกับกฎระเบียบของรัฐ โอกาสเกิดความล้มเหลวมีการเตือน	9
สูงมาก	ความยุ่งยากส่วนใหญ่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดย 100% ของผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกคัดออก เครื่องจักรไม่อาจใช้งานได้เนื่องจากความสามารถในการใช้งานเบื้องต้นสูญเสียไป ลูกค้าไม่พอใจมาก	8
สูง	ความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการคัดออกและทิ้ง (น้อยกว่า 100%)ของผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกคัดออก เครื่องจักรทำงานแต่ความสามารถในการปฏิบัติงานของเครื่องจักรมีระดับลดลง ลูกค้าไม่พอใจ	7

ตารางที่ 5.1 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) สำหรับ PFMEA (ต่อ)

ผลกระทบ	เกณฑ์ : ความร้ายแรงของผลกระทบ	ระดับ
ปานกลาง	ความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดยบางส่วน (น้อยกว่า 100%)ของผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกทิ้ง (ไม่มีการคัดเลือก) เครื่องจักรหรือชิ้นส่วนมีการทำงานแต่บางครั้งไม่สามารถทำงานได้สะดวก ลูกค้าได้รับความไม่สะดวก	6
ต่ำ	ความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดย 100% อาจต้องมีการแก้ไข เครื่องจักรหรือชิ้นส่วนมีการทำงานแต่บางครั้งความสะดวกในการทำงานมีระดับลดลง ลูกค้าได้รับความไม่สะดวกในบางครั้ง	5
ต่ำมาก	ความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกคัดแยกและบางส่วน (น้อยกว่า 100%)ของผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกทิ้ง (ไม่มีการคัดเลือก) มีการทำใหม่ชิ้นส่วนที่ผลิตออกมาไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ ความบกพร่องถูกสังเกตเห็นโดยลูกค้าทั้งหมด	4
เล็กน้อย	ความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ (น้อยกว่า 100%)อาจมีการทำใหม่ในสายงาน แต่ไม่สามารถควบคุมคุณภาพได้ชิ้นงานที่ผลิตออกมาไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ ความบกพร่องถูกสังเกตเห็นโดยลูกค้าเฉลี่ย	3
เล็กน้อยมาก	ความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ (น้อยกว่า 100%)อาจมีการทำใหม่ในสายงาน แต่สามารถควบคุมคุณภาพได้ ชิ้นงานที่ผลิตออกมาไม่ได้ตามขนาดที่ต้องการ ความบกพร่องถูกสังเกตโดยการแยกแยะของลูกค้า	2
ไม่มีเลย	ไม่มีผลกระทบ	1

ตารางเกณฑ์การประเมินโอกาสเกิด (O) สำหรับ PFMEA มีการคิดเกณฑ์ความถี่โดยคิดจากข้อมูลการเกิดลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในโรงงาน ดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 เกณฑ์ในการประเมินความถี่ในการเกิด (O) สำหรับ PFMEA

ความน่าจะเป็นในการเกิดความล้มเหลว	อัตราความล้มเหลวที่เป็นไปได้	ระดับ
สูงมาก : เกิดความล้มเหลวบ่อยมาก	≥ 1 ใน 2	10
	1 ใน 3	9
สูง : เกิดความล้มเหลวถี่	1 ใน 8	8
	1 ใน 20	7
ปานกลาง : เกิดความล้มเหลวเป็นครั้งคราว	1 ใน 80	6
	1 ใน 400	5
	1 ใน 2,000	4
ต่ำ : เกิดความล้มเหลวน้อยครั้ง	1 ใน 15,000	3
	1 ใน 150,000	2
แทบไม่เกิด : ความล้มเหลวไม่น่าเกิดขึ้นได้	≤ 1 ใน 1,500,000	1

ตารางเกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจจับ (D) สำหรับPFMEA ได้มีการนำข้อมูลวิธีการตรวจสอบในปัจจุบันมาพิจารณาและมีการตั้งเกณฑ์ขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA

การตรวจพบ	เกณฑ์ : ข้อบกพร่องที่มีอยู่ในตอนนี้จะถูกตรวจพบโดยกระบวนการควบคุมก่อนจะไปกระบวนการถัดไปหรือก่อนชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบออกจากสถานที่ทำการผลิตหรือประกอบ	ระดับ
เกือบเป็นไปไม่ได้	ไม่ทราบว่าจะหาการควบคุมใดมาป้องกันความเสียหาย	10
ไกลมาก	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกไกลมากที่จะป้องกันความผิดพลาด	9
ไกล	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกไกลที่จะป้องกันความผิดพลาด	8
ต่ำมาก	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกต่ำมากที่จะป้องกันความผิดพลาด	7
ต่ำ	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ยังอีกต่ำที่จะป้องกันความผิดพลาด	6
ปานกลาง	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด	5
สูงปานกลาง	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด	4
สูง	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้มีสูงที่จะป้องกันความผิดพลาด	3

ตารางที่ 5.3 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA (ต่อ)

การตรวจพบ	เกณฑ์ : ข้อบกพร่องที่มีอยู่ในตอนนี้จะถูกตรวจพบโดยกระบวนการควบคุมก่อนจะไปกระบวนการถัดไปหรือก่อนชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบออกจากสถานที่ทำการผลิตหรือประกอบ	ระดับ
สูงมาก	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้มีสูงมากที่จะป้องกันความผิดพลาด	2
เกือบแน่นอน	การควบคุมที่ใช้ในเวลานี้ค่อนข้างแน่นอนที่ป้องกันความผิดพลาดและความน่าเชื่อถือของการควบคุมการป้องกันเป็นที่รู้จักในกระบวนการที่คล้ายคลึง	1

5.1.1 ลักษณะของของเสีย (Failure Mode) ผลกระทบ (Effect) และความรุนแรง (Severity) ที่เกิดขึ้นจากของเสีย

การหาสาเหตุของปัญหา

หลังจากได้ทราบลักษณะปัญหาหลักที่ทำให้เกิดของเสียแล้ว ทางผู้วิจัยได้ร่วมกับทีมผู้ชำนาญการ หาสาเหตุของปัญหา โดยการนำผังก้างปลามาประยุกต์ใช้โดยการระดมความคิดเห็นจากทีมผู้ชำนาญการ ดังนี้

1) การหาสาเหตุของปัญหาผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอยในกระบวนการ Tig Welding โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยดังต่อไปนี้

<u>พิจารณาที่พนักงาน สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

พนักงานขาดความรู้ และทักษะที่ถูกต้องในการใช้ Jig และ Toggle เนื่องจากพนักงานไม่ทราบว่าการที่ผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอยมีผลอย่างไรกับลูกค้า เพราะเป็นชิ้นงานที่ยังไม่เคยผลิตมาก่อน

พนักงานไม่ได้ทำการตรวจเช็ค Toggle ก่อนดำเนินการผลิต

พนักงานไม่ทำตามคู่มือการปฏิบัติงาน

<u>พิจารณาที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

ผิวหน้าของ Toggle ขรุขระ เนื่องจากยังไม่มีการปรับผิวหน้าของ Toggle ให้เรียบก่อนดำเนินการผลิต

เครื่องจักร CNC ที่ใช้ในการผลิตทำให้ผิวหน้าของ Inlet Pad และOutlet Pad เป็นรอย

เครื่องจักรและอุปกรณ์ยังไม่ได้ทำความสะอาดก่อนการดำเนินการผลิต

<u>พิจารณาที่วัตถุดิบ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

ผิวหน้าของวัตถุดิบที่รับมาจากซัพพลายเออร์ไม่เรียบ

วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดทำให้ชิ้นงานเกิดรอยง่าย

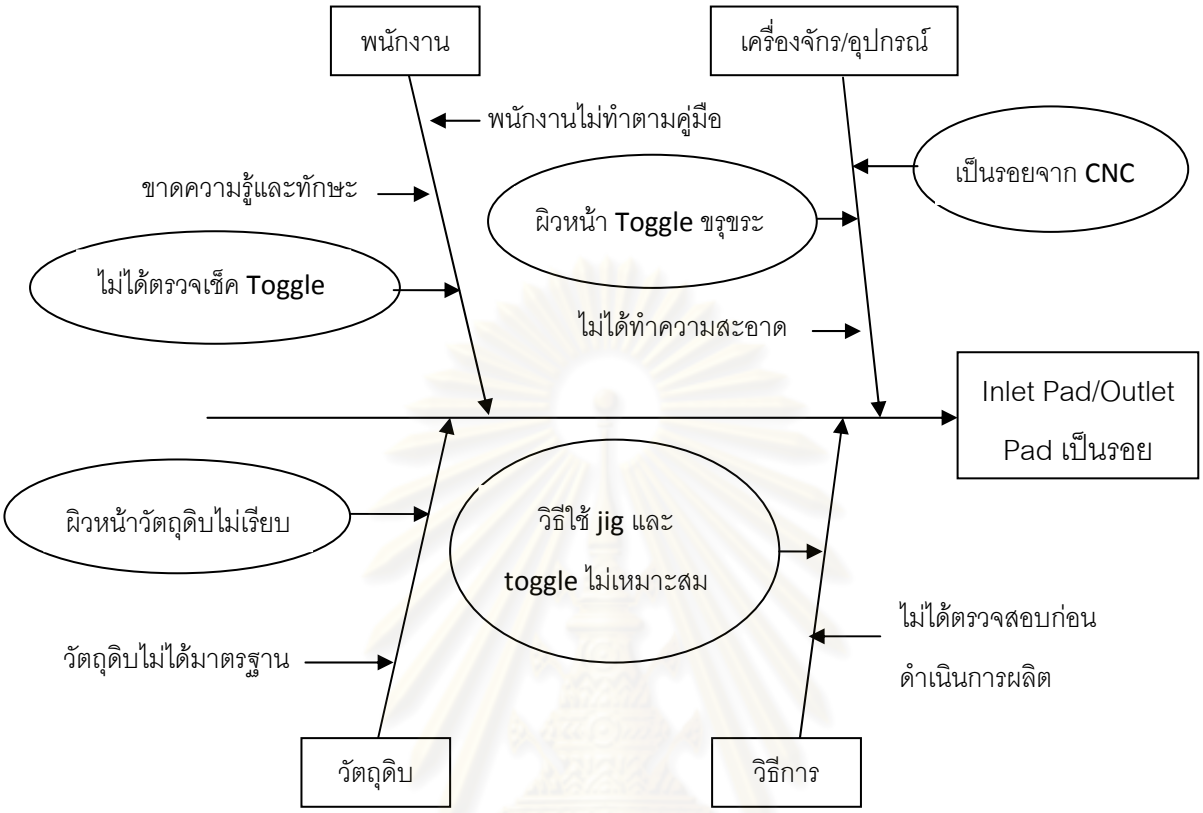
<u>พิจารณาที่วิธีการ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

วิธีการใช้งาน Jig และ Toggle ไม่เหมาะสมกับการผลิต เพราะเป็นชิ้นงานที่ยังไม่เคยมีการผลิตมาก่อน

ไม่ตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนดำเนินการผลิต

หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้จัดทำผังก้างปลาเสร็จแล้วได้ร่วมกันสรุปหาสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิดปัญหาเรื่องผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอย พบว่าผิวหน้า Toggle ขรุขระ เกิดรอยจากเครื่องจักร CNC ผิวหน้าของวัตถุดิบที่รับมาจากซัพพลายเออร์ไม่เรียบ วิธีการใช้งาน Jig และ Toggle ไม่เหมาะสมกับการผลิต และพนักงานไม่ได้ทำการตรวจเช็ค Toggle ก่อนดำเนินการผลิต เป็นสาเหตุในการเกิดปัญหา เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความรุนแรงตามตารางที่ 5.1 แล้วอยู่ในช่วงความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดย 100% อาจต้องมีการแก้ไข เครื่องจักรหรือชิ้นส่วนมีการทำงานแต่บางครั้งความสะดวกในการทำงานมีระดับลดลง ลูกค้าได้รับความไม่สะดวกในบางครั้งซึ่งตรงกับระดับคะแนน 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.2 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหาผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอย

2) การหาสาเหตุของปัญหา Bracket เกินค่าที่กำหนดในกระบวนการ Adjusting โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยดังต่อไปนี้

<u>พิจารณาที่พนักงาน สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

พนักงานขาดความรู้ และทักษะที่ถูกต้องในการใช้ Jig เพราะเป็นชิ้นงานที่ยังไม่เคยผลิตมาก่อน

พนักงานไม่ได้ทำการ Calibrated Jig ก่อนดำเนินการผลิต

พนักงานไม่ทำตามคู่มือการปฏิบัติงาน

<u>พิจารณาที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

Jig ชำรุด

ไม่ได้มีการบำรุงรักษาอุปกรณ์การใช้งาน

เครื่องมือที่ใช้ไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากไม่ได้ส่งไปสอบเทียบเครื่องมือตามเวลาที่กำหนด

<u>พิจารณาที่วัตถุดิบ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

Bracket ที่นำมาใช้ในการผลิตไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ทำให้เมื่อนำมาประกอบแล้วมีค่าเกินกว่าที่กำหนด

ชิ้นส่วนจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด

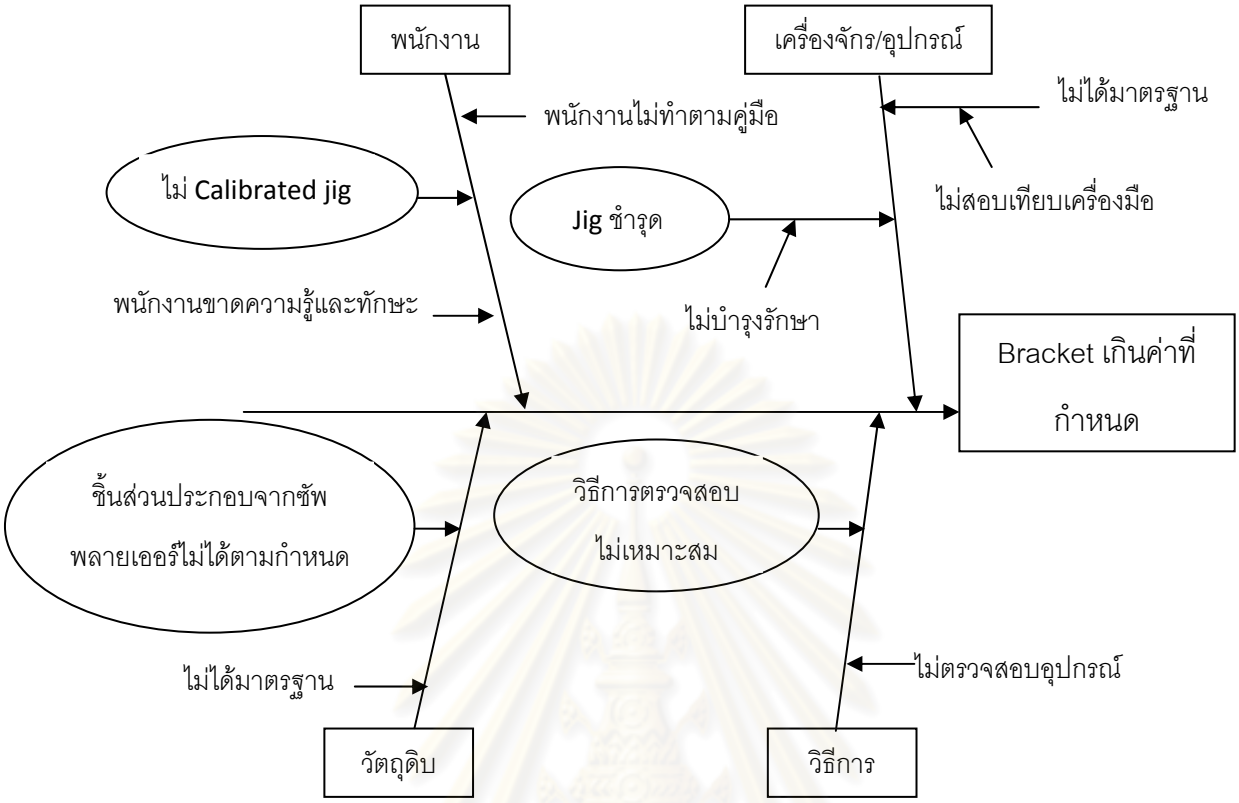
<u>พิจารณาที่วิธีการ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

วิธีการตรวจสอบไม่เหมาะสมกับการผลิต เพราะเป็นชิ้นงานที่ยังไม่เคยมีการผลิตมาก่อน

ไม่ตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนดำเนินการผลิต

หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้จัดทำผังก้างปลาเสร็จแล้วได้ร่วมกันสรุปหาสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิดปัญหาเรื่อง Bracket เกินค่าที่กำหนด แล้วพบว่าชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ ไม่ได้ตามที่กำหนด พนักงานไม่ได้ทำการ Calibrated Jig ก่อนดำเนินการผลิต Jig ชำรุด และกำหนดวิธีการตรวจสอบไม่เหมาะสม เป็นสาเหตุในการเกิดปัญหา เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความรุนแรงตามตารางที่ 5.1 แล้วอยู่ในช่วงความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการคัดออกและทิ้ง (น้อยกว่า 100%) ของผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกคัดออก เครื่องจักรทำงานแต่ความสามารถในการปฏิบัติงานของเครื่องจักรมีระดับลดลง ลูกค้าไม่พอใจ ซึ่งตรงกับระดับคะแนน 7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.3 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหา Bracket เกินค่าที่กำหนด

3) การหาสาเหตุของปัญหา Fin drop ในกระบวนการ Core Assembly โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยดังต่อไปนี้

<u>พิจารณาที่พนักงาน สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

พนักงานขาดความรู้ และทักษะที่ถูกต้องในการประกอบ เพราะเป็นชิ้นงานที่ยังไม่เคยผลิตมาก่อน

พนักงานตั้งค่าเครื่องจักรผิดพลาด เพราะเป็นชิ้นงานที่ยังไม่เคยผลิตมาก่อน

พนักงานไม่ทำตามคู่มือการปฏิบัติงาน

<u>พิจารณาที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

ความดันอากาศเครื่องจักรเกินกว่าค่าที่กำหนด

ไม่มีการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์การใช้งาน

<u>พิจารณาที่วัตถุดิบ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต Fin ไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

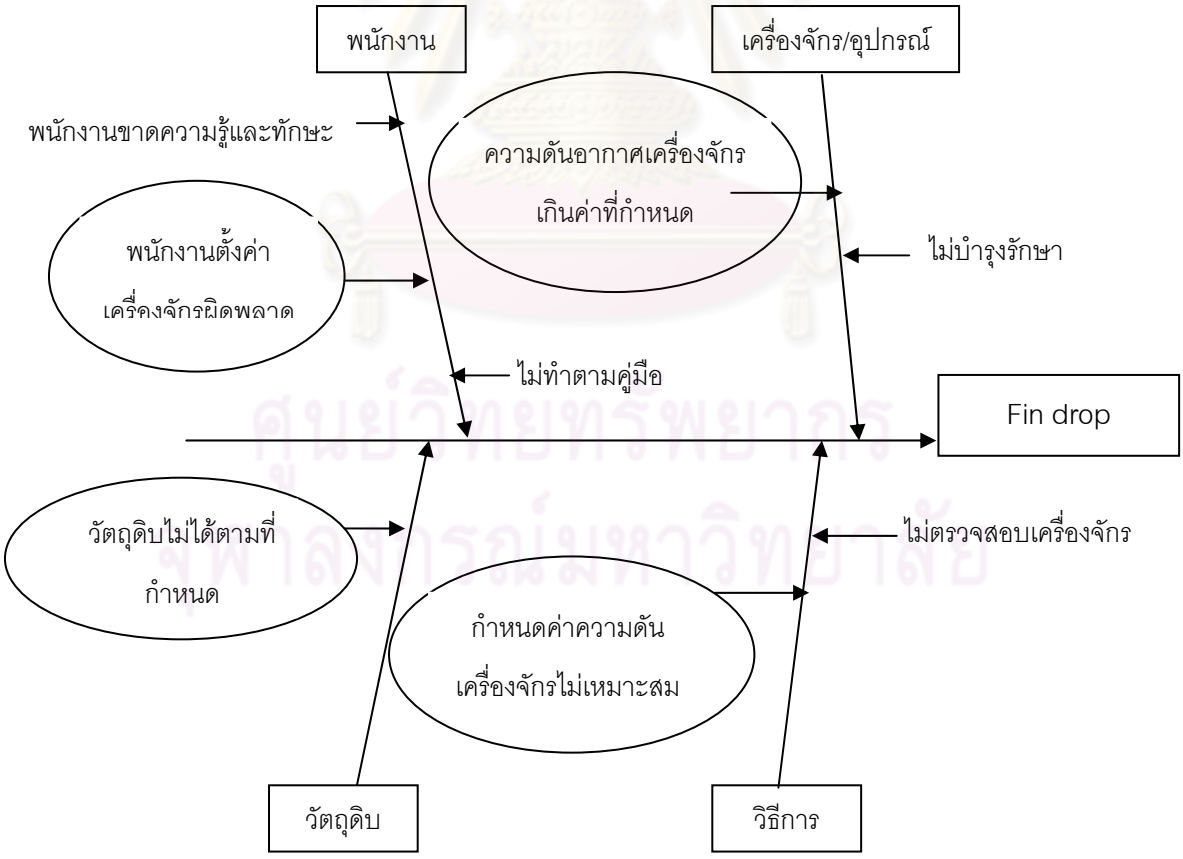
วัตถุดิบไม่ได้ตามที่กำหนด

<u>พิจารณาที่วิธีการ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

กำหนดค่าความดันเครื่องจักรไม่เหมาะสมกับการผลิต เพราะเป็นชิ้นงานที่ยังไม่เคยมีการผลิตมาก่อน

ไม่ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนดำเนินการผลิต

หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้จัดทำผังก้างปลาเสร็จแล้วได้ร่วมกันสรุปหาสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิดปัญหาเรื่อง Fin drop แล้วพบว่าความดันอากาศเครื่องจักรเกินกว่าค่าที่กำหนด, พนักงานตั้งค่าเครื่องจักรผิดพลาด วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต Fin ไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดและกำหนดค่าความดันเครื่องจักรไม่เหมาะสม เป็นสาเหตุในการเกิดปัญหา เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความรุนแรงตามตารางที่ 5.1 แล้วอยู่ในช่วงความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดย 100% อาจต้องมีการแก้ไข เครื่องจักรหรือชิ้นส่วนมีการทำงานแต่บางครั้งความสะดวกในการทำงานมีระดับลดลง ลูกค้าได้รับความไม่สะดวกในบางครั้งซึ่งตรงกับระดับคะแนน 5



รูปที่ 5.4 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหา Fin drop

4) การหาสาเหตุของปัญหา Side Plate บุบ ในกระบวนการ Adjusting โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยดังต่อไปนี้

<u>พิจารณาที่พนักงาน สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

พนักงานขาดความรู้ และทักษะที่ถูกต้องในการประกอบ เพราะเป็นชิ้นงานที่ยังไม่เคยผลิตมาก่อน

พนักงานปรับขนาดผิดพลาด เพราะเป็นชิ้นงานที่ยังไม่เคยผลิตมาก่อน

พนักงานไม่ทำตามคู่มือการปฏิบัติงาน

<u>พิจารณาที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

อุปกรณ์และเครื่องมือวางขวางการทำงาน

ไม่มีการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์การใช้งาน

<u>พิจารณาที่วัตถุดิบ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต Side Plate ไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

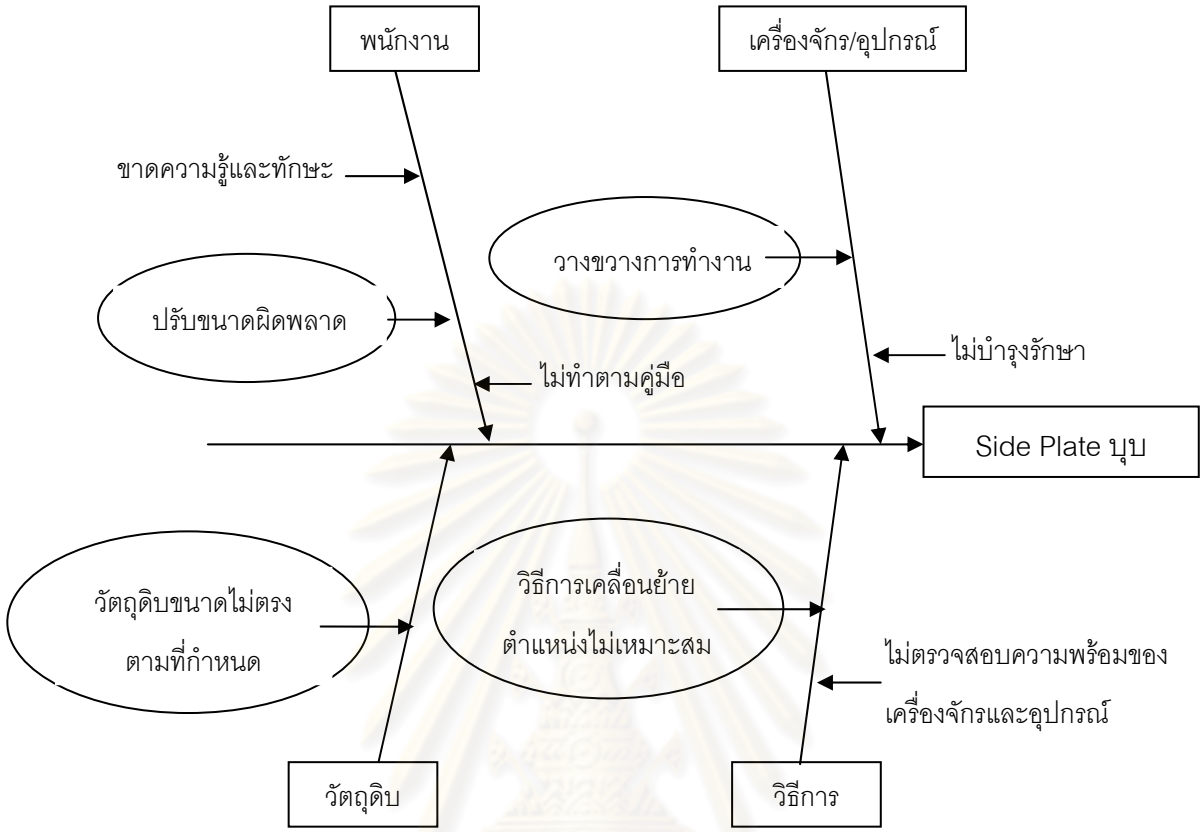
วัตถุดิบขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด

<u>พิจารณาที่วิธีการ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

กำหนดวิธีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งไม่เหมาะสมกับการผลิต เพราะเป็นชิ้นงานที่ยังไม่เคยมีการผลิตมาก่อน

ไม่ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจักรและอุปกรณ์ก่อนดำเนินการผลิต

หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้จัดทำผังก้างปลาเสร็จแล้วได้ร่วมกันสรุปหาสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิดปัญหาเรื่อง Side Plate บุบแล้วพบว่าพนักงานปรับขนาดผิดพลาด อุปกรณ์และเครื่องมือวางขวางการทำงาน วัตถุดิบขนาดไม่ได้ตามที่กำหนดและวิธีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งไม่เหมาะสม เป็นสาเหตุในการเกิดปัญหา เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความรุนแรงตามตารางที่ 5.1 แล้วอยู่ในช่วงผลกระทบความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดยบางส่วน (น้อยกว่า 100%) ของผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกทิ้ง (ไม่มีการคัดเลือก) เครื่องจักรหรือชิ้นส่วนมีการทำงานแต่บางครั้งไม่สามารถทำงานได้สะดวก ลูกค้าได้รับความไม่สะดวก ซึ่งตรงกับระดับคะแนน 6



รูปที่ 5.5 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหาSide Plate บุบ

5) การหาสาเหตุของปัญหาเกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด ในกระบวนการ Adjusting โดยพิจารณาจากสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยดังต่อไปนี้

<u>พิจารณาที่พนักงาน สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

พนักงานขาดความรู้ และทักษะที่ถูกต้องในการทำงาน

พนักงานไม่ได้ทำการสอบเทียบ GO NOGO GAUGE ก่อนดำเนินการผลิต

พนักงานไม่ทำตามคู่มือการปฏิบัติงาน

<u>พิจารณาที่เครื่องจักรและอุปกรณ์ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

Jig ชำรุด

ไม่ได้มีการบำรุงรักษาอุปกรณ์การใช้งาน

เครื่องมือที่ใช้ไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากไม่ได้ส่งไปสอบเทียบเครื่องมือตามเวลาที่กำหนด

<u>พิจารณาที่วัตถุดิบ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

ชิ้นส่วนจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด

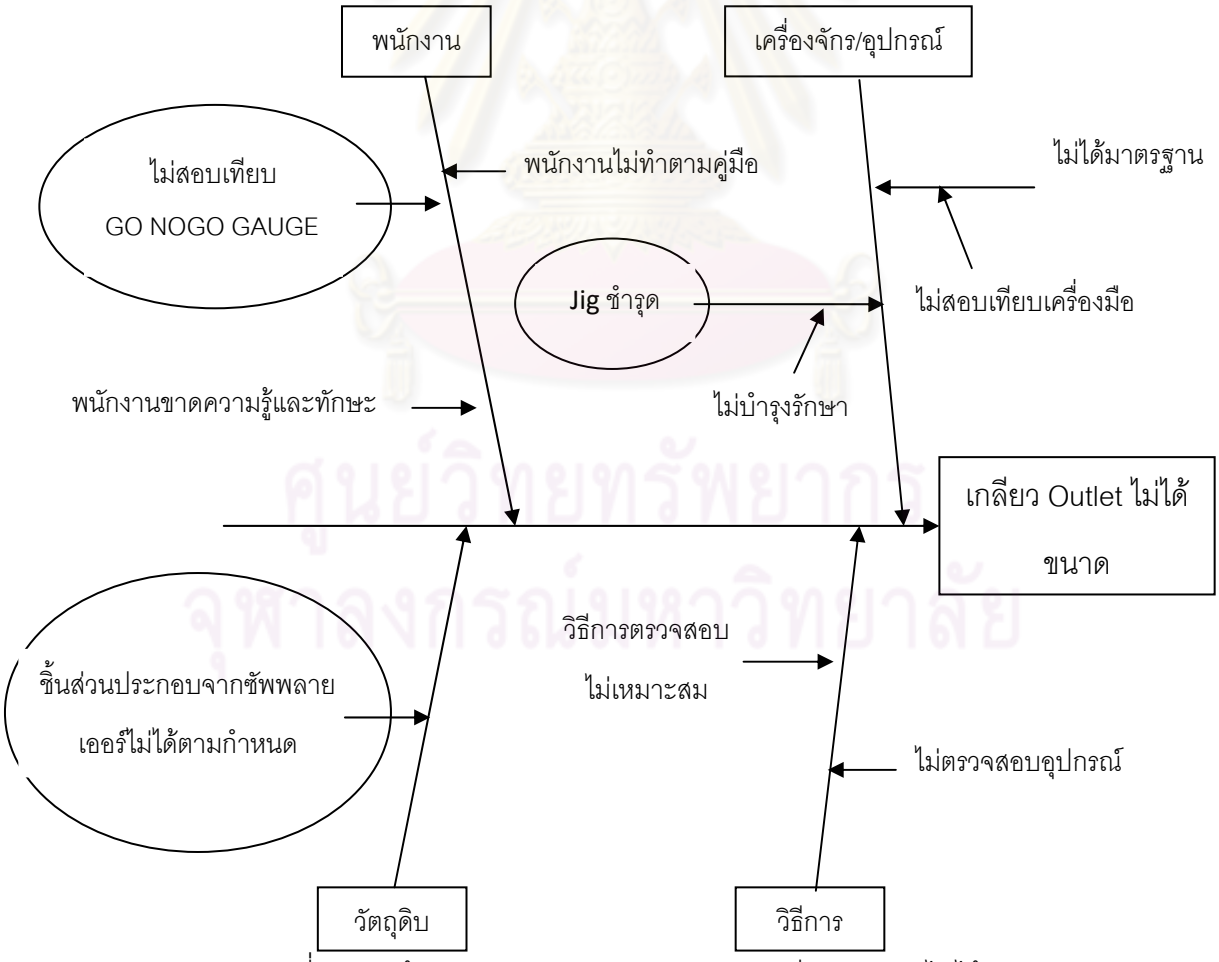
<u>พิจารณาที่วิธีการ สาเหตุย่อยเกิดจาก</u>

วิธีการตรวจสอบเกลียว Outlet ไม่เหมาะสมกับการผลิต

ไม่ตรวจสอบเครื่องจักรอุปกรณ์ก่อนดำเนินการผลิต

กำหนดดอกเจาะผิดขนาด

หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้จัดทำผังก้างปลาเสร็จแล้วได้ร่วมกันสรุปหาสาเหตุที่เป็นไปได้ในการเกิดปัญหาเกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด แล้วพบว่าชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ ไม่ได้ตามที่กำหนด พนักงานไม่ได้ทำการสอบเทียบ GO NOGO GAUGE Jig ชำรุด เป็นสาเหตุในการเกิดปัญหา เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินความรุนแรงตามตารางที่ 5.1 แล้วอยู่ในช่วงความยุ่งยากส่วนน้อยเกิดขึ้นในสายการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการคัดออกและทิ้ง (น้อยกว่า 100%) ของผลิตภัณฑ์อาจต้องถูกคัดออก เครื่องจักรทำงานแต่ความสามารถในการปฏิบัติงานของเครื่องจักรมีระดับลดลง ลูกค้าไม่พอใจ ซึ่งตรงกับระดับคะแนน 7



รูปที่ 5.6 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหาเกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด

ตารางที่ 5.4 ความรุนแรงและผลกระทบของกระบวนการ

กระบวนการ / ส่วนงาน	ลักษณะของเสีย (Failure Mode)	ผลของความล้มเหลวที่น่าจะเป็นไปได้ (Effect)	Sev
Core assembly	Fin drop	ประสิทธิภาพลดลง	5
Tig welding	ผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอย	การปรากฏไม่ดี	5
Adjusting	Bracket เกินค่าที่กำหนด	1.คอนเดนเซอร์เสียหาย 2.ไม่สามารถประกอบชิ้นส่วนกับคอนเดนเซอร์	7
	Side Plate บุบ	คอนเดนเซอร์เสียหาย	6
	เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด	ไม่สามารถประกอบชิ้นส่วนกับคอนเดนเซอร์	7

5.1.2. สาเหตุและความถี่ในการเกิดของเสีย

หลังจากทีมผู้ชำนาญการได้ข้อมูลระดับความรุนแรง (S) ที่เกิดจากผลกระทบของของเสียแล้วได้ดำเนินการสรุปหาสถิติสำหรับการเกิดของเสียจากสาเหตุที่มีการเกิดของเสียที่ได้มีการวิเคราะห์มา โดยสามารถสรุปผลจากการดำเนินการโดยอ้างอิงเกณฑ์การประเมินความถี่ในการเกิด (O) สำหรับ PFMEA ตามตารางที่ 5.2

1) กระบวนการ Tig Welding

ผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอย โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) ผิวหน้า Toggle Block ขรุขระ จากผลการทดลองผลิตมีของเสียและชิ้นส่วนบกพร่อง12 ชิ้น คิดเป็น 0.300 ซึ่งความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ระดับ 8

ข) ผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอยเนื่องจากเครื่องจักร CNC จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ค) ผิวหน้าของวัตถุดิบไม่เรียบ จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ง) กำหนดวิธีการใช้ Jig และ Toggle ไม่เหมาะสม จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

จ) พนักงานไม่ทำการตรวจเช็ค Toggle ก่อนปฏิบัติงาน จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

2) กระบวนการ Adjusting

Bracket เกินกว่าค่าที่กำหนด โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด จากผลการทดลองผลิตมีของเสียและชิ้นส่วนบกพร่อง10 ชิ้น คิดเป็น 0.250 ซึ่งความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ระดับ 8

ข) พนักงานไม่ทำการ Calibrate Jig จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ค) Jig ชำรุด จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ง) กำหนดวิธีการตรวจสอบไม่เหมาะสม จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

3) กระบวนการ Core Assembly

Fin drop โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) ความดันอากาศเครื่องจักรเกินกว่าค่าที่กำหนด จากผลการทดลองผลิตมีของเสียและชิ้นส่วนบกพร่อง 3 ชิ้น คิดเป็น 0.017 ซึ่งความถี่ในการเกิด (O) อยู่ระดับ 7

ข) พนักงานตั้งค่าเครื่องจักรผิดพลาด จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค) วัตถุดิบไม่ได้ตามที่กำหนด จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ง) กำหนดค่าความดันอากาศไม่เหมาะสม จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

4) กระบวนการ Adjusting

Side Plate บุบ โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) พนักงานปรับขนาดผิดพลาด จากผลการทดลองผลิตมีของเสียและชิ้นส่วนบกพร่อง 2 ชิ้นคิดเป็น 0.011 ซึ่งความถี่ในการเกิด (O) อยู่ในระดับ 6

ข) อุปกรณ์และเครื่องมือขวางการทำงาน จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ค) วัตถุดิบไม่ตรงตามที่กำหนด จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ง) วิธีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งไม่ถูกต้อง จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

5) กระบวนการ Adjusting

เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด จากผลการทดลองผลิตมีของเสียและชิ้นส่วนบกพร่อง 2 ชิ้น คิดเป็น 0.011 ซึ่งความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ระดับ 6

ข) พนักงานไม่ทำการสอบเทียบ GO NOGO GAUGE จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ค) Jig ชำรุด จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ตารางที่ 5.5 สาเหตุและความถี่ของการเกิดของของเสียจากกระบวนการ

กระบวนการ / ส่วนงาน	ลักษณะของเสีย (Failure Mode)	สาเหตุของความล้มเหลว	Occur
Tig welding	ผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอย	ผิวหน้า Toggle Block ขรุขระ	8
		เกิดรอยจากเครื่องจักร CNC	2
		ผิวหน้าวัตถุดิบไม่เรียบ	2
		วิธีการใช้ Jig และ Toggle ไม่เหมาะสม	2
		พนักงานไม่ได้ตรวจเช็ค Toggle ก่อนปฏิบัติงาน	2
Adjusting	Bracket เกินค่าที่กำหนด	ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์เกินค่าที่กำหนด	8
		พนักงานไม่ Calibrate Jig	2
		Jig ชำรุด	2
		วิธีในการตรวจสอบไม่เหมาะสม	2
Core assembly	Fin drop	ความดันอากาศเครื่องจักรเกินกว่าค่าที่กำหนด	7
		พนักงานตั้งค่าเครื่องจักรผิดพลาด	2
		วัตถุดิบไม่ได้ตามที่กำหนด	2
		กำหนดค่าความดันอากาศเครื่องจักรไม่เหมาะสม	2
Adjusting	Side Plate บุบ	พนักงานปรับขนาดผิดพลาด	6
		อุปกรณ์และเครื่องมือวางขวางการทำงาน	2
		วัตถุดิบไม่ตรงตามที่กำหนด	2
		วิธีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งไม่เหมาะสม	2
Adjusting	เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด	ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด	6
		พนักงานไม่ทำการสอบเทียบ GO NOGO GAUGE	2
		Jig ชำรุด	2

5.1.3 การควบคุมในปัจจุบัน

1) กระบวนการ Tig Welding

ผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอย โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) ผิวหน้า Toggle Block ขรุขระ สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตาที่ผิวหน้าของ Inlet และ Outlet Pad การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

ข) ผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอยเนื่องจากเครื่องจักร CNC สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตาที่ผิวหน้าของ Inlet และ Outlet Pad ก่อนดำเนินการเชื่อม Tig การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

ค) ผิวหน้าของวัตถุดิบไม่เรียบ สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา 3 ชิ้น/ช่วงเวลา และ 4 ช่วงเวลา/วัน การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงมาก ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงมาก และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงมากที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 2

ง) กำหนดวิธีการใช้ Jig และ Toggle ไม่เหมาะสม สามารถตรวจจับได้โดยเช็คชีท การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงมาก ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงมาก และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงมากที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 2

จ) พนักงานไม่ทำการตรวจเช็ค Toggle ก่อนปฏิบัติงาน สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตาที่ผิวหน้าของ Inlet และ Outlet Pad การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงพอสมควรที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

2) กระบวนการ Adjusting

Bracket เกินกว่าค่าที่กำหนด โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา 100% การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

ข) พนักงานไม่ทำการ Calibrate Jig สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา 100% การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

ค) Jig ชำรุด สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา 100% การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

ง) กำหนดวิธีการตรวจสอบไม่เหมาะสม สามารถตรวจจับได้โดยเช็คชีท การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงมาก ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงมาก และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงมากที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) กระบวนการ Core Assembly

Fin drop โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) ความดันอากาศเครื่องจักรเกินกว่าค่าที่กำหนด สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบความดันอากาศ 4 ครั้ง/วัน การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงมาก ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงมาก และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงมากที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 2

ข) พนักงานตั้งค่าเครื่องจักรผิดพลาด สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

ค) วัตถุดิบไม่ได้ตามที่กำหนด สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา 3 ชิ้น/ช่วงเวลา และ 4 ช่วงเวลา/วัน การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงมาก ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงมาก และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงมากที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 2

ง) กำหนดค่าความดันอากาศไม่เหมาะสม สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4) กระบวนการ Adjusting

Side Plate บุบ โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) พนักงานปรับขนาดผิดพลาด สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

ข) อุปกรณ์และเครื่องมือขวางการทำงาน สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

ค) วัตถุดิบไม่ตรงตามที่กำหนด สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา 3 ชิ้น/ช่วงเวลา และ 4 ช่วงเวลา/วัน การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงมาก ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงมาก และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงมากที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 2

ง) วิธีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งไม่ถูกต้อง สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5) กระบวนการ Adjusting

เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา 100% การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

ข) พนักงานไม่ทำการ Calibrate Jig สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา 100% การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

ค) Jig ชำรุด สามารถตรวจจับได้โดยตรวจสอบด้วยสายตา 100% การควบคุมดังกล่าวอาจตรวจพบได้สูงปานกลาง ดังนั้นเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบ (D) สำหรับ PFMEA จากตารางที่ 5.3 พบว่าประสิทธิภาพการตรวจพบอยู่ในระดับสูงปานกลาง และการควบคุมที่ใช้ในเวลานี้สูงปานกลางที่จะป้องกันความผิดพลาด ซึ่งตรงกับหมายเลข 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.6 ความสามารถในการตรวจจับในกระบวนการ

กระบวนการ/ส่วนงาน	ลักษณะของเสีย (Failure Mode)	สาเหตุของความล้มเหลว	การตรวจจับความล้มเหลว	Detect
Tig welding	ผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอย	ผิวหน้า Toggle Block ขรุขระ	ตรวจสอบด้วยสายตาที่ผิวหน้า Inlet / Outlet Pad	4
		เกิดรอยจากเครื่องจักร CNC	ตรวจสอบด้วยสายตาที่ผิวหน้า Inlet / Outlet Pad	4
		ผิวหน้าวัตถุดิบไม่เรียบ	ตรวจสอบด้วยสายตา 3 ชิ้น/ช่วงเวลา และ 4 ช่วงเวลา/วัน	2
		วิธีการใช้ Jig และ Toggle ไม่เหมาะสม	เช็คชีท	2
		พนักงานไม่ได้ตรวจเช็ค Toggle ก่อนปฏิบัติงาน	ตรวจสอบด้วยสายตาที่ผิวหน้า Inlet / Outlet Pad	4
Adjusting	Bracket เกินค่าที่กำหนด	ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์เกินค่าที่กำหนด	ตรวจสอบด้วยสายตา	4
		พนักงานไม่ Calibrate Jig	ตรวจสอบด้วยสายตา	4
		Jig ชำรุด	ตรวจสอบด้วยสายตา	4
		วิธีในการตรวจสอบไม่เหมาะสม	เช็คชีท	2
Core assembly	Fin drop	ความดันอากาศเครื่องจักรเกินกว่าค่าที่กำหนด	ตรวจสอบความดันอากาศ 4 ครั้ง/วัน	2
		พนักงานตั้งค่าเครื่องจักรผิดพลาด	ตรวจสอบด้วยสายตา	4

ตารางที่ 5.6 ความสามารถในการตรวจจับในกระบวนการ (ต่อ)

กระบวนการ/ส่วนงาน	ลักษณะของเสีย (Failure Mode)	สาเหตุของความล้มเหลว	การตรวจจับความล้มเหลว	Detect
Core assembly	Fin drop	วัตถุดิบไม่ได้ตามที่กำหนด	ตรวจสอบด้วยสายตา 3 ชิ้น/ช่วงเวลา และ 4 ช่วงเวลา/วัน	2
		กำหนดค่าความดันอากาศเครื่องจักรไม่เหมาะสม	ตรวจสอบด้วยสายตา	4
Adjusting	Side Plate บุบ	พนักงานปรับขนาดผิดพลาด	ตรวจสอบด้วยสายตา	4
		อุปกรณ์และเครื่องมือวางขวางการทำงาน	ตรวจสอบด้วยสายตา	4
		วัตถุดิบไม่ตรงตามที่กำหนด	ตรวจสอบด้วยสายตา 3 ชิ้น/ช่วงเวลา และ 4 ช่วงเวลา/วัน	2
		วิธีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งไม่เหมาะสม	ตรวจสอบด้วยสายตา	4
Adjusting	เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด	ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์เกินค่าที่กำหนด	ตรวจสอบด้วยสายตา	4
		พนักงานไม่สอบเทียบ GO NOGO GAUGE	ตรวจสอบด้วยสายตา	4
		Jig ชำรุด	ตรวจสอบด้วยสายตา	4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.4 การคำนวณหาค่า RPN

หลังจากทีมผู้เชี่ยวชาญได้ทราบระดับความรุนแรง (Severity) ที่เกิดจากผลกระทบของของเสีย ความถี่ในการเกิด (Occurrence) รวมทั้งความสามารถในการตรวจจับ (Detection) ในปัจจุบันแล้วจึงนำมาคำนวณหาค่าตัวเลขที่แสดงถึงระดับความรุนแรง (Risk Priority Number) ที่เกิดจากของเสียดังกล่าวมาข้างต้น เพื่อนำข้อมูลในการพิจารณากำหนดเกณฑ์ในการปรับปรุงเพื่อลดของเสียต่อไป

ตารางที่ 5.7 คะแนน RPN ในกระบวนการ

กระบวนการ/ส่วนงาน	ลักษณะของเสีย (Failure Mode)	Sev	สาเหตุของความล้มเหลว	Occur	Detect	RPN.
Core assembly	Fin drop	5	ความดันอากาศเครื่องจักรเกินกว่าค่าที่กำหนด	7	2	70
			พนักงานตั้งค่าเครื่องจักรผิดพลาด	2	4	40
			วัตถุดิบไม่ได้ตามที่กำหนด	2	2	20
			กำหนดค่าความดันอากาศเครื่องจักรไม่เหมาะสม	2	4	40
Tig welding	ผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอย	5	ผิวหน้า Toggle Block ขรุขระ	8	4	160
			เกิดรอยจากเครื่องจักร CNC	2	4	40
			ผิวหน้าวัตถุดิบไม่เรียบ	2	2	20
			วิธีการใช้ Jig และ Toggle ไม่เหมาะสม	2	2	20
			พนักงานไม่ได้ตรวจเช็ค Toggle	2	4	40
Adjusting	Bracket เกินค่าที่กำหนด	7	ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์เกินค่าที่กำหนด	8	4	224
			พนักงานไม่ Calibrate Jig	2	4	56
			Jig ชำรุด	2	4	56

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.7 คะแนน RPN ในกระบวนการ (ต่อ)

กระบวนการ/ส่วนงาน	ลักษณะของเสีย (Failure Mode)	Sev	สาเหตุของความล้มเหลว	Occur	Detect	RPN.
Adjusting	Bracket เกินค่าที่กำหนด	7	วิธีในการตรวจสอบไม่เหมาะสม	2	2	28
	Side Plate บุบ	6	ปรับขนาดผิดพลาด	6	4	144
			อุปกรณ์และเครื่องมือวางขวางการทำงาน	2	4	48
			วัตถุดิบไม่ตรงตามที่กำหนด	2	2	24
			วิธีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งไม่เหมาะสม	2	4	48
	เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด	7	ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์เกินค่าที่กำหนด	6	4	168
			พนักงานไม่ Calibrate Jig	2	4	56
			Jig ชำรุด	2	4	56

5.2 การบันทึกข้อมูลลงในตาราง PFMEA

จากการวิเคราะห์ข้างต้น นำข้อมูลต่างๆมาบันทึกลงในตาราง PFMEA ดังแสดงในตารางที่ 5.8 ตารางบันทึกผล PFMEA

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 ตารางบันทึกผล PFMEA

POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number 4(XH5)

Page 1 of 6

Item XH5 Process Responsibility CONDENSER PRODUCTION Prepared By

Model Year (s) / Vehicle (s) XH5 Key Date 29/9/2008 FMEA Date (Orig) 29/09/2008 Rev.

Core Team Mr.Phakorn, Mr.Boonnaung, Ms. Chaninat

Item Function	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Sev	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occ	Current Process Controls prevention	Current Process Controls Detection	Det	RPN	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
												Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
P02 Core Assembly	Fin Drop	ประสิทธิภาพลดลง	5	ความดันอากาศเกินกว่าค่าที่กำหนด	7	ควบคุมความดันอากาศที่ 4 ~ 6 kg.f/cm	ตรวจสอบความดันอากาศ 4 ครั้ง/วัน	2	70							
				พนักงานตั้งค่าเครื่องจักรผิดพลาด	2	ทำตาม WI	ตรวจสอบด้วยสายตา	4	40							
				วัตถุดิบไม่ได้ตามที่กำหนด	2	เช็ควัตถุดิบที่เข้ามาโดย Q.A.	ตรวจสอบด้วยสายตา 3 ชิ้น/ช่วงเวลา และ 4 ช่วงเวลา/วัน	2	20							
				กำหนดค่าความดันอากาศเครื่องจักรไม่เหมาะสม	2	ทำตาม WI	ตรวจสอบด้วยสายตา	4	40							

ตารางที่ 5.8 ตารางบันทึกผล PFMEA (ต่อ)

POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number 4(XH5)

Page 2 of 6

Item XH5 Process Responsibility CONDENSER PRODUCTION Prepared By

Model Year (s) / Vehicle (s) XH5 Key Date 29/9/2008 FMEA Date (Orig) 29/09/2008 Rev.

Core Team Mr.Phakorn, Mr.Boonnaung, Ms. Chaninat

Item Function	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Sev	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occ	Current Process Controls prevention	Current Process Controls Detection	Det	RPN	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
												Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
P03 Tig welding	ผิวหน้าของ Inlet pad /Outlet pad เป็นรอย	การปรากฏไม่ดี	5	ผิวหน้า toggle block ขรุขระ	8	ก่อนดำเนินงานเช็คความแบนบนผิวหน้า toggle block	ตรวจสอบด้วยสายตาที่ผิวหน้า Inlet /Outlet Pad	4	160							
				ผิวหน้าของ Inlet pad /Outlet pad มีรอยจาก Machining center(CNC)	2	QC Line (CNC) : เช็ค 3 ชิ้น 4 ช่วงเวลา/วัน QDC : เช็คก่อนดำเนินงาน 3 ชิ้น	ก่อนดำเนินการเชื่อม Tig ตรวจสอบด้วยสายตาที่ผิวหน้า Inlet /Outlet Pad	4	40							
				ผิวหน้าวัตถุดิบไม่เรียบ	2	ก่อนดำเนินงานเช็คผิวหน้าวัตถุดิบ	ตรวจสอบด้วยสายตา 3 ชิ้น/ช่วงเวลาและ 4ช่วงเวลา /วัน	2	20							

ตารางที่ 5.8 ตารางบันทึกผล PFMEA (ต่อ)

POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number 4(XH5)

Page 3 of 6

Item XH5 Process Responsibility CONDENSER PRODUCTION Prepared By

Model Year (s) / Vehicle (s) XH5 Key Date 29/9/2008 FMEA Date (Orig) 29/09/2008 Rev.

Core Team Mr.Phakorn, Mr.Boonnaung, Ms. Chaninat

Item Function	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Sev	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occ	Current Process Controls prevention	Current Process Controls Detection	Det	RPN	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
												Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
P03 Tig welding	ผิวหน้าของ Inlet pad /Outlet pad เป็นรอย	การปรากฏไม่ดี	5	กำหนดวิธีการใช้ Jig และ Toggle ไม่เหมาะสม	2	ทำตาม WI	Check Sheet	2	20							
				พนักงานไม่ได้ตรวจเช็ค Toggle ก่อนปฏิบัติงาน	2	ก่อนดำเนินงานเช็คความแบนบนผิวหน้า toggle block	ตรวจสอบด้วยสายตาที่ผิวหน้า Inlet /Outlet Pad	4	40							
P08 Adjusting	Bracket เกินกว่าค่าที่กำหนด	- คอนเดนเซอร์เสียหาย - ไม่สามารถประกอบชิ้นส่วนกับคอนเดนเซอร์	7	ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด	8	เข้ามาตรวจสอบโดย Q.A. (ข้อมูลควบคุม AQL.)	ตรวจสอบด้วยสายตา 100%	4	224							

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 ตารางบันทึกผล PFMEA (ต่อ)

POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number 4(XH5)

Page 4 of 6

Item XH5 Process Responsibility CONDENSER PRODUCTION Prepared By

Model Year (s) / Vehicle (s) XH5 Key Date 29/9/2008 FMEA Date (Orig) 29/09/2008 Rev.

Core Team Mr.Phakorn, Mr.Boonnaung, Ms. Chaninat

Item Function	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Sev	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occ	Current Process Controls prevention	Current Process Controls Detection	Det	RPN	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
												Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
P08 Adjusting	Bracket เกินกว่าค่าที่กำหนด	- คอนเดนเซอร์เสียหาย - ไม่สามารถประกอบชิ้นส่วนกับคอนเดนเซอร์	7	พนักงานไม่ Calibrated Jig	2	Jig Calibration	ตรวจสอบด้วยสายตา 100%	4	56							
				Jig ชำรุด	2	Jig Calibration	ตรวจสอบด้วยสายตา 100%	4	56							
				กำหนดวิธีการตรวจสอบไม่เหมาะสม	2	ทำตาม WI	Check Sheet	2	28							
	Side Plate บุบ	การปรากฏเป็นของเสีย	6	ปรับขนาดผิดพลาด	6	สอนทักษะให้พนักงานโดยหัวหน้าฝ่ายผลิต, ยืนยันโดยผู้ฝึกหัดงาน (หลักสูตรการปรับขนาด 50%)	ตรวจสอบด้วยสายตา 100%	4	144							

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 ตารางบันทึกผล PFMEA (ต่อ)

POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number 4(XH5)

Page 5 of 6

Item XH5 Process Responsibility CONDENSER PRODUCTION Prepared By

Model Year (s) / Vehicle (s) XH5 Key Date 29/9/2008 FMEA Date (Orig) 29/09/2008 Rev.

Core Team Mr.Phakorn, Mr.Boonnaung, Ms. Chaninat

Item Function	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Sev	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occ	Current Process Controls prevention	Current Process Controls Detection	Det	RPN	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
												Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
P08 Adjusting	Side Plate บุบ	การปรากฏเป็นของเสีย	6	อุปกรณ์และเครื่องมือขวางการทำงาน	2	ก่อนดำเนินงานตรวจสอบการวางอุปกรณ์และเครื่องมือ	ตรวจสอบด้วยสายตา 100%	4	48							
				วัตถุดิบไม่ตรงตามที่กำหนด	2	เช็ควัตถุดิบที่เข้ามาโดย Q.A.	ตรวจสอบด้วยสายตา 3 ชิ้น/ช่วงเวลา และ 4 ช่วงเวลา/วัน	2	24							
				วิธีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งไม่เหมาะสม	2	ทำตาม WI	ตรวจสอบด้วยสายตา	4	48							

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 ตารางบันทึกผล PFMEA (ต่อ)

POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number 4(XH5)

Page 6 of 6

Item XH5 Process Responsibility CONDENSER PRODUCTION Prepared By

Model Year (s) / Vehicle (s) XH5 Key Date 29/9/2008 FMEA Date (Orig) 29/09/2008 Rev.

Core Team Mr.Phakorn, Mr.Boonnaung, Ms. Chaninat

Item Function	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Sev	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occ	Current Process Controls prevention	Current Process Controls Detection	Det	RPN	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
												Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
P08 Adjusting	เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด	ไม่สามารถประกอบได้	7	ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด	6	เข้ามาตรวจสอบโดย Q.A. (ข้อมูลควบคุม AQL.)	ตรวจสอบด้วยสายตา 100%	4	168							
				พนักงานไม่สอบเทียบ GO NOGO GAUGE	2	Jig Calibration	ตรวจสอบด้วยสายตา 100%	4	56							
				Jig ชำรุด	2	Jig Calibration	ตรวจสอบด้วยสายตา 100%	4	56							

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 การดำเนินการลดของเสียโดยใช้ PFMEA

หลังจากที่ได้มีการวิเคราะห์ของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องจากกระบวนการทั้ง 10 กระบวนการ โดยใช้เทคนิค PFMEA ที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 5.1 ซึ่งเทคนิคดังกล่าวจะพิจารณาถึงค่า RPN โดยทีมผู้ชำนาญการกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาแก้ไขปรับปรุงจากคะแนน RPN ที่มีค่ามากกว่า 60 ขึ้นไป แสดงได้ดังนี้

1. กระบวนการ Adjusting ลักษณะของเสียที่พบคือ Bracket เกินกว่าค่าที่กำหนด
   มีค่า RPN = 224
2. กระบวนการ Adjusting ลักษณะของเสียที่พบคือ เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด
   มีค่า RPN = 168
3. กระบวนการ Tig Welding ลักษณะของเสียที่พบคือ ผิวหน้า Inlet / Outlet Pad เป็นรอย
   มีค่า RPN = 160
4. กระบวนการ Adjusting ลักษณะของเสียที่พบคือ Side Plate บุบ
   มีค่า RPN = 144
5. กระบวนการ Core Assembly ลักษณะของเสียที่พบคือ Fin Drop
   มีค่า RPN = 70

จากนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงร่วมกันดำเนินการเพื่อลดของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องดังต่อไปนี้

1. Bracket เกินกว่าค่าที่กำหนด
   มีสาเหตุเกิดจาก ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด

ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงมีการปรับปรุงแก้ไขโดยกำหนดให้ฝ่ายประกันคุณภาพเพิ่มจำนวนตัวอย่างในการตรวจสอบวัตถุดิบก่อนทำการผลิต เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากซัพพลายเออร์ที่ส่งชิ้นส่วนไม่ได้ตามที่กำหนด และให้พนักงานเพิ่มความถี่ในการตรวจสอบ

จากการดำเนินการดังกล่างข้างต้น พบว่าค่าโอกาสในการเกิดของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องลดลงจาก 8 เหลือ 6 และนำค่าโอกาสในการเกิดของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องหลังการปรับปรุงไปบันทึกลงในตาราง 5.12

2. เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด

มีสาเหตุเกิดจาก ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด

ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงมีการปรับปรุงแก้ไขโดยกำหนดให้ฝ่ายประกันคุณภาพเพิ่มจำนวนตัวอย่างในการตรวจสอบวัตถุดิบก่อนทำการผลิต เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากซัพพลายเออร์ที่ส่งชิ้นส่วนไม่ได้ตามที่กำหนด และให้พนักงานเพิ่มความถี่ในการตรวจสอบ

จากการดำเนินการดังกล่างข้างต้น พบว่าค่าโอกาสในการเกิดของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องลดลงจาก 6 เหลือ 2 และนำค่าโอกาสในการเกิดของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องหลังการปรับปรุงไปบันทึกลงในตาราง 5.12

3. ผิวหน้า Inlet / Outlet Pad เป็นรอย

มีสาเหตุเกิดจากผิวหน้าของJig Tig ที่ Toggle Block lock Inlet และ Outlet Pad ขรุขระ

ดังนั้นผู้เชี่ยวชาญจึงมีการปรับปรุงแก้ไขโดยกอ่นดำเนินงานให้พนักงานตรวจเช็คความแบนเรียบของผิวหน้า Toggle Block ทุกครั้ง

จากการดำเนินการดังกล่างข้างต้น พบว่าค่าโอกาสในการเกิดของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องลดลงจาก 8 เหลือ 7 และนำค่าโอกาสในการเกิดของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องหลังการปรับปรุงไปบันทึกลงในตาราง 5.12

4. Side Plate บุบ

มีสาเหตุเกิดจากการปรับขนาดผิดพลาด

ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงมีการปรับปรุงแก้ไขโดยจัดอบรมพนักงานที่ทำงานในกระบวนการ Adjust ของคอนเดนเซอร์โมเดล XH5 ให้มีความเข้าใจในวิธีการทำงาน

จากการดำเนินการดังกล่างข้างต้น พบว่าค่าโอกาสในการเกิดของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องลดลงจาก 6 เหลือ 2 และนำค่าโอกาสในการเกิดของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องหลังการปรับปรุงไปบันทึกลงในตาราง 5.12

5. Fin Drop

มีสาเหตุเกิดจากความดันอากาศเครื่องจักรเกินกว่าค่าที่กำหนด

ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงมีการปรับปรุงแก้ไขโดยจัดทำมาตรฐานการซ่อมบำรุงเครื่องจักรใหม่เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดจากความบกพร่องของเครื่องจักร

จากการดำเนินการดังกล่างข้างต้น พบว่าค่าโอกาสในการเกิดของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องลดลงจาก 7 เหลือ 2 และนำค่าโอกาสในการเกิดของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องหลังการปรับปรุงไปบันทึกลงในตาราง 5.12

ตารางที่ 5.9 การดำเนินการลดของเสียหลังการปรับปรุงในกระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Occurrence (O) ก่อนการปรับปรุง	วิธีการดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Occurrence (O) หลังปรับปรุง
Bracket เกินกว่าค่าที่กำหนด	ชิ้นส่วนประกอบของซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด	8	กำหนดให้ฝ่ายประกันคุณภาพเพิ่มจำนวนตัวอย่างในการตรวจสอบวัตถุดิบจากซัพพลายเออร์ และให้พนักงานเพิ่มความถี่ในการตรวจสอบ	เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากซัพพลายเออร์ส่งชิ้นส่วนไม่ได้ตามที่กำหนด	F-QA-01-2 SAMPLE APPROVAL SHEET	2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.9 การดำเนินการลดของเสียหลังการปรับปรุงในกระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ (ต่อ)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Occurrence (O) ก่อนการปรับปรุง	วิธีการดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Occurrence (O) หลังปรับปรุง
เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด	ชิ้นส่วนประกอบของซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด	6	กำหนดให้ฝ่ายประกันคุณภาพเพิ่มจำนวนตัวอย่างในการตรวจสอบวัตถุดิบจากซัพพลายเออร์ และให้พนักงานเพิ่มความถี่ในการตรวจสอบ	เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากซัพพลายเออร์ส่งชิ้นส่วนไม่ได้ตามที่กำหนด	F-QA-01-2 SAMPLE APPROVAL SHEET	2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.9 การดำเนินการลดของเสียหลังการปรับปรุงในกระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ (ต่อ)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Occurrence (O) ก่อนการปรับปรุง	วิธีการดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Occurrence (O) หลังปรับปรุง
ผิวหน้าของ Inlet pad และ Outlet pad เป็นรอย	1.ผิวหน้าของJig Tig ที่ Toggle Block lock Inlet และ Outlet Pad ขรุขระ	8	แก้ไขปรับปรุงผิวหน้าของ Toggle block ให้แบนเรียบก่อนดำเนินการผลิต	เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดรอยที่ผิวหน้าชิ้นงานบริเวณ Inlet และ Outlet Pad	-	7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.9 การดำเนินการลดของเสียหลังการปรับปรุงในกระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ (ต่อ)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Occurrence (O) ก่อนการปรับปรุง	วิธีการดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Occurrence (O) หลังปรับปรุง
Side Plate บุบ	ปรับขนาดผิดพลาด	6	จัดฝึกอบรมพนักงาน	เพื่อให้พนักงานที่ทำงานในกระบวนการ Adjusting มีความเข้าใจในการทำงานและมีความระมัดระวังในการทำงาน	F-GA-13-0 แบบประเมินผลการฝึกอบรมในการปฏิบัติงาน F-GA-21-0 On The Job Training F-GA-22-0 ประวัติการฝึกอบรม OJT	2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.9 การดำเนินการลดของเสียหลังการปรับปรุงในกระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ (ต่อ)

ลักษณะของเสีย	สาเหตุการเกิดของเสีย	Occurrence (O) ก่อนการปรับปรุง	วิธีการดำเนินการ			
			กิจกรรม	วัตถุประสงค์	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	Occurrence (O) หลังปรับปรุง
Fin Drop	ความดันอากาศเครื่องจักรเกินกว่าค่าที่กำหนด	7	จัดทำมาตรฐานการซ่อมบำรุงเครื่องจักรใหม่	เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดจากความบกพร่องของเครื่องจักร	F-PEM-08-0 MAINTENANCE STANDARD	2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 เก็บข้อมูลของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องหลังการปรับปรุง

จากการดำเนินการปรับปรุงลดของเสีย โดยใช้ระยะเวลาดำเนินการในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ พบว่าในเดือนดังกล่าวมีการทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น 92100 1HC0A-G1 ทั้งสิ้น 40 ชิ้น (ภาคผนวก ก หน้า149) โดยสรุปจากการดำเนินการลดของเสียอ้างอิงเกณฑ์การประเมินความถี่ในการเกิด (O) สำหรับ PFMEA ตามตารางที่ 5.2 ได้ผลดังนี้

1) กระบวนการ Tig Welding

ผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอย โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) ผิวหน้า Toggle Block ขรุขระ ผลการทดลองผลิตมีของเสีย 2 ชิ้น คิดเป็น 0.050 ซึ่งความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ระดับ 7

ข) ผิวหน้าของ Inlet Pad และ Outlet Pad เป็นรอยเนื่องจากเครื่องจักร CNC จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ค) ผิวหน้าของวัตถุดิบไม่เรียบ จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ง) กำหนดวิธีการใช้ Jig และ Toggle ไม่เหมาะสม จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

จ) พนักงานไม่ทำการตรวจเช็ค Toggle ก่อนปฏิบัติงาน จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

2) กระบวนการ Adjusting

Bracket เกินกว่าค่าที่กำหนด โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด ผลการทดลองผลิตมีของเสีย 1 ชิ้น คิดเป็น 0.025 ซึ่งความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ระดับ 6

ข) พนักงานไม่ทำการ Calibrate Jig จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ค) Jig ชำรุด จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ง) กำหนดวิธีการตรวจสอบไม่เหมาะสม จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

3) กระบวนการ Core Assembly

Fin drop โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) ความดันอากาศเครื่องจักรเกินกว่าค่าที่กำหนด ผลการทดลองผลิตไม่มีของเสียและชิ้นส่วนบกพร่อง จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ข) พนักงานตั้งค่าเครื่องจักรผิดพลาด จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ค) วัตถุดิบไม่ได้ตามที่กำหนด จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ง) กำหนดค่าความดันอากาศไม่เหมาะสม จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

4) กระบวนการ Adjusting

Side Plate บุบ โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) พนักงานปรับขนาดผิดพลาด ผลการทดลองผลิตไม่มีของเสียและชิ้นส่วนบกพร่อง จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ข) อุปกรณ์และเครื่องมือขวางการทำงาน จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ค) วัตถุดิบไม่ตรงตามที่กำหนด จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ง) วิธีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งไม่ถูกต้อง จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

5) กระบวนการ Adjusting

เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด โดยมีสาเหตุมาจาก

ก) ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด ผลการทดลองผลิตไม่มีของเสียและชิ้นส่วนบกพร่อง จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ข) พนักงานไม่ทำการสอบเทียบ GO NOGO GAUGE จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

ค) Jig ชำรุด จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญได้ให้ค่าคะแนนประเมินความถี่ในการเกิด (O) เมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางที่ 5.2 ดังนั้นจึงอยู่ในระดับ 2

5.5 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการศึกษากระบวนการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ ตลอดจนของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในการทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น 92100 1HC0A-G1 ทางผู้วิจัยและทีมผู้ชำนาญการได้ทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล พร้อมทั้งหาสาเหตุของของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการโดยใช้เทคนิค PFMEA มาช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุ ผลกระทบ ความถี่ตลอดจนค่าความเสี่ยง เพื่อนำไปสู่การลดของเสียที่เกิดขึ้น โดยการศึกษาข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม ขั้นต่อมาได้ทำการหาสาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นโดยใช้ผังก้างปลาเพื่อกำหนดมาตรการแก้ไขเพื่อใช้พิจารณาค่า RPN ที่เกิดขึ้น ถ้าพบว่าค่า RPN มากกว่า 60 ให้กำหนดมาตรการแก้ไขแล้วดำเนินการแก้ไข โดยใช้เทคนิค PFMEA ในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ พบว่าหลังการดำเนินการมีปริมาณของเสียลดลงตามลำดับ ดังนั้นการประเมินผลการปรับปรุงคุณภาพจะดำเนินการได้ 2 แนวทางดังนี้

5.5.1.เปรียบเทียบเปอร์เซนต์ของเสียกับยอดการผลิตที่เกิดจากกระบวนการทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์

ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซนต์ของเสียและชิ้นส่วนบกพร่องที่เกิดจากกระบวนการทดลองผลิตคอยร้อนรถยนต์ ภายหลังการดำเนินการแก้ไขโดยใช้เทคนิค PFMEA ได้ดังตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์

รายการ	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		เปอร์เซนต์ที่ลดลง
	(ชิ้น)	(เปอร์เซนต์)	(ชิ้น)	(เปอร์เซนต์)	
จำนวนชิ้นงานทั้งหมด	178	100	40	100	-
ของเสียจากสาเหตุ Inlet และ Outlet Pad เป็นรอย	12	6.74	2	5.00	83.33
ของเสียจากสาเหตุ Bracket เกินกว่าค่าที่กำหนด	10	5.62	1	2.50	90.00
ของเสียจากสาเหตุ Fin Drop	3	1.69	0	0.00	100.00
ของเสียจากสาเหตุ Side Plate บุบ	2	1.12	0	0.00	100.00
ของเสียจากสาเหตุเกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด	2	1.12	0	0.00	100.00
รวมของเสียและชิ้นงานบกพร่อง	29	16.29	3	7.50	89.66

5.5.2.เปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงที่เกิดจากกระบวนการทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์

จากการปรับปรุงและลดของเสียในกระบวนการ โดยการลดค่าโอกาสในการเกิดของเสียและชิ้นส่วนบกพร่อง (O) ตามเกณฑ์อ้างอิง ตารางที่ 5.2 และจากการเก็บข้อมูลผลการลดของเสียในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากการปรับปรุงลดของเสียในกระบวนการ Adjusting พบว่าชิ้นงานที่เกิดปัญหา Bracket เกินกว่าค่าที่กำหนด ที่มีสาเหตุมาจากชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด มีค่า RPN ลดลงจาก 224 เหลือ 168

2. จากการปรับปรุงลดของเสียในกระบวนการ Tig Welding พบว่าชิ้นงานที่เกิดปัญหาผิวหน้า Inlet / Outlet Pad เป็นรอย ที่มีสาเหตุมาจากผิวหน้าของ Toggle Block ขรุขระ มีค่า RPN ลดลงจาก 160 เหลือ 140

3. จากการปรับปรุงลดของเสียในกระบวนการ Adjusting พบว่าชิ้นงานที่เกิดปัญหา Side Plate บุบ ที่มีสาเหตุมาจากพนักงานปรับขนาดผิดพลาด มีค่า RPN ลดลงจาก 144 เหลือ 36

4. จากการปรับปรุงลดของเสียในกระบวนการ Adjusting พบว่าชิ้นงานที่เกิดปัญหาเกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด ที่มีสาเหตุมาจากชิ้นส่วนประกอบจากซัพพายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด มีค่า RPN ลดลงจาก 168 เหลือ 56

5. จากการปรับปรุงลดของเสียในกระบวนการ Core Assembly พบว่าชิ้นงานที่เกิดปัญหา Fin Drop ที่มีสาเหตุมาจากความดันอากาศเครื่องจักรเกินกว่าค่าที่กำหนด มีค่า RPN ลดลงจาก 70 เหลือ 20

ค่า RPN ที่ได้หลังการปรับปรุงมีค่าต่ำกว่า 60 ตามที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนด 3 กระบวนการ และค่าสูงกว่า 60 มี 2 กระบวนการ ซึ่งต้องมีการวิเคราะห์ปัญหาและหาวิธีการแก้ไขต่อไป ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงที่เกิดจากกระบวนการทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ ภายหลังการดำเนินการแก้ไขโดยใช้เทคนิค PFMEA ดังแสดงในตารางที่ 5.11 และบันทึกข้อมูลลงในตาราง PFMEA ดังแสดงในตารางที่ 12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.11 ค่า RPN ในการปรับปรุงของกระบวนการทดลองการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์

ลักษณะของเสีย	สาเหตุ	(S)	ข้อมูลก่อนการปรับปรุง			ข้อมูลหลังการปรับปรุง		
			(O)	(D)	RPN	(O)	(D)	RPN
Bracket เกินกว่าค่าที่กำหนด	ชิ้นส่วนประกอบของซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด	7	8	4	224	6	4	168
ผิวหน้าของ Inlet padและ Outlet pad เป็นรอย	ผิวหน้าของJig Tig ที่ Toggle Block lock Inlet และ Outlet Pad ขรุขระ	5	8	4	160	7	4	140
Side Plate บุบ	ปรับขนาดผิดพลาด	6	6	4	144	2	4	48
เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด	ชิ้นส่วนประกอบของซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด	7	6	4	168	2	4	56
Fin Drop	ความดันอากาศเครื่องจักรเกินกว่าค่าที่กำหนด	5	7	2	70	2	2	20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.12 ตารางบันทึกผล PFMEA

POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number 4(XH5)

Page 1 of 5

Item XH5 Process Responsibility CONDENSER PRODUCTION Prepared By

Model Year (s) / Vehicle (s) XH5 Key Date 29/9/2008 FMEA Date (Orig) 29/09/2008 Rev.

Core Team Mr.Phakorn, Mr.Boonnaung, Ms. Chaninat

Item Function	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Sev	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occ	Current Process Controls prevention	Current Process Controls Detection	Det	RPN	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
												Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
P02 Core Assembly	Fin Drop	ประสิทธิภาพลดลง	5	ความดันอากาศเกินกว่าค่าที่กำหนด	8	ควบคุมความดันอากาศที่ 4 ~ 6 kg.f/cm	ตรวจสอบความดันอากาศ 4 ครั้ง/วัน	2	80	จัดทำมาตรฐานการซ่อมบำรุงเครื่องจักรใหม่	Maintenance 15/10/2008	20/10/2008	5	2	2	20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.12 ตารางบันทึกผล PFMEA (ต่อ)

POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number 4(XH5)

Page 2 of 5

Item XH5 Process Responsibility CONDENSER PRODUCTION Prepared By

Model Year (s) / Vehicle (s) XH5 Key Date 29/9/2008 FMEA Date (Orig) 29/09/2008 Rev.

Core Team Mr.Phakorn, Mr.Boonnaung, Ms. Chaninat

Item Function	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Sev	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occ	Current Process Controls prevention	Current Process Controls Detection	Det	RPN	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
												Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
P03 Tig welding	ผิวหน้าของ Inlet pad /Outlet pad เป็นรอย	การปรากฏไม่ดี	5	ผิวหน้า toggle block ขรุขระ	8	ก่อนดำเนินงานเช็คความแบนบนผิวหน้า toggle block	ตรวจสอบด้วยสายตาที่ผิวหน้า Inlet /Outlet Pad	4	160	แก้ไขผิวหน้า toggle block ให้แบนเรียบโดย PE	PE 15/10/2008	20/10/2008	5	7	4	140

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.12 ตารางบันทึกผล PFMEA (ต่อ)

POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number 4(XH5)
Page 3 of 5

Item XH5 Process Responsibility CONDENSER PRODUCTION Prepared By

Model Year (s) / Vehicle (s) XH5 Key Date 29/9/2008 FMEA Date (Orig) 29/09/2008 Rev.

Core Team Mr.Phakorn, Mr.Boonnaung, Ms. Chaninat

Item Function	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Sev	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occ	Current Process Controls prevention	Current Process Controls Detection	Det	RPN	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
												Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
P08 Adjusting	Bracket เกินกว่าค่าที่กำหนด	- คอนเดนเซอร์เสียหาย - ไม่สามารถประกอบชิ้นส่วนกับคอนเดนเซอร์	7	ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด	8	เข้ามาตรวจสอบโดย Q.A. (ข้อมูลควบคุม AQL.)	ตรวจสอบด้วยสายตา100%	4	224	กำหนดให้ฝ่ายประกันคุณภาพเพิ่มจำนวนตัวอย่างในการตรวจสอบและให้พนักงานเพิ่มความถี่ในการตรวจสอบ	Q.A. 6/10/2008	6/10/2008	7	6	4	168

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.12 ตารางบันทึกผล PFMEA (ต่อ)

POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number 4(XH5)
Page 4 of 5

Item XH5 Process Responsibility CONDENSER PRODUCTION Prepared By

Model Year (s) / Vehicle (s) XH5 Key Date 29/9/2008 FMEA Date (Orig) 29/09/2008 Rev.

Core Team Mr.Phakorn, Mr.Boonnaung, Ms. Chaninat

Item Function	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Sev	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occ	Current Process Controls prevention	Current Process Controls Detection	Det	RPN	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
												Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
P08 Adjusting	Side Plate บุบ	การปรากฏเป็นของเสีย	6	ปรับขนาดผิดพลาด	6	สอนทักษะให้พนักงานโดยหัวหน้าฝ่ายผลิต , ยืนยันโดยผู้ฝึกหัดงาน (หลักสูตรการปรับขนาด 50%)	ตรวจสอบด้วยสายตา100%	4	144	ฝึกทักษะพนักงานกระบวนการ Adjusting โมเดล XH 5 ใหม่	PDP 3/10/2008	6/10/2008	6	2	4	48

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.12 ตารางบันทึกผล PFMEA (ต่อ)

POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)

FMEA Number 4(XH5)
Page 5 of 5

Item XH5 Process Responsibility CONDENSER PRODUCTION Prepared By

Model Year (s) / Vehicle (s) XH5 Key Date 29/9/2008 FMEA Date (Orig) 29/09/2008 Rev.

Core Team Mr.Phakorn, Mr.Boonnaung, Ms. Chaninat

Item Function	Potential Failure Mode	Potential Effect (s) of Failure	Sev	Potential Cause (s) / Mechanism (s) of Failure	Occ	Current Process Controls prevention	Current Process Controls Detection	Det	RPN	Recommended Action(s)	Responsibility & Target Completion Date	Action Results				
												Actions Taken	Sev	Occ	Det	RPN
P08 Adjusting	เกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด	ไม่สามารถประกอบได้	7	ชิ้นส่วนประกอบจากซัพพลายเออร์ไม่ได้ตามที่กำหนด	6	เข้ามาตรวจสอบโดย Q.A. (ข้อมูลควบคุม AQL.)	ตรวจสอบด้วยสายตา100%	4	168	กำหนดให้ฝ่ายประกันคุณภาพเพิ่มจำนวนตัวอย่างในการตรวจสอบและให้พนักงานเพิ่มความถี่ในการตรวจสอบ	Q.A. 6/10/2008	6/10/2008	7	2	4	56

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.6 สรุปท้ายบท

เนื้อหาในบทนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิค PFMEA โดยจะปรับการใช้งานให้เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ในกรณีศึกษาและสอดคล้องต่อวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานวิจัย ในการเสนอแนวทางการออกแบบและทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้ากลุ่มเป้าหมายและป้องกันความผิดพลาดในกระบวนการผลิต

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเริ่มตั้งแต่การสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลจากฝ่ายออกแบบ ฝ่ายผลิต ฝ่ายประกันคุณภาพของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อค้นหาปัญหาที่แท้จริงของกระบวนการผลิต จากการวิเคราะห์ด้วยผังพาเรโต พบว่าของเสียเกิดจากปัญหาหลัก 5 ปัญหา เกิดใน 3 กระบวนการ จากนั้นหาสาเหตุของปัญหาโดยใช้ผังก้างปลาในการวิเคราะห์ แล้วจึงจัดทำตารางประเมินความรุนแรงและโอกาสของปัญหาที่จะเกิดขึ้นและความสามารถในการตรวจจับ ทำการประเมินผลลงในตาราง PFMEA พร้อมทั้งระดมสมองในการหาแนวทางในการแก้ปัญหาและป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหานั้นๆ และเพื่อป้องกันความล้มเหลวต่อแผนการผลิตที่ได้ออกแบบและวางแผนไว้จากขั้นตอนของ QFD โดยเลือกแก้ไขปัญหาที่มีค่าความเสี่ยงมากกว่า 60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) และเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effect Analysis: PFMEA) ในการเสนอแนวทางการออกแบบและทดลองผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย ดังแสดงไว้ในบทที่ 4 และป้องกันความผิดพลาดในกระบวนการทดลองผลิต พร้อมทั้งลดของเสียที่เกิดขึ้นจากการทดลองผลิต ดังแสดงไว้ในบทที่ 5 สามารถสรุปผลที่ได้รับจากการปรับปรุงแก้ไข ข้อเสนอแนะและปัญหาอุปสรรคที่พบในงานวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

6.1 สรุปผลที่ได้รับจากการปรับปรุงแก้ไข

6.1.1 สรุปผลจากการดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD กับการออกแบบและทดลองผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น 92100 1HC0A-G1 สรุปได้ดังนี้

6.1.1.1 สรุปผล QFD เมตริก ที่ 2 (Product Design Matrix) จากการรวบรวมความต้องการทางด้านเทคนิค และทำการวิเคราะห์หาข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบผู้เชี่ยวชาญนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้จริง มีการสร้างผังแบบร่างทางวิศวกรรม (Engineering Drawing) เพื่อใช้ทำการสร้างต้นแบบของผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองความต้องการของลูกค้า

6.1.1.2 สรุปผล QFD เมตริกที่ 3 (Process Planning Matrix) จากรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการออกแบบและพัฒนาในเมตริกที่ 2 ดังที่กล่าวมาแล้ว ในเมตริกที่ 3 จะทำการออกแบบกระบวนการผลิต เพื่อให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกแบบไว้อย่างมีประสิทธิภาพตอบสนองความต้องการของลูกค้า

6.1.1.3 สรุปผล QFD เมตริกที่ 4 (Process Control Planning Matrix) จากเมตริกที่ 3 นำมาสร้างแผนควบคุมคุณภาพ เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต โดยมีรายละเอียดกระบวนการควบคุม รายการควบคุม ค่ามาตรฐาน ผู้รับผิดชอบ วิธีการยืนยัน ความถี่ในการยืนยัน แบบฟอร์มข้อมูล และแผนการแก้ไข

ดังนั้นจากการวิจัยโดยการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD พบว่าเทคนิคนี้มีส่วนช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่โดยเน้นที่การตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างถูกต้อง ช่วยให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ดำเนินไปในทิศทางที่ถูกต้องส่งผลให้ลดการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบ ทำให้บุคลากรในบริษัทมองเห็นภาพรวมการทำงานและวิธีที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี

6.1.2 สรุปผลจากการดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิค PFMEA กับการออกแบบและทดลองผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์รุ่น 92100 1HC0A-G1 ในการป้องกันและลดโอกาสการเกิดลักษณะข้อบกพร่อง จากการประยุกต์ใช้ QFD เมตริกที่ 2-4 เครื่องมือคุณภาพที่ใช้ประกอบการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค PFMEA ได้แก่ แผนผังพาเรโต้ แผนผังก้างปลา เพื่อใช้ในการค้นหาปัจจัยที่ทำให้เกิดลักษณะข้อบกพร่อง และเสนอแนวทางในการแก้ไขป้องกันเพื่อควบคุมปัจจัยที่ก่อให้เกิดลักษณะข้อบกพร่อง จากการทดลองผลิตปัญหาซึ่งส่งผลให้เกิดของเสียกับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ปัญหา Bracket เกินกว่าค่าที่กำหนด ปัญหาผิวหน้า Inlet / Outlet Pad เป็นรอย ปัญหา Side Plate บุบ ปัญหาเกลียว Outlet ไม่ได้ขนาด และปัญหา Fin Drop พบว่าของเสียเทียบกับยอดการผลิตลดลงจาก 16.29% เหลือ 7.50%

ดังนั้นจากการวิจัยโดยประยุกต์ใช้เทคนิค PFMEA ในการแก้ปัญหาและป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นสำหรับการทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ พบว่าเทคนิคนี้สามารถค้นหาปัญหา สาเหตุของปัญหา ความรุนแรงและโอกาสของปัญหาที่จะเกิดขึ้นพร้อมทั้งเป็นเครื่องมือในการระดมสมองหาแนวทางในการแก้ปัญหา สร้างระบบป้องกันหรือลดโอกาสการเกิดซ้ำของปัญหานั้นๆ รวมถึงประสิทธิภาพในการตรวจจับข้อบกพร่องให้พบก่อนถูกส่งเข้าสู่กระบวนการถัดไป เพื่อป้องกันความล้มเหลวต่อแผนการผลิต

6.2 ปัญหาอุปสรรค

6.2.1 ในการใช้เทคนิคการระดมความคิดเพื่อหาความสัมพันธ์ในการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ในการวิจัยครั้งนี้ทำโดยการประชุมร่วมกันเพื่อสรุปค่าความสัมพันธ์ลงไปในเมตริก พบว่าผู้ร่วมประชุมไม่เข้าใจในหลักการให้คะแนนและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ทำให้ผู้ทำการวิจัยต้องใช้เวลาในการอธิบายเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน

6.2.2 การระดมความคิดแต่ละครั้งต้องประกอบไปด้วยกลุ่มคนหลายตำแหน่งหน้าที่ ซึ่งแต่ละบุคคลมีภาระงานที่ต้องรับผิดชอบต่างกัน ทำให้มีเวลาในการประชุมร่วมกันแต่ละครั้งค่อนข้างน้อยและการกำหนดเวลาในการประชุมแต่ละครั้งทำได้ยาก

6.2.3 เนื่องจากทางบริษัทกรณีศึกษาไม่ทราบข้อมูลเกี่ยวกับลิขสิทธ์การออกแบบของบริษัทอื่นๆ ทำให้เกิดข้อจำกัดในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตในปัจจุบันจึงเป็นการผลิตตามความต้องการของลูกค้าเฉพาะราย

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 บริษัทกรณีศึกษาสามารถนำงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ เพื่อขยายผลกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ให้ครอบคลุมทุกผลิตภัณฑ์

6.3.2 ควรส่งเสริมและจูงใจพนักงาน โดยมีนโยบายที่ชัดเจน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้พนักงานตั้งใจทำงานและมีความรอบคอบเอาใจใส่ในงานที่ผลิต เนื่องจากการผลิตคอยล์ร้อนรถยนต์เป็นงานที่ต้องอาศัยความสามารถและทักษะของพนักงาน

6.3.3 ควรมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและควบคุมกระบวนการให้ดีขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

6.3.4 หลังจากที่ได้แนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้องแล้ว ควรมีการอบรมแนวทางการปฏิบัติงานที่ถูกต้องให้กับพนักงานระดับปฏิบัติงาน

6.3.5 เนื่องจากในการวิจัย ของเสียยังคงมีค่า RPN มากกว่า 60 หลังจากที่ได้แก้ไขครั้งที่ 1 ดังนั้นบริษัทกรณีศึกษาจึงควรดำเนินการแก้ไขปัญหาเพื่อลดของเสียต่อไป

6.3.6 งานวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยท่านอื่นใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นๆ เพื่อให้ตอบสนองความต้องการลูกค้า และเป็นแนวทางในการลดข้อบกพร่องจากกระบวนการผลิต

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิตติศักดิ์ อนุรักษสกุล. การวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนโครงร่างยานยนต์โดยใช้เทคนิค FMEA. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. การควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหาร และกรณีศึกษา. กรุงเทพฯ: เอ็ม แอนอี, 2540.

ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. เอกสารประกอบการเรียน Quality Function Deployment (A tool for customer-focused design of products and services), 2550.

ทิพากร วงษ์นาม. การลดของเสียในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยางของรถจักรยานยนต์โดยเทคนิค FMEA. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

ธนาคารกรุงเทพ. ธนาคารกรุงเทพสบช่องขยายฐานลูกค้าอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ “World Class Seminar” 2 ครั้งที่ผ่านมาขยายสินเชื่อได้กว่า 5 พันล้านบาท, 23 มกราคม 2551

นฤชยา สาตแฟง. การออกแบบผลิตภัณฑ์จากข้าวและการพัฒนากระบวนการผลิตด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , 2550.

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

ภักดี วิสาวะโท และวีรพจน์ เวชชประสิทธิ์. การปรับอากาศในรถยนต์และเครื่องทำความเย็น. โครงการตำราเพื่ออาชีวศึกษา.

สนอง อิ่มเอม. เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศรถยนต์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้ง กรุ๊พ, 2532.

สรียา ชัยรัตนานนท์และคณะ. โครงการ “การศึกษาเชิงเปรียบเทียบศักยภาพทางเศรษฐกิจและการค้าของประเทศไทยและเวียดนาม: อุตสาหกรรมยานยนต์”. ชุดศักยภาพของไทยและเวียดนาม. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย , 2551.

สรียา ชัยรัตนานนท์ และนุชสรา เทียนไชย. สกว.ชวนคิด / ศึก Detroit of Asia ของไทย-เวียดนาม ภาคชิ้นส่วนยานยนต์ (4). หนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ 26 มิถุนายน 2551 ปีที่21

สุกัญญา ประคองวิทยา. การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายการทำงานเชิงคุณภาพสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ผ้าอนามัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. รายงานสถานการณ์เศรษฐกิจอุตสาหกรรมประจำเดือนมิถุนายน 2551

หทัยรัตน์ สงวนไทร. การปรับปรุงและเฝ้าติดตามคุณภาพในกระบวนการก่อสร้างบ้านโดยประยุกต์ใช้หลักการ QFD และ FMEA. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

อมรรัตน์ ปินตา. การปรับปรุงสินค้าโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (QFD) : กรณีศึกษาโรงงานผลิตของเล่นไม้เพื่อการศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

อรรถพล ฤทธิภักดี. ปรับปรุงคุณภาพสำหรับกระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนพลาสติกในอุตสาหกรรมรถยนต์ให้เหมาะสมโดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง และผลกระทบด้านคุณภาพ (Failure Mode and Effects Analysis, MEA). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

อัจฉราวดี แก้ววรรณดร. การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพสำหรับการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ภาษาอังกฤษ

D.M. Ginn, D.V. Jones, H. Rahnejat and M. Zai. The “QFD/FMEA interface”. European Journal of Innovation Management 1, 1 (1998): 7– 20

Lou Cohen. Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You. Massachusetts: Addison-Wesley, 1995.

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ผลการทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1

Serial NO	Brazing Date	Leakage		Dimension
		Not Repair	Repair	
VC-001	15th.Sep.2008	✓		OK
VC-002	15th.Sep.2008	✓		OK
VC-003	15th.Sep.2008	✓		OK
VC-004	15th.Sep.2008	✓		OK
VC-005	15th.Sep.2008	✓		OK
VC-006	15th.Sep.2008	✓		OK
VC-007	15th.Sep.2008	✓		OK
VC-008	15th.Sep.2008		Bk't R	OK
VC-009	15th.Sep.2008		Lower Bk't	OK
VC-010	15th.Sep.2008		Lower Bk't	OK
VC-011	15th.Sep.2008	✓		OK
VC-012	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-013	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-014	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-015	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-016	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-017	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-018	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-019	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-020	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-021	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-022	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-023	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-024	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-025	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-026	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-027	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-028	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-029	16th.Sep.2008		Outlet Pad	OK
VC-030	16th.Sep.2008	✓		OK
VC-031	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-032	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-033	17th.Sep.2008			NG Core size over spec
VC-034	17th.Sep.2008	✓		OK

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1 (ต่อ)

Serial NO	Brazing Date	Leakage		Dimension
		Not Repair	Repair	
VC-035	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-036	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-037	17th.Sep.2008		Inlet Pad	OK
VC-038	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-039	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-040	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-041	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-042	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-043	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-044	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-045	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-046	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-047	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-048	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-049	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-050	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-051	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-052	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-053	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-054	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-055	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-056	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-057	17th.Sep.2008	✓		OK
VC-058	17th.Sep.2009	✓		OK
VC-059	18th.Sep.2008		Lower Bk't	OK
VC-060	18th.Sep.2008	✓		OK
VC-061	18th.Sep.2008	✓		OK
VC-062	18th.Sep.2008	✓		OK
VC-063	18th.Sep.2008	✓		OK
VC-064	18th.Sep.2008	✓		OK
VC-065	18th.Sep.2008			NG Fin Drop
VC-066	18th.Sep.2008			OK
VC-067	18th.Sep.2008	✓		OK
VC-068	18th.Sep.2008	✓		OK

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1 (ต่อ)

Serial NO	Brazing Date	Leakage		Dimension
		Not Repair	Repair	
VC-069	18th.Sep.2008	✓		OK
VC-070	18th.Sep.2008	✓		OK
VC-071	18th.Sep.2008			NG Fin Drop
VC-072	18th.Sep.2008	✓		OK
VC-073	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-074	19th.Sep.2008			NG Distb. Dent
VC-075	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-076	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-077	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-078	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-079	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-080	19th.Sep.2008			NG Tube Tear
VC-081	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-082	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-083	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-084	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-085	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-086	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-087	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-088	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-089	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-090	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-091	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-092	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-093	19th.Sep.2008		Inlet Pad	OK
VC-094	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-095	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-096	19th.Sep.2008	✓		OK
VC-097	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-098	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-099	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-100	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-101	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-102	22th.Sep.2008	✓		OK

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1 (ต่อ)

Serial NO	Brazing Date	Leakage		Dimension
		Not Repair	Repair	
VC-103	22th.Sep.2008	✓		NG FIN DROP
VC-104	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-105	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-106	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-107	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-108	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-109	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-110	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-111	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-112	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-113	22th.Sep.2008		INLET PAD	OK
VC-114	22th.Sep.2008	✓		OK
VC-115	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-116	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-117	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-118	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-119	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-120	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-121	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-122	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-123	23th.Sep.2008		Outlet Pad	OK
VC-124	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-125	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-126	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-127	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-128	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-129	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-130	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-131	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-132	23th.Sep.2008	✓		NG Side plate Dent
VC-133	23th.Sep.2008	✓		OK
VC-134	24th.Sep.2008	✓		OK
VC-135	24th.Sep.2008	✓		OK
VC-136	24th.Sep.2008	✓		OK

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1 (ต่อ)

Serial NO	Brazing Date	Leakage		Dimension
		Not Repair	Repair	
VC-137	24th.Sep.2008	✓		OK
VC-138	24th.Sep.2008	✓		OK
VC-139	24th.Sep.2008	✓		NG Side plate Dent
VC-140	24th.Sep.2008	✓		OK
VC-141	24th.Sep.2008	✓		OK
VC-142	24th.Sep.2008	✓		OK
VC-143	24th.Sep.2008	✓		OK
VC-144	24th.Sep.2008	✓		NG Fin tear
VC-145	24th.Sep.2008	✓		OK
VC-146	24th.Sep.2008	✓		OK
VC-147	24th.Sep.2008	✓		OK
VC-148	17th.Oct.2008	✓		OK
VC-149	17th.Oct.2008		Inlet	OK
VC-150	17th.Oct.2008		Inlet	OK
VC-151	28th.Oct.2008		Inlet	OK
VC-152	28th.Oct.2008		Bk't R	NG Oulet
VC-153	28th.Oct.2008	✓		OK
VC-154	28th.Oct.2008		Lower Bk't	OK
VC-155	28th.Oct.2008	✓		OK
VC-156	28th.Oct.2008		Lower Bk't	OK
VC-157	28th.Oct.2008	✓		OK
VC-158	28th.Oct.2008		Bk't L	NG Oulet
VC-159	28th.Oct.2008		Bk't L	OK
VC-160	28th.Oct.2008	✓		OK
VC-161	31th.Oct.2008	✓		OK
VC-162	31th.Oct.2008	✓		OK
VC-163	31th.Oct.2008	✓		OK
VC-164	31th.Oct.2008	✓		OK
VC-165	31th.Oct.2008	✓		OK
VC-166	31th.Oct.2008	✓		OK
VC-167	31th.Oct.2008		Lower Bk't	OK
VC-168	31th.Oct.2008	✓		OK
VC-169	31th.Oct.2008	✓		OK
VC-170	31th.Oct.2008	✓		OK

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1 (ต่อ)

Serial NO	Brazing Date	Leakage		Dimension
		Not Repair	Repair	
VC-171	31th.Oct.2008	✓		ระยะ RD Pad
VC-172	31th.Oct.2008	✓		OK
VC-173	31th.Oct.2008	✓		OK
VC-174	31th.Oct.2008	✓		OK
VC-175	31th.Oct.2008		Lower Bk't	OK
VC-176	31th.Oct.2008		Lower Bk't	OK
VC-177	31th.Oct.2008		Outlet	OK
VC-178	31th.Oct.2008		Outlet	OK
VC-179	1th.Nov.2008		Outlet	OK
VC-180	1th.Nov.2008	✓		OK
VC-181	4th.Nov.2008	✓		OK
VC-182	4th.Nov.2008	✓		OK
VC-183	4th.Nov.2008	✓		OK
VC-184	4th.Nov.2008	✓		OK
VC-185	4th.Nov.2008	✓		OK
VC-186	4th.Nov.2008	✓		OK
VC-187	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-188	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-189	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-190	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-191	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-192	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-193	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-194	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-195	5th.Nov.2008		Outlet	OK
VC-196	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-197	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-198	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-199	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-200	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-201	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-202	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-203	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-204	5th.Nov.2008	✓		OK

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลองการผลิตผลิตภัณฑ์คอยล์ร้อนรถยนต์ รุ่น 92100 1HC0A-G1 (ต่อ)

Serial NO	Brazing Date	Leakage		Dimension
		Not Repair	Repair	
VC-205	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-206	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-207	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-208	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-209	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-210	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-211	5th.Nov.2008	✓		OK
VC-212	13th.Fed.2009		Lower Bk't	OK
VC-213	13th.Fed.2009	✓		OK
VC-214	13th.Fed.2009	✓		OK
VC-215	13th.Fed.2009	✓		OK
VC-216	13th.Fed.2009	✓		OK
VC-217	13th.Fed.2009	✓		OK
VC-218	13th.Fed.2009	✓		OK

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

แบบประเมินผลการฝึกอบรมในการปฏิบัติงาน

(F-GA-13-0)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบประเมินผลการฝึกอบรมในการปฏิบัติงาน

ชื่อ / สกุล รหัส

แผนก / ฝ่าย ตำแหน่ง

วันที่เริ่มฝึกอบรม วันที่สิ้นสุดการฝึกอบรม

ลักษณะงานที่ฝึกอบรม

.....

.....

.....

.....

ผลการฝึกอบรม

○ ผ่าน ○ ไม่ผ่าน

○ ขยายระยะเวลาการฝึกอบรมถึงวันที่.....

○ ผ่าน ○ ไม่ผ่าน

ความเห็นผู้ประเมิน

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

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

ลงชื่อ.....ผู้จัดการฝ่าย	ลงชื่อ.....ผู้จัดการทั่วไป
(.....)	(.....)
...../...../.....	...../...../.....

ลงชื่อ.....Training Center

(.....)

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

(F-GA-13-0)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

On The Job Training

(F-GA-21-0)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

On The Job Training

หลักสูตร :

วันที่ :

ผู้เตรียม :

เอกสารหมายเลข :

เป้าหมาย :

อุปกรณ์การสอน :

หัวข้อ	อุปกรณ์	เวลา	วิธีการ

REMARK L : บรรยาย D : ศึกษาด้วยตนเอง P: ฝึกปฏิบัติ

(F-GA-21-0)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.

ประวัติการฝึกอบรม On The Job Training

(F-GA-22-0)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการฝึกอบรม OJT

ชื่อ _____ ตำแหน่ง _____

หน่วย / แผนก / ฝ่าย _____ รหัสพนักงาน _____

วัน / เดือน / ปี	หลักสูตรการฝึกอบรม	ผลการฝึกอบรม		ผู้ประเมิน
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	

(F-GA-22)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-สกุล นางสาวศุภพิชญ์ จิรบูรณ์ธนันดร

วันเกิด 1 ธันวาคม 2527

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2549 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

พ.ศ.2550 ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย