การออกแบบและวางแผนกระบวนการผลิตตู้โชว์สินค้าแช่แข็งโดยประยุกต์ใช้เทคนิค QFD และ DFMEA

นายประพัฒน์ เจริญหงษ์ทอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DESIGN AND PROCESS PLANNING OF SHOWCASE FREEZERS BY APPLYING QFD AND DFMEA TECHINIQUES

Mr. Prapat Charoenhongtong

สถาบันวิทยบริการ
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	การออกแบบและวางแผนกระบวนการผลิตตู้โชว์สินค้าแช่แข็งโดยประยุกต์ใช้เทคนิค QFD และ DFMEA
โดย	นาย ประพัฒน์ เจริญหงษ์ทอง
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประพัฒน์ เจริญหงษ์ทอง: การออกแบบและวางแผนกระบวนการผลิตตู้โชว์สินค้าแช่แข็งโดยประยุกต์ใช้เทคนิค QFD และ DFMEA. (DESIGN AND PROCESS PLANNING OF SHOWCASE FREEZERS BY APPLYING QFD AND DFMEA TECHNIQUES) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย, 158 หน้า.

บริษัทกรณีศึกษาผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า(Showcase) ขายต่างประเทศทั้งหมด ซึ่งปัจจุบันบริษัทมียอดขายที่ลดลง ทำให้ต้องเพิ่มยอดขายโดยการเปิดตลาดภายในประเทศ แต่เนื่องจากข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ของต่างประเทศไม่ตรงกับภายในประเทศ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องออกแบบและวางแผนกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อให้รับกับความต้องการของลูกค้าภายในประเทศ

การประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในการออกแบบ (Design Failure Mode and Effect Analysis: DFMEA) และเทคนิคอื่นๆทางวิศวรรมอุตสาหการ ในการออกแบบพัฒนาปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ และบริการของผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง(Showcase Freezers) เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าภายในประเทศ และป้องกันข้อผิดพลาดของกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ การวิจัยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลความต้องการของลูกค้าโดยการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถาม และทำการเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ของบริษัทคู่แข่ง เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพในเมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์ เมตริกการวางแผนกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ แล้วจึงคัดเลือกข้อบกพร่องจากปัญหาชิ้นส่วนที่เปลี่ยนบ่อย และความรุนแรงในการออกแบบ จากนั้นวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดข้อบกพร่องโดยแผนภูมิต้นไม้ด้วยวิธีการระดมสมอง และเลือกสาเหตุข้อบกพร่องในกรณีที่มีคะแนนความเสี่ยงชี้นำสูง

ในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ เพื่อจะสามารถตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าภายในประเทศได้ โดยใช้แนวทางในการออกแบบและการวางแผนกระบวนการสำหรับผลิตตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง พร้อมทั้งกำหนดมาตรการแก้ไข และป้องกันความผิดพลาดจาก 7 ข้อบกพร่องหลักในกระบวนการออกแบบ เช่น กำหนดค่าอุณหภูมิมาตราฐาน ณ. จุดต่างๆของ Compressor, Discharge Pipe, Condenser และคำนวณหาค่าของอุปกรณ์ชุดทำความเย็น ให้เหมาะสมกับภาระการทำความเย็น โดยสุดท้ายส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ของจำนวนชิ้นส่วนที่ปรับเปลี่ยนลดลงจาก 17.81% ก่อนปรับปรุง เหลือ 6.85% หลังปรับปรุง

ภาควิชา ....วิศวกรรมอุตสาหการ.... ลายมือชื่อนิสิต.....ประพัฒน์ เจริญหงษ์ทอง.....

สาขาวิชา ....วิศวกรรมอุตสาหการ... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา .....2551..... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

5070334521 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS: QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT / DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

PRAPAT CHAROENHONGTONG: DESIGN AND PROCESS PLANNING OF SHOWCASE FREEZERS BY APPLYING QFD AND DFMEA TECHNIQUES. ADVISOR: ASSOC. PROF. DAMRONG THAWESAENGSKULTHAI, 158 pp.

All showcase products of the case study company have been exported to foreign countries. Currently, these products encountered the down-trend market, so the domestic market was planned for market extension. The exported specifications of products were different for the domestic specification, then the new product needed to be redesigned to fulfill the domestic customer's requirements.

Application of Quality Function Deployment (QFD), Design Failure Mode and Effect Analysis (DFMEA) and other techniques of industrial engineering were implied to improve product design and service of showcase freezers for response customer requirements in domestic and protect product design failure. The research started on, gathering data of customer's needs (VOC: voice of customers) by questionnaires, and comparing of products with the competitive factories, in order to apply to use interpretation technique base on Product Planning Matrix, Product Design Matrix of QFD. Then selected failures from design problems with frequency and severity. The failures causes were analyzed by tree diagram brain storming and failure modes consideration. The causes for designing process were selected with high RPN (Risk priority Number)

From the improve quality products for to can response customer requirements in domestic. The research used, the way to design and plan to produce showcase freezers. The design failure protections from 7 major failures of design product such as to assign standard temperature of Compressor, Discharge Pipe, Condenser and to compute equipment for fit load were finally reduced from 17.81% before improvement to 6.85% after improvement.

Department : .....Industrial Engineering....Student's Signature...ประพัฒน์ เจริญทรัพย์ทอง.....

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

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

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของ รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งนอกจากให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์กับการทำงานวิจัยเป็นอย่างมากแล้วยังคอยติดตามความคืบหน้าของงานวิจัยอย่างสม่ำเสอม รวมถึงการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง และข้อชี้แนะต่างๆ ที่ได้จากคณะกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์, รองศาสตราจารย์สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน และรองศาสตราจารย์.ดร. วันชัย ริจิรวนิช ทำให้งานวิจัยมีความถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น ผู้วิจัยใครขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ.ที่นี้

ส่วนหนึ่งของความสำเร็จครั้งนี้ ได้รับความช่วยเหลือจากบริษัทกรณีศึกษา และบุคคลากรทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล , ความรู้เฉพาะด้านและข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จสมบูรณ์ รวมถึงเพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือโดยตลอด และผู้เขียนขอขอบพระคุณไว้ ณ. ที่นี้ด้วย

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อวิวัฒน์ เจริญหงษ์ทอง และคุณแม่ประไพพร เจริญหงษ์ทอง ตลอดจนพี่น้องและญาติๆของผู้วิจัยที่ได้ให้การสนับสนุน ให้คำแนะนำ และเป็นกำลังใจที่สำคัญที่สุดตลอดมา จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง.....ฎ

สารบัญภาพ.....ฑ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับบริษัทกรณีศึกษา..... 3

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....5

1.6 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....5

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7

2.1 ทฤษฎีเทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment)..... 7

2.1.1 ความหมาย.....7

2.1.2 วิวัฒนาการของ QFD.....8

2.1.3 จุดประสงค์ในการทำ QFD.....8

2.1.4 การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD.....9

2.1.5 ขั้นตอนการทำ Quality Function Deployment แบบ Four-Phase..... 10

2.1.5.1 การวางแผนผลิตภัณฑ์.....10

2.1.5.2 การออกแบบผลิตภัณฑ์..... 15

2.1.5.3 การวางแผนกระบวนการ 17

2.1.5.4 การวางแผนการผลิต..... 19

2.1.6 การวิเคราะห์ QFD Matrix..... 21

2.1.6.1. การประเมินความสมบูรณ์ของเมตริก.....21

2.1.6.2.การประเมินความพอเพียงและความลำเอียงของเมตริก.....23

หน้า

2.1.6.3. การตรวจสอบความมีเสถียรภาพของเมตริก..... 26

2.1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำ QFD..... 27

2.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA)..... 28

2.2.1 วิวัฒนาการของ และความหมาย ของ FMEA..... 28

2.2.2 เป้าหมายในการทำ FMEA..... 29

2.2.3 เมื่อไร่จึงต้องทำการปรับปรุงโดยได้FMEA..... 30

2.2.4 ชนิดของ FMEA และการนำไปใช้งาน.....30

2.2.5 ลำดับขั้นตอนการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการ.....31

2.2.6 ประโยชน์ของการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ..... 33

2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....34

บทที่ 3 ผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า.....41

3.1 ผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้าคืออะไร.....41

3.2 ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRM-J350X..... 41

3.3 ส่วนประกอบภายของผลิตตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRM - J350X.....42

3.4 กระบวนการผลิตตู้แช่โชว์สินค้า.....52

3.5 สรุปท้ายบท..... 54

บทที่ 4 การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD กับกรณีศึกษา..... 55

4.1 เป้าหมายของการใช้เทคนิค QFD กับกรณีศึกษา..... 55

4.2 แบบสอบถาม.....56

4.2.1 การกำหนดบริษัทคู่แข่งเพื่อทำการเทียบเคียง.....56

4.2.2 การรวบรวมประเด็นความต้องการ.....56

4.2.3 การรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม.....57

4.2.3.1 ลักษณะแบบสอบถาม กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย..... 57

4.2.4 การหาค่าเฉลี่ยจากแบบสำรวจ.....58

4.2.5 ผลสรุปผลข้อมูลจากแบบสำรวจ.....59

4.3 การดำเนินการวิจัยโดยการใช้เทคนิค QFD แบบ Four-Phases ในการดำเนินงานวิจัย..... 59

หน้า

4.3.1 Product Planning Matrix: Matrix I..... 59
4.3.1.1 ขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกที่ 1
ในการดำเนินงานวิจัย.....60
4.3.1.2 แผนผัง QFD เมตริกที่ 1.....67
4.3.2 Phase 2: Product Design Matrix 69
4.3.2.1 ขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกที่ 2 69
4.3.2.2 แผนผัง QFD เมตริกที่ 2 ที่ได้รับ 73
4.4 สรุปท้ายบท 75
บทที่ 5 การประยุกต์ใช้เทคนิค DFMEA กับกรณีศึกษา.....76
5.1 การดำเนินงานวิจัยโดยการใช้เทคนิค DFMEA 76
5.1.1 การดำเนินงานเพื่อวิเคราะห์ กระบวนการออกแบบ
ผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง 80
5.1.1.1 ชิ้นส่วนในส่วนย่อยของ INNER BOX AY 82
5.1.1.2 ชิ้นส่วนในส่วนย่อยของ BODY 1 82
5.1.1.3 ชิ้นส่วนในส่วนย่อยของ UNIT AY 83
5.1.1.4 ชิ้นส่วนในส่วนย่อยของ BODY 2 87
5.2 การออกแบบพัฒนาชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์..... 89
5.3 การดำเนินการลดข้อบกพร่องและผลกระทบจากการบวนการออกแบบ
โดยใช้ DPFMEA..... 101
5.4 ผลทดสอบหลังจากปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดข้อบกพร่องและผลกระทบ
จากการบวนการออกแบบ..... 107
5.4.1 การทดสอบปรับค่าน้ำยาทำความเย็น R-404A.....107
5.4.2 การทดสอบ NO LOAD.....108
5.5 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง..... 110
5.6 สรุปท้ายบท 121
บทที่ 6 การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ในเมตริกที่ 3 เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต..... 122
6.1 Phase 3: Process Planning Matrix 122
6.1.1 ขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกที่ 3 ในการดำเนินการวิจัย..... 123
6.1.2 แผนผัง QFD เมตริกที่ 3 131
6.2 สรุปท้ายบท 133

หน้า

บทที่ 7 ผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD และDFMEA ในการออกแบบและวางแผนกระบวนการผลิตตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง..... 134
7.1 สรุปผลที่ได้รับจากการปรับปรุงแก้ไข..... 134
7.1.1 สรุปผลจากการดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD Matrix ที่ 1-2 134
7.1.1.1 สรุปรายละเอียดของตู้โชว์สินค้าแช่แข็งที่ได้รับภายหลังการปรับปรุงด้วยเทคนิค QFD เมตริก 1-2..... 134
7.1.2 สรุปผลจากการดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิค DFMEA มีมาตการป้องกันข้อผิดพลาดจาก 7 ข้อบกพร่องหลักจากการออกแบบ.....136
7.1.2.1 ข้อบกพร่องจากการเลือกใช้แรงม้าของคอมเพรสเซอร์ไม่พอ.136
7.1.2.2 ข้อบกพร่องจากการเลือกพื้นที่การถ่ายเทความร้อนของ Wire Condenser (W COND. A และ B) ไม่พอ..... 136
7.1.2.3 ข้อบกพร่องจากการ Compressor FU2088-HA ร้อนเกินไป.137
7.1.2.4 ข้อบกพร่องจากช่วงอุณหภูมิการตัดต่อของ Thermistor AU ไม่เหมาะสม 137
7.1.2.5 ข้อบกพร่องจาก Wire Condenser ร้อนเกินไป..... 137
7.1.2.6 ข้อบกพร่องจากความเร็วรอบของชุดมอเตอร์พัดลม Wire Condenser (COND. FM AU) ไม่พอ.....138
7.1.2.7 ข้อบกพร่องจากพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของ Evaporator AU ไม่พอ.....138
7.1.3 ทดลองปฏิบัติจริงตามมาตรการแก้ไขและป้องกันข้อบกพร่องจาก7 ข้อบกพร่องหลักในการออกแบบ มาทดลองปฏิบัติจริง ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบรุ่น TRM-J350FREEZER..... 138
7.1.3.1 เปรียบเทียบเปอร์เซนต์ของจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ต้นแบบรุ่นTRM-J350FREEZERกับรุ่นTRM-J350X 141
7.1.3.2 เปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยง 141
7.2 วิธีการปฏิบัติงานสำหรับกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์..... 141
7.2.1 สรุปผลจากการดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เมตริกที่ 3 (Process Planning Matrix) 141
7.2.1.1 กระบวนที่ปรับปรุงในการเจาะด้วยเครื่อง NCT 141

หน้า

7.2.1.2 กระบวนที่ปรับปรุงในการฉีดโฟม.....141
7.2.1.3 กระบวนที่ปรับปรุงในการประกอบ Compressor..... 142
7.2.1.4 กระบวนที่ปรับปรุงในการประกอบชุดพัดลม Condenser... 142
7.2.1.5 กระบวนที่ปรับปรุงในการประกอบชุดพัดลม Evaporator....142
7.2.1.6 กระบวนที่ปรับปรุงในการชาร์จน้ำยา ความเย็น..... 142
7.2.1.7 กระบวนที่ปรับปรุงในตรวจสอบความเย็น..... 142
7.2 สรุปท้ายบท 142
บทที่ 8 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 143
8.1 สรุปแนวทางการปรับปรุงเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์..... 143
8.2 สรุปผลสิ่งที่ได้รับจาการดำเนินงานวิจัย.....144
8.3 ปัญหาอุปสรรค 144
8.4 ข้อเสนอแนะ..... 145
รายการอ้างอิง.....146
ภาคผนวก.....148
ภาคผนวก ก เอกสารแบบสอบถาม/แบบสำรวจที่ใช้ในงานวิจัย.....149
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....158

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 2.1 วิธีการรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจจากลูกค้า รวมทั้งข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธีการ..... 11

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ รุ่น TRM-J350X ก่อนปรับปรุง.....41

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบของผลิตตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRM - J350X ส่วนย่อย INNER BOX AY..... 42

ตารางที่ 3.3 ส่วนประกอบของผลิตตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRM - J350X ส่วนย่อย BODY 1.....43

ตารางที่ 3.4 ส่วนประกอบของผลิตตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRM - J350XT ส่วนย่อย UNIT AY..... 45

ตารางที่ 3.5 ส่วนประกอบของผลิตตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRM - J350XT ส่วนย่อย BODY 2.....48

ตารางที่ 4.1 สรุปรายการความต้องการของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง.....56

ตารางที่ 4.2 สรุปจำนวนแบบสอบถามที่ได้รับการสำรวจ..... 59

ตารางที่ 4.3 สรุปคะแนนระดับความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง ค่าเป้าหมายของการพัฒนา และระดับความสำคัญของความต้องการแต่ละข้อ...61

ตารางที่ 4.4 สรุปรายละเอียดของความต้องการเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง.....62

ตารางที่ 4.5 สรุปความต้องการเชิงเทคนิคที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า..... 64

ตารางที่ 4.6 สรุปการเปรียบเทียบข้อมูลความต้องการเชิงเทคนิคระหว่างบริษัทและบริษัทคู่แข่ง..... 66

ตารางที่ 4.7 สรุประดับน้ำหนักความต้องการเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง รุ่น TRM-J350X 70

ตารางที่ 4.8 สรุปรายละเอียดของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ 72

ตารางที่ 5.1 เกณฑ์การให้คะแนนระดับความรุนแรงของผลกระทบ (SEV) สำหรับ DFMEA....77

ตารางที่ 5.2 เกณฑ์การให้คะแนนระดับความถี่ในการเกิดข้อบกพร่อง(OCC)สำหรับ DFMEA. 79

ตารางที่ 5.3 เกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถของการควบคุม(DET)สำหรับ DFMEA. 79

ตารางที่ 5.4 แสดงข้อมูลลักษณะของข้อบกพร่องและความรุนแรงของข้อบกพร่องจากการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ TRM-J350X ในส่วนย่อยที่เป็น INNER BOX AY.....82

ตารางที่ 5.5 แสดงข้อมูลลักษณะของข้อบกพร่องและความรุนแรงของข้อบกพร่องจากการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ TRM-J350X ในส่วนย่อยที่เป็น BODY 1.....82

ตารางที่ 5.6 แสดงข้อมูลลักษณะของข้อบกพร่องและความรุนแรงของข้อบกพร่องจากการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ TRM-J350X ในส่วนย่อยที่เป็น UNIT AY.....83

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 5.7 แสดงข้อมูลลักษณะของข้อบกพร่องและความรุนแรงของข้อบกพร่องจากการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ TRM-J350X ในส่วนย่อยที่เป็น BODY 2..... 87
ตารางที่ 5.8 บันทึกข้อมูลลงใน DFMEA 90
ตารางที่ 5.9 การทดสอบปรับค่าน้ำยาทำความเย็น R404A ของตู้โชว์สินค้าแช่แข็งรุ่น TRM-J350 FREEZER โดยแสดงปริมาณสารทำความเย็น R-404A ที่มีความสัมพันธ์กับ อุณหภูมิ และความดันภายในตู้แช่..... 107
ตารางที่ 5.10 เปรียบเทียบค่ามาตราฐาน..... 108
ตารางที่ 5.11 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิของ NO LOAD เมื่อบรรจุสารทำเย็น R404-A จำนวน 180 กรัม ของตู้โชว์สินค้าแช่แข็งรุ่น TRM-J350 FREEZER ภายใต้เงื่อนไขทดสอบที่ ณ อุณหภูมิ 27 ^{O}C ความชื้นสัมพัทธ์ 60% ความถี่ 50HZ ที่มีความสัมพันธ์กับ อุณหภูมิ และความดันภายในตู้แช่..... 109
ตารางที่ 5.12 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของจำนวชิ้นงานที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนในกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง.....111
ตารางที่ 5.13 ค่า RPN ในการปรับปรุงของกระบวนการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง..... 113
ตารางที่ 5.14 บันทึกข้อมูลลงใน DFMEA.....114
ตารางที่ 6.1 สรุประดับน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ.....123
ตารางที่ 6.2 ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการในปัจจุบันและข้อกำหนดใหม่..... 128

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

รูปที่ 1.1 ยอดขายของตู้แช่โชว์สินค้าในปี 2005-2007 2

รูปที่ 1.2 ตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRM-J350 ก่อนทำการปรับปรุง 3

รูปที่ 2.1 เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์ 10

รูปที่ 2.2 ตัวเลข/สัญลักษณ์ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ในส่วนของ Relationship Matrix 13

รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์ที่ใช้แสดงทิศทางในการพัฒนาเป้าหมาย 14

รูปที่ 2.4 เมตริกการออกแบบ 16

รูปที่ 2.5 เมตริกการวางแผนกระบวนการ..... 18

รูปที่ 2.6 เมตริกการวางแผนการผลิต..... 19

รูปที่ 2.7 ช่องว่างในแนวนอนและช่องว่างในแนวตั้ง..... 21

รูปที่ 2.8 กรณีความต้องการลูกค้าตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไปมีความสัมพันธ์กับความต้องการด้านเทคนิคเหมือนกัน หรือความต้องการของลูกค้ามีความสัมพันธ์กับความต้องการเชิงเทคนิคเฉพาะระดับต่ำเท่านั้น.....22

รูปที่ 2.9 กรณีเมตริกที่มีเพียง 1 หรือ 2 ความต้องการเชิงเทคนิคเท่านั้นที่สัมพันธ์กับแต่ละความต้องการของลูกค้า..... 23

รูปที่ 2.10 กรณีเมตริกที่มีการจัดกลุ่มระดับความสัมพันธ์ และเมตริกที่ทุกความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิคมีความสัมพันธ์ในระดับสูงสุด..... 24

รูปที่ 2.11 กรณีเมตริกที่มีการจัดกลุ่มระดับความสัมพันธ์ และเมตริกที่ทุกความต้องการเชิงเทคนิคมีความสัมพันธ์ในระดับสูง..... 25

รูปที่ 2.12 กรณีที่แสดงเมตริกที่มีการกระจายตัวของระดับความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิคทั้งตารางแต่มีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ค่อนข้างต่ำ 26

รูปที่ 2.13 การตรวจสอบความเสถียรภาพของเมตริก..... 27

รูปที่ 3.1 ชิ้นส่วนภายในของส่วนย่อย INNER BOX AY..... 42

รูปที่ 3.2 ชิ้นส่วนภายในของส่วนย่อย BODY1..... 44

รูปที่ 3.3 ชิ้นส่วนภายในของส่วนย่อย UNIT AY..... 47

รูปที่ 3.4 ชิ้นส่วนภายในของส่วนย่อย BODY2..... 50

รูปที่ 3.5 ชิ้นส่วนภายในของส่วนย่อย BODY2 (ต่อ)..... 51

รูปที่ 3.6 แสดงกระบวนการผลิตตู้แช่โชว์สินค้า..... 52

ภาพที่ หน้า

รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบของการวางแผนผลิตภัณฑ์ของเมตริกที่ 1 (Product Planning Matrix)..... 60
รูปที่ 4.2 เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์ (Product Planning Matrix)..... 68
รูปที่ 4.3 ส่วนประกอบของการออกแบบผลิตภัณฑ์ของเมตริกที่ 2 (Product Design Matrix). 69
รูปที่ 4.4 เมตริกการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design Matrix)..... 74
รูปที่ 5.1 กราฟพาเรโตแสดงจำนวนชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องส่งผลให้ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นภายใน TRMJ-350X..... 80
รูปที่ 5.2 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน BASE FRAME AU..... 85
รูปที่ 5.3 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน COMP. FU2088-HA..... 85
รูปที่ 5.4 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน COND. FM AU..... 86
รูปที่ 5.5 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน W COND. A และ B AU..... 86
รูปที่ 5.6 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน M DRIER 10XJ..... 86
รูปที่ 5.7 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน EVAPORATOR AU..... 88
รูปที่ 5.8 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน THERMISTOR AU..... 88
รูปที่ 5.9 การเพิ่มแรงม้าของคอมเพรสเซอร์..... 102
รูปที่ 5.10 รูปการเพิ่มความเร็วรอบ..... 103
รูปที่ 5.11 พื้นที่การระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์..... 106
รูปที่ 6.1 ส่วนประกอบของการวางแผนกระบวนการผลิตของเมตริกที่ 3 (Process Planning Matrix)..... 122
รูปที่ 6.2 เมตริกการวางแผนกระบวนการผลิต (Process Planning Matrix)..... 132
รูปที่ 7.1 ความหนาของฉนวนกันความร้อน 61.2 มม. 135
รูปที่ 7.2 จอแสดงอุณหภูมิที่ใช้สั่งการตัดต่ออุณหภูมิใน INNER BOX แบบดิจิตอล..... 135
รูปที่ 7.3 ถังของชนิดน้ำยาทำความเย็น R-404A ที่ใช้ในการบรรจุ..... 136
รูปที่ 7.4 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ TRM-J350FREEZER หลังการปรับปรุง..... 139
รูปที่ 7.5 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ TRM-J350FREEZER ของบริษัทกรณีศึกษา..... 140
รูปที่ 7.6 ผลิตภัณฑ์ของบริษัทคู่แข่ง F..... 140

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันการแข่งขันในด้านต่างๆทั้งในด้านภาคการผลิต และ ภาคการบริการ มีการตื่นตัวในการปรับปรุงทั้งผลิตภัณฑ์และบริการการ ทำให้ผู้ประกอบการจำเป็นต้องปรับตัวเข้ากับสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขันที่ลูกค้ามีความต้องการ และทางเลือกมากมายในตลาดที่เปิดกว้างในปัจจุบัน

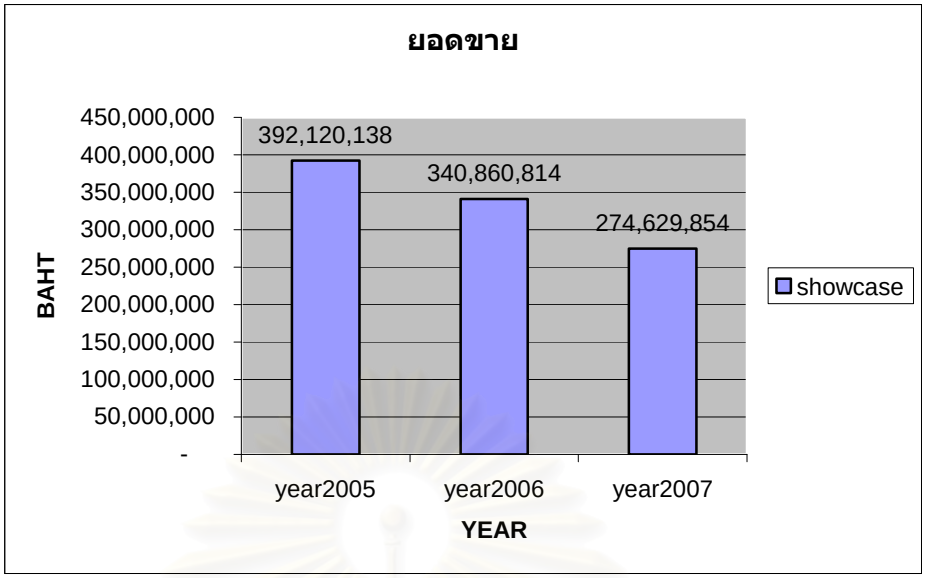
ซึ่งผู้ประกอบการทุกองค์กรล้วนมีเป้าหมายให้ผลิตภัณฑ์และบริการของตนสามารถครอบครองใจผู้บริโภคได้มากที่สุด เพื่อที่จะสามารถรักษาส่วนแบ่งการตลาดเอาไว้

ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าวผู้ประกอบการจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการ โดยยึดตามความต้องการของลูกค้าที่แท้จริงเป็นหลัก แล้วแปลความต้องการเหล่านั้นเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการต้องทำ เพื่อตอบสนองและสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าสูงสุด

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า(Showcase) ของบริษัทกรณีศึกษาเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสำหรับใช้แสดงสินค้าภายในร้านค้าทั่วไป ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์กว่า 68 รูปแบบให้เลือกใช้ ที่ผ่านมาบริษัทสามารถผลิตตู้แช่โชว์ได้ประมาณ 30,000 ตู้ต่อปีและมีการส่งออกทั้งหมดโดยจะส่งขายตลาดหลักในตลาดประเทศญี่ปุ่นประมาณ 95% และตลาดยุโรปอีก 5% ซึ่งปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาประสบกับสภาวะยอดขายที่ลดอย่างต่อเนื่องดังแสดงในรูปที่ 1.1 ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.1 ยอดขายของตู้แช่โชว์สินค้าในปี 2005-2007

จากรูปที่ 1.1 แสดงให้เห็นว่าธุรกิจตู้แช่โชว์สินค้าในปีที่ผ่านมาของบริษัทกรณีศึกษามีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจากปี 2550 ที่ผ่านมามียอดขายลดลงเมื่อเทียบกับปี 2548 ประมาณ 117 ล้านบาท ทำให้บริษัทกรณีศึกษาจำเป็นต้องเพิ่มยอดขายและส่วนแบ่งของตลาดตู้แช่ให้มากขึ้น โดยการเปิดตลาดใหม่ทั้งตลาดภายในประเทศ เพื่อลดการพึ่งพาตลาดหลักเพียงตลาดเดียว ขณะเดียวกันบริษัทกรณีศึกษาก็ยังคงต้องรักษาส่วนแบ่งการตลาดในตลาดหลักดั้งเดิมไว้

โดยปัจจุบันทางบริษัทกรณีศึกษาก็เริ่มมีแนวคิดในการเปิดตลาดใหม่ภายในประเทศก่อนจะทำการไปเปิดยังตลาดประเทศอื่นๆต่อไป ด้วยเหตุนี้ทางบริษัทกรณีศึกษาจึงได้ทำให้เลือกรุ่นผลิตภัณฑ์จนได้ข้อตกลงร่วมกันให้ออกแบบและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRM-J350 ดังรูปที่ 1.2 ซึ่งปัจจุบันผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง $0^{O}C$ ถึง $-10^{O}C$ โดยจะเปิดตลาดประเภทของอาหารแช่แข็งซึ่งมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง $-20^{O}C$ ถึง $-24^{O}C$ ซึ่งอุณหภูมิในช่วงนี้ทางบริษัทกรณีศึกษาไม่เคยมีการผลิตจำหน่ายมาก่อน และเนื่องจากข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ของต่างประเทศไม่ตรงกับภายในประเทศที่ต้องการดังกล่าวมาแล้วนี้ ดังนั้นจึงทำให้ต้องมีการออกแบบและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อให้รับกับความต้องการของลูกค้าภายในประเทศ แต่ไม่ทราบถึงความต้องการของลูกค้าเนื่องจากทางบริษัทกรณีศึกษาไม่เคยจำหน่ายภายในประเทศไทยมาก่อน จึงไม่สามารถออกแบบและปรับปรุงให้รับกับความต้องการของลูกค้าภายในประเทศได้ ประกอบกับการผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่เคยทำการผลิตมาของรุ่น TRM-J350X แต่ละครั้งของการออกแบบต้องประสบปัญหาซึ่งมีผลให้ต้องแก้ไขแบบบ่อย และมีจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องปรับเปลี่ยนอยู่เสมอ

รูปที่ 1.2 ตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRM-J350X ก่อนทำการปรับปรุง

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้เลือกนำเทคนิค QFD และDesign FMEA มาเป็นเครื่องมือหลักในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า (Showcase) เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าภายในประเทศ และป้องกันข้อผิดพลาดของการออกแบบผลิตภัณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา โดยเทคนิค QFD จะนำมาใช้เพื่อทำการหาความต้องการของลูกค้าในการออกแบบ, วางแผนปรับปรุงผลิตภัณฑ์และบริการ เทคนิคนี้เน้นไปที่การทำงานเป็นทีม ให้ทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องกันในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ทำงานร่วมกัน และใช้เทคนิค DFMEA ในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการออกแบบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์หลังจากการทำQFD เพื่อมาทำการหาความสำคัญของปัญหาในแต่ละชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ว่าปัญหาใดควรได้รับการแก้ไขก่อน และสาเหตุของการเกิดลักษณะข้อบกพร่องต่างๆตามวิธีการของเทคนิค DFMEA เพื่อให้ได้มาซึ่งค่า RPN (Risk Priority Number) แล้วจึงทำการเริ่มปรับปรุงในส่วนของข้อบกพร่องที่มีค่า RPN ที่สูงก่อน

1.2 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับบริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษามีพื้นที่ที่ใช้ทำการผลิต 15,000 ตารางเมตรและจำนวนพนักงาน 530 คน, พนักงานชั่วคราว 164 คน

บริษัทกรณีศึกษาทำการผลิตผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ตู้แช่โชว์สินค้า, HM , Automotive Air Condition compressor , Condenser , H-VAC , Wire Harness , Temperature Controller

บริษัทกรณีศึกษาได้รับมาตรฐานคุณภาพและการรับรอง ดังนี้

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

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

- ปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาได้รับในรับรอง TS16949 จาก SGS.

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ(Quality Function Deployment: QFD) เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในงานออกแบบ (Design Failure Mode and Effect Analysis: DFMEA) และเทคนิคอื่นๆทางวิศวรรมอุตสาหการ ในการออกแบบและปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง (Showcase Freezers) เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าภายในประเทศ และป้องกันข้อผิดพลาดของกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.งานวิจัยนี้เป็นการสำรวจความต้องการของลูกค้าเพื่อที่จะทำการปรับปรุงพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า (Showcase) ภายในประเทศ ชนิดแช่อาหารแช่แข็งเท่านั้น

2.ทำการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า (showcase) ชนิดแช่อาหารแช่แข็ง กับคู่แข่งที่มีส่วนแบ่งทางการตลาดมากที่สุด 1 ราย เพื่อวิเคราะห์หาส่วนประกอบที่จะต้องปรับปรุงของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการปรับปรุง

3.ขอบข่ายของลูกค้าที่คาดหวังคือกลุ่มของลูกค้าที่ใช้ผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า (showcase) ชนิดแช่อาหารแช่แข็งเท่านั้น และเทคนิคที่ใช้สามารถปรับปรุงได้ภายในโรงงานเท่านั้น

4.เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) แบบ 4 – Phase ในการดำเนินงานวิจัย โดยเริ่มตั้งแต่สำรวจความต้องการของลูกค้า โดยทำตั้งแต่ Phase 1

5.การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA จะทำเพียงส่วนของ Design FMEA: DFMEA สำหรับประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการออกแบบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า ของบริษัทกรณีศึกษา เท่านั้น

6.การปรับปรุงกระบวนการออกแบบชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์จะทำการปรับปรุงเฉพาะกระบวนการออกแบบที่ได้ทำการผลิตภายในตัวของโรงงานเท่านั้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. บริษัทกรณีศึกษาได้แนวทางในการออกแบบ และปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าภายในประเทศ

2. กระบวนการออกแบบมีเสถียรภาพ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. เพื่อเปิดตลาดใหม่โดยที่สามารถเพิ่มยอดขาย และส่วนแบ่งทางการตลาดได้มากขึ้น

1.6 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1.ศึกษาทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ (Quality Function Deployment: QFD) และ DFMEA

2.ศึกษาสภาพการดำเนินงานในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา

2.1 ศึกษาถึงข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า (Showcase) กระบวนการการทำงานของระบบทำความเย็น และขั้นตอนการผลิตในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา

2.2 ศึกษาปัญหาของบริษัทเกี่ยวผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า (Showcase)

3.รวบรวมข้อมูลความต้องการลูกค้าเบื้อต้นจาการสัมภาษณ์วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการ

4.จัดทำออกแบบสอบถามสำรวจข้อมูลความต้องการของลูกค้า และ แบบสอบถามเปรียบเทียบกับคู่แข่ง เพื่อรวมรวมข้อมูล

5.ประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) แบบ 4 – Phase มาวิเคราะห์เพื่อทำการออกแบบ และบริการ ผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า (Showcase) ให้รับกับความต้องการของลูกค้าโดยทำตั้งแต่ Phase 1 - 3

6.ประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA ในส่วนของ Design FMEA: DFMEA เพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ ผลกระทบ ความรุนแรงของปัญหาของกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์พร้อมทั้งหามาตรการแก้ไขและป้องกันปัญหา

7.เสนอแนะแนวทางในการออกแบบและปรับปรุงผลิตภัณฑ์

8.นำแนวทางจากการออกแบบและปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อมาทดลองประยุกต์ใช้เพื่อประเมินผล

9.ประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ในเมตริกที่ 3 เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตให้รับกับผลิตภัณฑ์

10.สรุปแนวทางเบื้อต้นในการออกแบบและปรับปรุงผลิตภัณฑ์นำเสนอให้บริษัทกรณีศึกษา

11.สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

12.จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

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

2.1 ทฤษฎีเทคนิคการแปลหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD)

2.1.1 ความหมาย

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

Quality Function Deployment, QFD เป็นเครื่องมือสำคัญซึ่งองค์กรต้องเรียนรู้เป็นพื้นฐานแล้วนำไปประยุกต์ใช้อย่างเป็นระบบ ด้วยการสร้างบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality) อย่างมั่นคง เพื่อถ่ายทอดความต้องการของลูกค้าไปสู่กระบวนการผลิตอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นเราต้องออกไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากลูกค้าให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในระหว่างที่รวบรวมข้อมูลอยู่นั้น ทีม QFD จะต้องถามต่อและตอบคำถามอย่างมากมาย อาทิเช่น ลูกค้าต้องการอะไรอย่างแท้จริงจากเรา ความคาดหวังของลูกค้าคืออะไร ความคาดหวังของลูกค้านำไปใช้ในกระบวนการออกแบบหรือไม่ ทีมออกแบบทำให้ลูกค้าพึงพอใจจนบรรลุผลสำเร็จอะไรได้บ้าง 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 ซึ่งมักอยู่ในเทอมของสิ่ง หรือ ข้อกำหนดที่ลูกค้าต้องการ แต่กล่าว ออกมาเป็นคำพูดที่ใช้กัน โดยทั่วไป ไม่ใช่ภาษาเชิงเทคนิค QFD จะช่วยเปลี่ยนความต้องการของลูกค้า ให้เป็นแนวทาง หรือ การกระทำ ในเทอม ของคุณสมบัติจำเพาะทางวิศวกรรม 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 9 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 **นิยมใช้กัน3 รูปแบบ** ดังนี้

ก) แบบสี่ช่วง (Four-Phase Approach หรือ Four-Phase Model) เป็นการใช้อนุกรมของเมตริก 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 โดยมากแล้วจะใช้งานในลักษณะของระบบเมตริก 30 เมตริก

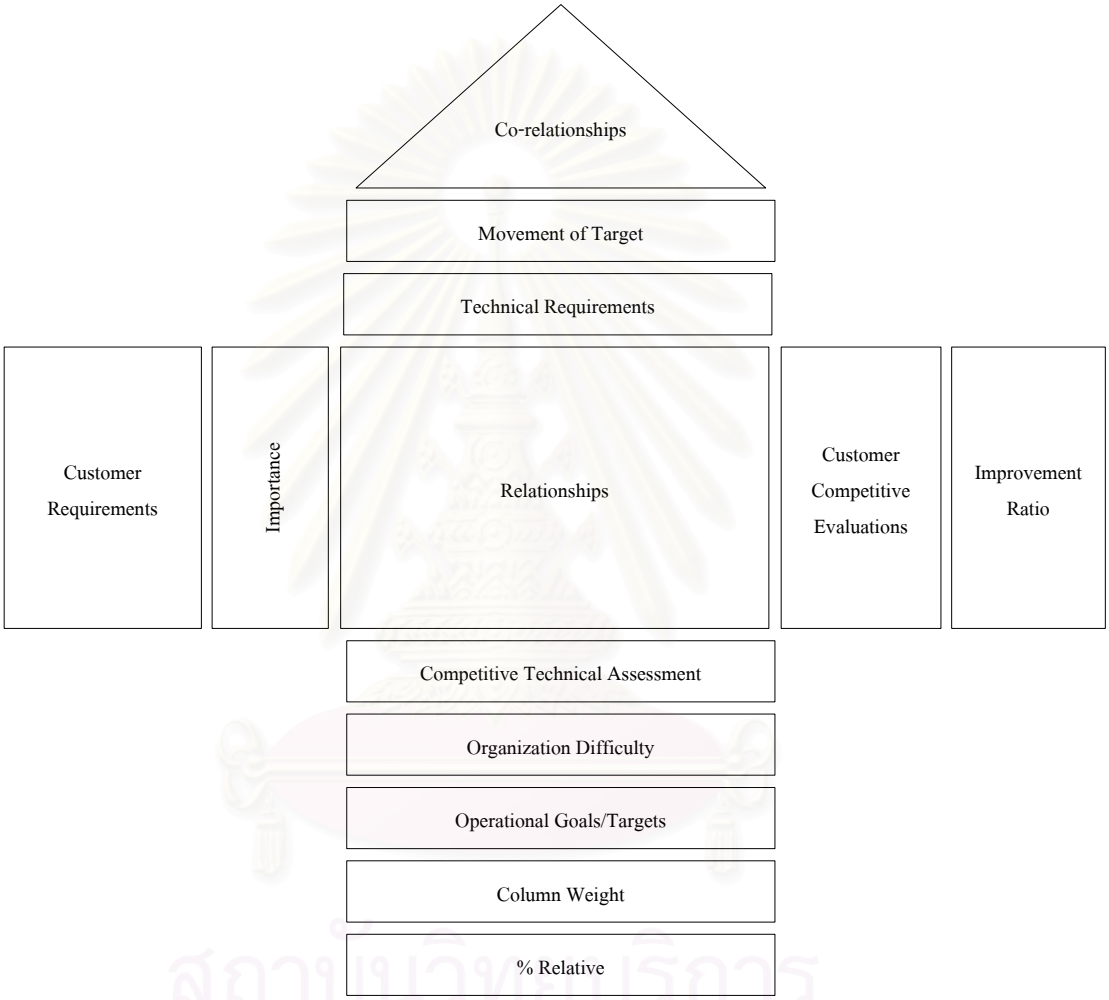
ค) แบบ Integrated QFD Approach เป็นโมเดลที่สร้างขึ้นตามขั้นตอนในการพัฒนาสินค้าและผลิตภัณฑ์ใหม่ มีระเบียบวิธีและขั้นตอนที่ตายตัว รวมกิจกรรมการดำเนินงาน กิจกรรมทางธุรกิจรวมทั้งการรีเอ็นจิเนียริ่งไว้ในโมเดลด้วย เริ่มตั้งแต่การแปรความต้องการลูกค้า การพัฒนาแผนปฏิบัติการ การกำหนดเป้าหมาย ไปจนถึงความต้องการด้านโรงงานผลิตและการปฏิบัติในการดำเนินงาน

ในบรรดารูปแบบทั้ง 3 รูปแบบ แบบสี่ช่วงเป็นที่นิยมในการนำไปประยุกต์ใช้มากที่สุด เนื่องจากเข้าง่ายและมีความคล่องตัวสูง

2.1.5 ขั้นตอนการทำ Quality Function Deployment แบบ Four-Phase มีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

2.1.5.1 การวางแผนผลิตภัณฑ์ (Product Planning Matrix: Matrix I)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนในการแปลงความต้องการของลูกค้า(Customer Requirements) ที่ได้มาให้อยู่ในรูปของความต้องการทางด้านเทคนิค (Technical Requirements) ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้



รูปที่2.1 เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์

จากรูปที่ 2.1 มีการอธิบายเนื้อหาได้ดังนี้

1. <u>ความต้องการลูกค้า (Customer Requirements)</u> ข้อมูลในส่วนนี้ได้มาจากการสำรวจความต้องการของลูกค้าและนำมาจัดหมวดหมู่ให้เหมาะสม ตัดความต้องการที่ซ้ำซ้อนกันออกรวมถึงตีความถึงความต้องการที่แฝงเร้นของลูกค้า โดยมีวิธีรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจจากลูกค้า รวมทั้งข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธีการดังนี้

ตารางที่ 2.1 วิธีการรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจจากลูกค้า รวมทั้งข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธีการ

วิธีการรวบรวมข้อมูล	ข้อดี	ข้อเสีย
1.การสัมภาษณ์ด้วยตนเองโดยใช้แบบสอบถาม (Face-to-face Interview)	1. ผู้สัมภาษณ์ทุกคนจะใช้คำถามตามข้อความที่เขียนเรียงไปตามลำดับอย่างมีระบบเหมือนกันหมด 2. การทำวิจัยจะใช้ผู้สัมภาษณ์จำนวนมากได้ 3. ผู้สัมภาษณ์อาจจะไม่เก่งมากในด้านการสนทนาหรือการสื่อข้อความ เพราะคำถามทุกอย่างได้มีการเตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว 4.ผู้ให้สัมภาษณ์และผู้มาภาษณ์ได้มีโอกาสพบปะสนทนากัน ทำให้ทั้ง2ฝ่าย เกิดความเข้าใจและไว้วางใจกัน ซึ่งทำให้ได้รับคำตอบที่ตรงไปตรงมา	1. การเข้าถึงตัวผู้สัมภาษณ์ทำได้ยาก 2. เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก 3. ผู้สัมภาษณ์มีโอกาสบิดเบือนความจริงได้มาก
2. การสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ (Telephone Interview)	1.มีความรวดเร็วและค่าใช้จ่ายน้อยกว่าสัมภาษณ์ด้วยตนเอง 2.ขจัดปัญหาการเข้าถึงตัวผู้ให้สัมภาษณ์ 3.สามารถถามคำถามที่ไวต่อความรู้สึกได้ 4.ได้รับคำตอบที่ตรงมากกว่าเนื่องจากการไม่เห็นตัวผู้สัมภาษณ์	1.การสัมภาษณ์อาจขาดข้อมูลที่ดีไปเนื่องจากสามารถทำได้เฉพาะกลุ่มที่มีโทรศัพท์ 2.การปฏิเสธจากผู้ให้สัมภาษณ์ทำได้ง่าย 3.ไม่สามารถถามคำถามที่ใช้ภาพได้ 4.คำถามที่จะสัมภาษณ์มีมากไม่ได้

ตารางที่ 2.1 วิธีการรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจจากลูกค้า รวมทั้งข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธีการ (ต่อ)

วิธีการรวบรวมข้อมูล	ข้อดี	ข้อเสีย
3.การสอบถามแบบกรอกเอง (Self-Administered Questionnaire)	1.ให้ผลดีต่อคำถามที่มีรูปภาพ 2.ถามคำถามได้ชัดเจน กระจ่างเนื่องจากคำถามที่ใช้อาจยาว 3.ได้รับความร่วมมือดี 4.มีโอกาสอธิบายคำถามที่สงสัย 5.เสียค่าใช้จ่ายในการจัดส่งแบบสอบถามน้อย	1.คำถามต้องได้รับการออกแบบเป็นอย่างดี 2.ไม่สามารถรู้ได้ว่าผู้กรอกแบบสอบถามมีความจริงใจแค่ไหน 3.โอกาสที่แบบสอบถามจะถูกส่งกลับมาน้อยมาก 4.ผู้ตอบต้องมีทักษะในการอ่านและเขียน
4.การวิจัยแบบสัมภาษณ์กลุ่ม (Focused Group Interview)	วิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูลประเภทนี้เป็นที่นิยมมากในการวิจัยทางการตลาด เพราะเป็นวิธีการรวดเร็วและได้ข้อมูลที่ลึกซึ้ง ข้อดีและข้อเสียของวิธีการในการรวบรวมข้อมูลประเภทนี้เหมือนกับวิธีการสอบถามด้วยตนเอง	
5.การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (Dept Interview)	1.ได้ข้อมูลที่ละเอียดลึกซึ้ง สามารถเจาะเข้าไปในตัวแปรทางจิตวิทยา 2.การสนทนามีความเป็นกันเองจะช่วยให้ผู้สัมภาษณ์มีความสบายใจในการแสดงออก และให้ความร่วมมืออย่างตรงไปตรงมา	1.ใช้เวลามากในการสนทนา 2.ผู้ให้สัมภาษณ์จะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการสื่อสารที่มีประสิทธภาพ 3.การจับประเด็นในการสนทนาเพื่อทำการวิเคราะห์ทำได้ยาก
6.การเก็บข้อมูลต่อเนื่องในระยะยาว (Panel)	1.สามารถมองเห็นภาพพฤติกรรมของผู้บริโภคและภาวะการเปลี่ยนแปลงของตลาดอย่างต่อเนื่องโดยตลอด	1.เวลาในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งต้องมีความแน่นอน ซึ่งผู้วิจัยอาจหลงลืมวันที่แน่นอน ทำให้ผลการวิจัยออกมาไม่ดีเท่าที่ควร

2. ระดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้า (Customer Important Rating) เป็นการระบุถึงความสำคัญของความต้องการแต่ละข้อเพื่อเปรียบเทียบกันว่าความต้องการใดมีความสำคัญมากที่สุดและความต้องการใดมีความสำคัญน้อยที่สุดโดยใช้เกณฑ์คะแนนเป็นตัวตัดสิน

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

4. ค่าเป้าหมายของความต้องการเชิงเทคนิค (Operational Goals of Technical Requirements) โดยเป้าหมายเหล่านี้จะต้องสามารถวัดค่าได้ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดเป้าหมายและทิศทางของบริษัทในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และมักจะต้องให้ประกอบการวิเคราะห์ในขั้นตอนของ เมตริก ถัดไป

5. ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิค (Relationship between Customer Requirements and Technical Requirements) คือการให้ระดับความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิค โดยลำดับความสัมพันธ์ที่ใช้เป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์แสดงระดับความสัมพันธ์ดังรูปที่ 2.2

◎ - 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

รูปที่ 2.2 ตัวเลข/ลัญลักษณ์ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ในส่วนของ Relationship Matrix

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

6. ทิศทางในการพัฒนา (Movement of Target Level) คือ การกำหนดทิศทางในการเคลื่อนไหวของตัวเป้าหมายว่าจะมีเป็นไปในลักษณะใด 3 ลักษณะดังรูปที่ 2.3

↑ แทน การเพิ่มขึ้นจากค่าดั้งเดิมหรือยิ่งเพิ่มค่ามากยิ่งดี หมายถึง หากสามารถเพิ่มค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ก็ยิ่งดี เช่น จำวนวน ฟังก์ชันการใช้การใหม่ เป็นต้น

○ แทน การคงค่าเดิม ไม่เปลี่ยนแปลง หมายถึง ค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้เดิมดีอยู่แล้ว หากสามารถทำได้ตามเป้าหมายเดิมที่วางไว้ก็สามารถเพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้า

↓ แทน การลดลงจากค่าดั้งเดิมหรือยิ่งลดค่ามากยิ่งดี หมายถึง หากสามารถลดค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ก็ยิ่งดี เช่น เวลาที่ใช้ในการดำเนินการแก้ไขปัญหา เป็นต้น

รูปที่2.3 สัญลักษณ์ที่ใช้แสดงทิศทางในการพัฒนาเป้าหมาย

7. <u>การวิเคาะห์คู่แข่ง (Competitive Evaluation)</u> ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

7.1 <u>การประเมินระดับความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ในปัจจุบันเปรียบเทียบกับคู่แข่ง (Competitive Assessments)</u> โดยจะให้ลูกค้าเป็นผู้ประเมินความพึงพอใจในความต้องการแต่ละหัวข้อของผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับคู่แข่งพร้อมๆกัน ซึ่งใช้ Scale 1-5 ในการประเมิน

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

8. <u>การประเมินระดับการตอบสนองของความต้องการเชิงเทคนิคต่อความพึงพอใจของลูกค้าเทียบกับคู่แข่ง (Competitive Technical Assessments)</u> คือคะแนนที่ทีมงานแสดงถึงความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการเชิงเทคนิคต่อความพึงพอใจของลูกค้าของบริษัท เปรียบเทียบกับคู่แข่ง ซึ่งใช้ Scale 1-5 ในการประเมิน

9. <u>ระดับความยากในการบรรลุความต้องการทางเทนิค (Degree of Organization Difficulty)</u> คือ ข้อมูลที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ว่าในการพัฒนาตามความต้องการเชิงเทคนิคโดยทีมงานจะต้องประเมินในแต่ละข้อว่ามีลำดับความยากในการพัฒนาเนื่องจากข้อจำกัดต่างๆของบริษัท

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

✓✓ หมายถึง มีผลกระทบด้านบวกมาก

✓ หมายถึง มีผลกระทบด้านบวกปานกลาง

ช่องว่าง หมายถึง ไม่มีผลกระทบ

x x หมายถึง มีผลกระทบด้านลบมาก

x หมายถึง มีผลกระทบด้านลบปานกลาง

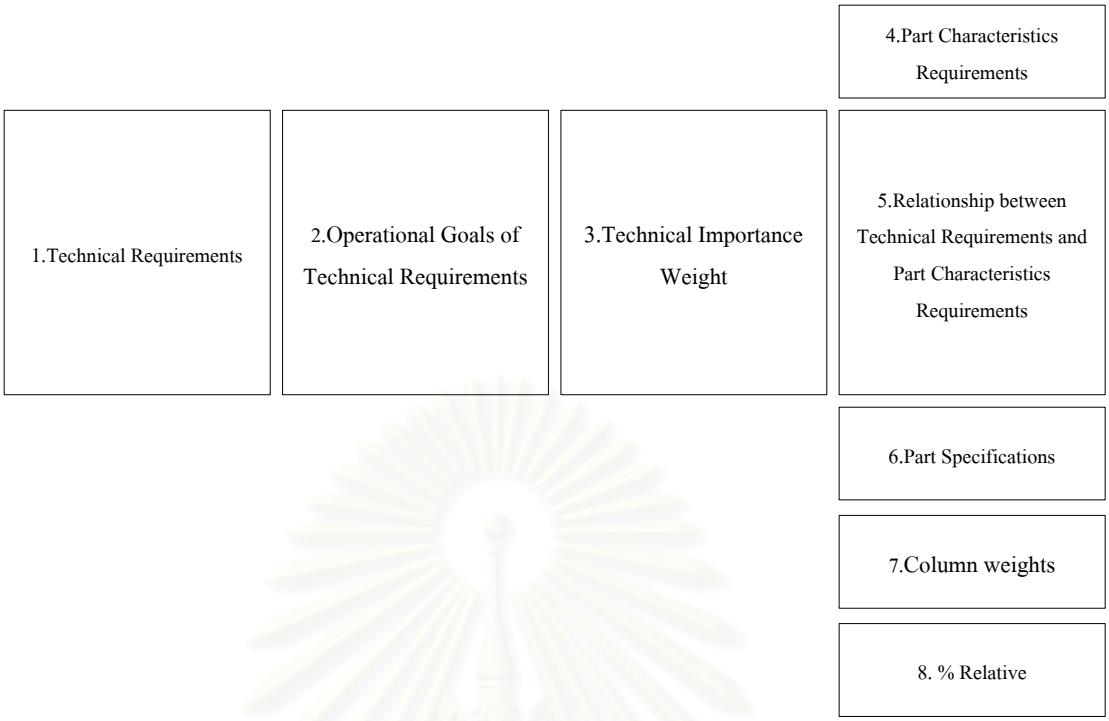
11. ค่าระดับน้ำหนัก (Column weights) เป็นการหาสัดส่วนน้ำหนักกความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิคในแต่ละตัว จากผลรวมของผลคูณระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิค (Relationship between Customer Requirements and Technical Requirements) กับระดับความสำคัญของความต้องกรของลูกค้า (Importance)

12. ลำดับความสำคัญโดยเปรียบเทียบ (Technical Importance Relative Weight) เป็นการหาสัดส่วนลำดับความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคในแต่ละข้อกำหนดเทียบกับข้อกำหนดทางเทคนิคทั้งหมด ให้อยู่ในรูปของเปอร์เซนต์

13. ค่าอัตราส่วนการปรับปรุง (Improvement Ratio) เป็นเป้าหมายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า โดยค่านี้จะได้มาจาก สัดส่วนระดับค่าเป้าหมาย ต่อค่าที่ได้จากการประเมินระดับความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ของบริษัทในปัจจุบัน

2.1.5.2 การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design Matrix: Matrix II)

ใช้สำหรับแปลงความต้องการทางด้านเทคนิคที่ได้มาจาก Matrix I ให้อยู่ในรูปข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ (Part Characteristics) หรือลักษณะของอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ (Equipment Characteristics) ซึ่งอาจใช้เครื่องมือประเภท (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) หรือ (Value Engineering: VE) เป็นต้น เข้ามาช่วย ในการกำหนดความต้องการหรือคุณสมบัติของ Part Characteristics ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้



รูปที่ 2.4 เมตริกการออกแบบ

จากรูปที่ 2.4 มีการอธิบายเนื้อหาได้ดังนี้

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) คือ ค่าบ่งของความต้องการหรือคุณสมบัติของชิ้นส่วนแต่ละข้อว่า มีคุณสมบัติเป็นอย่างไร ซึ่งต้องสามารถวัดค่าได้ และมักนำไปใช้ประกอบการวิเคราะห์ในขั้นตอนของเมตริกถัดไป

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

2.1.5.3 **การวางแผนกระบวนการ (Process Planning Matrix: Matrix III)**

ทำหน้าที่แปลงความสำคัญของ Part Characteristics ที่ได้มาจาก Matrix II ให้อยู่ในรูปข้อกำหนดหรือคุณลักษณะทางด้านกระบวนการผลิต (Process Characteristics) ซึ่งอาจจะแยกระหว่างการปรับปรุงกระบวนการเดิม และการพัฒนากระบวนการใหม่ ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.5 เมตริกการวางแผนกระบวนการ

จากรูปที่ 2.5 มีการอธิบายเนื้อหาได้ดังนี้

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

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 ในส่วนของกระบวนการเหล่านี้มักได้จากการระดมความคิดของทีมงานหรือคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

5. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบกับคุณสมบัติของการบวนการ (Relationship between Part Characteristics Requirements and Process Characteristics) แสดงถึงระดับความเชื่อมโยงระหว่างข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละตัวกับคุณสมบัติของกระบวนการ ที่มีอยู่ทั้งหมด โดยลำดับความสัมพันธ์ที่ใช้

เป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์เหมือนกับตารางความสัมพันธ์ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ (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) เป็นการหาสัดส่วนลำดับความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านกระบวนการ ในแต่ละข้อกำหนดเทียบกับคุณสมบัติด้านกระบวนการทั้งหมด ให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์

2.1.5.4 **การวางแผนการผลิต (Production Planning Matrix: Matrix VI)**

หลังจากได้ QFD เมตริกที่ 3 คือ Process Planning Matrix แล้วจะเข้าสู่การทำ QFD เมตริกที่ 4 คือ Process Control Planning Matrix ซึ่งเป็นเมตริกที่ทำหน้าที่แปลงความสำคัญของคุณสมบัติของกระบวนการ (Process Characteristic) ที่ได้มาจากการทำใน QFD เมตริกที่ 3 ให้เป็นการควบคุมกระบวนการแต่ละข้อของคุณสมบัติของกระบวนการ โดยมีส่วนประกอบของการวางแผนการควบคุมกระบวนการของเมตริกที่ 4 ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1.Process Characteristic	2.Process Characteristic Requirements Importance Weights	3.Operation Evaluation	4.Planning Requirements

รูปที่ 2.6 เมตริกการวางแผนการผลิต

จากรูปที่ 2.6 มีการอธิบายเนื้อหาได้ดังนี้

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) ในส่วนของการวางแผนของเมตริกที่ 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

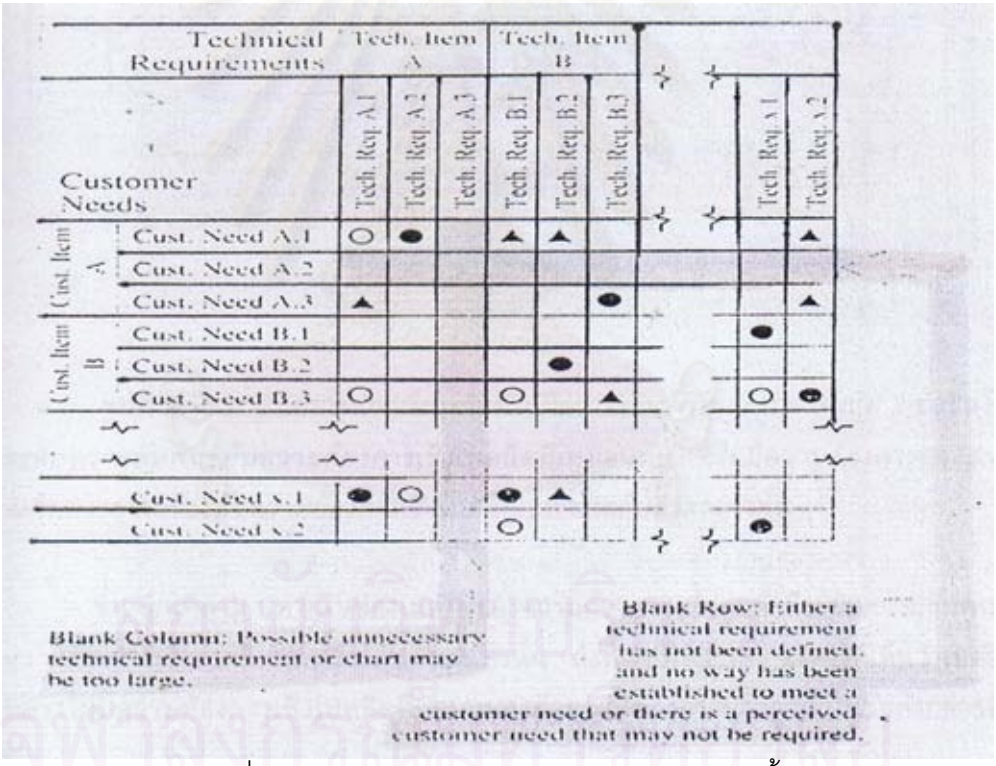
ง) การศึกษาและการฝึกอบรม (Education and Training) ควรถูกพิจารณาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน

2.1.6 การวิเคราะห์ QFD Matrix

2.1.6.1. การประเมินความสมบูรณ์ของเมตริก

QFD Matrix เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการลำดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้า ความต้องการเชิงเทคนิคและกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ปัจจัย ซึ่งทีมงานต้องพยายามตอบคำถามเหล่านี้ ได้แก่ ทีมงานได้รวบรวมความต้องการของลูกค้าที่จำเป็นไว้ทั้งหมดหรือไม่ พิจารณาถึงความต้องการเชิงเทคนิคทุกตัวแล้วหรือไม่ และทราบได้อย่างไรว่าเมตริกที่ได้ออกมานั้นมีความสมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 1 ทำการวิเคราะห์ว่ามีที่ว่างเกิดขึ้นในเมตริกของช่องความต้องการของลูกค้า (เกิดช่องว่างในแนวนอน) และความต้องการเชิงเทคนิค (เกิดในช่องว่างในแนวตั้ง) หรือไม่ ซึ่งอาจมีช่องว่างเกิดขึ้น สามารถอธิบายจากรูปที่ 2.7 ได้ดังนี้



รูปที่ 2.7 ช่องว่างในแนวนอนและช่องว่างในแนวตั้ง

ก)ช่องว่างในแนวนอน แสดงให้ทราบว่า ความต้องการลูกค้าในหัวข้อนั้น ไม่มีความสัมพันธ์กับทุกความต้องการเชิงเทคนิค ซึ่งแสดงว่าความต้องการของลูกค้านั้นจะไม่ได้รับการตอบสนอง อาจหมายความว่าความต้องการของลูกค้าในรายการนี้ไม่มีความจำเป็นต้องรับรู้หรือไม่มีความเป็นไปได้ที่จะตอบสนอง

ข) ช่องว่างในแนวตั้ง แสดงให้ทราบว่า ความต้องการเชิงเทคนิคนั้น ไม่ได้ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าเลย หรืออาจเกิดจากการที่เมตริกมีขนาดใหญ่เกินไป

เมื่อทีมงานพบว่าเมตริกมิได้มีลักษณะดังกล่าวข้างต้น ให้ดำเนินการพิจารณาในรายละเอียด ดังต่อไปนี้

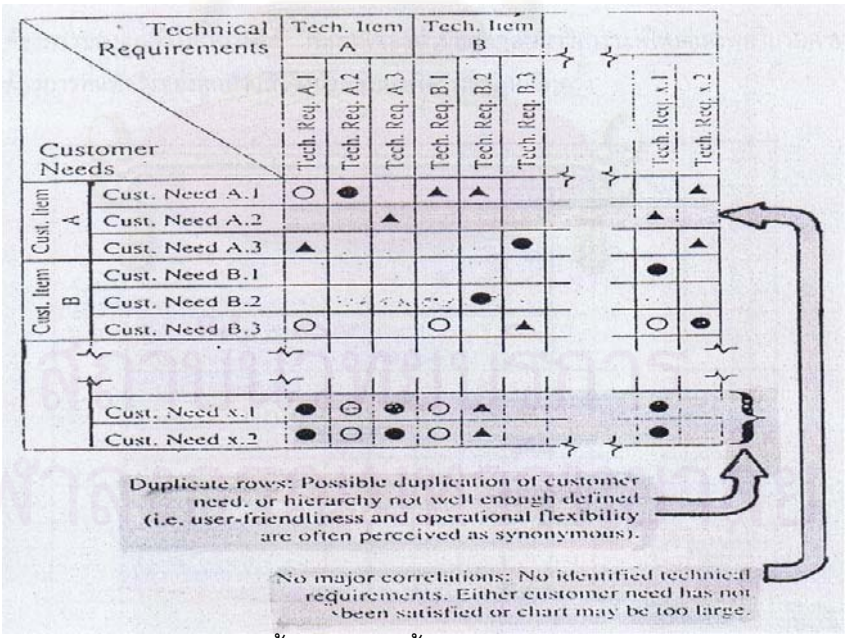
ก) ความต้องการของลูกค้า มีความถูกต้องและเป็นความต้องการที่สามารถตอบสนองได้จริงหรือไม่

ข) ทีมงานมีความเข้าใจพื้นฐานไม่เพียงพอในการให้คำจำกัดความของความต้องการเชิงเทคนิคและความต้องการของลูกค้า มีผลต่อการกำหนดระดับความสัมพันธ์

ค) แผนผังเมตริกที่ได้อาจมีขนาดใหญ่เกินไป มีความต้องการเทคนิคละเอียดเกินไป ทำให้ยากต่อการพิจารณาระดับความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้งสอง

ง) การพิจารณาระดับความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงเทคนิคกับความต้องการของลูกค้า เกิดขึ้นโดยความต้องการของลูกค้าแต่ละตัวไม่เป็นอิสระต่อกัน

ขั้นตอนที่ 2 หากเมตริกที่ได้มีความต้องการของลูกค้าตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไปที่มีระดับความสัมพันธ์กับความต้องากรเชิงเทคนิคที่เหมือนกัน แสดงให้เห็นว่าความต้องการของลูกค้าใน 2 ข้อดังกล่าวมีการแตกรายละเอียดของความต้องการที่มากเกินไป สามารถยุบรวมกันได้



รูปที่ 2.8 กรณีความต้องการลูกค้าตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไปมีความสัมพันธ์กับความต้องการด้านเทคนิคเหมือนกัน หรือความต้องการของลูกค้ามีความสัมพันธ์กับความต้องการเชิงเทคนิคเฉพาะระดับต่ำเท่านั้น

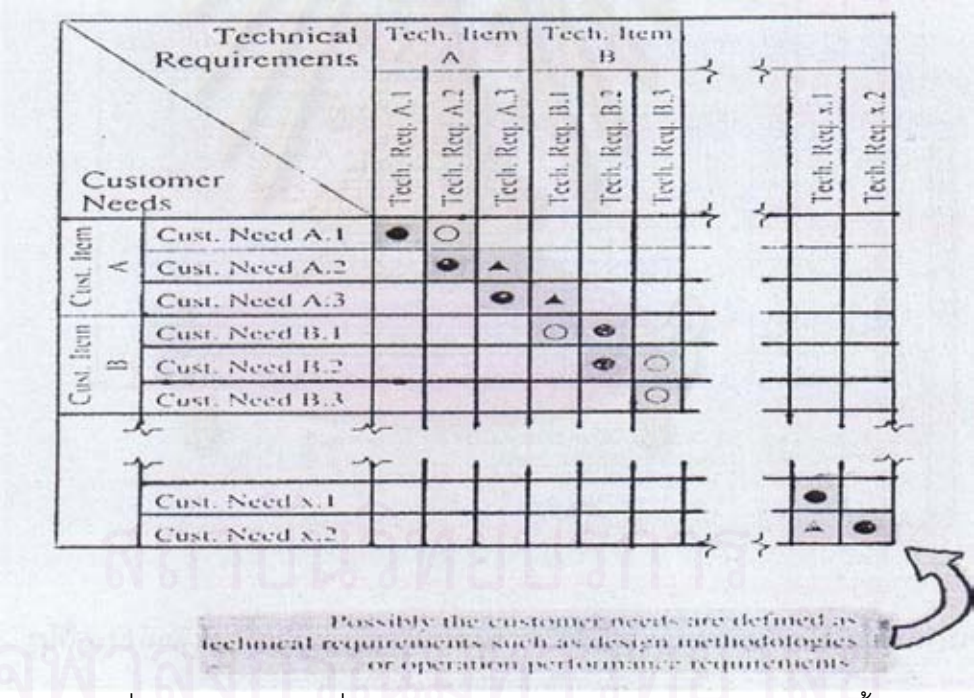
ขั้นตอนที่ 3 หากในช่องเมตริกของความต้องการลูกค้าที่ระดับความสัมพันธ์กับความต้องการเชิงเทคนิคเฉพาะในระดับต่ำสุดเท่านั้น แสดงให้เห็นว่าเมตริกดังกล่าวไม่มีความต้องการเชิงเทคนิคที่ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าในข้อดังกล่าวเพียงพอ

กรณีที่พบว่าเกิดเมตริกในลักษณะที่ไม่สมบูรณ์ดังกล่าวข้างต้น ทีมงานควรทำการศึกษาวิเคราะห์ในรายละเอียดใหม่ เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงจนกว่าจะได้เมตริกที่สมบูรณ์

2.1.6.2 การประเมินความพอเพียงและความลำเอียงของเมตริก

ขั้นตอนในการตรวจสอบว่าการพิจารณาให้ระดับความสัมพันธ์ในเมตริกของทีมงานมีความพอเพียงและไม่ลำเอียง โดยพิจารณาดังนี้

ก) เมตริกที่ได้มีเพียง 1 หรือ 2 ความต้องการเชิงเทคนิคเท่านั้น ที่มีความสัมพันธ์กับแต่ละความต้องการของลูกค้าจากรูปที่ 2.9 สาเหตุนี้เกิดจากการศึกษาและวิเคราะห์ผลความต้องการของลูกค้าไม่เพียงพอ ทีมงานต้องนำข้อมูลกลับมาวิเคราะห์ใหม่และพยายามหาความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าแล้วจึงนำกลับมาพิจารณาใหม่อีกครั้ง

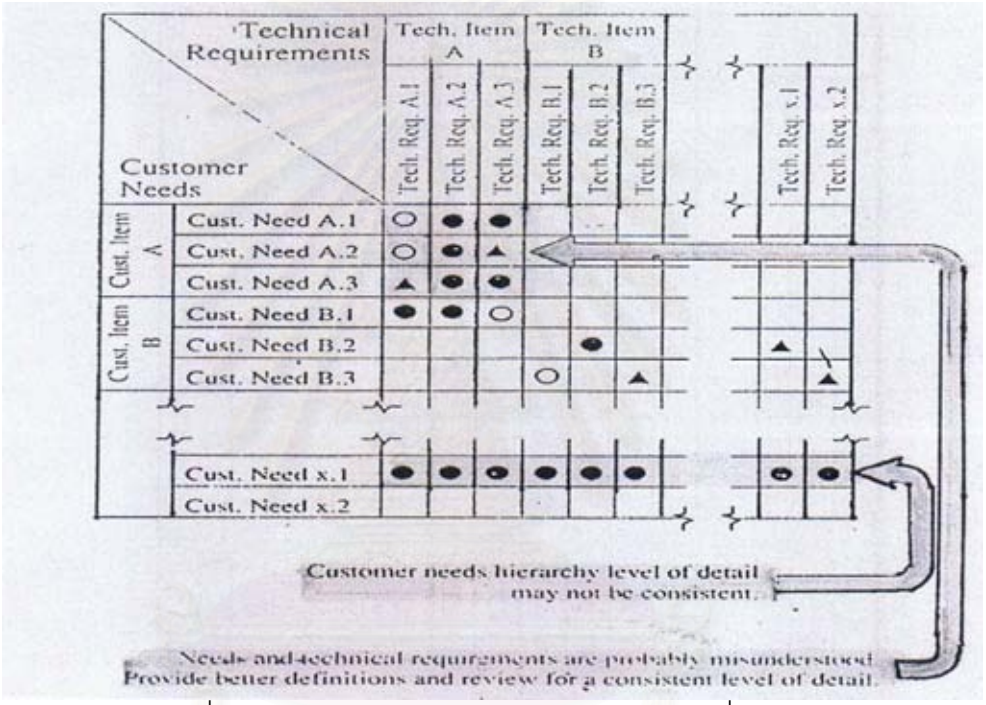


รูปที่ 2.9 กรณีเมตริกที่มีเพียง 1 หรือ 2 ความต้องการเชิงเทคนิคเท่านั้น ที่สัมพันธ์กับแต่ละความต้องการของลูกค้า

ข) เมตริกที่มีการจัดกลุ่มระดับความสัมพันธ์ของความต้องการเชิงเทคนิคกับความต้องการของลูกค้า จากรูป 2.10 สาเหตุนี้เกิดจากไม่มีการจัดลำดับชั้นของแต่ละความ

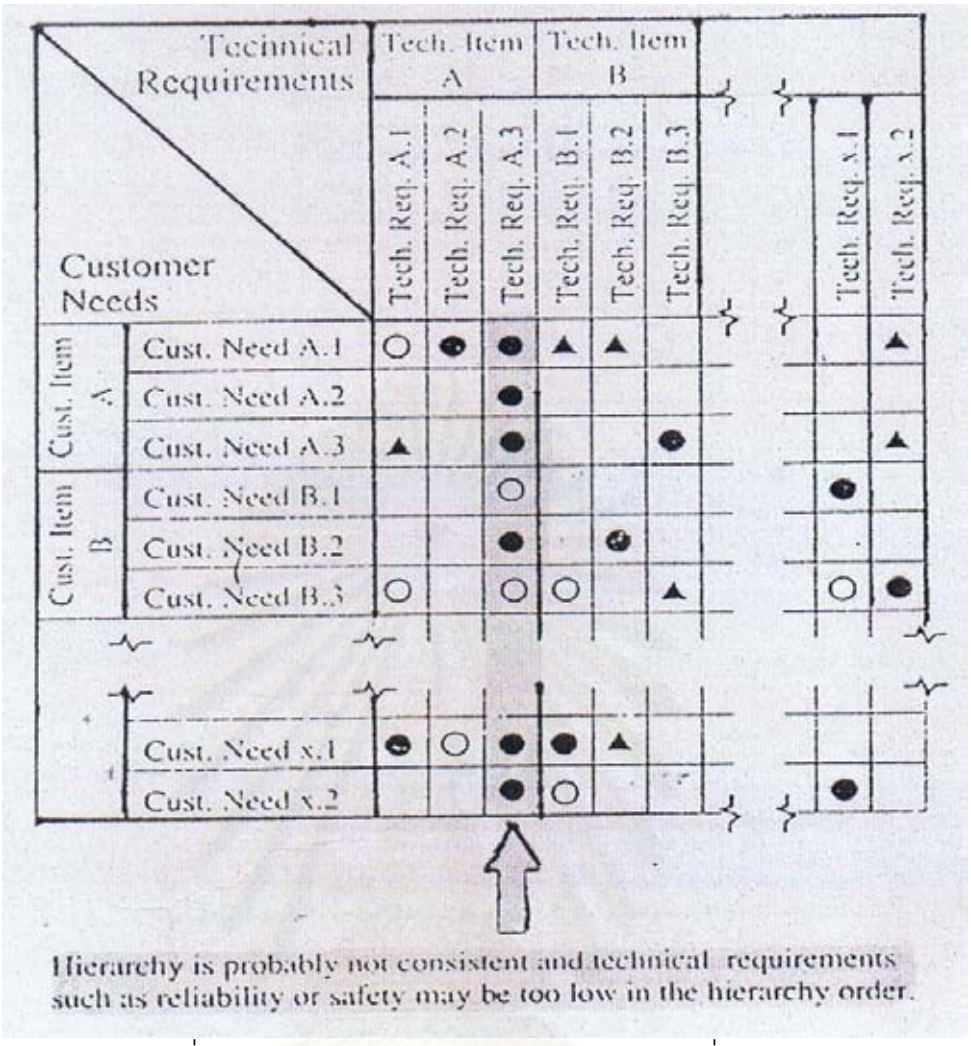
ต้องการ ทีมงานต้องทำการวิเคราะห์ใหม่อีกครั้ง โดยอาศัยเครื่องมือสนับสนุนการวิเคราะห์ต่างๆ อาทิเช่น Affinity Diagram, Tree Diagram เป็นต้น

จากรูป 2.10 อีกกรณีหนึ่ง คือ ทุกความต้องการเชิงเทคนิคมีความสัมพันธ์ในระดับสูงสุด หรือการพึงพอใจเฉพาะเจาะจงต่อความต้องการของลูกค้าเพียงข้อเดียว สาเหตุนี้เกิดจากมีความลำเอียงเกิดขึ้น ซึ่งควรปรับปรุงโดยการประเมินระดับความสัมพันธ์ใหม่อีกครั้งหนึ่ง และควรจัดแยกความต้องการของลูกค้าในหัวข้อดังกล่าวออกเป็นความต้องการในอีกระดับหนึ่งด้วย



รูปที่ 2.10 กรณีเมตริกที่มีการจัดกลุ่มระดับความสัมพันธ์ และเมตริกที่ทุกความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิคมีความสัมพันธ์ในระดับสูงสุด

ค) เมตริกที่มีการจัดกลุ่มระดับความสัมพันธ์ และเมตริกที่ทุกความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิคมีความสัมพันธ์ในระดับสูงสุด พบว่า ความต้องการของลูกค้ามีความสัมพันธ์เฉพาะเจาะจงต่อความต้องการเชิงเทคนิคเพียงข้อเดียว สาเหตุนี้เกิดจาก มีความลำเอียงเกิดขึ้น ควรปรับปรุงโดยการประเมินระดับความสัมพันธ์ใหม่อีกครั้งหนึ่งเช่นกัน

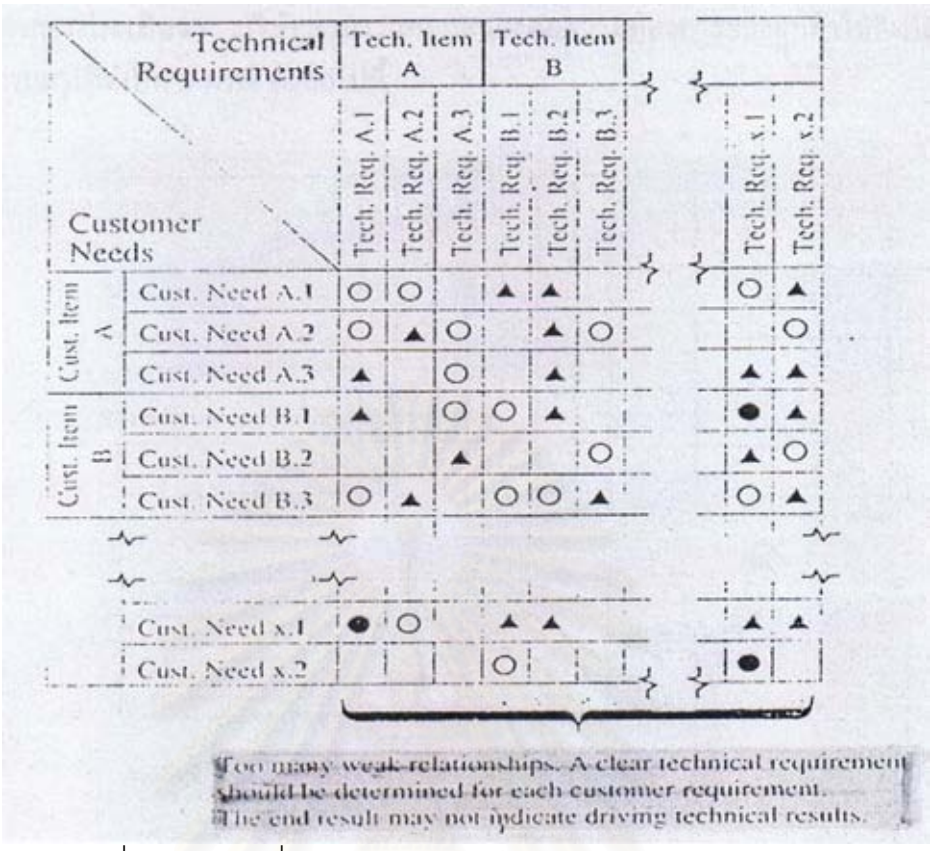


รูป 2.11 กรณีเมตริกที่มีการจัดกลุ่มระดับความสัมพันธ์ และเมตริกที่ทุกความต้องการเชิงเทคนิคมีความสัมพันธ์ในระดับสูง

ง) เมตริกที่มีการกระจายตัวของระดับความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิคทั้งตาราง แต่มีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ค่อนข้างต่ำ จากรูปที่ 2.12 แสดงลักษณะดังกล่าวอาจเกิดจากสาเหตุ 2 ประการ ได้แก่

1. ความต้องการเชิงเทคนิคเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ไม่มีความชัดเจนในการพิจารณา

2. ไม่มีความเข้าใจในรายละเอียดของแต่ละความต้องการเชิงเทคนิค กรณีนี้ควรปรับปรุงเมตริกโดยทีมงานพิจารณาถึงความต้องการเชิงเทคนิคใหม่อีกครั้งหนึ่ง

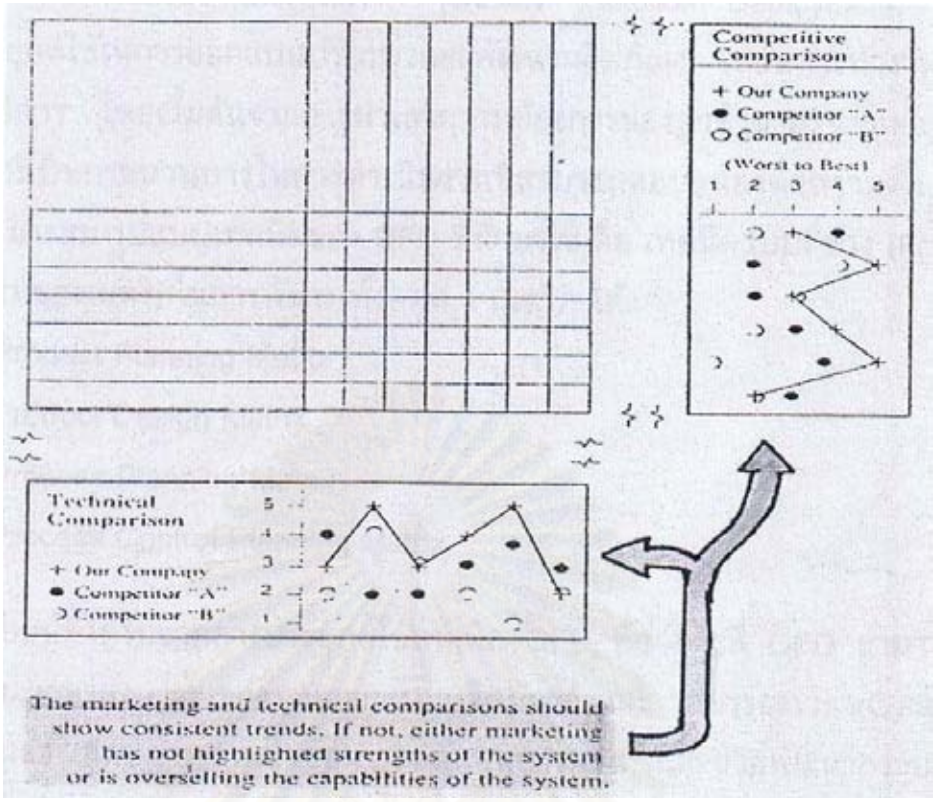


รูป 2.12 กรณีที่แสดงเมตริกที่มีการกระจายตัวของระดับความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิคทั้งตารางแต่มีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ค่อนข้างต่ำ

2.1.6.3 **การตรวจสอบความมีเสถียรภาพของเมตริก**

การตรวจสอบความมีเสถียรภาพของเมตริก โดยการใช้ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลการแข่งขันในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้ากับข้อมูลการแข่งขันทางด้านเทคนิค ซึ่งเป็นการพิจารณาถึงแนวโน้มของการเปรียบเทียบโดยทำการประเมินว่าบริษัทสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ดีเพียงใด ซึ่งสามารถสรุปได้เป็น 3 กรณีดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 2.13 การตรวจสอบความเสถียรภาพของเมตริก

กรณีที่ 1 ถ้าแนวโน้มของการเปรียบเทียบทางด้านเทคนิคของบริษัทและแนวโน้มของการเปรียบเทียบความต้องการที่ได้รับจากลูกค้าเหมือนกัน แสดงว่าการพัฒนาระบบดำเนินการไปในทิศทางที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างเหมาะสม

กรณีที่ 2 บริษัทสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้สูงกว่าความต้องการเชิงเทคนิคของบริษัท เมื่อเทียบกับคู่แข่งหรือมาตรฐาน แสดงว่า พฤติกรรมการดำเนินกิจการมีลักษณะของกิจกรรมการขายสินค้าหรือระบบมากกว่าที่จะพัฒนาการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งสามารถทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พึงพอใจต่อสินค้าของบริษัท เนื่องจากไม่สามารถตอบสนองได้ในระดับที่ลูกค้าต้องการ

กรณีที่ 3 หากบริษัทสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ต่ำกว่าคู่แข่งและการเปรียบเทียบความต้องการเชิงเทคนิคของบริษัท พบว่าสูงกว่าคู่แข่งหรือมาตรฐาน แสดงผลว่าบริษัทอาจมีความสามารถสูงกว่าคู่แข่ง ซึ่งอาจเกิดจากบริษัทมีการดำเนินกิจกรรมการขายน้อยกว่าที่ควรเป็นในขณะที่มีความสามารถในการตอบสนองได้สูง

2.1.7 **ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำ** QFD

1. ผลประโยชน์ต่อลูกค้า

ก) ช่วยให้ลูกค้าได้รับความพึงพอใจในตัวผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างถูกต้อง

ข) ทำให้ลูกค้าได้มีส่วนร่วมในการพัฒนาและกำหนดลักษณะของผลิตภัณฑ์

2. ผลประโยชน์ต่อบริษัท

ก) การพัฒนาและการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นไปในทิศทางที่ถูกต้อง

ข) ลดขั้นตอนในการพัฒนาและการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ได้

ค) ลดค่าใช้จ่ายในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้

ง) ช่วยให้การวางแผนทางการตลาดง่ายขึ้น และสามารถเข้าถึงความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี

จ) ทำให้ภาพพจน์ของบริษัทในสายตาของลูกค้าเป็นไปในทางที่ดี เนื่องจากบริษัทได้ให้ความสำคัญกับลูกค้าในการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์

ฉ) ช่วยให้เกิดความร่วมมือในการทำงานและลดปัญหาการขัดแย้งกันเองภายในบริษัท

ช) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์และบริการต่างๆ ของบริษัทพัฒนาไปอย่างมีคุณภาพและมีทิศทางที่ถูกต้อง

2.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA)

2.2.1 วิวัฒนาการของ และความหมาย ของ FMEA

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 เข้ากับโปรแกรมกี่ฝึกอบรมเรื่องความไว้วางใจของผลิตภัณฑ์สำหรับอบรมพนักงานของบริษัท จากนั้นได้รับการเผยแพร่และนำไปประยุกต์ใช้อย่างรวดเร็วสำหรับอุตสาหกรรมกลุ่มอากาศยาน รถยนต์ อาวุธ และอิเล็คทรอนิคส์สำหรับประเทศไทยได้เริ่มมีการประยุกต์ใช้ FMEA กับกลุ่มอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ก่อนตามความต้องการของFord Motor จำกัด ตามระบบมาตรฐาน Q101 ของFord เมื่อประมาณปี คศ.1990 และหลังจากที่อุตสาหกรรมได้มีการประยุกต์มาตรฐานระบบบริหารคุณภาพ QS9000 ISO/TS 16949 ตลอดจน TL 9000 ก็ยิ่งทำให้อุตสาหกรรมไทยเริ่มมีความคุ้นเคยกับ FMEA มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้ FMEA ยังคงจำกัดอยู่ในอุตสาหกรรมยานยนต์และอิเล็คทรอนิคส์เป็นส่วนใหญ่

AIAG (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 เมื่อไรจึงต้องทำการปรับปรุง โดยใช้ FMEA

1. มีการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ เทคโนโลยีใหม่ หรือกระบวนการผลิตใหม่
2. มีการดัดแปลงผลิตภัณฑ์ และกระบวนการเดิม
3. ใช้แบบผลิตภัณฑ์ กระบวนการเดิมในสภาวะแวดล้อมใหม่ สถานที่ใหม่ หรือมีการประยุกต์แบบใหม่
4. มีการทบทวนแบบผลิตภัณฑ์ และกระบวนการ
5. มีการเปลี่ยนแปลงเอกสารและแบบผลิตภัณฑ์ หรือการะบวนการผลิต
6. มีการทบทวน FMEA และ CONTROL PLAN

2.2.4 ชนิดของFMEA และการนำไปใช้งาน

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

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

ข) Design FMEA นิยมใช้สำหรับการวิเคราะห์ผลและแก้ไขงานที่มีการทดลองหรือปฏิบัติเป็นครั้งแรก มักจะพิจารณาเกี่ยวข้องกับกลุ่มของการรวมส่วนประกอบต่าง ๆ หรือส่วนย่อย ๆ เข้าด้วยกันและส่วนของผลิตภัณฑ์ว่ามีหน้าที่การใช้งาน (Function) ตามที่ออกแบบไว้เหมาะสมดีหรือไม่ และส่วนใดจะมีปัญหา จะต้องป้องกันหรือลดระดับความเสี่ยงได้มากน้อยแค่ไหน

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

ง) Service FMEA จะเกี่ยวข้องกับการให้บริการเป็นหลักโดยนิยมให้คนเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดเมื่อจัดทำ Service FMEA

จ) Machinery FMEA สำหรับการวิเคราะห์เครื่องจักรอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้โดยแบ่งเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น โครงสร้างเครื่องจักร เครื่องมือ ส่วนทำความเย็น ส่วนกำลัง ส่วนหล่อลื่นชุดเกียร์ ตลับลูกปืน

2.2.5 ลำดับขั้นตอนการสร้าง FMEA สำหรับด้านการออกแบบ

1. กำหนดหมายเลข FMEA (FMEA NUMBER) หมายเลขที่มีไว้เพื่ออ้างอิง และระบุถึง FMEA ด้านการออกแบบนั้นๆ

2. กำหนดชื่อและหมายเลขของระบบ ระบบย่อย หรือชิ้นส่วน ระบุชนิด หรือระดับของการวิเคราะห์ และชื่อหมายเลขของระบบ ระบบย่อย หรือชิ้นส่วน

3. กำหนดผู้รับผิดชอบการออกแบบ ระบุชื่อ “OME” แผนก และ หรือกลุ่มที่รับผิดชอบในการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น

4. เตรียมโดย ระบุรายละเอียดในการติดต่อผู้รับผิดชอบการทำ FMEA ด้านการออกแบบ ซึ่ง คือวิศวกรฝ่ายการออกแบบ รายละเอียดที่ระบุ ได้แก่ ชื่อ เบอร์โทรศัพท์ และชื่อบริษัทของวิศวกรที่รับผิดชอบ

5. ปี รุ่น ชนิดของตู้แช่ ระบุปี รุ่น ชนิดของตู้แช่ที่จะใช้ และ / หรือมีผลกระทบต่อการออกแบบ

6. วันที่กำหนด (วันที่ต้องทำให้เสร็จ) หมายถึง วันที่กำหนดว่า FMEA จะต้องเสร็จ ซึ่งจะต้องก่อนวันที่ จะใช้ในการออกแบบนั้น

7. วันที่ทำ FMEA หมายถึงวันที่เริ่มทำ FMEA ด้านการออกแบบครั้งแรก และวันที่ทำการแก้ไขปรับปรุงครั้งล่าสุด

8. ทีมงานหลัก ลงรายชื่อ ผู้ร่วมทำหรือผู้รับผิดชอบ และแผนของผู้เกี่ยวข้องกับการทำ FMEA ด้านการออกแบบ

9. รายการ หน้าที่ของผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนลงชื่อรายการ หน้าที่ของผลิตภัณฑ์โดยใช้ข้อความที่กระชับที่สุดและใช้คำศัพท์ที่อ้างในเอกสารอื่นๆ หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ หรือชิ้นส่วนนี้ รวมถึงหน้าที่ทางตรงและทางอ้อม

10.ข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้น ใส่ข้อบกพร่องหรือปัญหาที่มีโอกาสเกิดขึ้นในแต่ละหัวข้อของการออกแบบ ตัวอย่าง เช่น การแตกหัก การแตกร้าว การรั่ว การจาง การกะเทาะ การแตก เป็นต้น

11.ผลกระทบที่มีโอกาสเป็นไปได้ของข้อบกพร่องหรือปัญหาแต่ละอย่าง การวิเคราะห์สิ่งที่เกิดตามมา ถ้าเกิดข้อบกพร่องดังกล่าว ซึ่งจะระบุในมุมของลูกค้าภายนอก ภายในและกฎหมาย ตัวอย่าง เช่น ไม่สามารถทำงานได้ สภาพภายนอกไม่น่าพอใจ เสียงดังเนื่องจากการสั่นสะเทือน ไม่สะดวก การทำงานไม่สม่ำเสมอ

12.ความรุนแรง การประเมินระดับความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยมีตัวเลขตั้งแต่ระดับหมายเลข 1-10

13.การจัดระดับความสำคัญ ใส่สัญลักษณ์แสดงคุณลักษณะพิเศษ ที่กำหนดโดยลูกค้าตามความสำคัญของคุณลักษณะนั้นๆ หรือตามคุณลักษณะที่มีผลกระทบต่อการทำงานของผลิตภัณฑ์นั้นๆสัญลักษณ์ที่ใช้ระบุอยู่ในมาตราฐาน QS 9000 ส่วนที่ II

14.สาเหตุหรือกลไกที่เป็นไปได้ของปัญหาหรือข้อบกพร่องนั้น เหตุผลหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการเกิดปัญหา หรือข้อบกพร่องนั้น ตัวอย่างเช่น วัตถุดิบไม่ถูกต้อง สูตรการผลิตผิด การทดสอบไม่พอ การออกแบบผลิตภัณฑ์ไม่เพียงพอ ได้รับแรงมากเกินไป สมมุติฐานในการออกแบบไม่ถูกต้อง เช่น ความล้า การเปลี่ยนรูปร่าง การสึกหรอ

15.ความถี่ในการเกิด การประมาณความถี่ในการเกิดโดย ใช้หลักความน่าจะเป็นในการเกิดปัญหานั้นตามที่ระบุในตารางด้านท้าย ความถี่ในการเกิดปัญหาจากการประเมิน อาจได้มาจากการประวัติเดิม ประสบการณ์ของการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น หรือผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

16.การควบคุมการออกแบบในปัจจุบัน กิจกรรม วิธีที่ใช้ในการป้องกัน การตรวจสอบทวนสอบการออกแบบที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งสามารถทำให้มั่นใจในการออกแบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

ก.การป้องกัน เพื่อป้องกันสาเหตุหรือกลไกที่เป็นไปได้ของข้อบกพร่อง ป้องกันข้อบกพร่อง หรือ ลดอัตราการเกิดข้อบกพร่อง เช่น ทบทวนความเป็นไปได้ของการออกแบบ การทวนสอบการออกแบบ

ข.การตรวจจับ เพื่อตรวจจับสาเหตุหรือกลไกที่เป็นไปได้ของข้อบกพร่อง ตัวอย่างเช่น การทดสอบต้นแบบ การทดสอบการใช้งานจริงก่อนการผลิต

17.การตรวจพบ ความเป็นไปได้ในการตรวจพบข้อบกพร่องหลังจากที่มีการควบคุมตามวิธีการที่มีการระบุในข้อที่ 16 โดยใช้ตัวเลขแสดงความสามารถในการตรวจพบ ตั้งแต่ 1-10 ตามที่ระบุในตาราง การตรวจพบนี้ ได้แก่ ความสามารถของวิธีการควบคุมการออกแบบที่เสนอไปนั้น ในการตรวจสอบพบจุดอ่อนของการออกแบบ หรือข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิด

18.ค่าความเสียง(RPN) ค่าที่ได้จาการนำค่าความรุนแรงคูณด้วยความถี่ในการเกิดคูณด้วยการตรวจพบ (SERVERITY * OCCURRENCE * DETECTION) ค่า RPN เป็นการวัดความเสี่ยงในการออกแบบ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1-1000 ทีมงานหลักมีหน้าที่ในการตั้งเกณฑ์ว่าค่า RPN มีค่าระดับใดจึงจะพิจารณาแก้ไข

19.วิธีที่แนะนำ (ข้อเสนอแนะสำหรับการแก้ไข) เมื่อ มีค่าสูงถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทีมงานจะต้องพิจารณาหาวิธีการแก้ไข โดยมุ่งประเด็นไปยังการลดความเสี่ยงในการออกแบบ

20.การแก้ไขที่ได้ทำ หลังจากที่ได้ทำการแก้ไขแล้ว ให้ระบุถึงผล หรือ ประสิทธิผลของการแก้ไขนั้น และ วันที่ที่ทำเสร็จ

22.ความรุนแรง ค่าระดับความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้นจากข้อ 12

23.ความถี่ในการเกิด ประเมินความถี่ในการเกิดปัญหาใหม่ หลังจากทำการแก้ไขเสร็จ

24.การตรวจพบ การประเมินความสามารถของการตรวจพบข้อบกพร่องดังกล่าวหลังจากการแก้ไขเสร็จ

25.ค่า RPN หลังจากทำการแก้ไขตามวิธีแนะนำในข้อ 19 ให้ทำการคำนวณค่า RPN ใหม่ และ บันทึกผล ถ้าต้องการแก้ไขเพิ่มเติมให้ทำการแก้ไขอีก เพื่อให้ได้ค่า RPN ที่ต่ำลง

2.2.6 ประโยชน์ของการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและกระทบ

1. ช่วยพิจารณาทางเลือกตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งเพิ่มศักยภาพของการผลิตและความน่าเชื่อถือ

2. สร้างความมั่นใจว่ารูปแบบของความล้มเหลว ความผิดพลาดและปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมถึงผลกระทบที่อาจจะตามมา ได้รับการพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วน

3. แสดงรายการของปัญหาหลักต่าง ๆ และระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานั้นขึ้นมา

4. ช่วยแสดงบันทึกผลการปรับปรุงหลังจากมีมาตรการแก้ไขให้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่งได้ทันที

5. เป็นพื้นฐานสำหรับการกำหนดรายการทดสอบเพิ่มเติมระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการผลิต

6. ช่วยรวบรวมข้อมูลในอดีตสำหรับเป็นเอกสารอ้างอิงในอนาคต โดยนำมาใช้วิเคราะห์รูปแบบของปัญหาหรือความล้มเหลวต่าง ๆ สำหรับการพิจารณาหรือการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิต

7. ทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่าการปรับปรุงและพัฒนาต่าง ๆ มีผู้รับผิดชอบหรือช่วยให้วิศวกรประจำกระบวนการผลิตสร้างระบบการป้องกันปัญหาที่สามารถประเมินผลได้ เมื่อมีการประชุมทบทวนขั้นสุดท้ายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิต

8. เป็นการแยกแยะและลำดับความสำคัญของข้อผิดพลาดรวมทั้งผลกระทบที่เกี่ยวข้อง

9. พัฒนาคุณภาพ ความปลอดภัย กระบวนการ

10. ลดเวลาในการพัฒนาสินค้า

11. เป็นการเสนอผลงานที่มีระบบระเบียบและขั้นตอนที่ดีให้ฝ่ายบริหารรับทราบและพิจารณาแนวทางในการดำเนินการต่อไป

2.3 เอกสาร และงานวิจัยที่เกียวข้อง

หทัยรัตน์ สงวนไทร, 2550 ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงการก่อสร้างบ้าน โดยประยุกต์ใช้หลักการของเทคนิคการกระจายหน้าที่ (Quality Function Deployment: QFD) และเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) จากปัญหาของบริษัทตัวอย่างคือมีการส่งมอบบ้านให้ลูกค้าล่าช้าเนื่องจากมีการแก้ไขงานบ่อยครั้งจนเกินเวลาก่อสร้างที่กำหนด ส่งผลให้มีการสูญเสียทั้งทรัพยากร เงินทุน และเวลา จากการศึกษากระบวนการก่อสร้างบ้าน ตลอดจนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ของเสียส่วยใหญ่เกิดจาก 6 งาน คือ งานกระเบื้อง งานสี งานหลังคา งานบันได งานปาร์เก้และงานห้องน้ำ งานวิจัยเริ่มจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของงานที่ต้องการกับขั้นตอนการทำงานโดยใช้เทคนิค QFD ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิค QFD ครอบคลุมเพียงเฟสวางแผนการผลิตเท่านั้น ผลลัพธ์ที่ได้คือ ขั้นตอนการทำงานที่มีความสัมพันธ์และสำคัญกับคุณภาพที่ต้องการ เมื่องานเสร็จรวมถึงคุณภาพของงานเมื่อเทียบกับคู่แข่งเพื่อที่จะสามารถตั้งเป้าหมายการพัฒนาได้ถูกทิศทาง หลังจากได้นำ 6 งานดังกล่าวมาทำการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นโดยอาศัยวิธีระดมสมอง และทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต(PFMEA) ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่า RPN สูงสุด 3 ขั้นตอนแรกในแต่ละงาน หลังจากการปรับปรุงคุณภาพพบว่าค่าจำนวนบกพร่องต่อหน่วยลดลง และยังมีการทำแผนการควบคุมการทำงานของขั้นตอนที่ได้ทำการปรับปรุง เพื่อเป็นการติดตามคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

วทัญญู สันตินิยม, 2549 ผู้วิจัยทำการปรับปรุงคุณภาพการออกแบบและวางแผนก่อสร้างบ้านพักอาศัยแบบเดี่ยว เนื่องจากธุรกิจรับสร้างบ้านพักอาศัยเป็นธุรกิจที่มีการแข่งขันสูง ผู้ประกอบการหลายรายพบว่าลูกค้าไม่พอใจกับแบบที่ออกให้และไปติดต่อกับผู้ประกอบการรายอื่น บางครั้งยังพบว่า แบบยากในการก่อสร้างและสิ้นเปลืองทรัพยากรอย่างมาก ผู้วิจัยได้ทดลองประยุกใช้หลักการ QFD กับกรณีศึกษาเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยรวบรวมประเด็นความต้องการของลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ประกอบกับศึกษาความต้องการของผู้ประกอบการ โดยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับทีมงานออกแบบและก่อสร้าง ในการปรับปรุงการดำเนินการโดยใช้ QFD แบบ 4 เฟส พบว่าการปรับปรุงรูปแบบการนำเสนอ , การสร้างข้อตกลงในการออกแบบ และการตรวจติดตามหลังส่งมอบเป็นงานที่มีความสำคัญในลำดับต้นๆของการปรับปรุง จากการประเมินผลแนวทางการดำเนินงานที่ปรับปรุงใหม่ด้วยการสอบถามความคิดเห็นจากลูกค้าที่เคยรับบริการของบริษัทกรณีศึกษามาก่อน จำนวน 4 ราย เปรียบเทียบความคิดเห็น

ก่อนระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่าลูกค้ามีความพึงพอใจเฉลี่ยเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีการป้องกันการสิ้นเปลืองทรัพยากรโดยการใช้ข้อตกลงในการออกแบบซึ่งประกอบด้วยข้อแนะนำในการกำหนดความกว้างและความยาวของห้อง , การกำหนดหน้าตัดอาคาร และการกำหนดขนาดหน้าต่างมาตรฐานนั้นสามารถพิสูจน์ได้จากการวิเคราะห์เชิงตรรกะโดยได้รับการตอบรับที่ดีจากทีมงานก่อสร้าง ผู้วิจัยจึงออกแบบสอบถามพร้อมภาพประกอบโดยใช้ข้อกำหนดอย่างเต็มที่และไม่ใช้ข้อกำหนดเลยอย่างละ 1 แบบเปรียบเทียบกันพบว่าได้รับความสนใจประมาณร้อยละ 40 เท่ากันจึงสรุปได้ว่าการออกแบบดังกล่าวไม่เป็นอุปสรรคในการสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้า

อมรรัตน์ ปินตา, 2545 ผู้วิจัยทำการปรับปรุงสินค้าของโรงงานผลิตสินค้าของเล่นไม้เพื่อการศึกษา โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) การดำเนินงานวิจัยแปลงความต้องการของลูกค้าเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์บ้าน 2 ชั้น ซึ่งเป็นของเล่นไม้เพื่อการศึกษาสำหรับเด็กอายุ 3-6 ปี เข้าสู่ช่วงต่างๆของ Four-phase Model คือ 1. การวางแผนผลิตภัณฑ์ (Production Planning) 2. การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design) 3. การวางแผนกระบวนการ(Process Planning) 4. การวางแผนควบคุมกระบวนการ(Production Planning หรือ Production Operations Planning) และผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาใหม่นี้มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านขนาด รูปทรง สีสัน รูปแบบและความเหมือนบ้านจริงมากขึ้น ผลิตภัณฑ์ได้ประเมินความพึงพอใจลูกค้า ได้แก่ ครู อาจารย์ระดับโรงเรียนอนุบาลในเขตกรุงเทพมหานคร และนนทบุรี ผลการประเมินพบว่าค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจเพิ่มขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นด้วย ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยช่วยในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์และการออกแบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและช่วยลดความซับซ้อนของงาน และช่วยให้ผู้สนใจเห็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD

นฤชยา สาตแฟง, 2550 งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ในการนำแนวคิดการใช้เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพและการออกแบบการทดลอง มาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าและหาค่าที่เหมาะสมในการผลิตด้วยกระบวนการผลิตแบบเอกซ์ทรูชัน การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เพื่อหาความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า เฟสที่ 1 (House of Quality) ออกแบบเพื่อค้นหาความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า ซึ่งระดับความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อแต่ละปัจจัยนั้น อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันมาก ระดับปัจจัยที่ลูกค้าให้ความสำคัญมากที่สุดคือขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพต้องผ่านมาตรฐานการรับรองความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และรองลงมาคือฉลากบรรจุภัณฑ์ต้องแสดงวันผลิตและวันหมดอายุอย่างชัดเจน ดังนั้นการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับข้อกำหนดทางเทคนิค (Relationships) จึงเป็น

ส่วนสำคัญที่สุดสำหรับเฟสแรกที่จะมีผลต่อการสร้างลำดับความต้องการของลูกค้าเชิงเทคนิคได้ดี และเมื่อพิจารณาคะแนนรวมของข้อกำหนดทางเทคนิค พบว่า ปริมาณในการทานต่อหนึ่งหน่วยบริโภคจำนวน 30 กรัม มีคะแนนความสำคัญมากที่สุด สำหรับผลสรุปของเฟสที่ 2 และ 3 ซึ่งเป็นการหาส่วนประกอบและกระบวนการผลิตที่สำคัญของขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ ได้ผลว่าขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพประกอบด้วย ปริมาณธัญพืชที่ใช้เป็นส่วนประกอบมีความสำคัญมากที่สุด

อัจฉราวดี แก้ววรรณดี, 2545 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์และเสนอแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องหนังให้มีคุณภาพ สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายได้ โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ(Quality Function Deployment: QFD) การวิจัยนี้เริ่มต้นจากการกำหนดเป้าหมายของการวิจัย การศึกษารูปแบบการดำเนินกิจกรรมของระบบการทำงานปัจจุบัน รวบรวมความต้องการของลูกค้าเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องหนังโดยการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถาม และทำการเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ของบริษัทกับผลิตภัณฑ์ของบริษัทคู่แข่ง 2 ราย โดยพิจารณาผลิตภัณฑ์เครื่องหนังประเภทกระเป๋าธนบัตร และดำเนินการวิจัยตามแนวทาง QFD การวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางในการปรับปรุง 5 ทางเลือก ซึ่งทีมงานพัฒนาได้พิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดเพื่อจัดทำผลิตภัณฑ์ตัวอย่างขึ้นสำหรับใช้เปรียบเทียบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงพบว่าสามารถสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้าเพิ่มขึ้น และลูกค้าพึงพอใจมากกว่าผลิตภัณฑ์ของคู่แข่ง

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

อรรถพล ฤทธิภักดี, 2544 งานวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนพลาสติกและค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่องทุกกระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนพลาสติก ของโรงงานตัวอย่าง โดยอาศัยการระดมสมองด้วยการใช้แผนภาพต้นไม้ แผนผังแสดงเหตุและผล แผนภาพความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต (PFMEA) จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์เพื่อประเมินค่าความรุนแรงของข้อบกพร่อง ค่าโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง และค่าโอกาสการตรวจพบข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) จากนั้นใช้การระดมสมองแล้วหาแนวทางแก้ไขข้อบกพร่อง โดยจัดทำ 1. จัดทำมาตรฐานการทำงาน มาตรฐานการตรวจสอบชิ้นงานพ่นสีตามข้อกำหนดของลูกค้า และมาตรฐานการทำความสะอาดในห้องพ่นสี ห้องจ่ายลม ห้องอบสี ห้องเผาไหม้ อุปกรณ์แขวนชิ้นงาน และรอกโซ่ลำเลียงชิ้นงาน 2. เพิ่มความถี่ในการทำความสะอาดภายในห้องพ่นสี ห้องจ่ายลม ห้องอบสี ห้องเผาไหม้ อุปกรณ์แขวนชิ้นงานและรอกโซ่ลำเลียงชิ้นงาน 3. จัดฝึกอบรมพนักงานเกี่ยวกับการพ่นสีและจัดทำการบันทึกความสามารถลงในใบบันทึกความสามารถ 4. จัดทำใบตรวจสอบในกระบวนการพ่นสีและนำไปใช้ ในกระบวนการพ่นสีของโรงงานตัวอย่าง ผลการดำเนินการแก้ไข พบว่า เปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบยอดการผลิต สำหรับปัญหาของเสียที่ลูกค้าส่งคืน มีเปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบยอดส่งให้ลูกค้า ลดลง

พงศธร คุ้มชนะ,2543 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์รถยนต์นั่งขับเคลื่อน 4 ล้อ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการ และความพึงพอใจของลูกค้าอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ โดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (QFD) ในการสำรวจความคิดเห็นของลูกค้าโดยการออกแบบสอบถาม จากการสำรวจพบว่า ปัจจัยที่ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าในการตัดสินใจซื้อรถในส่วนของผลิตภัณฑ์ มี 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ และปัจจัยด้านสมรรถนะของรถ หลังจากนั้นได้ทำการจัดลำดับความสำคัญ ประเมินผลเปรียบเทียบกับคู่แข่งแปลงเป็นกิจกรรมดำเนินงานในเชิงผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การออกแบบพัฒนาชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์และการจัดหาชิ้นส่วนภายในประเทศ กำหนดเป้าหมาย พิจารณาหาแนวทางในการปรับปรุง นำวิธีการทั้งหมดมาประกอบกันอยู่ในรูปเมตริก ในการศึกษาการออกแบบพัฒนาชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ ได้นำ DFMEA มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องผลกระทบของข้อบกพร่อง กำหนดมาตรการในการควบคุม ผลที่ได้จากการวิจัยนี้ พบว่าการออกแบบพัฒนาชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์และการจัดหาชิ้นส่วนภายในประเทศเป็นตัวชี้วัดความพึงพอใจของลูกค้าเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง จากการประเมินผลภาพรวมของระดับความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์รถยานยนต์เสรีเอนกประสงค์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของทุกปัจจัยมีระดับความพึงพอใจดีถึงดีมาก ผลการประเมินนี้เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับผลที่ได้จากการประเมินผลแต่ละ

ชิ้น งานที่ได้ทำการออกแบบพัฒนาชิ้นส่วนที่มีผลกระทบต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จึงสามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์รถยนต์นั่งเสรีเอนกประสงค์ทั้งในส่วนการออกแบบพัฒนาชิ้น ส่วนผลิตภัณฑ์และในส่วนการจัดทำการลดต้นทุนสามารถตอบสนองต่อความต้องการของ ลูกค้า อันจะนำไปสู่ความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์ได้

ไพฑูรณ์ พรหมสาขา ณ สกลนคร , 2545 วิทยาพิพนธ์ฉนับนี้เสนอให้เห็นถึงการสร้างระบบการออกแบบอุปกรณ์เคลื่อนที่ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าโดยอาศัยกลไกในการแปลงความต้องการของลูกค้าไปสู่ข้อกำหนดทางวิศวกรรมและการผลิตอย่างเป็นระบบ หรือที่เรียกว่าเทคนิคการแปลความต้องการด้านคุณภาพ(Quality Function Deployment : QFD) นับตั้งแต่การนำเอารายละเอียดความต้องการของลูกค้าที่ทราบมาทำการวิเคราะห์ลำดับควาสำคัญ ก่อนที่จะแปลไปสู่ความต้องการของผลิตภัณฑ์ และการกำหนดเป้าหมายของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการวางข้อกำหนดควบคุมต่างๆด้านคุณภาพ ทั้งในตัวของผลิตภัณฑ์และระบบกลไกที่เป็นองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์จนถึงการวางแผนกระบวนการผลิตและการควบคุม กระบวนการดังกล่าวเป็นระบบกลไกของการออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างเป็นลำดับโดยใช้ตารางคุณภาพเชื่อมความสัมพันธ์ในแต่ละขั้นตอน ซึ่งเป็นกระบวนการเริ่มต้นจากความหลากหลายของความต้องการลูกค้าต่างๆ แต่ในงานศึกษาวิจัยนี้จะอิงลูกค้ารายเดียว โดยผลการดำเนินการออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างมีลำดับขั้นตอนด้วยแนวทางที่แสดงไว้ในงานวิจัยนี้ทำให้ได้ข้อกำหนดที่เป็นเกณฑ์ในการควบคุมและวัดผลของความสามารถในการสนองตอบต่อความต้องการของลูกค้าต่อตัวผลิตภัณฑ์อย่างครบถ้วน ความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าสามารถยืนยังได้จากลูกค้าได้เป็นอย่างดี และกลไกในการแปลงความต้องการของลูกค้าไปสู่ข้อกำหนดทางวิศวกรรม

อรดี พฤติศรัณยนนท์ , 2543 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบโครงสร้างของระบบทะเบียนนิสิตของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยให้สนอง ต่อความต้องการของผู้ใช้ทุกคนในระบบ โดยผู้ใช้ของระบบที่สำคัญประกอบด้วยนิสิต อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ผู้สอน และบุคลากรในสำนักทะเบียนและประมวลผล, หน่วยทะเบียนคณะ, ธุรการภาคและหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เทคนิคที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือเทคนิคการแปลหน้าที่คุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยระบุคุณลักษณะที่ผู้ใช้ระบบต้องการ และความสามารถของระบบที่จะตอบสนองต่อความต้องการนั้น ๆ การดำเนินการเทคนิคนี้ใช้ Four-phased Model ในการออกแบบได้พยายามนำเอาความสามารถของระบบที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้มา ใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด โดยผสมผสานกับเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อช่วยให้ผู้ใช้ระบบทุกฝ่ายสามารถดำเนินงานได้

อย่างคล่องตัวมากขึ้น ลดปัญหาการทำงานที่ซ้ำซ้อนกัน และช่วยป้องกันความผิดพลาดอันเนื่องมาจาก การทำงานผิดพลาดของมนุษย์ได้ การประเมินผลโครงสร้างและกระบวนการของระบบทะเบียนที่ออกแบบขึ้นใหม่นี้ใช้ วิธีการตอบแบบสอบถามโดยผู้ใช้ระบบภายในจากฝ่ายต่าง ๆ เพื่อพิจารณาเปรียบเทียบระบบที่ออกแบบขึ้นใหม่กับระบบเดิม ผลการประเมินสรุปได้ว่า ผลการประเมินผู้ประเมินผลเห็นว่าโครงสร้างและกระบวนการที่ออกแบบขึ้นใหม่นั้นน่าจะก่อให้เกิดการบริการที่ดีขึ้นมาก จากระบบในปัจจุบัน อันจะส่งผลให้ผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจต่อการบริการของระบบทะเบียนนิสิตมาก ยิ่งขึ้น

พรรณวดี อภิศุภะโชค , 2549 งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการวัดระดับคุณภาพงานบริการโดยใช้เครื่องมือทางคุณภาพ 2 ประเภท คือ เครื่องมือ LibQUAL และแบบจำลองของคาโน (Kano's model) และเพื่อที่จะทำให้เกิดการตัดสินใจในการพัฒนาคุณภาพงานบริการให้ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น เครื่องมือทั้งสองใช้ในการวิเคราะห์ระดับคุณภาพงานบริการและผลลัพธ์ที่ได้จากการบูรณาการจะเป็นข้อมูลเริ่มต้นในการออกแบบแผนการปรับปรุงคุณภาพงานโดยการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD 3 เฟส ได้แก่ การออกแบบงานตามความต้องการของผู้ใช้ การวางแผนกระบวนการของงานบริการ และการวางแผนการควบคุมกระบวนการของงานบริการ จากนั้นทำการคัดเลือกแผนที่ได้มาทดลองประยุกต์ใช้ พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการสูงขึ้น

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

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

ออกแบบและการผลิตนั้น จึงอ้างอิงผลจากการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพเป็นหลัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า

3.1 ผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้าคืออะไร

ตู้แช่โชว์สินค้าคือตู้ที่ให้ความเย็น ซึ่งช่วยเก็บรักษาอาหารให้สดและใหม่อยู่เสมอ เพราะความเย็นจะช่วยหยุดยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ที่ทำให้อาหารเกิดการบูดเน่าได้ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเราวางนมไว้ในห้อง ที่อุณหภูมิปกติ ประมาณ 2-3 ชั่วโมง จะเกิดกลิ่นบูดขึ้นแล้ว แต่ถ้าเรานำไปใส่ไว้ในตู้แช่โชว์สินค้า มันสามารถอยู่ได้ 2-3 อาทิตย์ ความเย็นในตู้ทำให้แบคทีเรีย หยุดกิจกรรม และชลอการเจริญเติบโตทันที และถ้าคุณแช่จนนมเป็นน้ำแข็ง แบคทีเรียจะหยุดการเจริญเติบโตทันที นมสามารถยืดอายุเวลาการเก็บได้เป็นเดือน

3.2 ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRM-J350X

ผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาคือ ตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRM-J350X จากรูปที่ 1.2 ซึ่งมีข้อมูลดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ รุ่น TRM-J350X ก่อนปรับปรุง

Model	TRM - J350X
ช่วงอุณหภูมิที่ใช้งาน	$0^{O}C - 10^{O}C$
ความผันแปรของอุณหภูมิภายในตู้	$3^{O}C$
External Dimension (W*D*H mm)	584*648*1782
Effective Internal Volume	245 L
External Volume	350 L
Refrigeration	R134a
Lighting	Fluorescent Lamp
Weight	102 kg.
Power Source	100 Vol.
แรงม้าของคอมเพรสเซอร์	0.232 HP
ความหนาของฉนวนกันความร้อน	31.4 mm.
ความดังของเสียงภายในตู้แช่	60 decibels

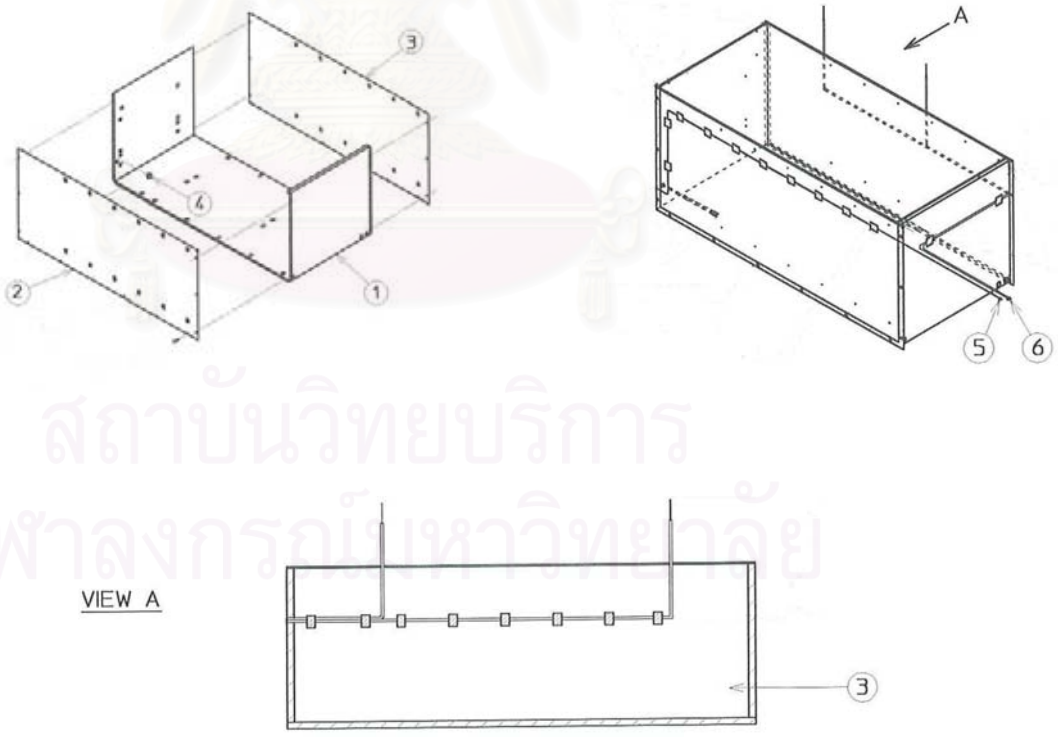
3.3 **ส่วนประกอบภายของผลิตตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น** TRM - J350X

แสดงส่วนประกอบทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า TRM-J350X โดยแบ่งแยกเป็น 4 ส่วนย่อยเพื่อง่ายต่อการสืบค้น และแสดงชิ้นส่วนภายในได้ชัดเจนขึ้น และอธิบายได้ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบของผลิตตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRM - J350X ส่วนย่อย INNER BOX AY

No.	DWG. No.	NAME	Q' TY	EXPLANATION
1	T4301-40421	INNER BOX	1	โครงตู้แช่ภายใน
2	T4303-40250	INNER BOX SIDE PNL LT	1	ฝาโครงตู้แช่ภายในด้านซ้าย
3	T4303-40261	INNER BOX SIDE PNL RT	1	ฝาโครงตู้แช่ภายในด้านขวา
4	8928-0151	BUSH TB-1116	1	ตำแหน่งรูไว้สำหรับใส่สายไฟหรือท่อทองแดง
5	T1322-40030	EVAP. FM HARNESS A	1	สายไฟที่ต่อเข้าEVAPORATOR
6	T1303-40040	FL LAMP HARNESS C	1	สายไฟที่ต่อเข้ากับหลอดฟลูออเรสเซน์

ส่วนประกอบภายในของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRM - J350X ส่วนย่อย INNER BOX AY



รูปที่ 3.1 ชิ้นส่วนภายในของส่วนย่อย INNER BOX AY

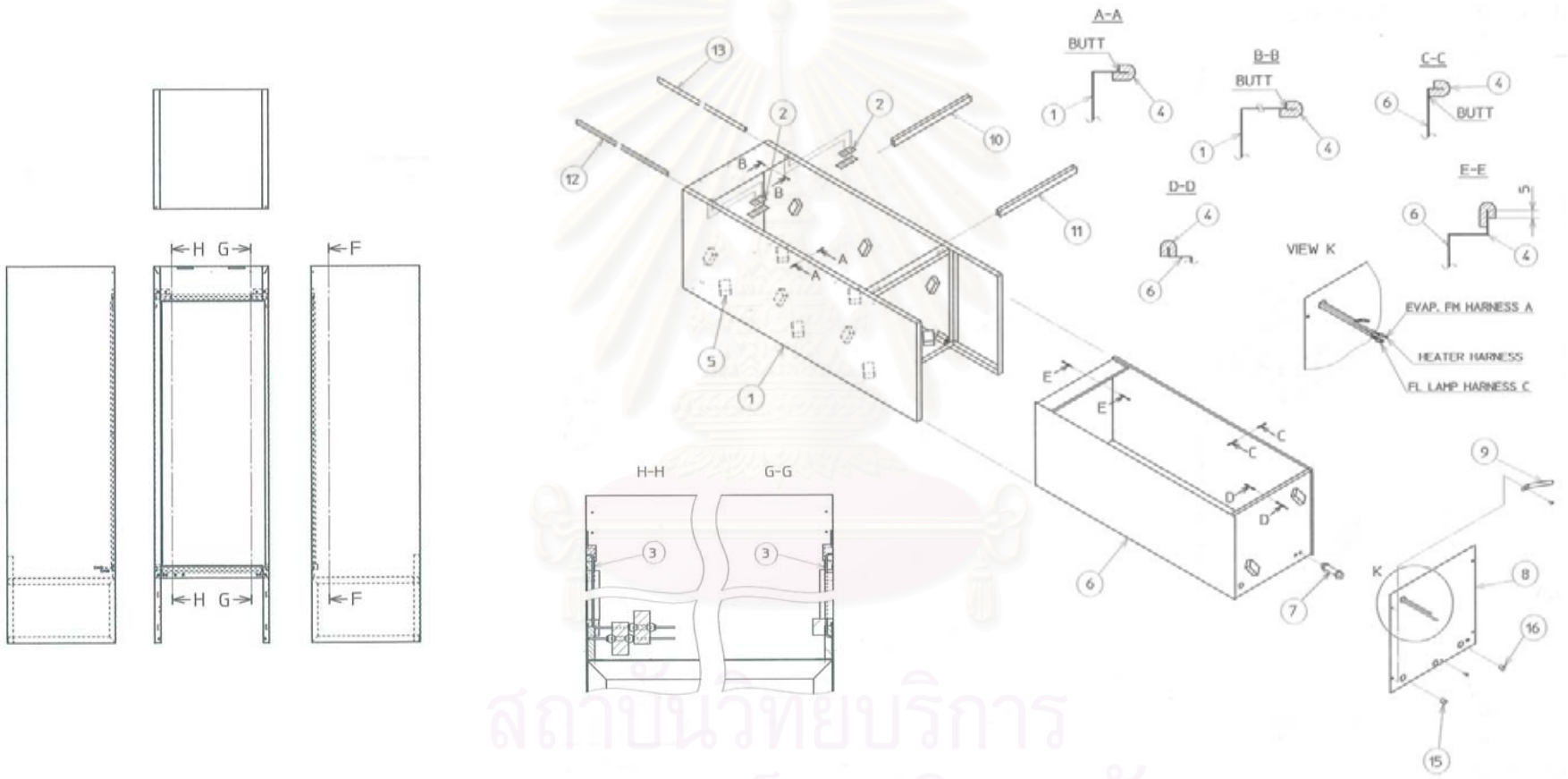
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 ส่วนประกอบของผลิตตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRM - J350X ส่วนย่อย BODY 1

No.	NAME	Q' TY	EXPLANATION
1	OUTER BOX ASSY	1	โครงตู้แช่ภายนอก
2	HINGE REINF AU	2	ใช้เพิ่มความแข็งของชิ้นงานที่ยึดติดกับตู้เวลาขันสกรู
3	PLT HEATER URE 107A	1	ติดHEATERชนิดแผ่นเพื่อกันกระจกตู้เป็นฝ้าหรือมีหยดน้ำเกาะ
4	SOFT FOAM URE THANE 02	6	เป็นโฟมบางเพื่อลดgapในการเสียบเฟรม(No.10,11,12,13) เพื่อยึดโครงตู้ภายนอกกับภายในให้แน่นขึ้น
5	FOAM PE PLT 39 AU	14	ติดโฟมชนิดหนาระหว่างโครงตู้ภายนอกและภายในกันไว้เพื่อควบคุมระยะห่างระหว่างโครงตู้ภายนอกและภายในให้เท่ากันก่อนการฉีดโฟม
6	INNER BOX AY		ได้จากส่วนย่อย INNER BOX AY
7	DRAIN PIPE	1	ท่อระบายน้ำทิ้งที่ติดตั้งกับINNER BOX AY
8	O.B. BTM PLT AU	1	แผ่นเหล็กด้านล่างปิดโครงตู้ภายนอกและใช้เป็นทางผ่านของสายไฟ และท่อน้ำทิ้ง
9	CLAMP CN	2	ตัวยึดเก็บสายไฟภายในให้เรียบร้อย
10	OUTER BOX CONNECT UPR	1	เป็นเฟรมพลาสติกใช้ยึดด้านบนของโครงตู้แช่ภายในและภายนอกเข้าด้วยกัน
11	OUTER BOX CONNECT LWR	1	เป็นเฟรมพลาสติกใช้ยึดด้านล่างของโครงตู้แช่ภายในและภายนอกเข้าด้วยกัน
12	OUTER BOX CONNECT LT	1	เป็นเฟรมพลาสติกใช้ยึดด้านซ้ายของโครงตู้แช่ภายในและภายนอกเข้าด้วยกัน
13	OUTER BOX CONNECT RT	1	เป็นเฟรมพลาสติกใช้ยึดด้านขวาของโครงตู้แช่ภายในและภายนอกเข้าด้วยกัน
14	BUSH TB-1520	1	ตำแหน่งรูใส่BUSHพลาสติกเพื่อเป็นรูใส่สายไฟหรือท่อทองแดง
15	BUSH TB-1926	1	ไว้ป้องกันสายไฟหรือท่อทองแดงเสียดสีกับแผ่นเหล็กโดยตรง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนประกอบภายในของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRM - J350X (ต่อ) ส่วนย่อย: BODY1



รูปที่ 3.2 ชิ้นส่วนภายในของส่วนย่อย BODY1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.4 ส่วนประกอบของผลิตตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRM - J350X ส่วนย่อย UNIT AY

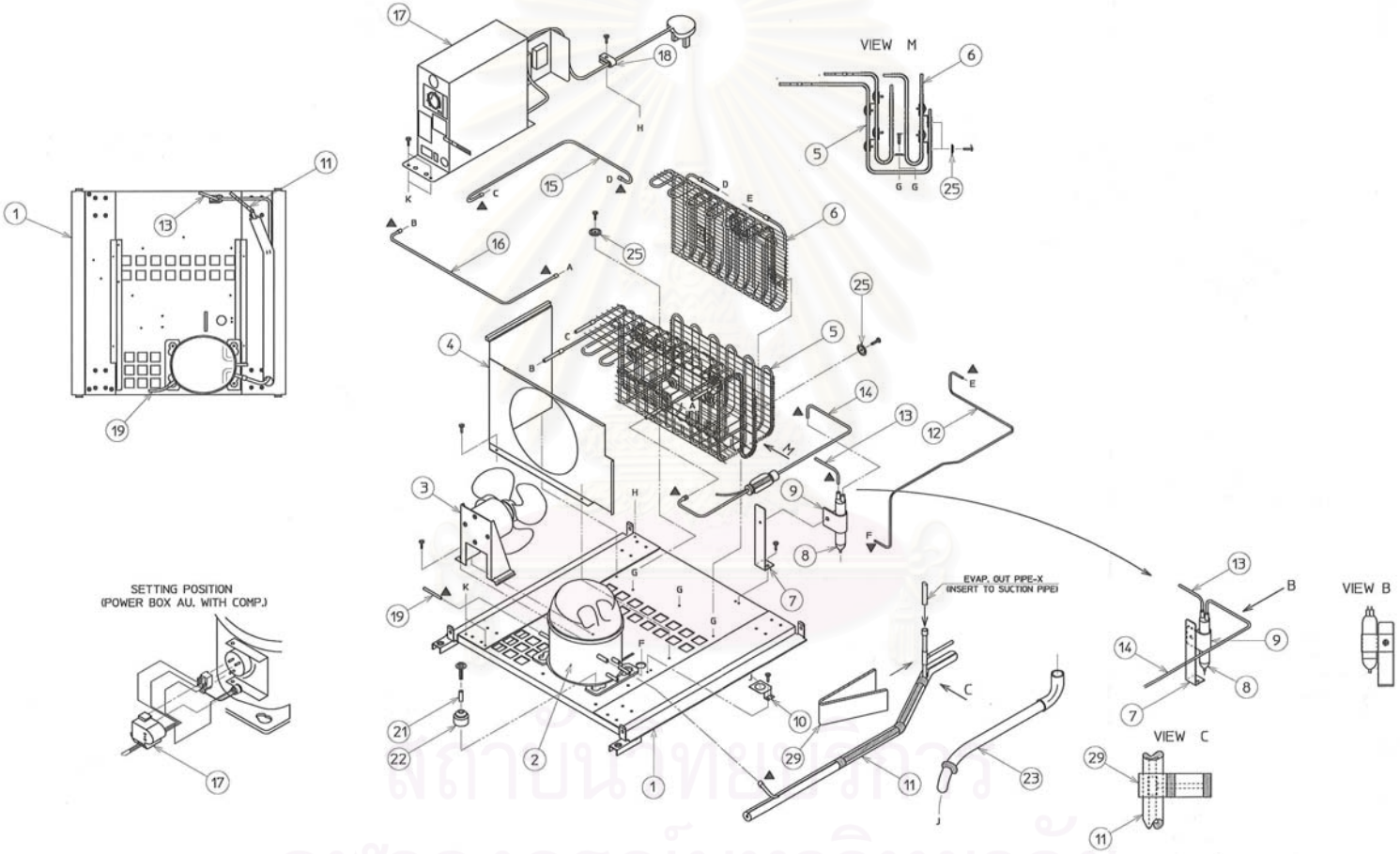
No.	NAME	Q' TY	EXPLANATION
1	BASE FRAME AU	1	เป็นฐานรองตู้แช่เป็นชิ้นส่วนไว้ยึดชุดทำความเย็นซึ่งจะประกอบโครงตู้ต่อไป
2	COMP. FU2088-HA	1	ชื่อชนิดของCompressorใช้ดูดและอัดสารทำความเย็นจากEvap. ให้เป็นแก๊สร้อน
3	COND. FM AU	1	เป็นชุดพัดลมCond.และตัวยึดพัดลมโดยที่พัดลมช่วยระบายความร้อนให้Cond.
4	CONDENSER DUCT AU	1	เป็นตัวดักลมใช้ควบคุมทิศทางลมไปCond.เพื่อให้การระบายความร้อนมีประสิทธิภาพขึ้นและติดตั้งลงในNo.1
5	W CONDENSER A AU	1	เป็นชุดประกอบ Wire cond. .AและBเพื่อระบายความร้อนให้สารทำความเย็นที่ออกจากComp.เข้าCond.ให้กลายเป็นสถานะเหลว
6	W CONDENSER B AU	1	
7	DRIER BKT	1	เป็นตัวยึดNo.9และติดตั้งลงในNo.1
8	M DRIER 10XJ	1	เป็นชนิดของตัวDrierที่ใช้ดูดความชื้น,กรองสารทำความเย็น, ลดแรงดันในสถานะของเหลวที่รับจากCond.เพื่อจะปล่อยต่อไปยังEvap.
9	DRIER BAND	1	ไว้ใช้ยึดDrierติดกับNo.7
10	DRAIN HOSE FIXING	1	ตัวยึดท่อน้ำทิ้งกับNo.1
11	SUCTION PIPE AU	1	เป็นท่อดูดสารทำความเย็นจากEvap.ในสถานะก๊าซเข้ามายังComp.ท่อจะถูกหุ้มด้วยฉนวนกันไม่ให้เกิดหยดน้ำเพราะสารที่ดูดจากEvap.จะมีอุณหภูมิต่ำ
12	DISCHARGE PIPE-X	1	เป็นท่อปล่อยสารทำความเย็นจากComp.ไปยังCond.ซึ่งสารที่ถูกปล่อยจะมีออกมาจะอยู่ในสถานะก๊าสที่มีอุณหภูมิและความดันสูง
13	CHARGING PIPE-X	1	เป็นท่อไว้สำหรับทำ Vaccum ไล่อากาศออกให้อยู่ในสถานะสูญญากาศก่อนจะทำการบรรจุสารทำความเย็น
14	DRIER CONNECTIONG PIPE-X	1	เป็นท่อที่ต่อจากCond.ไปยังDrierสารที่ปล่อยออกมาจากCond.จะเป็นสถานะของเหลวที่มีความดันสูง
15	COND CONNECTIONG PIPE-X	1	เป็นท่อที่เชื่อมต่อจากCond. B ไปยังAหรือNo.5ไปยัง6
16	COND CONNECTIONG PIPE-X	1	เป็นท่อที่เชื่อมต่อภายในCond. B หรือNo.5 นั้นเอง

ตารางที่ 3.4 ส่วนประกอบของผลิตตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRM - J350X ส่วนย่อย UNIT AY (ต่อ)

No.	NAME	Q' TY	EXPLANATION
17	POWER BOX AU	1	เป็นกล่องจ่ายไฟทั้งหมดภายในตู้แช่ใช้ติดตั้งกับNo.1
18	CORD FIXTURE CT	1	เป็นตัวยึดสายไฟPower Boxเพื่อป้องกันการดึกหรือกระชากปลั๊กจากผู้ใช้โดยยึดติดกับกับNo.1
19	CHARGING PIPE-X	1	เป็นท่อไว้ Vaccum ไล่อากาศออกให้อยู่ในสถานะสูญญากาศ
21	SLEEVE (D10,l=18)	4	เป็นปลอกเหล็กใช้ยึดสกรูกับตัวยางเพื่อกันไม่ให้ยางที่ถูกทับโดยComp.ยุบตัว
22	RUBBER	4	เป็นยางใช้ลดเสียงอันเกิดจากการสั่นของComp.
23	DRAIN HOSE AU	1	เป็นท่อน้ำทิ้งที่รับน้ำมาจากEvap.
25	COND. FIXING WASHER A	6	เป็นแหวนรองไม่ให้สกรูสัมผัสกับCond.โดยตรงกันการเสียหายของCond.
29	FOAM PE PLT 04	1	เป็นฉนวนป้องกันการเกิดหยดน้ำซึ่งยึดติดกับท่อทางดูด(No.11) ในแนวตั้งซึ่งสารทำความเย็นถูกดูดจากEvap.ในสถานะก๊าซที่มีอุณหภูมิต่ำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนประกอบภายในของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRM - J350X (ต่อ) ส่วนย่อย: UNIT AY



รูปที่ 3.3 ชิ้นส่วนภายในของส่วนย่อย UNIT AY

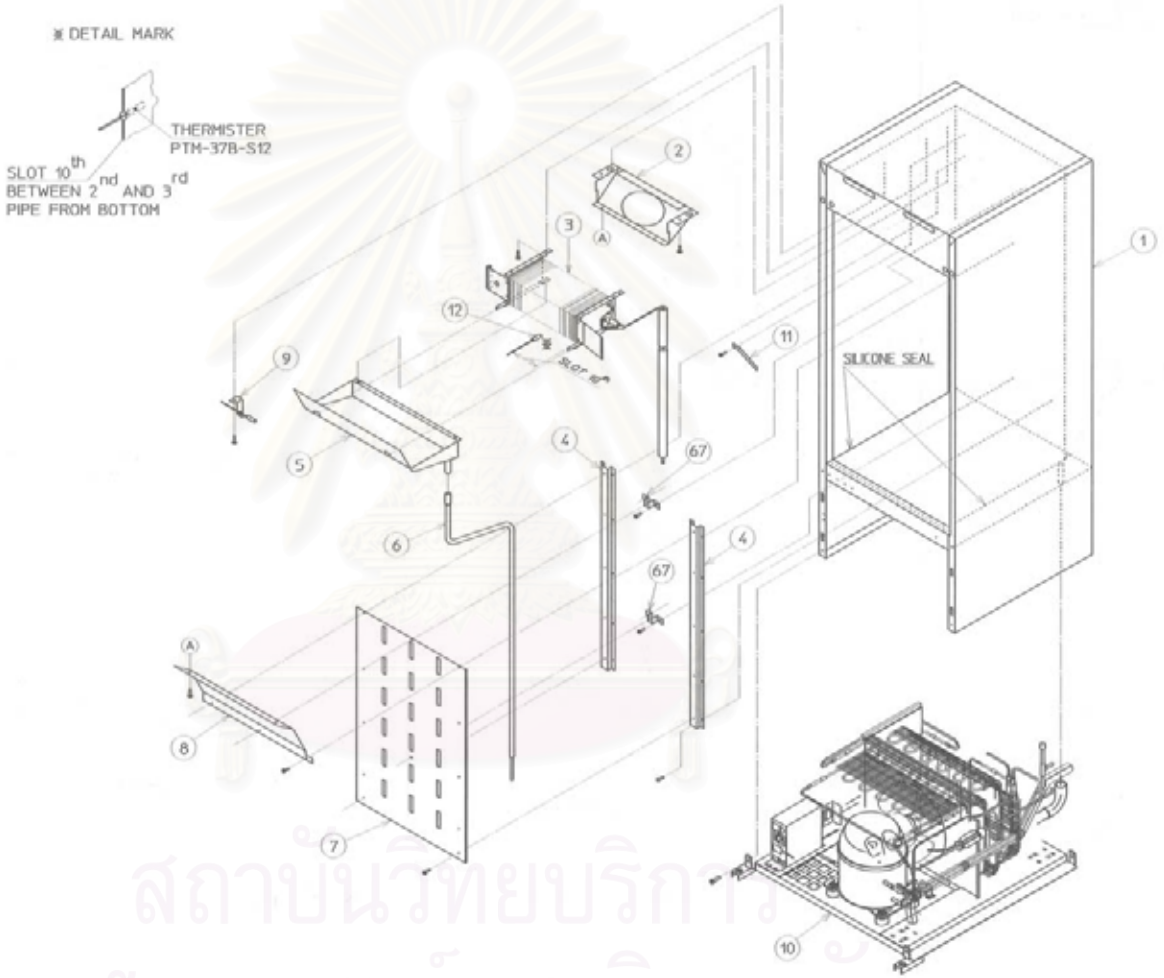
ตารางที่ 3.5 ส่วนประกอบของผลิตตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRM - J350X ส่วนย่อย BODY 2

No.	NAME	Q' TY	EXPLANATION
1	BODY 1		ได้มาจากส่วนย่อย BODY 1
2	FAN DUCT AU	1	ชุดพัดลมEvap.และแผงดังลมเย็นที่ใช้ควบคุมทิศทางลมเย็นให้สัมผัสกับEvap.ในลักษณะหมุนวน
3	EVAPORATOR AU	1	เป็นEvap.ที่รับสารทำความเย็นจากDrierแล้วดูดความร้อนให้สารทำความเย็นระเหยเป็นสถานะแก๊สที่เย็น
4	WIND CONTROL PLT BKT	1	เป็นตัวกลางในการยึดNo.7เข้ากับ1เพื่อให้เกิดระยะห่างให้อากาศหมุนวนสัมผัสกับEvap.
5	DEW COLLECTOR	1	เป็นถาดรองน้ำที่ประกอบเข้ากับEvap.เพื่อป้องกันหยดน้ำที่หยดจากEvap.ไม่ให้หล่นลงตู้
6	DRAIN HOSE B AU	1	ท่อน้ำทิ้งที่รับมาจากNo.5เพื่อปล่อยลงตัวDRIAN HOSE AU ต่อไป
7	WIND CONTROL PLT	1	เป็นแผงที่มีช่องว่างเพื่อใช้เป็นทางผ่านของลมเย็นให้ลมเย็นไปสัมผัสกับEvap.ลักษณะหมุนวนไปเรื่อยๆ
8	DISCHARGE DUCT	1	เป็นแผงใช้บังคับทิศทางของลม
9	THERMISTOR AU	1	เป็นตัวตรวจจับอุณหภูมิที่ติดด้านหน้าEvap.เพื่อไว้ตัดอุณหภูมิภายในห้องแช่เมื่ออุณภูมิเย็นเกินไปเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า
10	UNIT AY		ได้มาจากส่วนย่อย UNIT AY
12	THERMISTOR SENSOR PTM-37B-S12	1	เป็นตัวตรวจจับอุณหภูมิที่ติดตั้งในEvap.และเมื่ออุณหภูมิเย็นมากเกินไปจะตัดการทำงานเพื่อป้องกันการเกิดน้ำแข็งเกาะที่ตัวEvap.
13	SHELF HOLDER RACK	4	ที่ติดชั้นวางสินค้าโดยจะยึดติดกับBODY1(No.1)
14	LAMP FIXING PLT ASSY	1	ชุดหลอดไฟโดยประกอบด้วยหลอดไฟกับตัวยึดหลอดไฟเพื่อให้แสงสว่างภายในโดยจะยึดติดกับBODY1(No.1)

ตารางที่ 3.5 ส่วนประกอบของผลิตตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRM - J350X ส่วนย่อย BODY 2 (ต่อ)

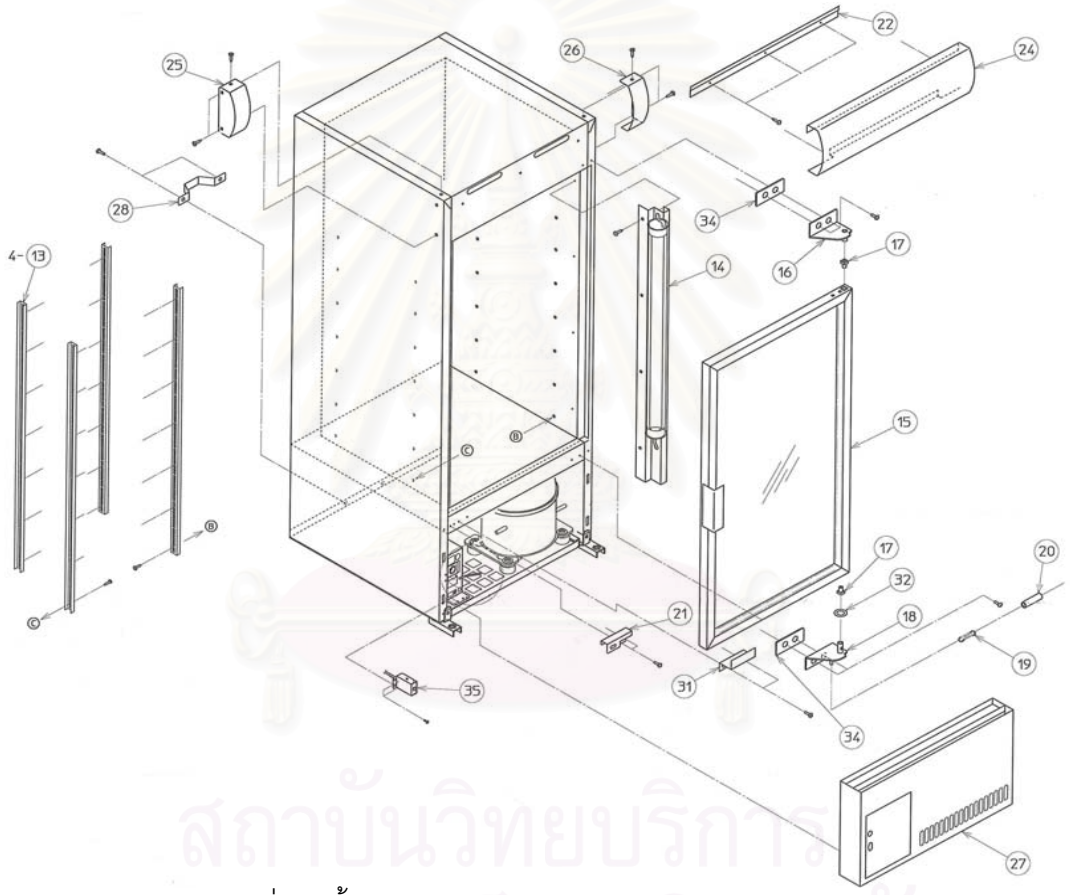
No.	NAME	Q' TY	EXPLANATION
15	DOOR ASSY	1	ชุดประตูโดยจะประกอบเข้ากับบานพับด้านบน(No.16)และล่าง(No.18)
16	HINGE UPR RT ASSY	1	บานพับด้านบน
17	HINGE COLLAR	2	ใส่ระหว่างบานพับทั้งสองด้านกับประตูไว้เป็นจุดหมุนเวลาเปิดปิดประตู
18	HINGE LWR RT AU	1	บานพับด้านล่าง
19	DOOR CLOSING SPRING	1	เป็นสปริงช่วยการผ่อนแรงดึกกลับเวลาปิดประตู
20	SPRING COVER	1	ตัวครอบสปริงเวลายึดหรือหดเป็นตัว safety
21	LOCK BKT B LT	1	ไว้ใช้lockประตูเวลาจัดส่งประตูจะได้ไม่เปิดออก
22	SHADE FIXTURE UPR	1	ตัวยึดOUTER SHADEด้านบน
24	OUTER SHADE	1	ตัวปิดโครงตู้ด้านบนเพื่อความสวยงาม
25	SHADE COVER LT	1	ตัวปิดครอบOUTER SHADEด้านซ้ายเพื่อความสวยงาม
26	SHADE COVER RT	1	ตัวปิดครอบOUTER SHADEด้านขวาเพื่อความสวยงาม
27	OUTER BOX FR PNL LWR AU	2	ตัดปิดชุดทำความเย็น(UNIT AY)ด้านล่าง
28	RR STOPPER	1	เป็นตัวกันผนังชนกับตู้เพื่อใช้เว้นระยะห่างระหว่างตู้กับผนัง
31	DOOR SUPPORT AU	1	ไว้ใช้lockประตูเวลาจัดส่งประตูจะได้ไม่เปิดออก
32	WASHER 11	1	แหวนรองกันการเสียดสีของประตูกับเหล็ก
34	HINGE SPACER	2	ตัวเพิ่มระยะห่างระหว่างBODY1กับบานพับ(No.16,No.18)
35	LAMP AU	1	เป็นหลอดไฟขนาดเล็กใช้บอกการทำงานของเครื่อง
67	WIND CONTROL PLT BKT B	2	เป็นตัวยึดแผงที่มีช่องว่าง(No.7)เพื่อใช้เป็นทางผ่านของลมเย็นให้ลมเย็นไปสัมผัสกับEvap.ลักษณะหมุนวนไปเรื่อยๆ

ส่วนประกอบภายในของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRM - J350X (ต่อ) ส่วนย่อย: BODY 2



รูปที่ 3.4 ชิ้นส่วนภายในของส่วนย่อย BODY2

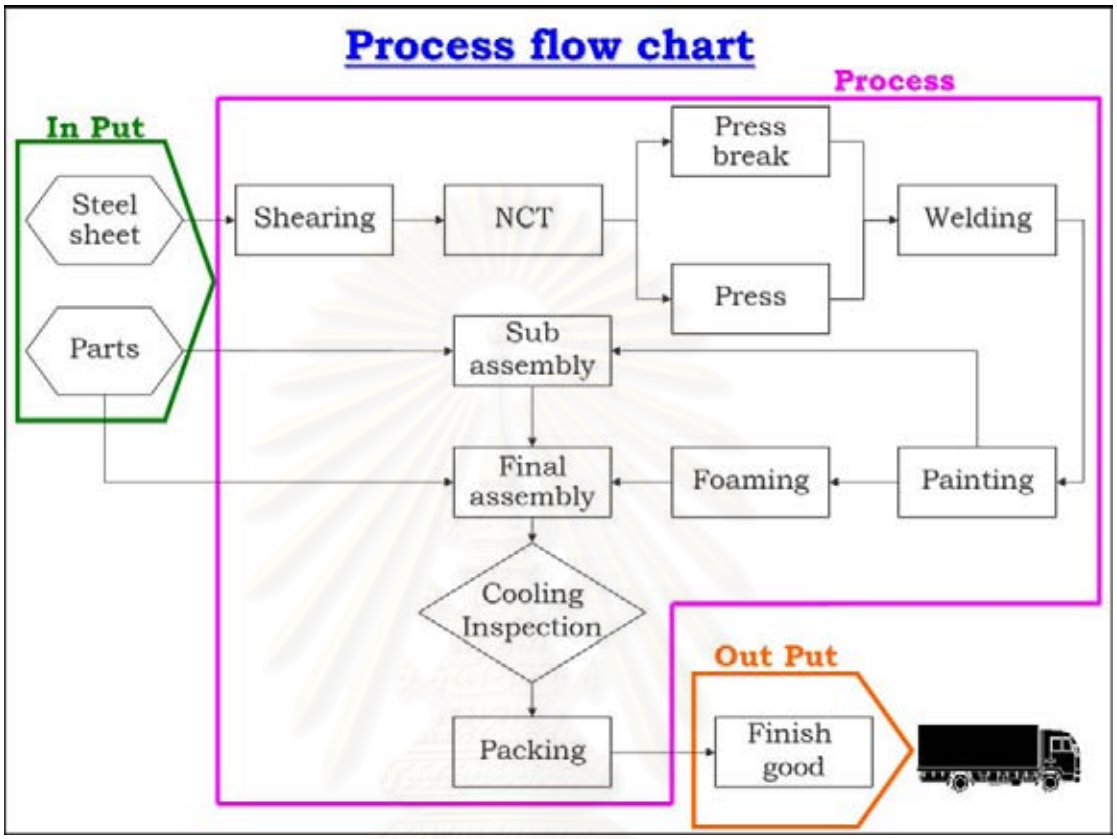
ส่วนประกอบภายในของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRM - J350X (ต่อ) ส่วนย่อย: BODY 2



รูปที่ 3.5 ชิ้นส่วนภายในของส่วนย่อย BODY2 (ต่อ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 กระบวนการผลิตตู้แช่โชว์สินค้า สามารถแสดงได้ตามแผนภูมิตการไหลของกระบวนการได้ดังนี้



รูป 3.6 แสดงกระบวนการผลิตตู้แช่โชว์สินค้า

กระบวนการผลิตหลักของตู้แช่โชว์สินค้ามีขั้นตอนดังนี้

1.PART คือ วัสดุที่ถูกสั่งซื้อจากภายนอกเข้ามาในกระการบวนการผลิตนี้จะมีการตรวจสอบคุณภาพและนับจำนวนไปด้วยถ้าไม่ได้ตามมาตรฐานจะถูกส่งคืน ส่วนที่ผ่านมาตรฐานจะใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต เช่น STEEL SHEET(แผ่นเหล็ก), Copper Pipe(ท่อทองแดง), สายไฟ, ชุดพัดลม, Compressor, EVAPORATOR, Condenser, ล้อ, PVC , ประตู, หลอดไฟ เป็นต้น วัสดุใน PART จะถูกนำไปใช้เป็น INPUT ในกระบวนการ SUB ASSEMBLE , FINAL ASSEMBLE ต่อไป

2. STEEL SHEET เป็นแผ่นเหล็กถูกสั่งซื้อจากภายนอกเข้ามาในการบวนการนี้จะมีการตรวจสอบคุณภาพและนับจำนวนไปด้วยถ้าไม่ได้ตามมาตรฐานจะถูกส่งคืน โดยจะใช้เป็น INPUT กระบวนการเจาะโดย NTC ต่อไป

3. Press พับขึ้นรูปเหล็ก

4. Press Break พับขึ้นรูปเหมือนกันแต่มีต้นทุนที่สุด ใช้ในผลิตในปริมาณที่มากๆ

5. WHLDING กระบวนการเชื่อมประกอบด้วย 2 ประเภทของการเชื่อมดังนี้

5.1 CO_2 WHLDING คือกระบวนการเชื่อมด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นการเชื่อมตามแนวของแผ่นเหล็ก

5.2 SPOT WHLDING คือ การเชื่อมจุด โดยการเชื่อมเหล็ก ต่อ เหล็กด้วยกันด้วยไฟฟ้า เป็นการเชื่อมจุดที่มีขนาดไม่ใหญ่มาก

6. Painting คือกระบวนการการพ่นสีและรวมไปถึงการอบให้แห้งด้วย

7. FOAMING เป็นการรับเอา Outer Box (โครงตู้แช่) มาปิดเทปตรงของรอยต่อและรูต่างๆเพื่อกันไม่ให้โฟมเข้าไป และยึดโครงตู้กับJIG เพื่อกันการพองตัว หลังจากนั้นจะทำการฉีดโฟม

8. SUB ASSEMBLE เป็นการประกอบชุดทำความเย็น(UNIT AY) คือกระบวนการนำ Comp. , Cond. , พัดลม Cond. , Drier , Power Box เป็นต้น ที่รับจาก Part ที่สั่งซื้อมา เข้ากับประกอบกับฐานรองตู้ (Base Frame)

9. FINAL ASSEMBLE เป็นการนำเอาชิ้นส่วนต่างๆจาก Part และ โครงตู้แช่หลังฉีดโฟมแล้วจากกระบวนการ Foaming และฐานรองตู้ (Base Frame)จากกระบวนการ SUB ASSEMBLE นำมาประกอบกันในขั้นของกระบวนการ FINAL ASSEMBLE หลังจากทำการ Vaccum และบรรจุสารทำความเย็น R134a

10.COOLING INSPECTION เป็นกระบวนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ 100% โดยตรวจความเย็น 1 ชม.

11. PACKING เป็นกระบวนการทำความสะอาดก่อนจะบรรจุหีบห่อ

12. FINISH GOOD เป็นสินค้าสำเร็จรูปส่งเข้า WARE HOUSE

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.5 สรุปท้ายบท

เนื้อหาในบทนี้เป็นการกล่าวถึงภาพรวมของตู้แช่โชว์สินค้า โดยเริ่มตั้งแต่ตู้แช่โชว์สินค้าคืออะไร ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRM-J350X ส่วนประกอบภายในของผลิตตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRM - J350X และท้ายสุดเป็นการอธิบายกระบวนการผลิตตู้แช่โชว์สินค้าของบริษัทกรณีศึกษา โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาประกอบการดำเนินงานตามเทคนิค QFD ตั้งแต่เฟส 1-3 และเทคนิค DFMEA สำหรับกระบวนการออกแบบและการผลิตตู้แช่โชว์สินค้านั้น ผู้ประกอบการแต่ละรายอาจมีกระบวนการออกแบบและการผลิตตู้แช่โชว์ที่ไม่เหมือนกัน แตกต่างกันที่เทคนิคเฉพาะของผู้ออกแบบ และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตแต่ละราย แต่กระบวนการโดยทั่วไปมีลักษณะคล้ายคลึงกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD กับกรณีศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัย โดยนำเทคนิค QFD มาประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษา รูปแบบของการใช้เทคนิค QFD ในงานวิจัยนี้จะเป็นแบบ 4 เฟส แต่ในบทนี้จะทำตั้งแต่ เฟส 1-2 เนื่องจากวิทยานิพนธ์ในบทนี้ จะทำในเฉพาะส่วนของการศึกษาปัญหาในการออกแบบผลิตภัณฑ์ไม่ได้ลงไปถึงการผลิตจริง โดยจะมีการปรับการใช้งานให้เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ในกรณีศึกษาและสอดคล้องต่อเป้าหมายในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งสำหรับกรณีศึกษาในที่นี้คือ ผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง ซึ่งปัจจุบันเป็นผลิตภัณฑ์ที่จะเปิดตลาดใหม่ภายในประเทศทำให้ในส่วนของลูกค้า ไม่เคยมีการใช้ผลิตภัณฑ์มาก่อน ทำให้ลูกค้าไม่สามารถเปรียบเทียบความพึงพอใจของกรณีศึกษากับคู่แข่งได้ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึง ให้ทีมงานในการพัฒนา QFD เป็นผู้ประเมินเพื่อทำการเปรียบเทียบความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ระหว่างกรณีศึกษากับคู่แข่ง โดยวัตถุประสงค์ของการประยุกต์ใช้ QFD แบบ 4 Phases ในบทนี้ เพื่อศึกษาปัญหาด้านการออกแบบและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า(showcase) เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าภายในประเทศ

การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD กับกรณีศึกษาในบทนี้เริ่มจากการก่อตั้งทีมงานในการพัฒนาQFD ขึ้นมา ซึ่งประกอบด้วยทีมงานฝ่ายออกแบบ ฝ่ายบริการ ฝ่ายการตลาด โดยทุกฝ่ายร่วมกันกำหนดเป้าหมายของการทำเทคนิค QFD ในกรณีศึกษา และ ศึกษาสภาพการดำเนินงานในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา ณ ปัจจุบัน รวบรวมความต้องการของลูกค้าเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และบริการโดยการสัมภาษด้วยแบบสอบถาม และทำการเปรียบเทียบบริษัทคู่แข่งเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสำหรับแช่แข็ง สำหรับลูกค้าของบริษัทคือร้านสะดวกซื้อและห้างสรรพสินค้าภายในประเทศ ความต้องการทางเทคนิคระหว่างบริษัทคู่แข่งเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งจัดเป็นสินค้าสำหรับลูกค้าที่เป็นร้านสะดวกซื้อรายใหญ่ของประเทศ

4.1 เป้าหมายของการใช้เทคนิค QFD กับกรณีศึกษา

จากการที่กรณีศึกษาจะเปิดตลาดใหม่ภายในประเทศ ซึ่งทำให้ไม่สามารถทราบถึงความต้องการของลูกค้าได้ ดังนั้นเป้าหมายของการใช้เทคนิค QFD ในการศึกษา เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าภายในประเทศ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้าทั้งในด้านของผลิตภัณฑ์และบริการที่สร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า และเสนอแนะแนวทางในการออกแบบ

พัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการต่อบริษัทกรณีศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการของตู้แช่โชว์สินค้าต่อไปในอนาคต

4.2 แบบสอบถาม

4.2.1 การกำหนดบริษัทคู่แข่งเพื่อทำการเทียบเคียง

สำหรับการเปรียบเทียบกับบริษัทคู่แข่งนั้น ทีมงานของบริษัทและทีมงานพัฒนาได้ทำการวัดเทียบเคียงสมรรถนะกับบริษัทคู่แข่ง(Competitive Benchmarking) พิจารณาจากหลักเกณฑ์ ดังนี้

1) บริษัทคู่แข่งจัดอยู่ในระดับชั้นนำของกลุ่มอุตสาหกรรมตู้แช่โชว์สินค้า

2) บริษัทคู่แข่งผลิตสินค้าสำหรับกลุ่มลูกค้าคือ ร้านสะดวกซื้อและห้างสรรพสินค้า ภายในประเทศ

3) บริษัทคู่แข่งผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง

จากเกณฑ์ในการพิจารณาเทียบเคียงสมรรถนะกับบริษัทคู่แข่ง ทำให้ได้บริษัทคู่แข่ง 1 รายที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมดคือ บริษัทคู่แข่ง F

4.2.2 การรวบรวมประเด็นความต้องการ

จากการสอบถามชำนาญการในส่วนของฝ่ายการตลาด ฝ่ายบริการ และฝ่ายออกแบบ รวมทั้งการศึกษาข้อมูลของผลิตภัณฑ์และบริการของตู้แช่โชว์สินค้า และข้อมูลจากรายงานวิจัยที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 สามารถสรุปเป็นความต้องการหลักซึ่งเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และบริการได้ทั้งสิ้น 2 ประเด็นความต้องการหลัก โดยแบ่งเป็น 8 กลุ่มตามขอบเขตที่งานวิจัยนี้สนใจ ได้แก่

ตารางที่ 4.1 สรุปรายการความต้องการของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง

กลุ่มความต้องการ	ความต้องการ
1.การทำงาน	ความสะดวกในการใช้สอย
	ประหยัดพลังงาน
	เสียงเงียบ
	การเก็บความเย็น
	การถนอมอาหารแช่แข็งให้สดเป็นเวลานาน
2.ที่เก็บของภายใน	ไม่มีกลิ่น
	มีแสงสว่างสำหรับการมองเห็นสินค้าอย่างชัดเจน
	มีพื้นที่เก็บของมาก
	ปรับเปลี่ยนพื้นที่เก็บของได้ตามความต้องการ
	ที่เก็บของง่ายต่อการใช้และง่ายต่อการมองเห็น

ตารางที่ 4.1(ต่อ) สรุปรายการความต้องการของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง

กลุ่มความต้องการ	ความต้องการ
2.ที่เก็บของภายใน	ทำความสะอาดง่าย
	ภาชนะเก็บของและอื่นๆง่ายต่อการจับและใช้งาน
	พื้นที่เก็บของป้องกันสนิม
3.ประกันคุณภาพ	ทนทานสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา
4.การบริการ	การติดตั้งรวดเร็ว
	ติดตั้งละเอียดสวยงาม ไม่มีเศษวัสดุตกหล่นหน้างาน
	มีสาขาให้บริการใกล้สถานประกอบการของท่าน
	มีตัวแทนจำหน่ายหลายสาขา
	มีบริการหลังการขายที่สะดวกและรวดเร็ว
	ราคาค่าบริการหลังการขายต่ำ
5.บุคลากร	บุคลากรของบริษัทมีอัธยาศัยที่ดีเสมอ
	บุคลากรของบริษัทมีความรู้ในการตอบคำถาม
	บุคลากรของบริษัทเต็มใจให้ความช่วยเหลือลูกค้า
6.ร้านค้า	ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย
	มีขนาดพื้นที่เหมาะสมกับร้านค้า
	สามารถใช้ตกแต่งร่วมกับร้านค้าได้
7.ราคา	ราคาถูก
8.รูปทรงภายนอก	มีจอบอกอุณหภูมิของตู้แช่ตลอดเวลา
	มีสีสันที่แตกต่างกันให้เลือก

4.2.3 การรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม

ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็งด้วยแบบสอบถาม หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD สำหรับแบบสอบถามในกรณีศึกษานี้ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก. ผู้วิจัยได้จัดเตียมแบบสอบถามขึ้นโดยพิจารณากลุ่มผู้ตอบคือ กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย คือ กลุ่มลูกค้าเป้าหมายซึ่งจำหน่ายอาหารแช่แข็งประเภท ร้านสะดวกซื้อ หรือ ห้างสรรพสินค้า ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ภายในประเทศไทย ซึ่งผู้วิจัยทำการสำรวจข้อมูลด้วยวิธีสัมภาษด้วยแบบสอบถาม

4.2.3.1 ลักษณะของแบบสอบถาม กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย

แบบสอบถามที่ 1: สำหรับลูกค้าแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 1 ข้อ เพื่อใช้ในการจำแนกกลุ่มลูกค้าผู้กรอกแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ แบบสอบถามที่ใช้จะเป็นคำถามปลายปิดเป็นหลัก และเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นได้ในประเด็นที่ไม่ปรากฏในแบบสอบถาม จึงได้จัดเตรียมส่วนสำหรับเพิ่มเติมประเด็นความต้องการและแสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรี คำถามจะเป็นแบบให้ผู้ตอบแบบสอบถามระบุระดับความสำคัญของประเด็นความต้องการ

โดยประเด็นความต้องการทั้งหมด 29 ประเด็นนี้จะต้องได้รับการให้คะแนนความสำคัญโดยกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์เพื่อให้สามารถตอบสนองตามประเด็นได้อย่างถูกต้อง โดยผู้ตอบต้องระบุความสำคัญของประเด็นนั้นๆเป็นตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 9 โดยหากเลือก 1 แสดงว่า ไม่มีความสำคัญและไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเลย และหากเลือก 9 แสดงว่า สำคัญและมีผลต่อการตัดสินใจซื้อมากที่สุด การที่ต้องใช้สเกล 1 ถึง 9 ซึ่งแบ่งระดับความสำสัญได้ถึง 9 ระดับเพื่อให้สามารถแยกแยะความแตกต่างแม้เพียงเล็กน้อยของระดับความต้องการได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะสังเกตได้ยากขึ้นหากใช้สเกลที่มีความละเอียดต่ำกว่า

แบบสอบถามที่ 2: สำหรับทีมงานในการพัฒนา QFD มีเนื้อหาดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความพึงพอใจในเชิงเปรียบเทียบกับคู่แข่ง โดยมีประเด็นที่จะเปรียบเทียบกับคู่แข่งทั้งหมด 29 ประเด็น ในส่วนนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไม่เคยจำหน่ายภายในประเทศมาก่อนดังนั้นลูกค้าจึงไม่สามารถเปรียบเทียบความพึงพอใจได้ ดังนั้นทางแบบสอบถามในส่วนนี้จึงให้ทีมงานวิจัย และพัฒนา QFD เป็นผู้ประเมิน

4.2.4 การหาค่าเฉลี่ยจากแบบสำรวจ

แบบสำรวจที่ได้จัดทำขึ้นมีลักษณะเป็นการเลือกให้คะแนน(Ratings) จากข้อมูลที่ได้รับ(Data) สามารถทำการหาค่าที่จะนำมาใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด โดยในที่นี้จะใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูล(Average) ในการสรุปว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูลเชิงจิตพิสัย(Group Judgment) ที่ได้รับการตอบกลับมาจากผู้ตอบแบบสำรวจ วิธีที่ให้ค่าเฉลี่ยที่น่าเชื่อถือ คือการใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต(Geometric Mean) โดยกำหนดให้

$$Geometric\ Mean = \sqrt[N]{N_1 \times N_2 \times N_3 \times ... \times N_n}$$

N = ค่าข้อมูลที่ได้รับจากแบบสอบถาม

1,2,3,…,N = จำนวนข้อมูล

4.2.5 ผลสรุปผลข้อมูลจากแบบสำรวจ

จากแบบสำรวจทั้ง 3 ส่วนที่ได้กล่าวมาแล้วได้ทำการส่งให้กับลูกค้าและทีมงาน พร้อมกับรูปของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการปรับปรุง พบว่าผู้ส่งแบบสำรวจกลับมารวมทั้งหมดในตารางที่ 4.2 รวมแบบสำรวจทั้งหมด 22 แบบสำรวจ โดยดำเนินการหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของข้อมูลที่ได้รับจากการสำรวจ

ตารางที่ 4.2 สรุปจำนวนแบบสอบถามที่ได้รับการสำรวจ

รายละเอียด	จำนวนแบบสอบถาม
ร้านสะดวกซื้อ	20
ห้างสรรพสินค้า	-
ทีมวิจัย และพัฒนา QFD	2
รวมแบบสอบถามทั้งหมด	22

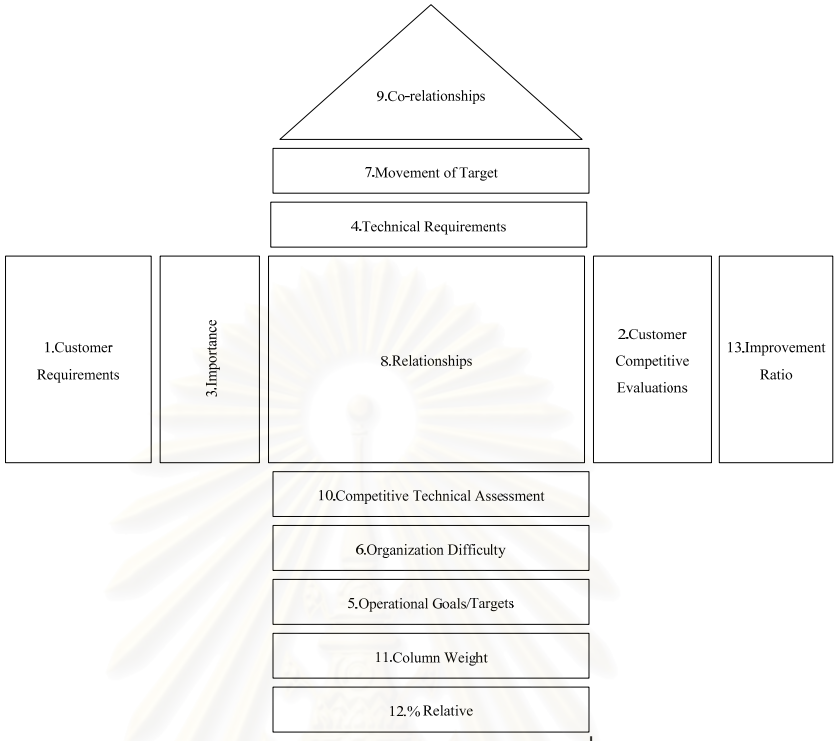
4.3 การดำเนินการวิจัยโดยการใช้เทคนิค QFD แบบ Four-Phases ในการดำเนินงานวิจัย

จากการออกแบบผลิตภัณฑ์และบริการของผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็งรุ่น TRMJ-350X โดยประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เฟสที่ 1-2 อาจเกิดข้อผิดพลาดในกระบวนการออกแบบได้เนื่องจากตู้โชว์สินค้าแช่แข็งรุ่น TRMJ-350X เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีช่วงอุณหภูมิต่ำมากและช่วงอุณภูมิดังกล่าวทางบริษัทกรณีศึกษายังไม่เคยทำการผลิตมาก่อน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิค DFMEA มาประยุกต์ใช้ในการค้นหาปัญหาที่แท้จริงของกระบวนการออกแบบ สาเหตุของปัญหา ความรุนแรงและโอกาสของปัญหาที่จะเกิดขึ้นพร้อมทั้งระดมสมองในการหาแนวทางในการแก้ปัญหาป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหานั้นๆและเพื่อป้องกันความล้มเหลวต่อแผนการออกแบบ และเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบผลิตภัณฑ์และบริการ จากขั้นตอนของ QFD ในเฟสที่ 1-2

4.3.1 Product Planning Matrix: Matrix I

การดำเนินงานวิจัยด้วยเทคนิค QFD เมตริกที่ 1 ในขั้นตอนนี้จะทำการแปลงความต้องการของลูกค้า (Customer Requirements) ที่ได้รับข้อมูลจากการวิจัยตลาดให้อยู่ในรูปของความต้องการเชิงเทคนิค (Technical Requirements) เพื่อใช้ในการออกแบบข้อกำหนดต่างๆ ที่มี

ผลต่อการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็งให้เกิดความพึงพอใจกับลูกค้ามากยิ่งขึ้น โดยส่วนประกอบของการวางแผนผลิตภัณฑ์ของเมตริกที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 4.1 ได้ดังนี้



รูปที่ 4.1 ส่วนประกอบของการวางแผนผลิตภัณฑ์ของเมตริกที่ 1 (Product Planning Matrix)

4.3.1.1 ขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกที่ 1 ในการดำเนินงานวิจัย

1) ความต้องการลูกค้า (Customer Requirements) ได้มาจากการวิจัยตลาดว่าสิ่งที่ลูกค้าคาดหวังที่จะได้รับจากผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้าคืออะไร แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.3

2) การวิเคราะห์คู่แข่ง (Competitive Evaluation) ประกอบด้วยคะแนนที่แสดงถึงระดับความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็งในปัจจุบันของบริษัท(Current Satisfaction Performance) และระดับคะแนนบริษัทคู่แข่ง (Competitor Satisfaction Performance) โดยทีมงานในการพัฒนา QFD ได้ทำการประเมินแบบสอบถามที่ 2 ในภาคผนวก ก. ทางทีมงานพัฒนาของบริษัทได้ใช้เกณฑ์ระดับความสำคัญเป้าหมายของผลิตภัณฑ์ที่ต้องพัฒนา จากระดับคะแนนของคู่แข่งที่ได้รับระดับคะแนนที่สร้างความพึงพอใจให้กับลูค้ามากที่สุดเป็นตัวเปรียบเทียบในการพัฒนา โดยถือว่าระดับคะแนนนั้น เป็นคะแนนที่จะสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า และผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า ที่พัฒนาจะสามารถแข่งขันกับบริษัทคู่แข่งได้ ผลสรุปของคะแนนระดับความพึงพอใจได้แสดงในตารางที่ 4.3

3) ระดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง (Importance Level) เป็นค่าความสำคัญที่ลูกค้าให้แก่ความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อว่า

เป็นอย่างไร ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้รับจากแบบสอบถามแบบที่ 1 ในภาคผนวก ก. ผลสรุปคะแนนระดับความสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สรุปคะแนนระดับความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง ค่าเป้าหมายของการพัฒนา และระดับความสำคัญของความต้องการแต่ละข้อ

ลำดับ	ประเด็นความต้องการของลูกค้า	ระดับความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง		ค่าเป้าหมายในการพัฒนา	ระดับความสำคัญ
		บริษัทตัวอย่าง	บริษัทคู่แข่ง F		
1	ความสะดวกในการใช้สอย	1.5	4	4	9.00
2	การเก็บความเย็น	3	4	4	8.80
3	ประหยัดพลังงาน	3	2	3	8.80
4	การถนอมอาหารแช่แข็งให้สดเป็นเวลานาน	3	4	4	8.74
5	ทนทานสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา	3.5	4	4	8.63
6	บุคลากรของบริษัทเต็มใจให้ความช่วยเหลือลูกค้า	3	3	3	8.42
7	ไม่มีกลิ่น	4	4	4	8.37
8	พื้นเก็บของป้องกันสนิม	3	3	3	8.35
9	บุคลากรของบริษัทมีความรู้ในการตอบคำถาม	4	3	4	8.24
10	มีบริการหลังการขายที่สะดวกและรวดเร็ว	3	3	3	7.98
11	มีพื้นที่เก็บของมาก	3	3	3	7.88
12	ราคาค่าบริการหลังการขายต่ำ	3	3	3	7.88
13	มีสาขาให้บริการใกล้สถานประกอบการของท่าน	2	4	4	7.84
14	มีขนาดพื้นที่เหมาะสมกับร้านค้า	4	3.5	4	7.78
15	บุคลากรของบริษัทมีอัธยาศัยที่ดีเสมอ	3	4	4	7.73
16	มีจอบอกอุณหภูมิของตู้แช่ตลอดเวลา	2	4	4	7.83
17	ทำความสะอาดง่าย	4	4	4	7.71
18	ติดตั้งละเอียดสวยงาม ไม่มีเศษวัสดุตกหล่นหน้างาน	4	4	4	7.72
19	ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	4	3	4	7.71
20	ราคาถูก	4	2	4	7.97
21	เสียงเงียบ	3	3	3	7.69

ในการคัดเลือกประเด็นความต้องการเพื่อเข้าสู่ QFD ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกประเด็นความต้องการที่มีระดับความสำคัญมากกว่าค่าเฉลี่ยของทั้ง 29 ประเด็นเพื่อให้สามารถสนองความต้องการในประเด็นที่มีความสำคัญมากกว่าก่อน โดยคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 29 ประเด็นเท่ากับ 7.68 ดังนั้นประเด็นความต้องการในลำดับที่ 1-21 จะนำไปใช้กับเทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพต่อไป

4) ความต้องการเชิงเทคนิค (Technical Requirements) เป็นข้อมูลเชิงเทคนิคที่จะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า โดยได้มาจากทีมผู้ผลิตและทีมพัฒนาของบริษัท ซึ่งได้ทำการสรุปความต้องการเชิงเทคนิค รวมถึงรายละเอียดของความต้องการเชิงเทคนิคไว้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สรุปรายละเอียดของความต้องการเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สิค้าแช่แข็ง

ความต้องการเชิงเทคนิค	รายละเอียด
1.ความดังของเสียงด้านหน้าตู้แช่	ความดังของตู้แช่ด้านหน้า โดยหน่วยวัดเป็นเดซิเบล
2.ช่วงอุณหภูมิที่ใช้งาน	ช่วงอุณหภูมิการทำงานของตู้แช่ โดยหน่วยวัดเป็น ^0C
3.ความแปรผันของอุณหภูมิ	ความแปรผันของอุณหภูมิ โดยหน่วยวัดเป็น ^0C
4.ประสิทธิภาพความจุของตู้	(ปริมาตรความจุสุทธิที่ใช้งานได้จริง/ ด้วยปริมาตรความจุรวม)*100 โดยหน่วยวัดเป็น %
5.ระบบไฟที่ใช้ภายในตู้	เป็นระบบไฟที่ใช้ภายในตู้มีหน่วยวัดเป็น Vol.
6.ประกันCompressor,ชิ้นส่วนต่างๆ (Parts)ภายในเวลา	เป็นระยะเวลาการประกันคอมเพรสเซอร์ และชิ้นส่วนต่างๆโดยหน่วยวัดเป็น ปี
7.ประกันค่าแรงงานซ่อมฟรีภายในระยะเวลา	เป็นระยะเวลาการประกันค่าแรงงานซ่อมฟรีโดยหน่วยวัดเป็น ปี
8.ความ กว้าง*ลึก*สูง ของตู้	ขนาดความกว้าง ลึก สูงของตู้โดยมีหน่วยวัดเป็น ม.ม.
9.เวลาการถอดประกอบโครงตู้แช่ภายนอก	เป็นเวลาเฉลี่ยในการถอดประกอบโครงตู้แช่ โดยหน่วยวัดเป็นนาที
10.จำนวนจอบอกอุณหภูมิภายใน	เป็นจำนวนจอแสดงอุณหภูมิภายในตู้แช่ โดยหน่วยวัดเป็นจอ
11.น้ำหนักของตู้	ขนาดน้ำหนักรวมสุทธิของตู้แช่ โดยหน่วยวัดเป็นก.ก.
12.ต้นทุนการผลิต	เป็นต้นทุนในการผลิตมีหน่วย บาท
13.คะแนนประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของเจ้าหน้าที่	คะแนนประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของเจ้าหน้าที่โดยให้ลูกค้าเป็นผู้ประเมิน โดยหน่วยวัดเป็นคะแนน

ตารางที่ 4.4 สรุปรายละเอียดของความต้องการเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง (ต่อ)

ความต้องการเชิงเทคนิค	รายละเอียด
14.คะแนนประเมินความรู้หลังจากอบรมให้แก่เจ้าหน้าที่	คะแนนทดสอบความรู้หลังจากการอบรมให้แก่เจ้าหน้าที่ โดยหน่วยวัดเป็น คะแนน
15.จำนวนสาขาที่ให้บริการ	เป็นจำนวนสาขาที่ให้บริการ โดยมีหน่วยวัดเป็นสาขา
16.การใช้กระแสไฟ	เป็นการใช้กระแสไฟฟ้าต่อวัน โดยมีหน่วยเป็นหน่วยต่อวัน
17.ชนิดของวัสดุที่ใช้ในการทำตู้แช่	เป็นชนิดของวัสดุที่ใช้ทำตู้แช่เพื่อป้องกันสนิมโดยหน่วยวัดเป็นชนิดวัสดุ

5) เป้าหมายของความต้องการเชิงเทคนิค (Operation Goals of Technical Requirements) คือ การกำหนดเป้าหมายของความต้องการเชิงเทคนิคแต่ละข้อว่ามีเป้าหมายเป็นอย่างไร สรุปรายละเอียดดังตารางที่ 4.5

จากรูปที่ 4.2 แผนผัง QFD เมตริกที่ 1 ความต้องการลูกค้าด้านราคาถูกมีความสัมพันธ์กับความต้องการทางเทคนิคคือ ต้นทุนในการผลิต ซึ่งไม่สามารถเปิดเผยได้ ดังนั้นความต้องการเชิงเทคนิคจึงไม่สามารถระบุค่าได้ และไม่นำไปคิดค่าต่อไป

การใช้กระแสไฟเนื่องจากอยู่ในช่วงอุณหภูมิการทำงานคนละอุณหภูมิจึงไม่สามารถเปรียบเทียบค่าได้จึงใช้สัญลักษณ์ “ - ” แต่สามารถใช้ในการกำหนดค่าเป้าหมายได้

ประสิทธิภาพความจุของตู้ได้จาก (ปริมาตรความจุสุทธิ /ปริมาตรความจุรวม)*100 แต่เนื่องจากมีความหนาของฉนวนกันความร้อนไม่เท่ากัน เพราะคนละช่วงอุณหภูมิจึงไม่สามารถเปรียบเทียบค่าได้ แต่สามารถใช้กำหนดค่าเป้าหมายได้เช่นกัน

6) ระดับความยากในการพัฒนาความต้องการเชิงเทคนิค (Degree of Organization Difficulty) เป็นดัชนีที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ว่าในการพัฒนาตามความต้องการเชิงเทคนิคในแต่ละข้อมีระดับความยากมากน้อยเพียงใด โดยคำนึงถึงข้อจำกัดต่างๆ ของบริษัท ซึ่งข้อมูลนี้ได้มาจากการให้ทีมวิจัยและพัฒนา QFD เป็นผู้ประเมิน และผลสรุประดับความยากในการพัฒนาความต้องการเชิงเทคนิค สรุปดังตารางที่ 4.5

7) ทิศทางสำหรับการพัฒนาเพื่อเป้าหมาย (Movement of Target) คือ การกำหนดทิศทางในการเคลื่อนไหวของเป้าหมายว่าจะมีความเป็นไปได้ในลักษณะใดใน 3 ลักษณะดังต่อไปนี้

แนวโน้มค่าเป้าหมายปรับเพิ่มขึ้น ใช้สัญลักษณ์ ↑ หมายถึง หากสามารถเพิ่มค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ก็ยิ่งดี

แนวโน้มค่าเป้าหมายคงที่ ใช้สัญลักษณ์ ◯ หมายถึง ค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้เดิมดีอยู่แล้ว หากสามารถทำได้ตามเป้าหมายเดิมที่วางไว้ก็สามารถเพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ตามเกณฑ์เหมาะสมและเพียงพอ

แนวโน้มค่าเป้าหมายปรับลดลง ใช้สัญลักษณ์ ↓ หมายถึง หากสามารถลดค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ก็ยิ่งดี

ความสำคัญของการดำเนินทิศทางในการพัฒนาเป้าหมาย เป็นการบ่งชี้ว่าในอนาคตหากสามารถปรับเปลี่ยนในทิศทางที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการพัฒนาในทางที่ดีขึ้นได้ ควรจะดำเนินการต่อไป และผลสรุปของทิศทางสำหรับการพัฒนาเพื่อเป้าหมายแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 สรุปความต้องการเชิงเทคนิคที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ลำดับ	ความต้องการเชิงเทคนิค	ค่าเป้าหมาย	ทิศทางเพื่อการพัฒนา	ระดับความยากในการพัฒนา
1	ความดังของเสียงด้านหน้าตู้แช่	≤ 55 เดซิเบล	↓	3
2	ช่วงอุณหภูมิที่ใช้งาน	≤-20 ถึง -24 ^0C	↓	5
3	ความแปรผันของอุณหภูมิ	3 ^0C	◯	1
4	ประสิทธิภาพความจุของตู้แช่	≥64.5%	↑	5
5	ระบบไฟที่ใช้ภายในตู้	220 โวลต์	↑	3
6	ประกันCompressor,ชิ้นส่วนต่างๆ(Parts)ภายในเวลา	1,1ปี	◯	1
7	ประกันค่าแรงงานซ่อมฟรีภายในระยะเวลา	1ปี	↑	1
8	ความกว้าง,ลึก,สูง ของตู้แช่	584x648x1782 ม.ม.	◯	1
9	เวลาการถอดประกอบโครงตู้ภายนอก	7 นาที	◯	2
10	จำนวนจอบอกอุณหภูมิภายใน	1จอ	↑	3
11	น้ำหนักของตู้แช่	102 กิโลกรัม	◯	1
12	คะแนนประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของเจ้าหน้าที่	คะแนนเต็ม	↑	-
13	คะแนนประเมินความรู้หลังจากอบรมให้แก่เจ้าหน้าที่	คะแนนเต็ม	↑	-
14	จำนวนสาขาที่ให้บริการ	1 สาขา	◯	1
15	การใช้กระแสไฟ	≤14.5 หน่วย/วัน	↓	5
16	ต้นทุนการผลิต	-	↓	-
17	ชนิดของวัสดุที่ใช้ในการทำตู้แช่	เหล็กเคลือบสีกันสนิม	◯	1

8) ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิค (Relationship between Customer Requirements and Technical Requirements) เป็นการระดมความคิดจากทีมพัฒนาของบริษัทถึงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิค โดยตั้งคำถามว่า “ถ้าเราทำการควบคุมความต้องการเชิงเทคนิคดังกล่าว จะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของความต้องการของลูกค้าดังกล่าวหรือไม่ และถ้าควบคุมได้จะสามารถควบคุมได้มากน้อยเพียงใด” คะแนนความสัมพันธ์และผลสรุปของความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิค โดยระดับความสัมพันธ์ที่ใช้เป็นตัวเลข มีความหมายดังนี้

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

จากรูปที่ 4.2 แผนผัง QFD เมตริกที่ 1 สำหรับความต้องการของลูกค้าเกี่ยวกับบุคลากรของบริษัทเต็มใจให้ความช่วยเหลือลูกค้า บุคลากรของบริษัทมีความรู้ในการตอบคำถาม และบุคลากรของบริษัทมีอัธยาศัยที่ดีเสมอ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความต้องการเชิงเทคนิคคือ คะแนนประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของเจ้าหน้าที่ และ คะแนนประเมินความรู้หลังจากอบรมให้แก่เจ้าหน้าที่ ซึ่งในส่วนนี้เองทางบริษัทกรณีศึกษาไม่เคยทำการประเมินคะแนนดังกล่าวมาก่อนจึงใช้สัญลักษณ์ “ - ” แต่ทางผู้วิจัยได้เสนอไว้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงบริการของบริษัทกรณีศึกษา

9) ความสัมพันธ์ร่วมกันของความต้องการเชิงเทคนิค(Co-Relationship of Technical Requirements) เป็นการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของความต้องการทางเทคนิคแต่ละตัวว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งอยู่ส่วนบนสุดของ QFD เมตริก ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่แสดงความสัมพันธ์ทาง “ + ” หรือเสริมกัน และส่วนที่แสดงความสัมพันธ์ “ - ” หรือขัดแย้งกัน โดยมีจุดที่ต้องพิจารณาอย่างระมัดระวัง คือ ในส่วนของความต้องการเชิงเทคนิคที่มีความสัมพันธ์ทางขัดแย้งต่อกัน ซึ่งทีมพัฒนาของบริษัทจะต้องนำข้อมูลความสัมพันธ์เหล่านี้มาพิจารณาประกอบ เพื่อช่วยให้การปรับปรุงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้สัญลักษณ์แสดงระดับความสัมพันธ์ ดังนี้

O หรือ Strong แสดงว่าข้อกำหนดทั้งสองข้อมีความสัมพันธ์กันมาก

X หรือ Week แสดงว่าข้อกำหนดทั้งสองข้อมีความสัมพันธ์กันน้อย

10) การเปรียบเทียบข้อมูลความต้องการเชิงเทคนิคของบริษัทและบริษัทคู่แข่ง (Competitive Technical Assessment) เป็นการเปรียบเทียบด้วยการทดสอบ เพื่อวัดผลของข้อมูลทางเทคนิคแต่ละข้อของบริษัทตัวอย่างและบริษัทคู่แข่ง แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 สรุปการเปรียบเทียบข้อมูลความต้องการเชิงเทคนิคระหว่างบริษัทและบริษัทคู่แข่ง

ความต้องการเชิงเทคนิค	ค่าเป้าหมาย	ความสามารถของบริษัทในการพัฒนาสู่เป้าหมาย	
		บริษัทตัวอย่าง	บริษัท F
1.ความดังของเสียงด้านหน้าตู้แช่	≤55 เดซิเบล	60 เดซิเบล	55 เดซิเบล
2.ช่วงอุณหภูมิที่ใช้งาน	≤-20 ถึง -25 ^0C	0 ถึง 10 ^0C	-20ถึง-24 ^0C
3.ความแปรผันของอุณหภูมิ	3 ^0C	3 ^0C	3 ^0C
4.ประสิทธิภาพความจุของตู้แช่	≥64.5%	70%	64.5%
5.ระบบไฟที่ใช้ภายในตู้	220 โวลต์	100 โวลต์	220 โวลต์
6.ประกันCompressor ชิ้นส่วนต่างๆ(Parts)ภายในเวลา	1,1 ปี	1,1 ปี	1,1 ปี
7.ประกันค่าแรงงานซ่อมฟรีภายในระยะเวลา	1 ปี	0.5 ปี	1 ปี
8.ความกว้าง ลึก สูง ของตู้	584x648x1782มม.	584x648x1782มม.	670x672x1980 มม.
9. เวลาการถอดประกอบโครงตู้ภายนอก	7 นาที	7 นาที	9 นาที
10.จำนวนจอบอกอุณหภูมิภายใน	1 จอ	0 จอ	1 จอ
11.น้ำหนักของตู้	102 กิโลกรัม	102 กิโลกรัม	123 กิโลกรัม
12.คะแนนประเมินความพึงพอใจในการให้บริการ จนท.	คะแนนเต็ม	-	-
13.คะแนนประเมินความรู้หลังจากอบรมให้แก่เจ้าหน้าที่	คะแนนเต็ม	-	-
14.จำนวนสาขาที่ให้บริการ	1 สาขา	1 สาขา	1 สาขา
15.การใช้กระแสไฟ	≤14.5 หน่วย/วัน	-	14.5
16.ต้นทุนการผลิต	-	-	-
17.ชนิดของวัสดุที่ใช้ในการทำตู้แช่	เหล็กเคลือบสีกันสนิม	เหล็กเคลือบสีกันสนิม	เหล็กเคลือบสีกันสนิม

11) ค่าระดับน้ำหนัก (Column Weights) เป็นการหาค่าควาวสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิคแต่ละตัวจากผลรวมของผลคูณระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความต้องการเชิงเทคนิค(Relationships Between Customer Requirements and

Technical Requirements) กับระดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้า(Importance Level)

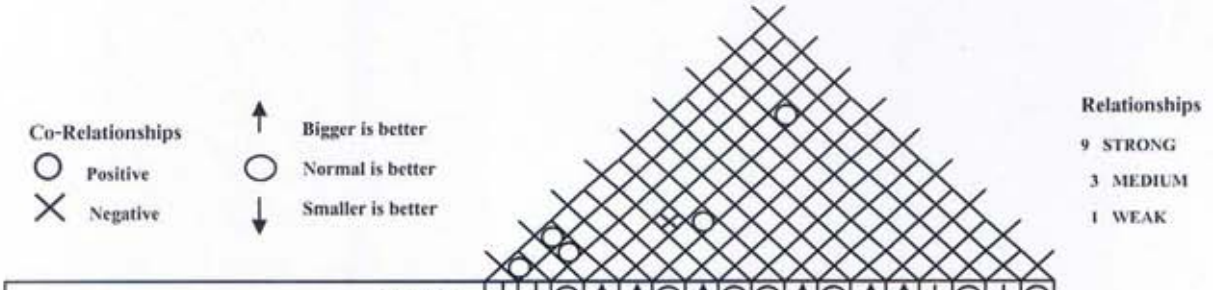
12) ลำดับความสำคัญโดยการเปรียบเทียบ (Technical Importance Relative Weight) เป็นการหาสัดส่วนของลำดับความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิคในแต่ละข้อกำหนดเทียบกับความต้องการเชิงเทคนิคทั้งหมดให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์

13) ค่าอัตราส่วนการปรับปรุง (Improvement Ratio) เป็นเป้าหมายในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า เป็นอัตราส่วนที่ได้มาจากการเอาระดับความสำคัญเป้าหมายของผลิตภัณฑ์ที่ต้องพัฒนา หารด้วยระดับความพึงพอใจที่ลูกค้ามีต่อผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็งของบริษัทตัวอย่าง

4.3.1.2 แผนผัง QFD เมตริกที่ 1

จากขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกที่ 1 ที่ได้กล่าวมาข้างต้นในหัวข้อ 4.3.1.1 ดังนั้นแผนผัง QFD เมตริกที่ได้รับ แสดงดังรูปที่ 4.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

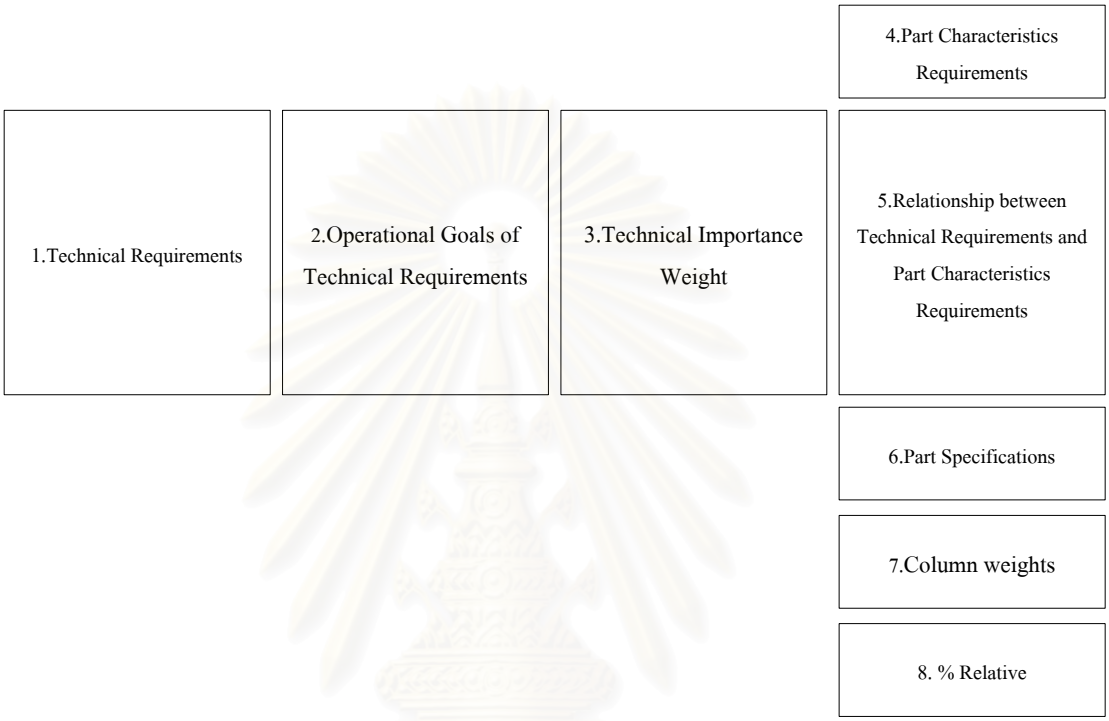


	TARGET		↓	↓	○	↑	↑	○	↑	○	○	○	↑	○	↑	↑	↓	○	↓	○								
	Technical requirements / Customer requirements	Importance	ความห่างของเสียงจากหน้าผู้ปฏิบัติ	ช่วงคลื่นที่ใช้งาน	ความแม่นยำของอุณหภูมิ	ประสิทธิภาพความดูดของตู้	ระบบที่ใช้งานในตู้	ประสิทธิภาพของCompressor,ชิ้นส่วนต่างๆ(Parts)ภายในตลอดเวลา	ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องในระยะเวลา	ความสูง,ลึก,กว้างของตู้	ความสามารถของประตูกระจกผู้ใช้งานจากภายนอก	จำนวนของชั้นวางอุณหภูมิภายใน	น้ำหนักของตู้	คะแนนประเมินความพึงพอใจในการใช้บริการ จากผู้ใช้งาน	คะแนนประเมินความรู้สึกของผู้ใช้งานที่มีต่อการบริการ	ต้นทุนการผลิต	จำนวนสาขาที่ให้บริการ	การใช้กระแสไฟ	หน่วยวัดคุณภาพของวัสดุที่ใช้ในการผลิตตู้	Company A	Company F	Goals	Improvement ratio
การทำงาน	ความสะดวกในการใช้สอย	9.00					9														1.5	4	4	2.7
	ประหยัดพลังงาน	8.80		9	3														9		3	2	3	1
	เสียงเงียบ	7.69	9																		3	3	3	1
	ควบคุมความชื้น	8.80		3	3																3	4	4	1.3
	ควบคุมอุณหภูมิได้สม่ำเสมอ	8.74		9	9																3	4	4	1.3
ที่เก็บของภายใน	ไม่มีกลิ่น	8.37			3																4	4	4	1
	มีพื้นที่เก็บของมาก	7.88				9															3	3	3	1
	ทำความสะอาดง่าย	7.71									9										4	4	4	1
	พื้นที่เก็บของป้องกันสนิม	8.35																		9	3	3	3	1
คุณภาพ	ทนทานสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา	8.63						9	9												3.5	4	4	1.1
การบริการ	ติดตั้งละเอียดสวยงาม ไม่มีเศษวัสดุตกหล่นหน้างาน	7.72												9	3						4	4	4	1
	มีสาขาให้บริการใกล้สถานประกอบการของท่าน	7.84															9				2	4	4	2
	มีบริการหลังการขายที่สะดวกและรวดเร็ว	7.98									9						3				3	3	3	1
	ราคาค่าบริการหลังการขายต่ำ	7.88						9	9												3	3	3	1
บุคลากร	บุคลากรของบริษัทมีอัธยาศัยที่ดีเสมอ	7.73												9	9						3	4	4	1.3
	บุคลากรของบริษัทมีความรู้ในการตอบคำถาม	8.24												3	9						4	3	4	1
	บุคลากรของบริษัทเต็มใจให้ความช่วยเหลือลูกค้า	8.42												9	3						3	3	3	1
ร้านค้า	ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	7.71								9			9								4	3	4	1
	มีขนาดพื้นที่เหมาะสมกับร้านค้า	7.78								9											4	3.5	4	1
ราคา	ราคาถูก	7.97														9					4	2	4	1
ภายนอก	มีจอแสดงอุณหภูมิของตู้แช่ตลอดเวลา	7.83										9									2	4	4	2
Competiveve technical Assessment	Data: Company A		60	0 ถึง 10	3	70	100	1,1	0.5	584x648x1782	7	0	102	-	-	-	1	-	กล็อกซ์ละลิตินสม่ำเสมอ				
	Company F		55	-20 ถึง -24	3	64.5	220	1,1	1	670x672x1980	9	1	123	-	-	-	1	14.5	กล็อกซ์ละลิตินสม่ำเสมอ				
	Measuring Unit		decibels	๕	๕	%	โวลต์	ปี	ปี	มม.	นาที	๑๑	ก.ก.	ตะแกรง	ตะแกรง	บาท	สาขา	หน่วยวัน	ชนิดวัสดุ					
Organizational Difficulty			3	5	1	5	3	1	1	1	2	3	1	-	-	-	1	5	1					
Operational goals/Targets			≤ 55	-20 ถึง -24	3	≥ 64.5	220	1,1	1	584x648x1782	7	1	102	ตะแกรงเต็ม	ตะแกรงเต็ม	-	1	≤ 14.5	กล็อกซ์ละลิตินสม่ำเสมอ				
Our product weight			69	184	157	71	81	149	149	139	141	71	69	240	192	72	95	79	75					
% Relative			3.4	9.1	7.7	3.5	4	7.3	7.3	6.9	6.9	3.5	3.4	11.8	9.5	3.5	4.7	3.9	3.7					

รูปที่ 4.2 เมตริกการวางแผนผลิตภัณฑ์ (Product Planning Matrix)

4.3.2 Phase 2: Product Design Matrix: Matrix II

QFD Matrix ที่ 2 คือ Product Design Matrix ซึ่งเป็นเมตริกที่แปลงความต้องการเชิงเทคนิค (Technical Requirement) ให้อยู่ในรูปของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ (Part Characteristic Requirements) โดยมีส่วนประกอบของการออกแบบของเมตริกที่ 2 แสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ส่วนประกอบของการออกแบบผลิตภัณฑ์ของเมตริกที่ 2 (Product Design Matrix)

4.3.2.1 ขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกที่ 2

1) ความต้องการเชิงเทคนิค (Technical Requirement) ได้มาจากส่วนที่ 4 ของหัวข้อที่ 4.3.1.1 ของเมตริกที่ 1 โดยนำมาจัดลำดับความสำคัญและใช้เป็น Input ในเมตริกที่ 2 ซึ่งจะทำการแปลงความต้องการเชิงเทคนิค(Technical Requirement) ที่ได้มาจากการทำ QFD เมตริกที่ 1 ให้อยู่ในรูปของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ(Part Characteristic Requirements) ทั้งหมด 21 หัวข้อที่มีทิศทางสำหรับการพัฒนาเพื่อเป้าหมาย(Movement Of Target) ที่ต้องปรับลดลงและปรับเพิ่มขึ้น เพื่อที่จะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.7 ส่วน 8 หัวข้อที่ไม่ทำการศึกษาเนื่องจากมีทิศทางสำหรับการพัฒนาเพื่อเป้าหมายดีอยู่แล้ว แต่หลังจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ความต้องการเชิงเทคนิคทั้ง 8 หัวข้อที่ไม่ทำการศึกษาต้องมีความสามารถที่ไม่เปลี่ยนแปลง

2) เป้าหมายของความต้องการเชิงเทคนิค (Operation Goals of Technical Requirement) ได้มาจากส่วนที่ 5 ของหัวข้อที่ 4.3.1.1

3) ระดับน้ำหนักความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิค (Technical Importance Weights) ได้มาจากส่วนที่ 12 คือการจัดลำดับความสำคัญโดยการเปรียบเทียบของความต้องการเชิงเทคนิค (Technical Importance Relative Weight) ในเมตริกที่ 1 โดยที่ทำการแปลงค่าที่ได้ให้อยู่ในรูปของ Scale 1-9 ตารางที่ 4.7 แสดงระดับน้ำหนักความสำคัญของความมต้องการเชิงเทคนิคที่ได้รับ โดยเรียงตามลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อย

ตารางที่ 4.7 สรุประดับน้ำหนักความต้องการเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็งรุ่น TRM-J350X

ความต้องการเชิงเทคนิค	% Relative	ระดับน้ำหนักความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิค
1.คะแนนประเมินความพึงพอใจในการให้บริการของเจ้าหน้าที่	11.8	9.00
2.คะแนนประเมินความรู้หลังจากอบรมให้แก่เจ้าหน้าที่	9.5	7.22
3.ช่วงอุณหภูมิที่ใช้งาน	9.1	6.92
4.ความแปรผันของอุณหภูมิ	7.7	5.88
5.ประกันCompressor ชิ้นส่วนต่างๆ(Parts)ภายในเวลา	7.3	5.58
6.ประกันค่าแรงงานซ่อมฟรีภายในระยะเวลา	7.3	5.58
7. เวลาการถอดประกอบโครงตู้ภายนอก	6.9	5.30
8.ความกว้าง ลึก สูง ของตู้	6.9	5.24
9.จำนวนสาขาที่ให้บริการ	4.7	3.55
10.ระบบไฟที่ใช้ภายในตู้	4.0	3.04
11.การใช้กระแสไฟ	3.9	2.98
12.ชนิดของวัสดุที่ใช้ในการทำตู้แช่	3.7	2.82
13.ต้นทุนการผลิต	3.5	2.7
14.ประสิทธิภาพความจุของตู้แช่	3.5	2.66
15.จำนวนจอบอกอุณหภูมิภายใน	3.4	2.65
16.น้ำหนักของตู้	3.4	2.61
17.ความดังของเสียงด้านหน้าตู้แช่	3.4	2.60

4) ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ (Part Characteristic Requirement) คือ ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ ซึ่งได้มาจากการระดมสมองของทีมงาน เป็นการแปลงความต้องการทางเทคนิคเข้าสู่ตัวผลิตภัณฑ์ สามารถวัดค่าได้และสามารถตอบสนองต่อความต้องการเชิงเทคนิค โดยความต้องการเชิงเทคนิค 1 ข้อ อาจสัมพันธ์กับข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของชิ้นส่วนได้มากกว่า 1 ข้อ

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

จากรูปที่ 4.4 แผนผัง QFD เมตริกที่ 2 ด้านการใช้กระแสไฟ และประสิทธิภาพความจุ ไม่มีความสัมพันธ์กับข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ เนื่องจากในการพัฒนาการใช้กระแสไฟมีต้นทุนและระยะเวลาในการพัฒนาค่อนข้างสูง ส่วนพัฒนาประสิทธิภาพความจุของตู้เนื่องจากมีผลกระทบให้ต้องเปลี่ยนขนาดของตู้ใหม่ซึ่งมีต้นทุนที่สูงในการพัฒนา จากปัญหาด้านต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นดังนั้นทางบริษัทกรณีศึกษาจึงไม่พัฒนาความต้องการเชิงเทคนิคทั้งสอง แต่ในงานวิจัยได้เสนอไว้เพื่อให้ทางบริษัทกรณีศึกษาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

6) ข้อกำหนดคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละส่วน (Part Specification) เป็นการกำหนดเป้าหมายของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบแต่ละตัวว่ามีคุณสมบัติเป็นอย่างไร โดยการระดมความคิดของทีมวิจัยและพัฒนาQFD เป็นผู้กำหนดค่าเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 สรุปรายละเอียดของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ

รายการของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ	ค่าเป้าหมาย
1.พัฒนาและปรับปรุงระบบไฟ Compressor	220 โวลต์
2.พัฒนาและปรับปรุงระบบไฟของชุดพัดลม Condenser	220 โวลต์
3.พัฒนาและปรับปรุงระบบไฟของชุดพัดลม Evaporator	220 โวลต์
4.พัฒนาและปรับปรุงความหนาของฉนวนกันความร้อน	61.2 มม.
5.พัฒนาและปรับปรุงชนิดของสารทำความเย็น	R-404A
6.พัฒนาและปรับปรุงเสียงการทำงานของ Compressor	55 Decibels
7.พัฒนาและปรับปรุงจำนวนจอแสดงอุณหภูมิ	1 จอ
8.ความสามารถในการคัดเลือกบุคลากร	มีคุณสมบัติครบ
9.ประสิทธิภาพในการฝึกอบรมบุคลากร	ทุกคนได้รับการฝึกอบรม
10.พัฒนาและปรับปรุงระยะเวลาประกันค่าแรง	1 ปี
11.พัฒนาและปรับปรุงแรงม้าของ Compressor	N/A
12.พัฒนาและปรับปรุงความเร็วรอบของชุดพัดลม Condenser	N/A
13.พัฒนาและปรับปรุงปริมาณสารทำความเย็น	N/A
14.พัฒนาและปรับปรุงพื้นที่การระบายความร้อนของCondenser	N/A
15.พัฒนาและปรับปรุงพื้นที่การแลกเปลี่ยนความร้อนของ Evaporator	N/A

หมายเหตุ N/A คือค่าที่ในอดีตเกิดข้อบกพร่องของการออกแบบบ่อยส่งผลให้ต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนเหล่านี้อยู่บ่อยครั้ง

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

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

4.3.2.2 แผนผัง QFD เมตริกที่ 2 ที่ได้รับ

จากขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกที่ 2 ที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.3.2.1 ดังนั้นแผนผัง QFD เมตริกที่ได้รับจะแสดงในรูปที่ 4.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Part Characteristic Requirements

Technical requirements	Targets	Technical Importance	ความสามารถในการคัดเลือกบุคลากร	ประสิทธิภาพในการฝึกอบรมบุคลากร	พัฒนาและปรับปรุงความหนาของฉนวนกันความร้อน	พัฒนาและปรับปรุง แรงม้าของ Compressor	พัฒนาและปรับปรุงระยะเวลาการประกันค่าแรงงาน	พัฒนาและปรับปรุงจำนวนจอบอกอุณหภูมิ	พัฒนาและปรับปรุงระบบไฟภายในของชุดพัดลม Evaporator	พัฒนาและปรับปรุงระบบไฟภายในของชุดพัดลม Condenser	พัฒนาและปรับปรุงระบบไฟภายในของ Compressor	พัฒนาและปรับปรุงพื้นที่การระบายความร้อนของCondenser	พัฒนาและปรับปรุงชนิดของสารทำความเย็น	พัฒนาและปรับปรุงปริมาณสารทำความเย็น	พัฒนาและปรับปรุงเสียงการทำงานของ Compressor	พัฒนาและปรับปรุงความเร็วรอบของชุดพัดลม Condenser	พัฒนาและปรับปรุงพื้นที่การแลกเปลี่ยนความร้อนของ Evaporator
คะแนนประเมินความพึงพอใจในการให้บริการ จนท.	คะแนนเต็ม	9.00	9	9													
คะแนนประเมินความรู้หลังจากอบรมให้แก่เจ้าหน้าที่	คะแนนเต็ม	7.22		9													
ช่วงอุณหภูมิที่ใช้งาน	-20ถึง-24 °C	6.92			9	9						9	9	9		3	9
ประกันค่าแรงงานซ่อมฟรีภายในระยะเวลา	1 ปี	5.58					9										
ระบบไฟที่ใช้ภายในตู้	220โวลต์	3.04							9	9	9						
การใช้กระแสไฟ	≤14.5 หน่วย/วัน	2.98															
ประสิทธิภาพความจุของตู้	≥ 64.50%	2.66															
จำนวนจอบอกอุณหภูมิภายใน	1 จอ	2.65						9									
ความดังของเสียงด้านหน้าตู้แช่	≤ 55 Decibels	2.60				9									9	1	
			บุคลากรมีคุณสมบัติครบตามต้องการ	บุคลากร 100% ได้รับการอบรม	61.2 มม.	N/A	ประกันค่าแรงงาน 1 ปี	1 จอ	220 Vol.	220 Vol.	220 Vol.	N/A	R 404-A	N/A	55 decibels	N/A	N/A
	Column Weights		81.0	146.0	62.3	85.7	50.2	23.8	27.4	27.4	27.4	62.3	62.3	62.3	23.4	23.4	62.3
	% Relative		9.79	17.65	7.53	10.36	6.07	2.88	3.31	3.31	3.31	7.53	7.53	7.53	2.83	2.82	7.53

รูปที่ 4.4 เมตริกการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design Matrix)

4.4 สรุปท้ายบท

เนื้อหาในบทนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เพื่อกำหนดวิธีการออกแบบผลิตภัณฑ์และบริการของตู้โชว์สินค้าแช่แข็งให้รับความต้องการลูกค้ามากที่สุด

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเริ่มตั้งแต่การประชุมทีมระหว่างฝ่ายผลิต ฝ่ายตรวจสอบคุณภาพและฝ่ายการตลาดของบริษัท เพื่อนำเสนอเทคนิค QFD ให้ทีมงานทราบ หลังจากนั้นฝ่ายการตลาดจะร่วมกันกำหนดความต้องการของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง ฝ่ายผลิตและฝ่ายตรวจสอบคุณภาพจะร่วมกันกำหนดความต้องการเชิงเทคนิค ซึ่งทั้ง 2 ประเด็นนี้เป็นสิ่งที่สำคัญในการทำ QFD เมตริกที่ 1 คือ Product Planning Matrix ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนแบ่งทางการตลาดในตลาดอาหารแช่แข็งในปัจจุบันมีมากที่สุด 1 ราย

สิ่งที่ได้รับจาก QFD เมตริกที่ 1 คือความต้องการเชิงเทคนิคของผลิตภัณฑ์ที่บริษัทจะต้องมีการพัฒนาทั้งหมด 7 รายการจากทั้งหมด 17 รายการ

ขั้นตอนต่อไปคือ การนำสิ่งที่ได้รับจากเมตริกที่ 1 มาทำ QFD เมตริกที่ 2 คือ Product Design Matrix ซึ่งเมตริกนี้จะทำการแปลงความต้องกาเชิงเทคนิคที่ได้รับกับมาจาก QFD เมตริกที่ 1 ให้อยู่ในรูปของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ

สิ่งที่ได้รับจาก QFD เมตริกที่ 2 คือ ทำให้ทราบถึงการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์และบริการในส่วนไหนที่จะตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ และในเบื้องต้นพบว่าต้องพัฒนาและปรับปรุงระบบไฟของ Compressor ชุดพัดลม Evaporator ชุดพัดลม Condenser ให้มีระบบไฟ 220 โวลต์ เพิ่มความหนาของฉนวนกันความร้อนเป็น 61.2 มม. เปลี่ยนชนิดของสารทำความเย็นเป็น R404-A การเลือกเสียงการทำงาน Compressor ต้องไม่เกิน 55 เดซิเบล เพิ่มจอแสดงอุณหภูมิจำนวน 1 จอ การคัดเลือกบุคลากรเข้าทำงานในบริษัทต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามต้องการ ในการฝึกอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องต้องเข้าฝึกอบรมทุกคน เพิ่มระยะเวลาการประกันค่าแรงงานเป็น 1 ปี ในชิ้นส่วนอื่นที่ใช้สัญลักษณ์ N/A คือค่าที่ผู้ชำนาญการของบริษัทกรณีศึกษาใช้ประสบการณ์และความชำนาญในการเทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์รุ่นอื่นเพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือก แต่จากข้อมูลในอดีตพบว่าชิ้นส่วนเหล่านี้มีข้อบกพร่องในการออกแบบสูง ส่งผลให้ต้องมีการปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนี้อยู่เสมอ ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้เทคนิค DFMEA ในบทที่ 5 เพื่อลดความล้มเหลวอันเกิดจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้าต่อไป

บทที่ 5

การประยุกต์ใช้เทคนิค DFMEA กับกรณีศึกษา

จากเนื้อหาในบทที่ 4 หลังจากประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ในเมตริกที่ 1-2 ทำให้ทราบถึงปัจจัยในการตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้า และจากข้อมูลในอดีตพบว่ามีบางปัจจัยที่มีข้อบกพร่องในการออกแบบสูง ส่งผลให้ต้องมีการปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนี้อยู่เสมอ ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้เทคนิค DFMEA (Design Failure Mode and Effect Analysis) มาใช้เป็นแนวทางสำหรับการลดข้อบกพร่องของการออกแบบอันจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต และยังจะเป็นกระบวนการที่จะนำมาประยุกต์ใช้พัฒนาชิ้นส่วนเพื่อตอบสนองต่อความต้องการลูกค้าด้วย โดยการพิจารณาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number) เป็นดัชนีในการชี้วัดความสำเร็จ ผลที่ได้จากกระบวนการประยุกต์กระบวนการ DFMEA ดังกล่าวในบทนี้ จะเป็นตัวชี้วัดในการประเมินผลเปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ และจำนวนชิ้นงานที่ต้องทำการปรับหรือเปลี่ยน ก่อนและหลังทำการวิจัย

5.1 การดำเนินงานวิจัยโดยการใช้เทคนิค DFMEA

จากการศึกษาปัญหาของผลิตภัณฑ์และบริการของผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็งรุ่น TRMJ-350X เพื่อทำการออกแบบ โดยประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เฟสที่ 1-2 อาจเกิดข้อผิดพลาดในกระบวนการออกแบบได้เนื่องจากตู้โชว์สินค้าแช่แข็งรุ่น TRMJ-350X เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีช่วงอุณหภูมิต่ำมากและช่วงอุณภูมิดังกล่าววทางบริษัทกรณีศึกษายังไม่เคยทำการผลิตมาก่อน ดังนั้นนผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิค DFMEA มาประยุกต์ใช้ในการค้นหาปัญหาที่แท้จริงของกระบวนการออกแบบ สาเหตุของปัญหา ความรุนแรงและโอกาสของปัญหาที่จะเกิดขึ้นพร้อมทั้งระดมสมองในการหาแนวทางในการแก้ปัญหา ป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหานั้นๆและเพื่อป้องกันความล้มเหลวต่ออแผนการออกแบบ และเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบผลิตภัณฑ์และบริการ จากขั้นตอนของ QFD ในเฟสที่ 1-2

ก่อนทำการวิเคราะห์ DFMEA ต้องจัดทำตารางคะแนน SOD เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการบ่งบอกช่วงของความรุนแรง(S) โอกาสเกิด (O) และความสามารถในการตรวจจับ (D) ซึ่งตารางทั้ง 3 ตารางนี้ได้มีการออกแบบขึ้นมาเพื่อให้เหมาะสมกับงานออกแบบผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า โดยได้ให้แผนก Design ของตู้แช่โชว์สินค้าในตำแหน่ง MANAGER และ SUPERVISOR เป็นฝ่ายประเมินโดยทำการกลั่นกรองข้อมูล 3 รอบ เพื่อใช้เป็นระดับคะแนนต่าง ๆ ของทั้ง 3 ตาราง

ตารางเกณฑ์การประเมินความรุนแรง (S) สำหรับ DFMEA มีการคิดเกณฑ์ความรุนแรงโดยต้องพิจารณาจาก 2 ส่วน คือ ส่วนที่มีผลกระทบต่อลูกค้าและส่วนที่มีกระทบต่อผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบ

ตารางเกณฑ์การประเมินโอกาสเกิด (O) สำหรับ DFMEA มีการคิดเกณฑ์ความถี่ของจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องทำการเปลี่ยน โดยคิดจากข้อมูลจำนวนที่ต้องเปลี่ยนของชิ้นส่วนที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วนนั้นๆ ซึ่งส่งผลให้ต้องมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นเพื่อให้ได้ตรงตามความต้องการของผู้ออกแบบ ซึ่งคะแนนได้มีการจัดระดับให้เหมาะสมกับ

ตารางเกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจจับ (D) สำหรับ DFMEA ได้มีการนำข้อมูลวิธีการตรวจสอบในปัจจุบันมาพิจารณาและมีการตั้งเกณฑ์ขึ้น

เกณฑ์การให้คะแนนระดับความรุนแรงของผลกระทบ (SEV) สำหรับ DFMEA

ตารางที่ 5.1 เกณฑ์การให้คะแนนระดับความรุนแรงของผลกระทบ (SEV) สำหรับ DFMEA

ผลกระทบ	เกณฑ์	ระดับคะแนน
ร้ายแรง	จัดให้เป็นอันดับภาวะรุนแรงสูงมาก เมื่อข้อบกพร่องด้านศักยภาพนั้นให้อิทธิพลต่อความปลอดภัยในการใช้ผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า และ/หรือเกี่ยวข้องกับความไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ในระเบียบข้อบังคับของทางราชการ นอกจากนี้ยังอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ตู้แช่โชว์สินค้า	10
สูงมาก	ได้แก่กรณีที่ลูกค้าไม่พอใจสูงมาก เมื่อข้อบกพร่องนั้นๆส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้าใช้งานหน้าที่หลักไม่ได้ อาทิเช่น อาจทำให้ตู้แช่หยุดการทำงานโดยที่ไม่มีความเย็นเลย หรือทำงานแต่อุณหภูมิอยู่ในช่วงที่ไม่สามารถใช้งานได้เลย	9
สูง	ได้แก่กรณีที่ลูกค้าไม่พอใจสูงมาก เมื่อข้อบกพร่องนั้นๆส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้าใช้งานหน้าที่หลักไม่ได้ อาทิเช่น อาจทำให้ตู้แช่หยุดการทำงานโดยที่ไม่มีความเย็นเลย หรือทำงานแต่อุณหภูมิอยู่ในช่วงที่ไม่สามารถใช้งานได้เลย	8
สูง	ได้แก่กรณีที่ลูกค้าไม่พอใจสูงมาก เนื่องจากข้อบกพร่องนั้นๆส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้าลดประสิทธิภาพหน้าที่หลักลง อาทิเช่น อาจทำให้ตู้แช่ทำงานแต่ประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลง ทำให้อุณหภูมิอยู่ในช่วงที่ใช้งานไม่ได้ตามที่ระบุไว้	7

ตารางที่ 5.1 เกณฑ์การให้คะแนนระดับความรุนแรงของผลกระทบ (SEV) สำหรับ DFMEA(ต่อ)

ผลกระทบ	เกณฑ์	ระดับคะแนน
ปานกลาง	ข้อบกพร่องนั้นทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พึงพอใจมาก เนื่องจากลูกค้าได้รับความไม่สะดวกสบาย หรือ ได้รับการรบกวนจากข้อบกพร่องนั้น ลูกค้าสามารถสังเกตเห็นความเสื่อมสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์ตู้แช่ นอกจากนั้น ยังอาจเป็นสาเหตุให้ตู้แช่หยุดการทำงาน หรือ ตู้แช่ทำงานแต่ประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลงทำให้ช่วงอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่ใช้งานไม่ได้ตามที่ระบุไว้ และต้องซ่อมแซม	6
ต่ำ	ข้อบกพร่องนั้นทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พึงพอใจน้อย เนื่องจากไม่ได้เป็นหน้าที่หลักในการทำความเย็น ลูกค้าได้รับความไม่สะดวกสบายหรือได้รับการรบกวนจากข้อบกพร่องนั้น ลูกค้าสามารถสังเกตเห็นได้จากการเสื่อมสมรรถภาพของอุปกรณ์เสริมต่างๆของผลิตภัณฑ์ตู้แช่	5
ต่ำมาก	จัดให้เป็นระดับต่ำ เนื่องจาก ข้อบกพร่องนั้นสร้างความรำคาญให้กับลูกค้าเพียงเล็กน้อย ลูกค้าอาจจสามารถสังเกตเห็นความเสื่อมสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้าได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ลูกค้าน้อยกว่า75%สังเกตได้)	4
เล็กน้อย	จัดให้เป็นระดับต่ำ เนื่องจาก ข้อบกพร่องนั้นสร้างความรำคาญให้กับลูกค้าเพียงเล็กน้อย ลูกค้าอาจจะสามารถสังเกตเห็นความเสื่อมสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้าได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ลูกค้าน้อยกว่า50%สังเกตได้)	3
เล็กน้อยมาก	ไม่มีเหตุผลที่คาดว่าส่วนเล็กน้อยในธรรมชาติของข้อบกพร่องนั้น จะเป็นสาเหตุให้เกิดผลกระทบอย่างจริงจังต่อสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า หรือระบบ ส่วนใหญ่ลูกค้าอาจมองไม่เห็นข้อบกพร่อง (ลูกค้าน้อยกว่า25%สังเกตได้)	2
ไม่มีเลย	ไม่ส่งผลกระทบอะไรเลย	1

เกณฑ์การให้คะแนนระดับความถี่ในการเกิดข้อบกพร่อง (OCC) สำหรับ DFMEA

ตารางที่ 5.2 เกณฑ์การให้คะแนนระดับความถี่ในการเกิดข้อบกพร่อง (OCC) สำหรับ DFMEA

ความน่าจะเป็นในการเกิดความล้มเหลว	อัตราความล้มเหลวที่เป็นไปได้	ระดับคะแนน
สูงมาก : เกิดความล้มเหลวบ่อยมาก	จำนวนชิ้นส่วนของการที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น 9 ชิ้น	10
	จำนวนชิ้นส่วนของการที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น 8 ชิ้น	9
สูง : เกิดความล้มเหลวถี่	จำนวนชิ้นส่วนของการที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น 7 ชิ้น	8
	จำนวนชิ้นส่วนของการที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น 6 ชิ้น	7
ปานกลาง : เกิดความล้มเหลวเป็นครั้งคราว	จำนวนชิ้นส่วนของการที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น 5 ชิ้น	6
	จำนวนชิ้นส่วนของการที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น 4 ชิ้น	5
	จำนวนชิ้นส่วนของการที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น 3 ชิ้น	4
ต่ำ : เกิดความล้มเหลวน้อยครั้ง	จำนวนชิ้นส่วนของการที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น 2 ชิ้น	3
	จำนวนชิ้นส่วนของการที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้น 1 ชิ้น	2
แทบไม่เกิด : ความล้มเหลวไม่น่าเกิดขึ้นได้	ไม่ต้องเปลี่ยนหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นเลย	1

เกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถของการควบคุม (DET) สำหรับ DFMEA

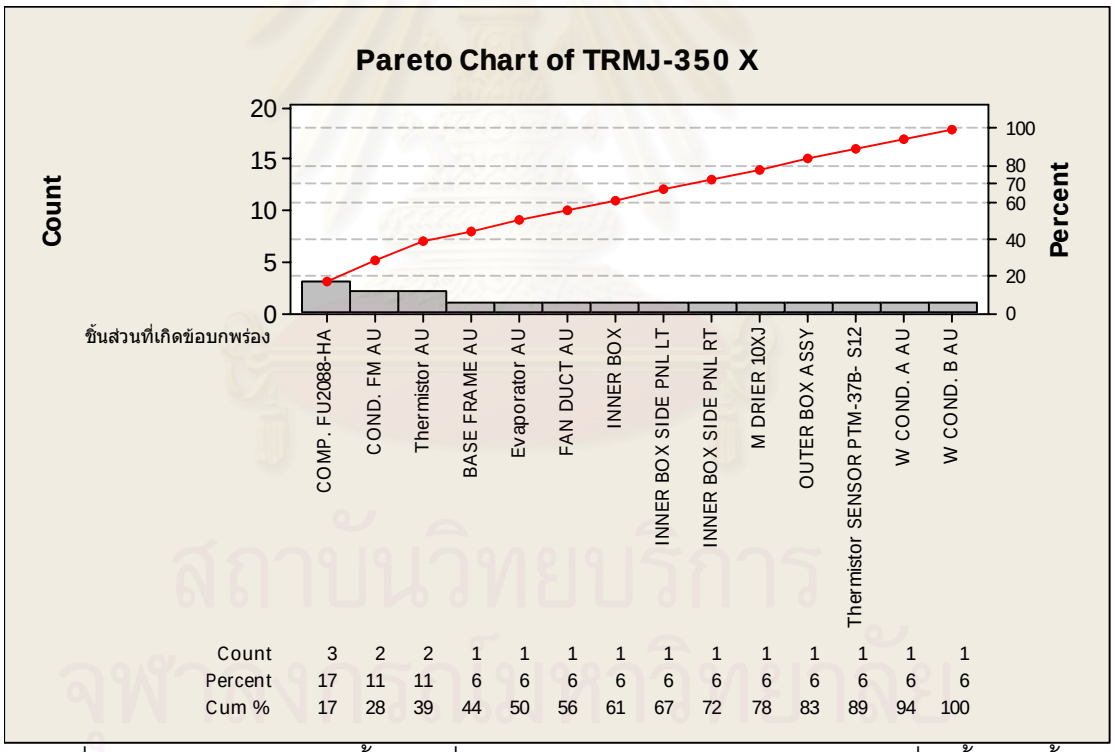
ตารางที่ 5.3 เกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถของการควบคุม (DET) สำหรับ DFMEA

ระดับการตรวจพบ	เกณฑ์	ระดับคะแนน
แทบเป็นไปไม่ได้	ไม่สามารถตรวจพบได้	10
เป็นไปได้ยากมาก	เป็นไปได้ยากมากที่การควบคุมจะตรวจพบ	9
เป็นไปได้ยาก	เป็นไปได้ยากที่การควบคุมจะตรวจพบ	8
ต่ำมาก	เป็นไปได้ยากที่การควบคุมจะตรวจพบ	7
ต่ำ	การควบคุมอาจตรวจพบได้	6
ปานกลาง	การควบคุมอาจตรวจพบได้	5
ปานกลางถึงค่อนข้างสูง	การควบคุมมีโอกาสสูงที่จะตรวจพบ	4
สูง	การควบคุมมีโอกาสสูงที่จะตรวจพบ	3
สูงมาก	การควบคุมมีโอกาสค่อนข้างแน่นอนที่จะตรวจพบ	2
สูงมากที่สุด	การควบคุมแน่นอนที่จะตรวจพบ	1

5.1.1 การดำเนินงานเพื่อวิเคราะห์ กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง

โดยนำชิ้นส่วนต่างๆของตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRMJ-350X มาทำการศึกษาชิ้นส่วนคุณสมบัติโครงสร้างทั้งหมด 73 ชิ้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้ถูกอธิบายไว้ในหน้าที่การทำงานของแต่ละชิ้นโดยแยกแต่ละส่วนย่อย ซึ่งประกอบด้วย INNER BOX AY, BODY 1, UNIT AY, BODY 2 ในเนื้องหาบทที่ 3 เพื่อให้ง่ายต่อการสืบค้น และสามารถเห็นชิ้นส่วนภายในของตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง TRM-J350X ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

จากข้อมูลการปรับปรุงและพัฒนาตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRMJ-350 เป็นรุ่น TRMJ-350X ในเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ปีค.ศ. 2007 พบว่ามีชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องส่งผลให้ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นในแต่ละส่วนย่อย INNER BOX AY, BODY 1, UNIT AY, BODY 2 ดังจะแสดงด้วยกราฟพาเรโต เพื่อหาลักษณะของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องอันส่งผลให้ต้องมีการปรับหรือเปลี่ยนบ่อยครั้ง



รูปที่ 5.1 กราฟพาเรโตแสดงชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องส่งผลให้ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นภายใน TRMJ-350X

จากรูปที่ 5.1 กราฟพาเรโตแสดงชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่อง และเปอร์เซนต์ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องในผลิตภัณฑ์ TRMJ-350X แยกตามส่วนย่อย ได้ดังนี้

1) ชิ้นส่วน COMP. FU2088-HA ในส่วนย่อย UNIT AY มีการปรับเปลี่ยน 3 ชิ้น คิดเป็น 17% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X

2) ชิ้นส่วน COND. FM AU ในส่วนย่อย UNIT AY มีการปรับเปลี่ยน 2 ชิ้น คิดเป็น 11% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X
3) ชิ้นส่วน THERMISTOR AU ในส่วนย่อย BODY 2 มีการปรับเปลี่ยน 2 ชิ้น คิดเป็น 11% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X
4) ชิ้นส่วน FAN DUCT AU ในส่วนย่อย BODY 2 มีการปรับเปลี่ยน 1 ชิ้น คิดเป็น 6% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X
5) ชิ้นส่วน INNER BOX ในส่วนย่อย INNER BOX AY มีการปรับเปลี่ยน 1 ชิ้น คิดเป็น 6% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X
6) ชิ้นส่วน INNER BOX SIDE PNL LT ในส่วนย่อย INNER BOX AY มีการปรับเปลี่ยน 1 ชิ้น คิดเป็น 6% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X
7) ชิ้นส่วน INNER BOX SIDE PNL RT ในส่วนย่อย INNER BOX AY มีการปรับเปลี่ยน 1 ชิ้น คิดเป็น 6% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X
8) ชิ้นส่วน OUTERBOX ASSY ในส่วนย่อย BODY 1 มีการปรับเปลี่ยน 1 ชิ้น คิดเป็น 6% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X
9) ชิ้นส่วน BASE FRAME AU ในส่วนย่อย UNIT AY มีการปรับเปลี่ยน 1 ชิ้น คิดเป็น 6% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X
10) ชิ้นส่วน M DRIER 10XJ ในส่วนย่อย UNIT AY มีการปรับเปลี่ยน 1 ชิ้น คิดเป็น 6% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X
11) ชิ้นส่วน W COND. A AU ในส่วนย่อย UNIT AY มีการปรับเปลี่ยน 1 ชิ้น คิดเป็น 6% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X
12) ชิ้นส่วน W COND. B AU ในส่วนย่อย UNIT AY มีการปรับเปลี่ยน 1 ชิ้น คิดเป็น 6% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X
13) ชิ้นส่วน Evaporator AU ในส่วนย่อย BODY 2 มีการปรับเปลี่ยน 1 ชิ้น คิดเป็น 6% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X
14) ชิ้นส่วน Thermistor SENSOR PTM-37B- S12 ในส่วนย่อย BODY 2 มีการปรับเปลี่ยน 1 ชิ้น คิดเป็น 6% ของชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องภายใน TRMJ-350X

หลังจากนั้นนำข้อมูลจำนวนชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องทั้งหมดให้ผู้ชำนาญการด้านการออกแบบทำการวิเคราะห์หาข้อบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้น ผลกระทบของข้อบกพร่องนั้นๆ สาเหตุของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

5.1.1.1 ชิ้นส่วนในส่วนย่อยของ INNER BOX AY

ตารางที่ 5.4 แสดงข้อมูลลักษณะของข้อบกพร่อง และความรุนแรงของข้อบกพร่องจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ TRM-J350X ในส่วนย่อยที่เป็น INNER BOX AY

No.	ชื่อชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องในส่วนย่อย INNER BOX AY	ลักษณะของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดกับชิ้นส่วน	ผลกระทบของความล้มเหลวที่อาจจะเป็นไปได้	Sev
1	INNER BOX	แตก หรือ รั่ว	อุณหภูมิไม่ได้ตามต้องการ	7
2	INNER BOX SIDE PNL LT			
3	INNER BOX SIDE PNL RT			

ก) การกำหนดวิธีเพื่อวิเคราะห์เลือกข้อบกพร่องของชิ้นส่วนที่จะนำมาพิจารณา

นำลักษณะข้อบกพร่อง และผลกระทบของข้อบกพร่องที่อาจจะเป็นไปได้ของส่วนย่อย INNER BOX AY มาวิเคราะห์หาแนวโน้มที่ส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องของกระบวนการออกแบบ โดยจากการระดมความคิดของทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบได้ทำการคัดเลือก ชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องที่ส่งผลให้ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไป จากรูปที่ 5.1 กราฟพาเรโต้ข้างต้น และชิ้นส่วนที่ปรับหรือเปลี่ยน 1 ชิ้น แต่มีผลกระทบของความล้มเหลวของข้อบกพร่องสูงที่มีคะแนนระดับความรุนแรงของผลกระทบ (SEV) ตั้งแต่ 8 คะแนน ขึ้นไป ก็จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปด้วย เพื่อให้สามารถป้องกันข้อบกพร่องอันเกิดจากการออกแบบให้มากขึ้น ในการวิเคราะห์พบว่าไม่มีชิ้นส่วนที่ผ่านเงื่อนไงดังกล่าว

5.1.1.2 ชิ้นส่วนในส่วนย่อยของ BODY 1

ตารางที่ 5.5 แสดงข้อมูลลักษณะของข้อบกพร่อง และความรุนแรงของข้อบกพร่องจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ TRM-J350X ในส่วนย่อยที่เป็น BODY 1

No	ชื่อชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องในส่วนย่อย BODY 1	ลักษณะของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดกับชิ้นงาน	ผลกระทบของความล้มเหลวที่หน้าจะเป็นไปได้	Sev
1	OUTER BOX ASSY	แตก หรือ รั่ว	อุณหภูมิไม่ได้ตามกำหนด	7

ก) การกำหนดวิธีเพื่อวิเคราะห์เลือกข้อบกพร่องของชิ้นส่วนที่จะนำมาพิจารณา

นำลักษณะข้อบกพร่อง และผลกระทบของข้อบกพร่องที่อาจจะเป็นไปได้ของส่วนย่อย BODY 1 มาวิเคราะห์หาแนวโน้มที่ส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องของกระบวนการออกแบบ โดยจากการระดมความคิดของทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบได้ทำการคัดเลือกชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องที่ส่งผลให้ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไป จากรูปที่ 5.1 กราฟพาเรโต้ข้างต้น และชิ้นส่วนที่ปรับหรือเปลี่ยน 1 ชิ้น แต่มีผลกระทบของความล้มเหลวของข้อบกพร่องสูงที่มีคะแนนระดับความรุนแรงของผลกระทบ (SEV) ตั้งแต่ 8 คะแนน ขึ้นไป ก็จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปด้วย เพื่อให้สามารถป้องกันข้อบกพร่องอันเกิดจากการออกแบบให้มากขึ้น ในการวิเคราะห์พบว่าไม่มีชิ้นส่วนที่ผ่านเงื่อนไงดังกล่าว

5.1.1.3 ชิ้นส่วนในส่วนย่อยของ UNIT AY

ตารางที่ 5.6 แสดงข้อมูลลักษณะของข้อบกพร่อง และความรุนแรงของข้อบกพร่องจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ TRM-J350X ในส่วนย่อยที่เป็น UNIT AY

No	ชื่อชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องในส่วนย่อย UNIT AY	ลักษณะของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดกับชิ้นงาน	ผลกระทบของความล้มเหลวที่หน้าจะเป็นไปได้	Sev
1	BASE FRAME AU	งอ หรือ การโก่ง	ท่อหรืออุปกรณ์เปลี่ยนตำแหน่งอาจทำให้ท่อหลุด น้ำยารั่วตู้แช่ไม่เย็น ส่งผลให้ตู้แช่ไม่เย็น	8
2	COMP. FU2088-HA	แรงม้าของ Comp. ไม่พอ	อุณหภูมิไม่ได้ตามกำหนด	8
		Compressor ร้อนเกินไป	ประสิทธิภาพ Comp.เสื่อม หรือ อาจชำรุด ส่งผลให้ตู้แช่ไม่เย็น หรืออุณหภูมิไม่ได้ตามกำหนด	9
		Comp.ไม่ทำงาน	ตู้แช่ไม่ทำงาน	9

ตารางที่ 5.6 แสดงข้อมูลลักษณะของข้อบกพร่อง และความรุนแรงของข้อบกพร่องจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ TRM-J350X ในส่วนย่อยที่เป็น UNIT AY

No	ชื่อชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องในส่วนย่อย UNIT AY	ลักษณะของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดกับชิ้นงาน	ผลกระทบของความล้มเหลวที่หน้าจะเป็นไปได้	Sev
3	COND. FM AU	ไม่ทำงาน	อุณหภูมิไม่ได้ตามกำหนด	8
		ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมไม่พอ	ประสิทธิภาพ การทำงานComp.และ Cond.ลดลงทำให้อุหภูมิไม่ได้ตามที่กำหนด หรือตู้แช่ไม่เย็น	8
5	W COND. A AU	รั่ว	อุณหภูมิไม่ได้ตามกำหนดหรือตู้แช่ไม่เย็น	8
6	W COND. B AU	พื้นที่การระบายความร้อนไม่พอ	อุณหภูมิไม่ได้ตามกำหนด	8
		W COND. ร้อนเกินไป	อุณหภูมิไม่ได้ตามกำหนด	8
8	M DRIER 10XJ	ตัน	น้ำยาผ่านไม่ได้ส่งผล ให้อุณหภูมิไม่ได้ตามกำหนดหรือตู้แช่ไม่เย็น	8

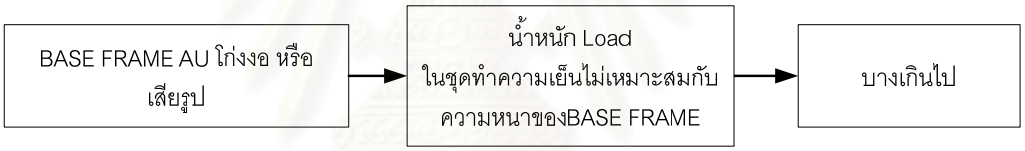
ก) การกำหนดวิธีเพื่อวิเคราะห์เลือกข้อบกพร่องของชิ้นส่วนที่จะนำมาพิจารณา

นำลักษณะข้อบกพร่อง และผลกระทบของข้อบกพร่องที่อาจจะเป็นไปได้ของส่วนย่อย UNIT AY มาวิเคราะห์หาแนวโน้มที่ส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องของกระบวนการออกแบบ โดยจากการระดมความคิดของทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบได้ทำการคัดเลือก

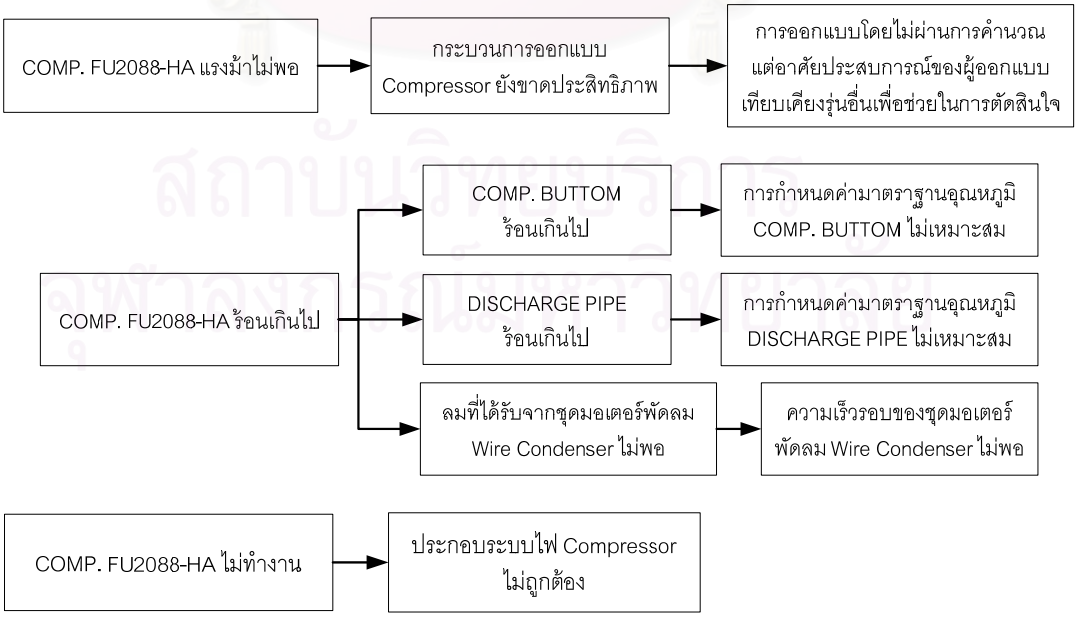
ชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องที่ส่งผลให้ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไป จากรูปที่ 5.1 กราฟพาเรโต้ข้างต้น และชิ้นส่วนที่ปรับหรือเปลี่ยน 1 ชิ้น แต่มีผลกระทบของความล้มเหลวของข้อบกพร่องสูงที่มีคะแนนระดับความรุนแรงของผลกระทบ (SEV) ตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไป ก็จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปด้วย เพื่อให้สามารถป้องกันข้อบกพร่องอันเกิดจากการออกแบบให้มากขึ้น ในการวิเคราะห์นี้มีชิ้นส่วนที่ผ่านเงื่อนไงดังกล่าว 6 ชิ้นส่วนคือ BASE FRAME AU , COMP. FU2088-HA, COND. FM AU, W COND. A AU, W COND. B AU, M DRIER 10XJ จาก 10 ข้อบกพร่อง และเมื่อทราบข้อบกพร่องที่คัดเลือกแล้ว จึงนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องโดยแผนภูมิต้นไม้ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงเพื่อลดข้อบกพร่องของการออกแบบต่อไป

ข) การหาสาเหตุของข้อบกพร่องในของส่วนย่อย UNIT AY

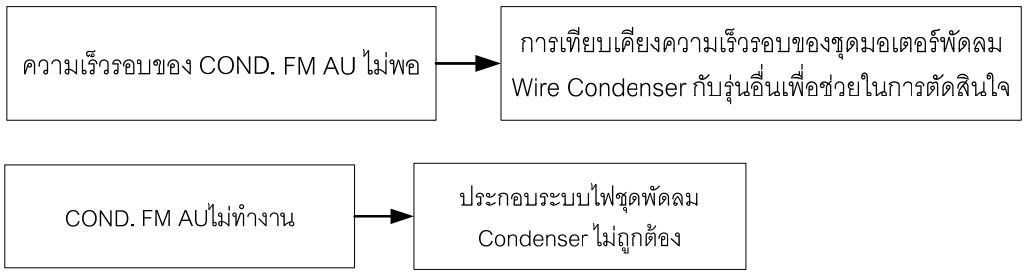
หลังจากได้ทราบลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นส่วนที่คัดเลือกแล้วในส่วนย่อยของ UNIT AY ทางผู้วิจัยได้ร่วมกับทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบหาสาเหตุของข้อบกพร่องแต่ละชิ้นส่วน โดยการนำแผนภูมิต้นไม้ประยุกต์ใช้โดยการระดมความคิดเห็นจากทีมผู้ชำนาญการ ดังนี้



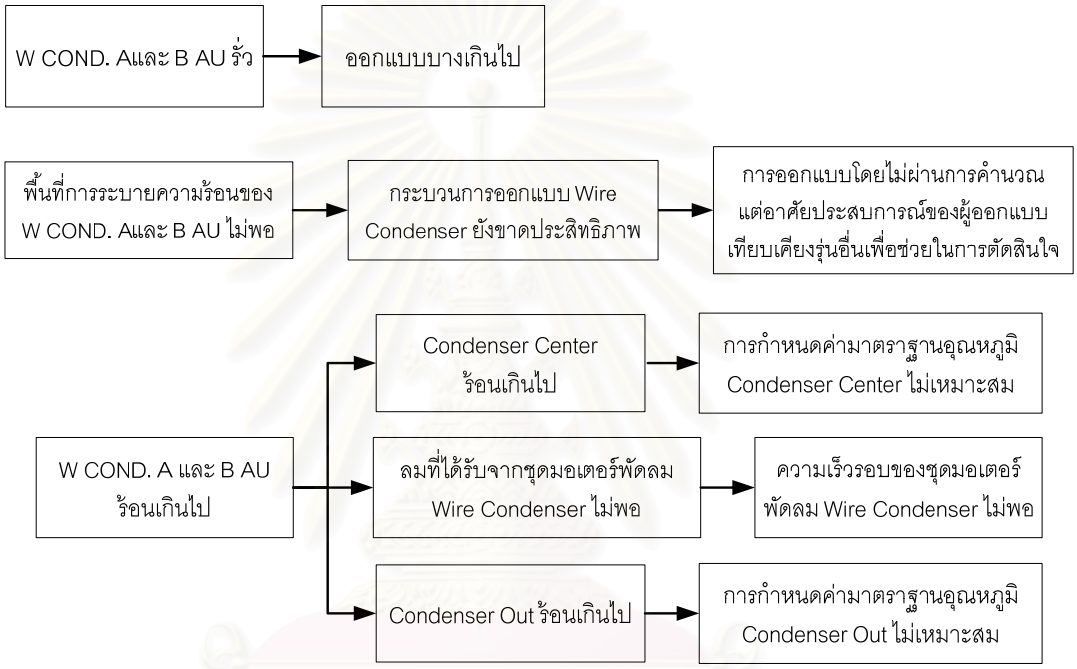
รูปที่ 5.2 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน BASE FRAME AU



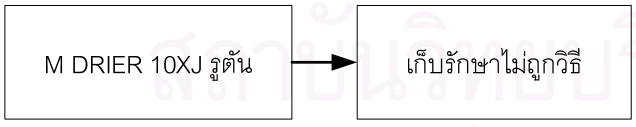
รูปที่ 5.3 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน COMP. FU2088-HA



รูปที่ 5.4 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน COND. FM AU



รูปที่ 5.5 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน W COND. A และ B AU



รูปที่ 5.6 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน M DRIER 10XJ

5.1.1.4 ชิ้นส่วนในส่วนย่อยของ Body 2

ตารางที่ 5.7 แสดงข้อมูลลักษณะของข้อบกพร่อง และความรุนแรงของข้อบกพร่องจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ TRM-J350X ในส่วนย่อยที่เป็น BODY 2

No	ชื่อชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องในส่วนย่อย BODY 2	ลักษณะของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดกับชิ้นงาน	ผลกระทบของความล้มเหลวที่หน้าจะเป็นไปได้	Sev
9	Thermistor AU	ช่วงอุณหภูมิตัดต่อไม่เหมาะสม	อุณหภูมิภายในตู้แช่ไม่ได้อยู่ในช่วงตามต้องการ	8
3	Evaporator AU	พื้นที่การแลกเปลี่ยนความร้อนไม่พอ	อุณหภูมิไม่ได้ตามกำหนด	8
2	FAN DUCT AU	ไม่ทำงาน	อุณหภูมิไม่ได้ตามกำหนด	7
		ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมไม่พอ	อากาศภายในตู้ไหลวนไปสัมผัส Evap. ไม่ทั่วถึงส่งผลให้ตู้แช่อุณหภูมิไม่ได้ตามต้องการ	7
12	Thermistor SENSOR PTM-37B- S12	ช่วงอุณหภูมิตัดต่อ Evap. AU ไม่เหมาะ สม	เกิดน้ำแข็งเกาะที่ Evap. อุณหภูมิไม่ได้ตามที่ต้องการ	7

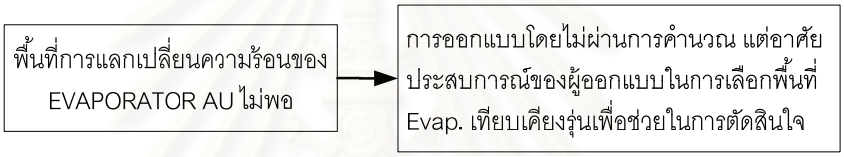
ก) การกำหนดวิธีเพื่อวิเคราะห์เลือกข้อบกพร่องของชิ้นส่วนที่จะนำมาพิจารณา

นำลักษณะข้อบกพร่อง และผลกระทบของข้อบกพร่องที่อาจจะเป็นไปได้ของส่วนย่อย BODY 2 มาวิเคราะห์หาแนวโน้มที่ส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องของกระบวนการออกแบบ โดยจากการระดมความคิดของทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบได้ทำการคัดเลือกชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องที่ส่งผลให้ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไป จากรูปที่ 5.1 กราฟพาเรโต้ข้างต้น และชิ้นส่วนที่ปรับหรือเปลี่ยน 1 ชิ้น แต่มีผลกระทบของความล้มเหลวของข้อบกพร่องสูงที่มีคะแนนระดับความรุนแรงของผลกระทบ (SEV) ตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไป ก็จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปด้วย เพื่อให้สามารถป้องกันข้อบกพร่องอันเกิดจากการออกแบบให้

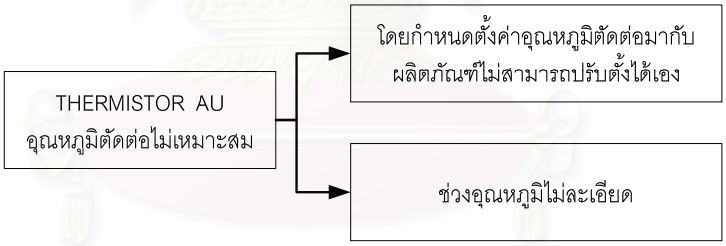
มากขึ้น ในการวิเคราะห์นี้มีชิ้นส่วนที่ผ่านเงื่อนไงดังกล่าว 2 ชิ้นส่วนคือ EVAPORATOR AU, Thermistor AU จาก 2 ข้อบกพร่อง และเมื่อทราบข้อบกพร่องที่คัดเลือกแล้ว จึงนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดข้อบกพร่องโดยแผนภูมิต้นไม้ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงเพื่อลดข้อบกพร่องของการออกแบบต่อไป

ข) การหาสาเหตุของข้อบกพร่องในของส่วนย่อย BODY 2

หลังจากได้ทราบลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นส่วนที่คัดเลือกแล้วในส่วนย่อยของ BODY 2 ทางผู้วิจัยได้ร่วมกับทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบหาสาเหตุของข้อบกพร่องแต่ละชิ้นส่วน โดยการนำแผนภูมิต้นไม้ประยุกต์ใช้โดยการระดมความคิดเห็นจากทีมผู้ชำนาญการ ดังนี้



รูปที่ 5.7 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน EVAPORATOR AU



รูปที่ 5.8 แผนภูมิต้นไม้แสดงสาเหตุของข้อบกพร่องในชิ้นส่วน THERMISTOR AU

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 การออกแบบพัฒนาชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์

หลังจากการวิเคราะห์หาสาเหตุข้อบกพร่องของชิ้นส่วนตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRMJ-350X พิจารณาหาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ก่อนการปรับปรุง ซึ่งค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำที่ได้ เกิดจากการจัดอันดับความรุนแรง(S) ความถี่ของการบกพร่อง(O) และการตรวจพบ(D) นำมาคูณกัน ประเมินผลเปรียบเทียบค่า RPN และจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องการการเปลี่ยน ก่อนและหลังทำการปรับปรุง พร้อมทั้งเสนอมาตรการในการแก้ไขปัญหา หลังจากนั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 **บันทึกข้อมูลลงใน** DFMEA

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 1 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review :

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
1	T4901-Z0084	BASE FRAME AU	โก่งงอ หรือ เสียรูปทรง	ท่อ หรืออุปกรณ์อาจเปลี่ยนตำแหน่งทำให้ท่อหลุดน้ำยารั่วตู้แช่อุณหภูมิอยู่ไม่เย็นเลย	8	เลือกใช้เหล็กบางเกินไป	2	การออกแบบโดยเผื่อค่าความปลอยภัย	3	48						

ตารางที่ 5.8 บันทึกข้อมูลลงใน DFMEA (ต่อ)

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 2 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review :

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
2	91001-52950	COMP. FU2088-HA	แรงม้า Compressor ไม่พอ	อุณหภูมิของตู้แช่ไม่ได้ตามต้องการ	8	การเลือก Comp. โดยไม่ผ่านการคำนวณ	4	การเลือก Comp. เทียบเคียงแรงม้ากับรุ่นอื่นเพื่อช่วยในการตัดสินใจ	7	224						

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 บันทึกข้อมูลลงใน DFMEA (ต่อ)

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 3 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review :

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
2	91001-52950	COMP. FU2088-HA	Compressor ร้อนเกินไป	ประสิทธิภาพการทำงาน Comp.ลดลง หรือ ชำรุดอุณหภูมิไม่ตรงตามระบุ	9	ลมที่ได้รับจากมอเตอร์ที่เป่า W COND. ไม่พอ	3	เทียบเคียงความเร็วรอบมอเตอร์ของรุ่นอื่นเพื่อช่วยตัดสินใจ	5	135						

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 บันทึกข้อมูลลงใน DFMEA (ต่อ)

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 4 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review :

No.	DWG. No.	ชื่อ ชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
2	91001-52950	COMP. FU2088-HA	Compressor ไม่ทำงาน	ตู้แช่หยุดการทำงาน	8	ประกอบระบบไฟของ Compressor ไม่ถูกต้อง	1	ออกแบบDrwing ขั้นตอนการประกอบวงจรไฟฟ้าให้ผู้ประกอบในการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	3	24						

ตารางที่ 5.8 **บันทึกข้อมูลลงใน** DFMEA **(ต่อ)**

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 5 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review :

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
3	T0761-Z0050	COND. FM AU	ความเร็วรอบชุดพัดลม Cond. ไม่พอ	ทำให้อุณหภูมิตู้แช่ไม่ได้ตามต้องการ	8	ลมที่ได้รับจากมอเตอร์ที่เป่า W COND. ไม่พอ	3	เทียบเคียงความเร็วรอบมอเตอร์ของรุ่นอื่นเพื่อช่วยตัดสินใจ	5	120						

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 บันทึกข้อมูลลงใน DFMEA (ต่อ)

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 6 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review :

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
3	T0761-Z0050	COND. FM AU	ไม่ทำงาน	ตู้แช่อุณหภูมิไม่ได้ตามต้องการ	8	ประกอบระบบไฟชุดพัดลม Cond. ไม่ถูกต้อง	1	ออกแบบDrwing ขั้นตอนการประกอบวงจรไฟฟ้าให้ผู้ประกอบเพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	3	24						
5	T0767-Z0040	W COND. A AU	รั่ว	อุณหภูมิอยู่ในช่วงใช้งานไม่ได้เลย	8	ท่อบางเกินไป	1	การออกแบบโดยเผื่อค่าความปลอยภัย	3	24						
6	T0767-Z0050	W COND. B AU														

ตารางที่ 5.8 บันทึกข้อมูลลงใน DFMEA (ต่อ)

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 7 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review :

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
5	T0767-Z0040	W COND. A AU	Wire Condenser ร้อนเกินไป	ทำให้อุณหภูมิตู้แช่ไม่ได้ตามต้องการ	8	ลมที่ได้รับจากมอเตอร์ W COND. ไม่พอ	3	เทียบเคียงความเร็วรอบมอเตอร์ของรุ่นอื่นเพื่อช่วยตัดสินใจ	5	120						
6	T0767-Z0050	W COND. B AU														

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 บันทึกข้อมูลลงใน DFMEA (ต่อ)

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 8 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review :

No.	DWG. No.	ชื่อ ชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
5	T0767-Z0040	W COND. A AU	พื้นที่การระบายความร้อนของ Wire Condenser ไม่พอ	ทำให้อุณหภูมิตู้แช่ไม่ได้ตามต้องการ	8	การเลือกพื้นที่ W COND. โดยไม่ผ่านการคำนวณ	2	เลือกพื้นที่ W COND. เทียบเคียงกับรุ่นอื่นเพื่อช่วยในการตัดสินใจ	5	80						
6	T0767-Z0050	W COND. B AU														

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 **บันทึกข้อมูลลงใน** DFMEA **(ต่อ)**

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 9 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review :

No.	DWG. No.	ชื่อ ชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
8	92003-42560	M DRIER 10XJ	ชำรุด หรือ ตัน	น้ำยาไม่สามารถไหลผ่านได้ทำให้อุณหภูมิตู้แช่ไม่ได้เย็นเลย	8	การเก็บรักษาไม่ถูกวิธี	2	ตรวจสอบชิ้นงานก่อนการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ	4	64						

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 **บันทึกข้อมูลลงใน** DFMEA (ต่อ)

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 1 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : BODY 2 **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review :

No.	DWG. No.	ชื่อ ชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
3	T0768-Z0071	Evaporator AU	พื้นที่การแลกเปลี่ยนร้อนของ Evap. ไม่พอ	ทำให้อุณหภูมิตู้แช่ไม่ได้ตามต้องการ	8	การเลือกพื้นที่ Evap.โดยไม่ผ่านการคำนวณ	2	เลือกพื้นที่Evap. เทียบเคียงกับรุ่นเพื่อช่วยในการตัดสินใจ	5	80						

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 บันทึกข้อมูลลงใน DFMEA (ต่อ)

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 2 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : BODY 2 **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review :

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
9	T0765-Z0020	Thermistor AU	อุณหภูมิการตัดต่อThermistor AU ไม่เหมาะ	อุณหภูมิภายใน INNER BOX ไม่ได้ตามต้องการอาจส่งผลต่อสินค้าที่แช่ภายในตู้แช่ให้เสียได้	8	ช่วงอุณหภูมิการตัดต่อตั้งค่าเองไม่ได้ถูกกำหนดมากับเครื่อง และค่าละเอียดของอุณหภูมิการตัดต่อไม่มากนัก	3	ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบจะประมาณค่าใกล้เคียงการอุหภูมิตัดต่อ	5	120						

5.3 การดำเนินการลดข้อบกพร่องและผลกระทบจากการบวนการออกแบบโดยใช้ DPFMEA

หลังจากที่ได้มีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบจากกระบวนการออกแบบ โดยใช้เทคนิค DFMEA ที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 5.2 ซึ่งเทคนิคดังกล่าวจะพิจารณาถึงค่า RPN (ค่าความเสี่ยง: Risk Priority Number) โดยทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาแก้ไขปรับปรุงจากคะแนน RPN ที่มีค่ามากกว่า 75 ขึ้นไป แสดงได้ดังนี้

1. ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นส่วน COMP. FU2088-HA ที่พบคือ ออกแบบแรงม้าของ Compressor ไม่พอมีค่า RPN = 224 ส่งผลให้อุณหภูมิของตู้แช่ไม่ได้ตามต้องการ
2. ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นส่วน COMP. FU2088-HA ที่พบคือ Compressor ร้อนเกินไป มีค่า RPN = 135 ส่งผลให้Compressor มีประสิทธิภาพการทำงานลดลงหรือไม่ทำงาน
3. ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นส่วน COND. FM AU ที่พบคือ ความเร็วรอบของชุดพัดลม Condenser(COND. FM AU) ไม่พอ มีค่า RPN = 120 ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของ Condenser และ Compressor ลดลง ส่งผลให้อุณหภูมิของตู้แช่ที่ได้จึงไม่เป็นตามต้องการหรือ Compressor ชำรุด
4. ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นส่วน W COND. A และ B ที่พบคือ Wire Condenser ร้อนเกินไปมีค่า RPN = 120 ส่งผลให้อุณหภูมิของตู้แช่ที่ได้จึงไม่เป็นตามต้องการ
5. ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นส่วน Thermistor AU ที่พบคือ ช่วงอุณหภูมิการตัดต่อไม่เหมาะสม มีค่า RPN = 105 ส่งผลให้อุณหภูมิ INNER BOX ไม่เป็นตามต้องการอาจ ทำให้สินค้าที่แช่ภายในตู้แช่เสียเร็วขึ้น
6. ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นส่วน Evaporator AU ที่พบคือ พื้นที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนของ Evaporator AU ไม่พอ มีค่า RPN = 80 ส่งผลให้อุณหภูมิของตู้แช่ที่ได้จึงไม่เป็นตามต้องการ
7. ลักษณะข้อบกพร่องของชิ้นส่วน W COND. A และ B ที่พบคือ พื้นที่การถ่ายเทความร้อนของ Wire Condenser ไม่พอ มีค่า RPN = 80 ส่งผลให้อุณหภูมิของตู้แช่ที่ได้จึงไม่เป็นตามต้องการ

หลังจากได้ทราบถึงลักษณะข้อบกพร่อง และค่า RPN ของแต่ละชิ้นส่วนแล้ว จึงระดมความคิดของทีมผู้ชำนาญการในการออกแบบเพื่อดำเนินการลดบกพร่องและผลกระทบจากกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยมีแนวทางในการลดข้อบกพร่องและผลกระทบดังต่อไปนี้

1. การออกแบบแรงม้าของ Compressor ไม่พอ มีค่า RPN =224

มีสาเหตุเกิดจาก อุณหภูมิตู้แช่ที่บริษัทกรณีศึกษาผลิตทั้งหมดอยู่ในช่วง -5 ถึง 10 ^{O}C ทำให้ทางผู้ชำนาญการด้านการออกแบบใช้ประสบการณ์และความชำนาญในการเลือกแรงม้าของ Compressor โดยไม่ผ่านการคำนาณ

การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน คือการเลือก Compressor เทียบเคียงแรงม้ากับรุ่นอื่นเพื่อช่วยในการตัดสินใจ โดยไม่ผ่านการคำนวณ

ตู้โชว์สินค้าแช่แข็งที่จะผลิตอยู่ในช่วงอุณหภูมิ -20 ถึง -24 ^{O}C ทางทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบไม่เคยผลิตมาก่อน ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงมีการปรับปรุงแก้ไขโดยการคำนวณหาแรงม้าของ Compressor ทำให้ได้ปรับปรุงแก้ไข คือ เพิ่มแรงม้าของ Compressor จากเดิม 0.232 แร้งม้า เป็น 0.509 แรงม้า

รูปที่ 5.9 การเพิ่มแรงม้าของคอมเพรสเซอร์

จากการดำเนินการดังกล่างข้างต้น พบว่าค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนลดลงจาก 4 เหลือ 2 และการควบคุมเพื่อการตรวจพบมีประสิทธิภาพมากขึ้น จาก 7 เหลือ 5 นำค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วน และการควบคุมเพื่อการตรวจพบ หลังการปรับปรุงไปบันทึกลงในตารางที่ 5.14

2. Compressor FU2088-HA ร้อนเกินไป มีค่า RPN = 135

มีสาเหตุเกิดจาก ความแรงของลมที่ได้รับจากชุดพัดลมที่เป่า Wire Condenser ไม่พอ

การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบันคือ การอ้างอิงความเร็วรอบของมอเตอร์ชุดพัดลมของรุ่นอื่นในการเทียบเคียงเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบจึงมีการปรับปรุงแก้ไข 3 แนวทางด้วยกัน คือ

2.1 ทีมผู้ชำนาญการตัดสินใจปรับปรุงแก้ไขเพิ่มความเร็วรอบของชุดพัดลม Wire Condenser เพื่อลดอุณหภูมิการทำงานของ Compressor ลง

รูปที่ 5.10 รูปการเพิ่มความเร็วรอบ

2.2 ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทุกครั้งจะมีการวัดอุณหภูมิ Compressor Bottom แต่เนื่องจากตู้โชว์สินค้าแช่แข็งที่อุณหภูมิในช่วง -20 ถึง -24 ^{O}C ทางทีมผู้ชำนาญด้านการออกแบบไม่เคยผลิตมาก่อน ดังนั้นแนวทางการแก้ไขจึงได้มีการระดมความคิดของทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบในการกำหนดค่ามาตราฐานของอุณหภูมิ Compressor Bottom ใหม่ เพื่อไม่ให้อุณหภูมิ ณ. จุดนี้สูงเกินค่าที่กำหนดป้องกันไม่ให้ความร้อนของ Compressor สูงจนเกินไป โดยค่าอุณหภูมิมาตราฐานของ Compressor Bottom ที่กำหนดต้องต่ำกว่า 80 ^{O}C

2.3 ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทุกครั้งจะมีการวัดอุณหภูมิ DISCHARGE PIPE โดย DISCHARGE PIPE จะรับสารทำความเย็นจาก Comp. ซึ่งเปรียบได้กับการป้องกันไม่ให้ Compressor ร้อนเกินไปหรืออาจชำรุดได้ แต่เนื่องจากตู้โชว์สินค้าแช่แข็งที่อุณหภูมิในช่วง -20 ถึง -24 ^{O}C ทางทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบไม่เคยผลิตมาก่อน ดังนั้นแนวทางการแก้ไขจึงได้มีการระดมความคิดของทีมผู้ชำนาญการด้านการออกแบบในการกำหนดค่ามาตราฐานของอุณหภูมิ DISCHARGE PIPE ใหม่ ไม่ให้อุณหภูมิ ณ. จุดนี้สูงเกินค่าที่กำหนดป้องกันไม่ให้ความร้อนของ Compressor สูงจนเกินไป โดยค่าอุณหภูมิมาตราฐานของ DISCHARGE PIPE ที่กำหนดต้องต่ำกว่า 110 ^{O}C

จากการดำเนินการดังกล่างข้างต้น พบว่าค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนลดลงจาก 3 เหลือ 2 และ การควบคุมเพื่อการตรวจพบมีประสิทธิภาพมากขึ้น จาก 5 เหลือ 3 นำค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วน และการควบคุมเพื่อการตรวจพบ หลังการปรับปรุงไปบันทึกลงในตารางที่ 5.14

3. ความเร็วรอบของชุดมอเตอร์พัดลม Wire Condenser(COND. FM AU)ไม่พอ มีค่า RPN = 120

มีสาเหตุเกิดจาก ความแรงของลมที่ได้รับจากชุดพัดลม Wire Condenser (COND. FM AU) ไม่พอส่งผลให้ Condenser และ Compressor ร้อนเกินไป

การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบันคือ การอ้างอิงความเร็วรอบของมอเตอร์ชุดพัดลมของรุ่นอื่นในการเทียบเคียงเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

ทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบวิเคราะห์ว่าความเร็วรอบของชุดพัดลม Wire Condenser (COND. FM AU) ส่งผลกระทบต่อความร้อนของ Condenser และ Compressor ซึ่งส่งผลต่อค่า RPN ของทั้งสอง ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงคำนวณหาความเร็วรอบที่เหมาะสมและเห็นสมควรที่จะมีการปรับปรุงแก้ไขโดยการเพิ่มความเร็วรอบของ Wire Condenser (COND. FM AU) จาก 1,300 รอบต่อนาที เป็น 1,800 รอบต่อนาที

จากการดำเนินการดังกล่างข้างต้น พบว่าค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนลดลงจาก 3 เหลือ 2 และ การควบคุมเพื่อการตรวจพบมีประสิทธิภาพมากขึ้น จาก 5 เหลือ 3 นำค่าความสามารถในการตรวจพบและค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วน และการควบคุมเพื่อการตรวจพบ หลังการปรับปรุงไปบันทึกลงในตารางที่ 5.14

4. Wire Condenser ร้อนเกินไป มีค่า RPN = 120

มีสาเหตุเกิดจาก ความแรงของลมที่ได้รับจากชุดพัดลม Wire Condenser (COND. FM AU)ไม่พอ

การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบันคือ การอ้างอิงความเร็วรอบของมอเตอร์ชุดพัดลมของรุ่นอื่นในการเทียบเคียงเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบจึงมีการปรับปรุงแก้ไข 2 แนวทางด้วยกันคือ

4.1 ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทุกครั้งจะมีการวัดอุณหภูมิ Wire Condenser (W COND. A และ B) แต่เนื่องจากตู้โชว์สินค้าแช่แข็งที่อุณหภูมิในช่วง -20 ถึง -24 ^{O}C ทางทีมผู้ชำนาญการไม่เคยผลิตมาก่อน ดังนั้นแนวทางการแก้ไขจึงได้มีการระดมความคิดของทีมผู้ชำนาญการด้านการออกแบบในการกำหนดค่ามาตราฐานของอุณหภูมิ Wire Condenser ใหม่เพื่อไม่ให้อุณหภูมิ ณ. จุดนี้สูงเกินค่าที่กำหนดป้องกันไม่ให้ความร้อนของ Wire Condenser สูงจนเกินไป โดยค่ามาตราฐานของอุณหภูมิ Condenser Center และ Condenser Out ที่กำหนดต้องต่ำกว่า 55 ^{O}C

4.2 ทีมผู้ชำนาญการตัดสินใจปรับปรุงแก้ไขเพิ่มความเร็วรอบของชุดพัดลม Wire Condenser เพื่อลดอุณหภูมิของ Condenser ให้ระบายความร้อนได้ดีขึ้น

จากการดำเนินการดังกล่างข้างต้น พบว่าค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนลดลงจาก 3 เหลือ 2 และ การควบคุมเพื่อการตรวจพบมีประสิทธิภาพมากขึ้น จาก 5 เหลือ 3 นำค่าความสามารถในการตรวจพบและค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วน และการควบคุมเพื่อการตรวจพบ หลังการปรับปรุงไปบันทึกลงในตารางที่ 5.14

5. ช่วงอุณหภูมิการตัดต่อของ Thermistor AU ไม่เหมาะสม มีค่า RPN = 105

มีสาเหตุเกิดจาก ช่วงอุณหภูมิการตัดต่อ Thermistor ตั้งค่าเองไม่ได้ แต่ถูกกำหนดมากับ Thermistor แต่ละรุ่น ประกอบกับมีค่าละเอียดของอุณหภูมิไม่มากนัก ซึ่งอาจทำให้อุณหภูมิใน INNER BOX อยู่ในช่วงที่ไม่เหมาะสมส่ง ผลให้สินค้าที่แช่ภายในตู้เสียเร็วขึ้น

การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบันคือ ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบจะประมาณค่าเทียบเคียงอุหภูมิ INNER BOX CENTER เพื่อใช้ในการตัดต่อ

ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบมีการปรับปรุงแก้ไขโดยการเปลี่ยนชนิดของ Thermistor ที่ใช้ตัดต่ออุณหภูมิภายใน INNER BOX จากแบบเดิมเป็นแบบดิจิตอลที่มีจอแสดงอุณหภูมิโดยสั่งตัดต่ออุณหภูมิผ่านทางหน้าจอ เพื่อให้สามารถปรับตั้งค่าอุณหภูมิการตัดต่อเองได้และยังมีความละเอียดของ Scale อุณหภูมิมากขึ้น

จากการดำเนินการดังกล่างข้างต้น พบว่าค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนลดลงจาก 3 เหลือ 2 และ การควบคุมเพื่อการตรวจพบมีประสิทธิภาพมากขึ้น จาก 5 เหลือ 3 นำค่าความสามารถในการตรวจพบและค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วน และการควบคุมเพื่อการตรวจพบ หลังการปรับปรุงไปบันทึกลงในตารางที่ 5.14

6. พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของ Evaporator AU ไม่พอ มีค่า RPN = 80

มีสาเหตุเกิดจาก อุณหภูมิตู้แช่ที่บริษัทกรณีศึกษาผลิตทั้งหมดอยู่ในช่วง -5 ถึง 10 ^{O}C ทำให้ทางผู้ชำนาญการด้านการออกแบบใช้ประสบการณ์และความชำนาญในการเลือกพื้นที่ในการแลก เปลี่ยนความร้อนของ Evaporator AU โดยไม่ผ่านการคำนาณ

การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบันคือ การเลือกพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนของ Evaporator AU เทียบเคียงกับรุ่นอื่นเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

ตู้โชว์สินค้าแช่แข็งที่จะผลิตอยู่ในช่วงอุณหภูมิ -20 ถึง -24 ^{O}C ทางทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบไม่เคยผลิตมาก่อน ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงมีการปรับปรุงแก้ไขโดยการคำนวณหาพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของ Evaporator ที่เหมาะสม จากการคำนวณพบว่าพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของ Evaporator ขนาดเดิมเหมาะสมแก่การรับภาระการทำความเย็นอยู่แล้ว

จากการดำเนินการดังกล่างข้างต้น พบว่าค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนลดลงจาก 2 เหลือ 1 และ การควบคุมเพื่อการตรวจพบมีประสิทธิภาพมากขึ้น จาก 5 เหลือ 3 นำค่าความสามารถในการตรวจพบและค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วน และการควบคุมเพื่อการตรวจพบ หลังการปรับปรุงไปบันทึกลงในตารางที่ 5.14

7. พื้นที่การระบายความร้อนของ Wire Condenser (W COND. A และ B) ไม่พอ มีค่า RPN = 80

มีสาเหตุเกิดจาก อุณหภูมิตู้แช่ที่บริษัทกรณีศึกษาผลิตทั้งหมดอยู่ในช่วง -5 ถึง 10 ^{O}C ทำให้ทางผู้ชำนาญการด้านการออกแบบใช้ประสบการณ์ และความชำนาญในการเลือกพื้นที่การระบายความร้อนของ W COND. A และ B โดยไม่ผ่านการคำนาณ

การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบันคือ การเลือกพื้นที่ในการระบายความร้อนของ W COND. A และ B เทียบเคียงกับรุ่นอื่นเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

ตู้โชว์สินค้าแช่แข็งที่จะผลิตอยู่ในช่วงอุณหภูมิ -20 ถึง -24 ^{O}C ทางทีมผู้ชำนาญการด้านการออกแบบไม่เคยผลิตมาก่อน ดังนั้นทีมผู้ชำนาญการจึงมีการปรับปรุงแก้ไขโดยการคำนวณหาพื้นที่ระบายความร้อนของ Wire Condenser ที่เหมาะสม จากการคำนวณพบว่าพบว่าพื้นที่ระบายความร้อนของ W COND. A และ B ขนาดเดิมเหมาะสมแก่การรับภาระการทำความเย็นอยู่แล้ว

จากการดำเนินการดังกล่างข้างต้น พบว่าค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนลดลงจาก 2 เหลือ 1 และ การควบคุมเพื่อการตรวจพบมีประสิทธิภาพมากขึ้น จาก 5 เหลือ 3 นำค่าความสามารถในการตรวจพบและค่าโอกาสที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วน และการควบคุมเพื่อการตรวจพบ หลังการปรับปรุงไปบันทึกลงในตารางที่ 5.14

รูปที่ 5.11 พื้นที่การระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์

5.4 ผลทดสอบหลังจากปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดข้อบกพร่องและผลกระทบจากการบวนการออกแบบ

หลังจากที่ได้มีการกำหนดมาตรการแก้ไข และป้องกันความผิดพลาดจาก 7 ข้อบกพร่องหลักในกระบวนการออกแบบ ต่อจากนั้นจึงได้นำมาตราการที่เสนอแนะไว้ไปทดสอบจริง โดยเริ่มจากการปรับค่าน้ำยาสารรวามเย็น R404-A หลังจากนั้นจะทำการทดสอบ NO LOAD มีผลทดสอบดังนี้

5.4.1 การทดสอบปรับค่าน้ำยาทำความเย็น R-404A

การทดสอบนี้จะเป็นการบรรจุสารทำความเย็น R-404A ครั้งละ 10 กรัม เพื่อดูแนวโน้มว่าควรเติมสารทำความเย็นในตัวผลิตภัณฑ์ต้นแบบจำนวนกี่กรัม ผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า TRMJ-350X เดิมมีช่วงอุณหภูมิ 0 ถึง 10 ^{o}C โดยมีเงื่อนไขการทดสอบภายใต้ อุณหภูมิ 35 ^{o}C ความชื้นสัมพัทธ์ 60 % ความถี่ 50 Hz. แต่ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาและปรับปรุงจะจำนวนภายในร้านสะดวกซื้อหรือห้างสรรพสินค้า บริษัทกรณีศึกษาจึงกำหนดเงื่อนไงการทดสอบภายใต้ อุณหภูมิ 27 ^{o}C ความชื้นสัมพัทธ์ 60 % ความถี่ 50 Hz. ซึ่งมีผลการทดสอบปรับค่าน้ำยาดังตารางที่ 5.9 ตารางที่ 5.9 การทดสอบปรับค่าน้ำยาทำความเย็น R404A ของตู้โชว์สินค้าแช่แข็งรุ่น TRM-J350 FREEZER โดยแสดงปริมาณสารทำความเย็น R404A ที่มีความสัมพันธ์กับ อูณหภูมิ และความดันภายในตู้แช่ดังนี้

MODEL NAME: TRM-J350FREEZER

ITEM	REFRIGERANT AMOUNT R-404A								
	130g.	140g.	150g.	160g.	170g.	180g.	190g.	200g.	210g.
INNER BOX CENTER TEMP. ^{o}C	-3.9	-9.0	1.6.1	-22.3	-24.0	-24.0	-23.7	-23.6	-23.1
COMPRESSOR TOP TEMP. ^{o}C	70.1	70.9	70.3	69.6	68.6	68.9	68.3	68.1	67.3
COMPRESSOR BOTTOM TEMP. ^{o}C	62.2	63.9	64.4	63.9	62.9	62.2	62.1	62.0	61.4
DISCHARGE PIPE TEMP. ^{o}C	99.6	101	99.1	97.7	96.7	97.6	97.0	96.7	95.5
CONDENSER CENTER TEMP. ^{o}C	40.6	42.1	42.8	44.2	44.2	44.8	44.8	45.3	44.8
CONDENSER OUT TEMP. ^{o}C	39.8	40.5	41.0	42.1	41.9	42.3	42.5	42.7	41.9
EVAPORATOR IN PIPE ^{o}C	-16.8	-29	-30.6	-30.4	-30.2	-29.9	-29.7	-29.6	-29.1
EVAPORATOR OUT PIPE ^{o}C	-2.4	-6.5	-1.5.4	-25.0	-27.5	-27.6	-27.5	-27.3	-26.9
SUCTION PIPE ^{o}C	30.9	28.9	24.8	19.9	17.0	14.1	13.2	11.3	8.6
HIGH PRESSURE Mpa	1.7	1.92	1.97	2.01	2.04	2.06	2.06	2.07	2.09
LOW PRESSURE Mpa	0.02	0.037	0.05	0.06	0.061	0.065	0.068	0.07	0.07

TEST CONITION

VOLTAGE: 220V, TEMPERATURE: 27 ^{O}C , HUMIDITY: 60%, FREQUENCY: 50Hz

จากการผลการบรรจุน้ำยาทำความเย็น R-404A ครั้งละ 10 กรัม พบว่า เมื่อบรรจุสารทำความเย็น R-404Aไป 170 และ 180 กรัม พบว่าตู้แช่มีอุณหภูมิอยู่ที่ -24.0 ^{O}C เท่ากัน จากการวิเคราะห์การปรับค่าน้ำยาของผู้ชานาญการด้านการออกแบบจะเลือกค่าอุณหภูมิในช่วงที่ต้องการและเปรียบค่า EVAPORATOR IN และ EVAPORATOR OUT ให้มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อให้สารทำความเย็นมีประสิทธิการในการทำงานสูงสุด และได้เปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิมาตรฐานจากการลดข้อบกพร่องของกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง โดยใช้เทคนิค DFMEA ข้างต้น ที่บริษัทกรณีศึกษาได้กำหนดจะได้ผลการเปรียบเทียบดังแสดงใน ตารางที่5.10

ตารางที่ 5.10 เปรียบเทียบค่ามาตราฐาน

ITEM	อุณหภูมิเมื่อบรรจุสารทำความเย็น 180 กรัม ณ อุณหภูมิ 35 ^{O}C ความชื้นสัมพัทธ์ 60%	ค่ามาตราฐานที่บริษัทกรณีศึกษากำหนดไว้
COMPRESSOR BOTTOM TEMP. ^{O}C	62.2 ^{O}C	Under 80 ^{O}C
DISCHARGE PIPE TEMP. ^{O}C	97.6 ^{O}C	Under 110 ^{O}C
CONDENSER CENTER TEMP. ^{O}C	44.8 ^{O}C	Under 55 ^{O}C
CONDENSER OUT TEMP. ^{O}C	42.3 ^{O}C	Under 55 ^{O}C

จากตารางที่ 5.10 แสดงให้เห็นว่าค่าต่างๆที่ทำการทดสอบปรับค่าน้ำยาทำความเย็น R-404A ณ อุณหภูมิ35 ^{O}C ความชื้นสัมพัทธ์ 60% ความถี่ 50 Hz. จะไม่เกินค่ามาตราฐานที่ทางบริษัทกรณีศึกษากำหนด ดังนั้นจึงเลือกปริมาณสารทำความเย็น R404A ที่ 180 กรัม โดยหลังจากนี้จะทำการ VACCUM และ CHARGE น้ำยา R404A จำนวน 180 กรัม เพื่อทดสอบ NO LOAD ว่า INNER BOX CENTER TEMP. จะได้อุณหภูมิตามในช่วง -20 ถึง -24 ^{O}C หรือไม่

5.4.2 การทดสอบ NO LOAD

หลังจากการทดสอบปรับค่าน้ำยาทำให้ได้ค่าน้ำยาอยู่ที่ 180 กรัม หลังจากนั้นจะทดสอบ NO LOAD ว่า INNER BOX CENTER TEMP. ขณะไม่มีของที่แช่จะได้อุณหภูมิตามในช่วง -20 ถึง -24 ^{O}C หรือไม่ โดยจะทดสอบที่ อุณหภูมิ 27 ^{O}C ความชื้นสัมพัทธ์ 60% ความถี่ 50 Hz.

เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษาจะจำหน่ายตู้โชว์สินค้าแช่แข็งให้กับร้านสะดวกซื้อภายในประเทศ ซึ่งร้านสะดวกซื้อจะมีอุณหภูมิในช่วง 25 ถึง 27 ^{O}C โดยค่าที่ทดสอบได้จะแสดงในตารางที่5.11

ตารางที่ 5.11 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิของ NO LOAD เมื่อบรรจุสารทำเย็น R404A จำนวน 180 กรัม ของตู้โชว์สินค้าแช่แข็งรุ่น TRM-J350 FREEZER ภายใต้เงื่อนไขทดสอบที่ ณ อุณหภูมิ 27 ^{O}C ความชื้นสัมพัทธ์ 60% ความถี่ 50HZ ที่มีความสัมพันธ์กับ อุณหภูมิ และความดันภายในตู้แช่ดังนี้

MODEL NAME: TRM-J350FREEZER

ITEM	อุณหภูมิเมื่อบรรจุสารทำความเย็น180 กรัม ณ อุณหภูมิ27 ^{O}C ความชื้นสัมพัทธ์60% ความถี่ 50HZ	ค่ามาตราฐานที่บริษัทกรณีศึกษากำหนดไว้
INNER BOX LOAD LINE LT TEMP ^{O}C	-21.7	
INNER BOX CENTER TEMP. ^{O}C	-22.7	
INNER BOX LOAD LINE RT TEMP ^{O}C	-22.1	
COMPRESSOR TOP TEMP. ^{O}C	66.3	
COMPRESSOR BOTTOM TEMP. ^{O}C	58.6	Under 80 ^{O}C
DISCHARGE PIPE TEMP. ^{O}C	95.3	Under 110 ^{O}C
CONDENSER CENTER TEMP. ^{O}C	45.4	Under 55 ^{O}C
CONDENSER OUT TEMP. ^{O}C	44.2	Under 55 ^{O}C
EVAPORATOR IN PIPE ^{O}C	-28.8	
EVAPORATOR OUT PIPE ^{O}C	-27.1	
SUCTION PIPE ^{O}C	7.6	
HIGH PRESSURE Mpa	2.03	
LOW PRESSURE Mpa	0.08	

TEST CONITION

VOLTAGE: 220V, TEMPERATURE: 27 ^{O}C , HUMIDITY: 60%, FREQUENCY: 50Hz

จากตารางที่ 5.11 แสดงผลการทดสอบ NO LOAD ภายใต้เงื่อนไข อุณหภูมิ 27 ^{O}C ความชื้นสัมพัทธ์ 60% ความถี่ 50HZ พบว่า INNER BOX CENTER TEMP. มีอุณหภูมิ -22.7 ^{O}C

ซึ่งอยู่ในช่วง -20 ถึง -24 ^{o}C และค่าอุณหภูมิต่ำกว่าค่ามาตราฐานที่กำหนดไว้ในมาตราการแก้ไข และป้องกันข้อบกพร่อง ทำให้ทราบว่ามาตรการในการแก้ปัญหาและป้องกันความผิดพลาดจากการออกแบบผลิตภัณฑ์ ใช้ได้จริงในการป้องกันข้อบกพร่องจากกระบวนการออกแบบ

5.5 การเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการศึกษากระบวนการออกแบบตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง ตลอดจนจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการออกแบบผลิตตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRM-J350X เป็นตู้โชว์สินค้าแช่แข็งรุ่น TRMJ-350FREEZER ทางผู้วิจัยและทีมผู้ชำนาญการด้านออกแบบได้ทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล พร้อมทั้งหาสาเหตุของข้อบกพร่องของชิ้นส่วนอันเกิดการกระบวนการออกแบบส่งผลให้ต้องมีการปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นที่เกิดขึ้นจากกระบวนการออกแบบโดยใช้เทคนิค DFMEA มาช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุ ผลกระทบ ความถี่ตลอดจนค่าความเสี่ยง (Risk Priority Number) เพื่อนำไปสู่การลดปริมาณชิ้นส่วนที่ปรับหรือเปลี่ยนให้น้อยลงและการควบคุมเพื่อการตรวจพบมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการศึกษาข้อมูลของชิ้นส่วนที่ต้องเปลี่ยนที่เกิดขึ้นระหว่างการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง ขั้นต่อมาได้ทำการหาสาเหตุของข้อบกพร่องของชิ้นส่วนที่เกิดขึ้นโดยแผนภูมิต้นไม้ พิจารณาค่า RPN ที่เกิดขึ้น ถ้าพบว่าค่า RPN มากกว่า 75 ขึ้นไป ให้กำหนดมาตรการแก้ไข แล้วดำเนินการแก้ไข โดยใช้เทคนิค DFMEA พบว่าหลังการดำเนินการมีปริมาณของจำนวนชิ้นงานที่ทำการปรับหรือเปลี่ยนลดลงและการควบคุมเพื่อการตรวจพบมีประสิทธิภาพมากขึ้น ตามลำดับ ดังนั้นการประเมินผลการดำเนินงานได้ 2 แนวทางดังนี้

1.การเปรียบเทียบเปอร์เซนต์จำนวนของชิ้นส่วนที่ต้องปรับหรือเปลี่ยน ที่เกิดข้อบกพร่องจากกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบของตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง

ผลการเปรียบเทียบเปอร์เซนต์จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องเปลี่ยนและชิ้นส่วนบกพร่องที่เกิดจากกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง ภายหลังการดำเนินการแก้ไขโดยใช้เทคนิค DFMEA ได้ดังตารางที่ 5.12

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.12 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของจำนวชิ้นงานที่ต้องปรับหรือเปลี่ยนในกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง

ชิ้นส่วน	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		เปอร์เซนต์ที่ลดลง
	TRMJ-350X		TRMJ-350FREEZER		
	(ชิ้น)	(เปอร์เซนต์)	(ชิ้น)	(เปอร์เซนต์)	
จำนวนชิ้นส่วนทั้งหมด	73	100	73	100	-
จำนวนชิ้นส่วนที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นจากข้อบกพร่องแรงม้าของ Compressor ไม่พอ	3	4.11	1	1.37	66.7
จำนวนชิ้นส่วนที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นจากข้อบกพร่องพื้นที่การถ่ายเทความร้อนของ Wrie Condenser ไม่พอ	1	1.37	0	0.00	100
จำนวนชิ้นส่วนที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นจากข้อบกพร่องพื้นที่การแลก เปลี่ยนความร้อนของ Evaporator ไม่พอ	1	1.37	0	0.00	100
จำนวนชิ้นส่วนที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นจากข้อบกพร่อง Compressor ร้อนเกินไป	2	2.74	1	1.37	50
จำนวนชิ้นส่วนที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นนั้นส่วนจากข้อบกพร่องการตั้งค่าอุณหภูมิตัดต่อ THERMISTOR ใน INNER BOX ไม่เหมาะสม และScaleไม่ละเอียดพอ	2	2.74	1	1.37	50
จำนวนชิ้นส่วนที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นจากข้อบกพร่องความเร็วรอบของชุดพัดลม Wire Condenser A และ B (W COND. A & B)ไม่พอ	2	2.74	1	1.37	50
จำนวนชิ้นส่วนที่ปรับหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นจากข้อบกพร่อง Wire Condenser A และ B (W COND. A & B) ร้อนเกินไป	2	2.74	1	1.37	50
รวมจำนวนชิ้นส่วนที่ปรับหรือเปลี่ยน	13	17.81	5	6.85	61.54

2. เปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงที่เกิดจากกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงที่เกิดจากกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง ภายหลังการดำเนินการแก้ไขโดยใช้เทคนิค DFMEA ได้ดังตารางที่ 5.13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.13 ค่า RPN ในการปรับปรุงของกระบวนการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง

ลักษณะข้อบกพร่อง	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง	(S)	ข้อมูลก่อนการปรับปรุง			ข้อมูลหลังการปรับปรุง		
			(O)	(D)	RPN	(O)	(D)	RPN
แรงม้า Compressor ไม่พอ	การเลือก Comp. โดยไม่ผ่านการคำนวณ	8	4	7	224	2	4	64
Compressor ร้อนเกินไป	ลมที่ได้รับจากมอเตอร์ที่เป่า W COND. ไม่พอ และกำหนดอุณหภูมิมาตราฐานไม่เหมาะสม	9	3	5	135	2	3	54
ความเร็วรอบชุดพัดลม Wire Condenser(W COND.) ไม่พอ	ลมที่ได้รับจากมอเตอร์ W COND. ไม่พอ	8	3	5	120	2	3	48
Wire Condenser ร้อนเกินไป	ลมที่ได้รับจากมอเตอร์ W COND. ไม่พอ และกำหนดอุณหภูมิมาตราฐานไม่เหมาะสม	8	3	5	120	2	3	48
อุณหภูมิตัดต่อของ Thermistor AU ไม่เหมาะ	ช่วงอุณหภูมิการตัดต่อภายใน INNER BOX ไม่เหมาะสม	7	3	5	105	2	3	42
พื้นที่การระบายความร้อนของ Wire Condenser ไม่พอ	การเลือกพื้นที่ W COND. โดยไม่ผ่านการคำนวณ	8	2	5	80	1	3	24
พื้นที่การแลกเปลี่ยนร้อนของ Evap. ไม่พอ	การเลือกพื้นที่Evap.โดยไม่ผ่านการคำนวณ	8	2	5	80	1	3	24

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.14 **บันทึกข้อมูลลงใน** DFMEA

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 1 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review : 1

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
2	91001-52950	COMP. FU2088-HA	แรงม้า Compressor ไม่พอ	อุณหภูมิของตู้แช่ไม่ได้ตามต้องการ	8	การเลือก Comp. โดยไม่ผ่านการคำนวณ	4	การเลือก Comp. เทียบเคียงแรงม้ากับรุ่นอื่นเพื่อช่วยในการตัดสินใจ	7	224	เลือกแรงม้าคอมเพรสเซอร์โดยผ่านการคำนวณทำให้ได้ 0.509 แรงม้า	Design Show Case Team	8	2	4	64

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.14 **บันทึกข้อมูลลงใน** DFMEA **(ต่อ)**

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 2 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review : 2

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
2	91001-52950	COMP. FU2088-HA	Compressor ร้อนเกินไป	ประสิทธิภาพการทำงาน Comp.ลดลง หรือ ชำรุดอุณหภูมิไม่ตรงตามระบุ	9	ลมที่ได้รับจากมอเตอร์ที่เป่า W COND. ไม่พอ	3	เทียบเคียงความเร็วรอบมอเตอร์ของรุ่นอื่นเพื่อช่วยตัดสินใจ	5	135	1.DISCHARGE PIPE ต่ำกว่า 80 ^{o}C 2.Comp. Buttom ต่ำกว่า110 ^{o}C 3.เพิ่มความเร็วรอบพัดลมCond.	Design Show Case Team	9	2	3	54

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.14 **บันทึกข้อมูลลงใน** DFMEA **(ต่อ)**

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 3 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review : 1

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
3	T0761-Z0050	COND. FM AU	ความเร็วรอบชุดพัดลม Cond. ไม่พอ	ทำให้อุณหภูมิตู้แช่ไม่ได้ตามต้องการ	8	ลมที่ได้รับจากมอเตอร์ที่เป่า W COND. ไม่พอ	3	เทียบเคียงความเร็วรอบมอเตอร์ของรุ่นอื่นเพื่อช่วยตัดสินใจ	5	120	เพิ่มความเร็วรอบพัดลม Cond. เป็น 1,800 รอบ/นาที	Design Show Case Team	8	2	4	48

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.14 **บันทึกข้อมูลลงใน** DFMEA **(ต่อ)**

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 4 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review : 1

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
5	T0767-Z0040	W COND. A AU	Wire Condenser ร้อนเกินไป	ทำให้อุณหภูมิตู้แช่ไม่ได้ตามต้องการ	8	ลมที่ได้รับจากมอเตอร์ W COND. ไม่พอ	3	เทียบเคียงความเร็วรอบมอเตอร์ของรุ่นอื่นเพื่อช่วยตัดสินใจ	5	120	1. Cond. Center ต่ำกว่า 55 ^{O}C 2. Cond. Out ต่ำกว่า 55 ^{O}C 3.เพิ่มความเร็วรอบชุดพัดลม Cond.	Design Show Case Team	8	2	3	48
6	T0767-Z0050	W COND. B AU														

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.14 **บันทึกข้อมูลลงใน** DFMEA **(ต่อ)**

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 5 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : UNIT AY **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review : 1

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
5	T0767-Z0040	W COND. A AU	พื้นที่การระบายความร้อนของ Wire Condenser ไม่พอ	ทำให้อุณหภูมิตู้แช่ไม่ได้ตามต้องการ	8	การเลือกพื้นที่ W COND. โดยไม่ผ่านการคำนวณ	2	เลือกพื้นที่ W COND. เทียบเคียงกับรุ่นอื่นเพื่อช่วยในการตัดสินใจ	5	80	คำนวณพื้นที่ระบายความร้อนของ Condenser พบว่าพื้นที่ขนาดเดิมเหมาะสมอยู่แล้ว	Design Show Case Team	8	1	3	24
6	T0767-Z0050	W COND. B AU														

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.14 **บันทึกข้อมูลลงใน** DFMEA **(ต่อ)**

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 1 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : BODY 2 **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review : 1

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
3	T0768-Z0071	Evaporator AU	พื้นที่การแลกเปลี่ยนร้อนของ Evap. ไม่พอ	ทำให้อุณหภูมิตู้แช่ไม่ได้ตามต้องการ	8	การเลือกพื้นที่ Evap.โดยไม่ผ่านการคำนวณ	2	เลือกพื้นที่Evap. เทียบเคียงกับรุ่นเพื่อช่วยในการตัดสินใจ	5	80	คำนวณหาพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของ Evaporator พบว่าพื้นที่ขนาดเดิมเหมาะสมอยู่แล้ว	Design Show Case Team	8	1	3	24

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.14 **บันทึกข้อมูลลงใน** DFMEA **(ต่อ)**

DESIGN FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

(DESING FMEA)

รุ่น : TRM-J350X **หน้า :** 2 **จัดทำโดย :** Design Showcase team

ชื่อส่วนย่อย : BODY 2 **วันที่จัดทำครั้งแรก :** 25/11/2008 Review : 1

No.	DWG. No.	ชื่อชิ้นส่วน	ลักษณะความบกพร่องที่คาดว่าจะเกิดชิ้นส่วน	ผลกระทบของชิ้นงานบกพร่อง	Sev	สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องของชิ้นส่วน	Occ	การควบคุมเพื่อป้องกันข้อบกพร่องในปัจจุบัน	Det	RPN	การแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	S	O	D	RPN
9	T0765-Z0020	Thermistor AU	อุณหภูมิการตัดต่อThermistor AU ไม่เหมาะ	อุณหภูมิภายใน INNER BOX ไม่ได้ตามต้องการอาจส่งผลต่อสินค้าที่แช่ภายในตู้แช่ให้เสียได้	7	ช่วงอุณหภูมิการตัดต่อตั้งค่าเองไม่ได้ถูกกำหนดมากับเครื่อง และค่าละเอียดของอุณหภูมิการตัดต่อไม่มากนัก	3	ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบจะประมาณค่าใกล้เคียงการอุหภูมิตัดต่อ	5	105	เพิ่มจอแสดงอุณหภูมิที่ใช้เป็นตัวตัดต่ออุณหภูมิภายใน INNER BOX ที่ตั้งค่าการตัดต่อได้และละเอียดกว่า	Design Show Case Team	7	2	3	42

5.6 **สรุปท้ายบท**

เนื้อหาในบทนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิค DFMEA สอดคล้องต่อวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานวิจัย วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อลดข้อบกพร่องจากการบวนการออกแบบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็งรุ่น TRMJ-350FREEZER หลังทราบถึงปัจจัยที่จะตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าจากประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ในเมตริกที่ 1-2 โดยการเสนอแนวแนะทางการออก และทำการทดสอบลองผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบขึ้นจริง พบว่าค่า RPN และเปอร์เซนต์ที่ชิ้นส่วนที่ปรับเปลี่ยนลดลง

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการคัดเลือกข้อบกพร่องจากปัญหาชิ้นส่วนที่เปลี่ยนบ่อย และเกณฑ์ความความรุนแรงสูง จากนั้นวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดข้อบกพร่องด้วยแผนภูมิต้นไม้ และวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง ความรุนแรง ความถี่ในการเกิดข้อบกพร่องพร้อมทั้งระดมสมองในการหาแนวทางในการแก้ปัญหา และหามาตรการป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหานั้นๆ และนำมาตรการมาทดลองประยุกต์ใช้เพื่อประเมินผล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ในเมตริกที่ 3 เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต

สิ่งที่ได้รับจากประยุกใช้ประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เฟสที่ 1-2 ในบทที่ 4 และ DFMEA ในบทที่ 5 คือ ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการของลูกค้า และการลดข้อบกพร่องอันเกิดจากกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบรุ่น TRMJ-350 FREEZER แต่อาจต้องมีกระบวนการที่ต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ TRMJ350 FREEZER ดันนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการต่อโดยใช้เทคนิค QFD แบบ 4 เฟส ในเฟสที่ 3 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตให้รับกับการออกแบบ แต่ในงานวิจัยนี้จะไม่ลงลึกไปถึงการผลิตจริง

6.1 การดำเนินงานในการใช้ QFD Phase 3: Process Planning Matrix

หลังจากได้ QFD เมตริกที่ 2 คือ Product Design Matrix ในบทที่ 4 และ DFMEA ในบทที่ 5 แล้ว จะเข้าสู่การทำ QFD เมตริกที่ 3 คือ Process Planning Matrix ซึ่งเป็นเมตริกที่ทำหน้าที่แปลงความสำคัญของข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ (Part Characteristic Requirement) ที่ได้มาจากการทำ QFD เมตริกที่ 2 ให้เป็นการวางแผนกระบวนการในแต่ละข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ โดยมีส่วนประกอบของการวางแผนส่วนประกอบของเมตริกที่ 3 (Process Planning Matrix) ดังแสดงในรูปที่ 6.1

รูปที่ 6.1 ส่วนประกอบของการวางแผนกระบวนการผลิตของเมตริกที่ 3 (Process Planning Matrix)

6.1.1 ขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกที่ 3 ในการดำเนินการวิจัย

1) ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ (Part Characteristic Requirement) ได้มาจากส่วนที่ 4 ของเมตริกที่ 2 โดยนำมาจัดลำดับความสำคัญและใช้เป็น Input ในเมตริกที่ 3

2) ข้อกำหนดคุณสมบัติของส่วนประกอบแต่ละส่วน (Part Specifications) ได้มาจากส่วนที่ 6 ของเมตริกที่ 2

3) ระดับน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ (Part Characteristic Requirement Importance Weight) ได้มาจากส่วนที่ 8 คือการจัดลำดับความสำคัญโดยการเปรียบเทียบของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ (Part Characteristic Requirements Importance Weights) ในเมตริกที่ 2 โดยที่ทำการแปลงค่าที่ได้ให้อยู่ในรูปของ Scale 1-9 ตารางที่ 4.8 แสดงระดับน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบที่ได้รับโดยเรียงตามลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อย

ตารางที่ 6.1 สรุประดับน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ

ลำดับที่	ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ	% Relative	ระดับน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ
1	บุคลาการ 100% ได้รับการอบรม	17.22	9
2	เพิ่มแรงม้าของ Compressor เป็น 0.509 แรงม้า	10.11	5.3
3	บุคลากรมีคุณสมบัติครบตามต้องการ	9.55	5.0
4	เพิ่มความหนาของฉนวนกันความร้อนเป็น 61.2 มม.	7.35	3.8
5	เปลี่ยนชนิดของสารทำความเย็นเป็น R 404-A	7.35	3.8
6	พื้นที่การแลกเปลี่ยนความร้อนของ Evaporator เท่าเดิม	7.35	3.8
7	ปรับปรุงปริมาณสารทำความเย็นเป็น 180 กรัม	7.35	3.8
8	พื้นที่การแลกเปลี่ยนความร้อนของ Condenser เท่าเดิม	7.35	3.8
9	เพิ่มระยะเวลาการประกันค่าแรงงานเป็น 1 ปี	5.92	3.1
10	เปลี่ยนระบบไฟชุดพัดลม Evaporator เป็น 220 โวลต์	3.23	1.7
11	เปลี่ยนระบบไฟชุดพัดลม Condenser เป็น 220 โวลต์	3.23	1.7
12	เปลี่ยนระบบไฟชุดพัดลม Compressor เป็น 220 โวลต์	3.23	1.7
13	เพิ่มจำนวนจอบอกอุณภูมิแบบดิจิตอล 1 จอ	2.81	1.5

ตารางที่ 6.1 สรุประดับน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ

ลำดับที่	ข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของส่วนประกอบ	% Relative	ระดับน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านส่วนประกอบ
14	เพิ่มความเร็วรอบชุดพัดลม Condenser เป็น 1,800 รอบต่อนาที	2.76	1.4
15	เลือกเสียงการทำงานของ Compressor เป็น 55 เดซิเบล	2.76	1.4

4) คุณสมบัติของกระบวนการ (Process Characteristics) คือ กระบวนการผลิตตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง ซึ่งเราสามารถแยกออกได้เป็นกระบวนการเดิมที่ดีอยู่แล้ว และกระบวนการใหม่ที่สามารถนำเข้ามาสนับสนุนและปรับปรุงการผลิตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น โดยจะทำการแยกกระบวนการผลิตให้เป็นส่วนย่อยๆ เฉพาะกระบวนการที่จะทำการปรับปรุงหลังจากการปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนเท่านั้น และมีรายละเอียดของแต่ละกระบวนการหลักดังที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 3 การทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตจะทำเฉพาะกระบวนการที่จะปรับปรุง โดยการวิเคราะห์เป็นกระบวนการย่อยๆ เพื่อจะได้รายละเอียดของแนวทางการปรับปรุง โดยการปรับปรุงทำการศึกษาเพียงแค่ผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานเท่านั้น

กระบวนการผลิตตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง สามารถแบ่งเป็นกระบวนการย่อยๆ เฉพาะกระบวนการที่จะทำการปรับปรุงหลังจากการปรับเปลี่ยนชิ้นส่วน ดังนี้

1 .รายละเอียดของกระบวนการเจาะด้วยเครื่อง NCT

1.1 SET โปรแกรมตาม DRAWING ของแต่ละรุ่น

1.2 เปลี่ยนหัวตอกให้ตรงตามโปรแกรมที่กำหนดไว้แต่ละรุ่น

1.3 ใส่แผ่นเหล็กเพื่อทำการเจาะตาม DRAWING

1.4 ใช้ตะใบแต่งชิ้นงาน

2. รายละเอียดของกระบวนการฉีดโฟม มีดังนี้

2.1 พนักงานฉีดโฟมต้องสวมอุปกรณ์ความปลอดภัย

2.2 เตรียม JIG โดยการตรวจเช็ค พร้อมทั้งทำความสะอาดJIG

2.3 ประกอบ INNER BOX ยึดโดยใช้สกรู ปิดเทป หรือ อุดด้วยดินน้ำมัน ตามรอยต่อหรือรูต่างๆ เพื่อป้องกันน้ำยาโฟมไหลเข้าไป

2.4 นำ INNER BOX ประกอบเข้ากับ OUTER BOX ให้มีระยะห่างระหว่างตู้ 31.4 mm. โดยใช้โฟมขนาด กว้าง 80 ยาว 80 สูง 39 mm. จำนวน 17 ก้อนเป็นด้านข้างซ้าย 3 ก้อน ขวา 3 ก้อน ด้านหลัง 6 ก้อน ด้านล่าง 2 ก้อน เพื่อยึดไว้เป็นระยะห่างในการฉีดโฟม

2.5 ใช้ OUTER BOX CONNECT UPR, LWR, LT และ RT เสียบเพื่อยึด INNER BOX กับ OUTER BOX เข้าด้วยกัน

2.6 ปิดเทป หรือ อุดด้วยดินน้ำมัน ตามรอยต่อหรือรูต่างๆ เพื่อป้องกันน้ำยาโฟมไหเข้าไป

2.7 นำชิ้นงานใส่เข้าไปใน JIG ที่อุณหภูมิ 40 องศา และทำการประกอบ JIG เพื่อไม่ให้ชิ้นงานขยายตัวขณะโฟมเย็นตัวลง

2.8 ทำการฉีดโฟม และตั้งเวลาการฉีดโฟมที่ค่ามาตราฐานโดยประมาณ 5.4 วินาที

2.9 ทิ้งไว้ 8 นาที รอให้โฟมแห้ง

2.10 ถอดสลักแยก JIG ออก และนำตู้มาดึงเทปออก

2.11 ตรวจสอบตู้หลังการฉีดโฟมและลักษณะภายนอกร่วมทั้งขนาดตู้ตาม Drawing ของรุ่นนั้นๆ จากนั้นตัดชิ้นงานส่วนที่เกินออก และทำความสะอาดตู้

3. รายละเอียดของกระบวนการประกอบ Compressor

3.1 เลือกใช้ Compressor ขนาด 0.232 แรงม้า ความดัง 60 เดซิเบล ระบบไฟ 100 โวลต์ ลงบน Base Frame AU ให้ตรงตามรูที่จะขันสกรู

3.2 ใช้สกรูหัวเหลี่ยมเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม.ยาว 30 มม.ประกอบเข้ากับ SELLVE (ปลอกเหล็ก) เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มม. ยาว 18 มม. และยาง เพื่อกันสะเทือนอันก่อให้เกิดเสียง ขันสรกูให้แน่

3.3 เชื่อม Discharge Pipe เข้ากับท่อความดันสูง ของคอมเพรสเซอร์ด้วยการ เชื่อมแก๊สโดยใช้ทองแดงเป็นตัวประสาน

3.4 เชื่อม Suction pipe เข้ากับท่อความดันต่ำ ของคอมเพรสเซอร์ด้วยการรเชื่อมแก๊สสโดยใช้ทองแดงเป็นตัวประสาน

4. รายละเอียดของกระบวนการชาร์จน้ำยา ทำความเย็นมีดังนี้

4.1 เอาตู้ที่ VACCUM 20 นาทีด้วยความดัน 0.05 Torr แล้วมาชาร์จน้ำยา R-134a เข้าทาง CHARGING PIPE ปริมาณ 220 กรัม

4.2 เมื่อชาร์จน้ำยาเสร็จแล้วใช้คีมบีบ PIPE และถอดหัว COPPLA ออก

4.3 ทำการเชื่อมปิดระบบท่อ CHARGING PIPE ทั้ง 2 ท่อ

5. ติดตั้งชุดพัดลม Condenser

5.1 เลือกใช้มอเตอร์พัดลม Condenser ความเร็วรอบ 1,300 รอบต่อนาที และระบบไฟ 100 V.

5.2 นำใบพัดประกอบกับมอเตอร์ ในทิศเป่าลมใส่ Condenser

5.3 ประกอบชุดพัดลม Condenser กับ Base Frame AU ให้ตรงตามรู

5.4 ใช้สกรูหัวเหลี่ยมเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม.ยาว 8 มม. ขันให้แน่น

6. ติดตั้งชุดพัดลม Evaporator

6.1 เลือกใช้มอเตอร์พัดลม Evaporator ระบบไฟ 100 V.

6.2 นำใบพัดประกอบกับมอเตอร์ ในทิศเป่าลมใส่ Evaporator

6.3 ประกอบชุดพัดลม Evaporator กับ INNER BOX ด้านบนให้ตรงตามรู

6.4 ใช้สกรูเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม.ยาว 8 มม.ขันให้แน่น

7. ตรวจสอบความเย็น

7.1 ปรับไฟไปที่ 100 Vol. แล้วหมุน TEST VOLTAGE ไปที่ 1200 V/S พอปรับเสร็จก็ไปหมุนตรง VOLTAGE REGURATOR แล้วมาดูตรง VOLT METER อ่านค่าให้ได้ค่าไฟฟ้า 100 Vol.

7.2 เสียบปลั๊กสายการ์วตรงจุดของตู้ที่เป็นเหล็ก แล้วทำการเช็ครั่วอีกครั้ง

7.3 ต้องถอดสายซ๊อตออก แล้วเสียบเข้าไปใหม่ถ้าดึงแล้วไม่หลุดก็ทำการ MARK สายเป็นสีขาว

7.4 เปิดประตูตู้ทิ้งไว้ 3-5 นาที แล้วปิดประตู

7.5 หลังจากปิดประตูก็เปิดสวิทช์ดูกราฟจาก COMPUTER ว่าตู้ตัดหรือยัง ถ้าตู้ตัดกราฟจะลง แต่ถ้าเราเสียบสายไม่แน่กราฟจะไม่ลงจะขึ้นเรื่อยจะไม่ตัด ก็ต้องไปตรวจสอบหัว THERMISTOR ว่าใส่ดีหรือไม่

7.6 พอตู้ตัดแล้วก็ทำการทำการถอดสายการ์ว และดึกปลั๊กออก หลังจากนั้นส่งไปยังการตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (ตรวจสอบครั้งสุดท้าย)

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

-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 ดังตารางที่ 6.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการในปัจจุบันและข้อกำหนดใหม่

ส่วนประกอบของกระบวนการ	รายละเอียด	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการปัจจุบัน	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการที่ต้องปรับปรุง	ทิศทางเพื่อการพัฒนา
กระบวนการเจาะด้วย NCT	เจาะรูเพิ่มที่ Outer Box FR PNL LWR AU เพื่อใส่จอแสดงอุณหภูมิ ขนาด	ไม่มี	กว้าง 40 ยาว 80 มม.	↑
	เว้นระยะห่างระหว่างจอ กับสวิทต์	ไม่มี	3 มม.	↑
	เจาะรูเพิ่มที่ Outer Box FR PNL LWR AU เพื่อใส่สวิทต์ของจอแสดงอุณหภูมิ ขนาด	ไม่มี	กว้าง 15 ยาว 30 มม.	↑
กระบวนการฉีดโฟม	นำ INNER BOX ประกอบเข้ากับ OUTER BOX	ระยะห่างระหว่าง INNER BOX และ OUTER BOX เป็น 31.4 mm.	ทำการปรับเพิ่มระยะห่าง INNER BOX และ OUTER BOX เป็น 61.2 mm.	↑
	ใช้โฟมวางเป็นระยะห่างระหว่าง INNER BOX และ OUTER BOX	ขนาดโฟมกว้าง 80 ยาว 80 สูง 39 mm.	ขนาดโฟมกว้าง 110 ยาว 110 สูง 69 mm.	↑
	จำนวนโฟมที่ใช้เป็นระยะห่าง	17 ก้อน	17 ก้อน	○

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 (ต่อ) ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการในปัจจุบันและข้อกำหนดใหม่

ส่วนประกอบของกระบวนการ	รายละเอียด	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการปัจจุบัน	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการที่ต้องปรับปรุง	ทิศทางเพื่อการพัฒนา
กระบวนการฉีดโฟม	นำชิ้นงานใส่เข้าไปใน JIG ที่อุณหภูมิ	40 องศา	40 องศา	○
	ตั้งเวลาฉีดโฟม	5.4 วินาที	8.5 วินาที	↑
	รอให้โฟมแห้ง	8 นาที	14 นาที	↑
กระบวนการประกอบคอมเพรสเซอร์	ใช้ Compressor ขนาด	0.232 แรงม้า	0.509 แรงม้า	↑
	เลือใช้ระบบไฟ COMP.	100 โวลต์	220 โวต์	↑
	ขนาดสกรู	หัวเหลี่ยมเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม. ยาว 30 มม.	หัวเหลี่ยมเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มม.ยาว 30 มม.	○
	ขนาด SELLVE (ปลอกเหล็ก)	เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มม. ยาว 18 มม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มม. ยาว 18 มม.	○
กระบวนการติดตั้ง Fan Condenser	เปลี่ยนระบบไฟชุดพัดลม Condenser	100 V.	220 V.	↑
	เปลี่ยนความเร็วรอบพัดลม	1,300 รอบต่อนาที	1,800 รอบต่อนาที	↑

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.2 (ต่อ) ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการในปัจจุบันและข้อกำหนดใหม่

ส่วนประกอบของกระบวนการ	รายละเอียด	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการปัจจุบัน	ข้อกำหนดทางด้านกระบวนการที่ต้องปรับปรุง	ทิศทางเพื่อการพัฒนา
กระบวนการติดตั้ง Fan Condenser	ขนาดสกรู	หัวเหลี่ยมเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม. ยาว 8 มม.	หัวเหลี่ยมเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มม.ยาว 8 มม.	○
กระบวนการติดตั้ง Fan Evaporator	เปลี่ยนระบบไฟชุดพัดลม Evaporator	100 V.	220 V.	↑
กระบวนการชาร์จน้ำยา	ผ่านการ VACCUM	ประมาณไม่ต่ำกว่า 20 นาที/1ตู้	ประมาณไม่ต่ำกว่า 20 นาที/1ตู้	○
	ความดันของการVACCUM	ไม่ต่ำกว่า 0.05 Torr	ไม่ต่ำกว่า 0.05 Torr	○
	ชนิดน้ำยาทำความเย็น	ชาร์จน้ำยา R-134A	ชาร์จน้ำยา R-404A	↕
	ปริมาณที่บรรจุ	220 กรัม	180 กรัม	↕
ตรวจสอบความเย็น	ปรับไฟไปที่	100 V.	220 V.	↑
	หมุน TEST VOLTAGE ไปที่	1200 V/S	1800 V/S	↑
	หมุนตรง VOLTAGE REGURATOR แล้วมาดูตรง VOLT METER ให้ได้ค่าไฟฟ้าที่	100 V.	220 V.	↑

สถาบันวิทยบริการ
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) เป็นการหาสัดส่วนลำดับความสำคัญของคุณสมบัติทางด้านกระบวนการในแต่ละข้อกำหนดเทียบกับคุณสมบัติด้านกระบวนการทั้งหมด ให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์

6.1.2 แผนผัง QFD เมตริกที่ 3

จากขั้นตอนการสร้างแผนผัง QFD เมตริกที่ 3 ที่ได้กล่าวมาข้างต้นในหัวข้อ 6.1.1 ดังนั้นแผนผัง QFD เมตริกที่ได้รับ แสดงในรูปที่ 6.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Process Characteristics

Part Characteristic requirements	Targets	Technical Importance	NCT			ฉีดโฟม						Compressor					พัดลม Cond.				พัดลม Evap.	บรรจุน้ำยาทำความเย็น				ตรวจสอบความเย็น		
			↑	↑	↑	↑	↑	○	○	↑	↑	↑	↓	↑	○	○	↑	↑	○	○	↑	○	○	↑	↓	↑	↑	↑
			เจาะ Outer Box FR PNL LWR AU ขนาดรูจอแสดงอุณหภูมิ	ระยะห่างการเจาะ Outer Box FR PNL LWR AU	เจาะ Outer Box FR PNL LWR AU ขนาดรูสวิทช์ล็อค	ระยะห่างระหว่าง INNER BOX และ OUTER BOX	โฟมวางเป็นระยะห่างระหว่าง Inner BOX และ Outer BOX	จำนวนโฟมให้เป็นระยะห่าง Inner BOX และ Outer BOX	อุณหภูมิการฉีดโฟม	เวลาในการปล่อยโฟม	เวลารอให้โฟมแห้ง	เลือกใช้ขนาดแรงม้า Compressor	เลือกใช้ความดังของเสียง Compressor	เลือกใช้ระบบไฟของประกอบ Compressor	ขนาดสกรูใช้ประกอบ Compressor	ขนาด SELLVE (ปลอกเหล็ก)	ประกอบชุดพัดลม Condenser ระบบไฟ	ความเร็วรอบพัดลม Condenser ในการประกอบ	ติดพัดลมกับแผงตะไบกิ๊ก	ขนาดสกรูใช้ประกอบชุดพัดลมCond.	ประกอบชุดพัดลม Evaporator ระบบไฟ	เวลาในการVACCUM ต่อ 1 ตู้	ความดัน	เลือกใช้สารทำความเย็น	ปริมาณที่บรรจุสารทำความเย็น	ปรับไฟให้ได้	หมุน TEST VOLTAGE ให้ได้	หมุนVoltage Regulatorเพื่อควบคุมVolt Meterให้
ประสิทธิภาพในการฝึกอบรมบุคลากร	บุคลากร100%ได้รับการฝึกอบรม	9.0																										
พัฒนาและปรับปรุง แรงม้าของ Compressor	0.509 แรงม้า	5.3										9			1	1												
ความสามารถในการคัดเลือกบุคลากร	มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ	5.0																										
พัฒนาและปรับปรุงความหนาของฉนวนกันความร้อน	61.2 มม.	3.8				9	9	9	9	9	9																	
พัฒนาและปรับปรุงชนิดของสารทำความเย็น	R 404-A	3.8																						9				
พัฒนาและปรับปรุงปริมาณสารทำความเย็น R404-A	180 กรัม	3.8																				3	1		9			
พัฒนาและปรับปรุงระยะเวลาการประกันค่าแรงงาน	ประกันค่าแรงงาน 1 ปี	3.1																										
พัฒนาและปรับปรุงระบบไฟภายในของชุดพัดลม Evaporator	220 V.	1.7																			9					9	9	9
พัฒนาและปรับปรุงระบบไฟภายในของชุดพัดลม Condenser	220 V.	1.7															9									9	9	9
พัฒนาและปรับปรุงระบบไฟภายในของ Compressor	220 V.	1.7												9												9	9	9
พัฒนาและปรับปรุงจำนวนจอบอกอุณหภูมิ	จอแบบดิจิตอล 1 จอ	1.5	9	9	9																							
พัฒนาและปรับปรุงความเร็วรอบของชุดพัดลม Condenser	1,800 รอบต่อนาที	1.4																9	3	1								
พัฒนาและปรับปรุงเสียงการทำงานของ Compressor	55 เดซิเบล	1.4											9															
			กว้าง 40 ยาว 80 มม.	3 มม.	กว้าง 15 ยาว 30 มม.	61.2 มม.	กว้าง 110 ยาว 110 สูง 69 มม.	17 ก้อน	40 องศา	8.5 นาที	14 นาที	0.509 แรงม้า	55 เดซิเบล	220 V.	หัวเหลี่ยมเส้นผ่านศูนย์กลาง 6มม.ยาว 30มม.	เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มม.ยาว 18 มม.	220 V.	1,800 รอบต่อนาที	เปิดหัว Condenser	หัวเหลี่ยมเส้นผ่านศูนย์กลาง 4มม. ยาว 8มม.	220 V.	20 นาที	ไม่ต่ำกว่า 0.05 Torr	R-404A	180 กรัม	220 V.	1800 V/S	220V.
Column Weights			13.2	13.2	13.2	35	35	35	35	35	35	48	13	15	5.3	5.3	15.2	13	4.3	1.4	15.2	12	3.8	34.6	34.6	45.6	45.6	45.6
% Relative			2.2	2.2	2.2	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	7.9	2.2	2.5	0.9	0.9	2.5	2.1	0.7	0.2	2.5	1.9	0.6	5.7	5.7	7.6	7.6	7.6

รูปที่ 6.2 เมตริกการวางแผนกระบวนการผลิต (Process Planning Matrix)

6.2 สรุปท้ายบท

เนื้อหาในบทนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ในเมตริกที่ 3 เพื่อกำหนดวิธีการออกแบบกระบวนการผลิตตู้โชว์สินค้าแช่แข็งให้ลูกค้า และรับกับผลิตภัณฑ์ที่ทำการปรับปรุง

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยคือนำสิ่งที่ได้รับจาก DFMEA และ QFD เมตริกที่ 2 คือ Product Design Matrix ซึ่งเมตริกนี้จะทำการแปลงความสำคัญของข้อกำหนดและคุณสมบัติด้านส่วนประกอบที่ได้รับจาก QFD เมตริกที่ 2 ให้อยู่ในรูปของการควบคุมกระบวนการในแต่ละข้อกำหนดหรือคุณสมบัติของกระบวนการผลิตตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง ซึ่งเราสามารถแยกออกได้เป็นกระบวนการเดิมที่ดีอยู่แล้ว และกระบวนการใหม่ที่สามารถนำเข้ามาสนับสนุน ซึ่งจะมุ่งไปที่การพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตเป็นสำคัญ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

ผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD และDFMEA ในการออกแบบและวางแผนกระบวนการผลิตตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง

เนื้อหาในบทนี้เกี่ยวข้องกับการรายละเอียดของการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง โดยนำกระบวนการที่ได้รับทั้งหมดในบทที่ 4 บทที่5 และบทที่6 ในประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) และเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการออกแบบ (Design Failure Mode and Effect Analysis: DFMEA) และการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ในเมตริกซ์ที่ 3 ตามลำดับมาขยายผลของรายละเอียดและข้อเสนอแนะแนวทางในมาตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ และบริการ เพื่อลดข้อบกพร่องจากกระบวนการออกแบบ และเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต

7.1 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการพัฒนาด้วยเทคนิค QFD และDFMEA

7.1.1 สรุปผลจากการดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เมตริก 1-2 กับการหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า รุ่น TRMJ-350FREEZER สรุปได้ดังนี้

7.1.1.1 สรุปรายละเอียดของตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง ที่ได้รับภายหลังการปรับปรุงด้วยเทคนิค QFD เมตริก 1-2 ทำให้ทราบถึงปัจจัยอันจะส่งผลต่อการตอบสนองความต้องการของลูกค้าภายในประเทศอย่างถูกต้อง ช่วยให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ดำเนินไปในทิศทางที่ถูกต้อง โดยหลังจากการทำ QFD แล้วได้ค่าที่จะพัฒนาและปรับปรุงดังนี้

1. การคัดเลือกบุคลากรเข้าทำงานต้องมีคุณสมบัติครบตามต้องการในแต่ละแผนก และหลังจากปฏิบัติงานต้องการมีประเมินคะแนนความพึงพอใจของลูกค้าในการให้บริการของบุคลากร

2. บุคลาการในแผนกที่เกี่ยวข้องทั้งหมดต้องได้รับการฝึกอบรม และหลังจากฝึกอบรมต้องมีการประเมินคะแนนความรู้หลังจากการฝึกอบรมบุคลากร

3. เพิ่มความหนาของฉนวนกันความร้อนเป็น 61.2 มม.

รูปที่ 7.1 ความหนาของฉนวนกันความร้อน 61.2 มม.

4. เพิ่มระยะเวลาการประกันค่าแรงงานซ่อมฟรีเป็น 1 ปี

5. เพิ่มจำนวนจอแสดงจอบอกอุณหภูมิ 1 จอ

รูปที่ 7.2 จอแสดงอุณหภูมิที่ใช้สั่งการตัดต่ออุณหภูมิใน INNER BOX แบบดิจิตอล

6. เปลี่ยนระบบไฟภายในของชุดพัดลม Evaporator เป็น 220 โวลต์

7. เปลี่ยนระบบไฟภายในของชุดพัดลม Condenser เป็น 220 โวลต์ (รูปที่ 5.14)

8. เปลี่ยนระบบไฟภายในของ Compressor เป็น 220 โวลต์ (รูปที่5.13)

9. เลือกใช้เสียงการทำงานของ Compressor ต่ำกว่า 55 เดซิเบล (รูปที่ 5.13)

10. เปลี่ยนชนิดของสารทำความเย็นเป็น R-404A

รูปที่ 7.3 ถังของชนิดน้ำยาทำความเย็น R-404A ที่ใช้ในการบรรจุ

แต่ในบ้างชิ้นส่วนหลังจากทำ QFD เมตริก 1-2 มีการพบข้อบกพร่องให้เปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นอยู่บ่อยครั้ง จึงต้องมีดำเนินการต่อด้วยเทคนิค DFMEA เพื่อช่วยในการลดข้อบกพร่องในการออกแบบ

7.1.2 สรุปการดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิค DFMEA มีมาตรการแก้ไข และป้องกันความผิดพลาดจาก 7 ข้อบกพร่องหลักในกระบวนการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบตู้โชว์สินค้าแช่แข็งรุ่น TRM-J350 FREEZER ดังนี้

7.1.2.1 ข้อบกพร่องจากการเลือกใช้แรงม้าของคอมเพรสเซอร์ไม่พอ มี 1 มาตรการในการป้องกันข้อผิดพลาด คือ

ก) ให้มีการคำนวณค่าของแรงม้าที่เหมาะสม ทำให้ได้เพิ่มแรงม้าคอมเพรสเซอร์ จากเดิม 0.232 แร้งม้า เป็น 0.509 แรงม้า (รูปที่ 5.13)

7.1.2.2 ข้อบกพร่องจากการเลือกพื้นที่การระบายความร้อนของ Wire Condenser (W COND. A และ B) ไม่พอ มี 1 มาตรการในการป้องกันข้อผิดพลาดคือ

ก) ให้มีการคำนวณค่าของพื้นที่ระบายความร้อนของ Wire Condenser ที่เหมาะสม พบว่าพื้นที่ขนาดเดิมเหมาะสมแก่การรับภาระการทำความเย็นดีอยู่แล้ว (รูปที่ 5.15)

7.1.2.3 ข้อบกพร่องจากการ Compressor FU2088-HA ร้อนเกินไป มี 4 มาตรการในการป้องกันข้อผิดพลาดคือ

ก) เพิ่มความเร็วรอบของชุดพัดลม Wire Condenser เพื่อลดอุณหภูมิของ Compressor ให้เย็นลง

ข) กำหนดค่ามาตราฐานของอุณหภูมิ Compressor Bottom ใหม่ให้เหมาะสมในการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยค่าอุณหภูมิมาตราฐานของ Compressor Bottom ต้องต่ำกว่า 80 ^{O}C

ค) กำหนดค่ามาตราฐานของอุณหภูมิ DISCHARGE PIPE ใหม่ให้เหมาะสมในการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยค่าอุณหภูมิมาตราฐานของ DISCHARGE PIPE ต้องต่ำกว่า 110 ^{O}C

7.1.2.4 ข้อบกพร่องจากช่วงอุณหภูมิการตัดต่อของ Thermistor AU ไม่เหมาะสม มี 1 มาตรการในการป้องกันข้อผิดพลาดคือ

ก) เปลี่ยนชนิดของ Thermistor ที่ใช้ตัดต่ออุณหภูมิภายใน INNER BOX เป็นแบบดิจิตอลที่มีสั่งตัดต่อจากจอแสดงอุณหภูมิ เพื่อให้สามารถปรับตั้งค่าอุณหภูมิการตัดต่อเองได้ และยังมีความละเอียดของช่วงอุณหภูมิมากขึ้นเป็นทศนิยม 1 ตำแหน่ง (รูปที่ 7.2)

7.1.2.5 ข้อบกพร่องจาก Wire Condenser ร้อนเกินไป มี 2 มาตรการในการป้องกันข้อผิดพลาดคือ

ก) กำหนดค่ามาตราฐานของอุณหภูมิ Wire Condenser ใหม่ให้เหมาะสมในการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยค่าอุณหภูมิมาตราฐานของ Condenser Center และ Condenser Out ต้องต่ากว่า 55 ^{O}C

ข) เพิ่มความเร็วรอบของชุดพัดลม Wire Condenser เพื่อช่วยลดอุณหภูมิของ Condenser ลง ให้ระบายความร้อนได้ดีขึ้น

7.1.2.6 ข้อบกพร่องจากความเร็วรอบของชุดมอเตอร์พัดลม Wire Condenser (COND. FM AU) ไม่พอ มี 1 มาตรการในการป้องกันข้อผิดพลาดคือ

ก) เพิ่มความเร็วรอบของชุดพัดลม Wire Condenser (COND. FM AU) จาก 1,300 รอบต่อนาที เป็น 1,800 รอบต่อนาที

7.1.2.7 ข้อบกพร่องจากพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของ Evaporator AU ไม่พอ มี 1 มาตรการในการป้องกันข้อผิดพลาดคือ

ก) ให้มีการคำนวณค่าของพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนของ Evaporator ที่เหมาะสม พบว่าพื้นที่ขนาดเดิมเหมาะสมแก่การรับภาระการทำความเย็นดีอยู่แล้ว

7.1.3 ทดลองปฏิบัติจริงตามมาตรการแก้ไขและป้องกันข้อบกพร่องจาก 7 ข้อบกพร่องหลักในการออกแบบ มาทดลองปฏิบัติจริง ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบรุ่น TRM-J350FREEZER ดังรูปที่ 7.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 7.4 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ TRM-J350FREEZER หลังการปรับปรุง

นำผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค่าแช่แข็งต้นแบบรุ่น TRMJ-350FREEZER เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ของบริษัทคู่แข่ง F

รูปที่ 7.5 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ TRM-J350FREEZER ของบริษัทกรณีศึกษา

รูปที่ 7.6 ผลิตภัณฑ์ของบริษัทคู่แข่ง F

จากการทดสอบปรับค่าน้ำยาทำความเย็น R-404A และทดสอบ NO LOAD พบว่ามาตรการแก้ไข และป้องกันความผิดพลาดจาก 7 ข้อบกพร่องหลักในกระบวนการออกแบบ ใช้ได้จริง และสามารถประเมินผลได้ 2 แนวทางดังนี้

7.1.3.1 เปรียบเทียบเปอร์เซนต์ของจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ต้นแบบ TRM-J350FREEZER กับผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้ารุ่น TRM-J350X เดิมที่เกิดจากกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ พบว่าข้อบกพร่องจากการปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนลดลงจาก 17.81% เหลือ 6.85 % ดังแสดงในตารางที่ 5.12

7.1.3.2 เปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงที่เกิดจากกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ พบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงที่มากกว่า 75 ขึ้นไป จะนำไปแก้ไขและปรับปรุง พบว่าหลังจากปรับปรุงแล้วทำให้ค่าดัชนีความเสี่ยงมีค่าลดลงและต่ำกว่า 75 ทั้งหมด แสดงในตารางที่ 5.13

7.2 วิธีการปฏิบัติงานสำหรับกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

7.2.1 สรุปผลจากการดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เมตริกที่ 3 (Process Planning Matrix) หลักการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ พบว่ามีกระบวนการในขั้นตอนการผลิตที่ต้องปรับเปลี่ยนให้รับกับรุ่น TRM-J350FREEZER ดังนี้

7.2.1.1 กระบวนที่ปรับปรุงในการเจาะด้วยเครื่อง NCT

ก) เพิ่มการเจาะ Outer Box FR PNL LWR AU ตามขนาดรูจอแสดงอุณหภูมิ กว้าง 40 ยาว 80 มม.

ข) เว้นระยะห่างการเจาะ Outer Box FR PNL LWR AU 3 มม.

ค) เพิ่มการเจาะ Outer Box FR PNL LWR AU ตามขนาดรูสวิทต์จอ กว้าง 15 ยาว 30 มม.

7.2.1.2 กระบวนที่ปรับปรุงในการฉีดโฟม

ก) เพิ่มระยะห่างระหว่าง INNER BOX และ OUTER BOX ขณะยึด JIG เป็น 61.2 มม.

ข) เปลี่ยนโฟมที่ใช้วางระหว่าง INNER BOX และ OUTER BOX ให้มีขนาด กว้าง 110 ยาว 110 สูง 69 มม.

ค) เพิ่มเวลาในการปล่อยโฟมเป็น 8.5 นาทีต่อตู้

ง) เพิ่มระยะเวลาในการรอให้โฟมแห้งเป็น 14 นาทีต่อตู้

7.2.1.3 กระบวนที่ปรับปรุงในการประกอบ Compressor

ก) เลือกใช้คอมเพรสเซอร์ขนาดแรงม้า 0.509 แรงม้า ในการประกอบ

ข) เลือกใช้ระดับความดังของเสียงคอมเพรสเซอร์ไม่เกิน 55 เดซิเบลในการประกอบ

ค) เลือกใช้ระบบไฟภายในของคอมเพรสเซอร์ 220 โวลต์ ในการประกอบ

7.2.1.4 กระบวนที่ปรับปรุงในการประกอบชุดพัดลม Condenser

ก) เลือกใช้ระบบไฟภายในของชุดพัดลม Condenser 220 โวลต์ ในการประกอบ

ข) เลือกใช้ความเร็วรอบชุดพัดลม Condenser เป็น 1,800 รอบต่อนาที

7.2.1.5 กระบวนที่ปรับปรุงในการประกอบชุดพัดลม Evaporator

ก) เลือกใช้ระบบไฟภายในของชุดพัดลม Evaporator 220 โวลต์ ในการประกอบ

7.2.1.6 กระบวนที่ปรับปรุงในการชาร์จน้ำยา ความเย็น

ก) เลือกใช้สารทำความเย็น R-404A ในการชาร์จน้ำยา

ข) เติมสารทำความเย็นจำนวน 180 กรัม

7.2.1.7 กระบวนที่ปรับปรุงในการตรวจสอบความเย็น

ก) ปรับไฟไปที่ 220 โวลต์

ข) หมุน TEST VOLTAGE ไปที่ 1800 V/S

ค) หมุน Voltage Regulator แล้วตรวจดู Volt Meter ดูค่าให้ได้ 220 โวลต์

7.3 **สรุปท้ายบท**

เนื้อหาในบทนี้เป็นการสรุปผลที่ได้รับจากการนำทฤษฎี QFD และDFMEA มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและวางแผนกระบวนการผลิตตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าภายในประเทศ และป้องกันข้อผิดพลาดของกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยทำการพิจารณาหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของลูกค้าโดยใช้เทคนิค QFD เพื่อหาความสัมพันธ์ของความต้องการเชิงเทคนิค และทำการแปลงความต้องการเชิงเทคนิคดังกล่าวเป็นข้อกำหนดและคุณสมบัติของส่วนประกอบ โดยในส่วนนี้อาจมีข้อบกพร่องที่ส่งผลต่อการออกแบบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการออกแบบจากข้อบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้น(DFMEA) หาสาเหตุของปัญหาจากการใช้แผนภูมิต้นไม้ ศึกษาผลกระทบจากข้อบกพร่องนั้นๆ ทำกรประเมินความรุนแรง ความถี่ของการเกิด และโอกาสในการตรวจจับ คัดเลือกข้อบกพร่อง เสนอมาตรการแก้ไข ทดลองใช้มาตรการจริง หลังจากนั้นเปรียบเทียบจำนวนเปอร์เซนต์ชิ้นส่วนที่เกิดข้อบกพร่องในกระบวนการออกแบบ และค่า RPN หลังจากนั้นทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้รับกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

8.1 สรุปแนวทางการปรับปรุงเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์

แนวทางการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็งเป็นไปตามขั้นตอนเริ่มต้นของเทคนิค QFD คือ จะต้องทราบความต้องการหรือความคาดหวังของลูกค้าจากผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ ซึ่งความต้องการนี้เรียกว่าความต้องการของลูกค้า ซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่ที่ได้รับมาจากทีมฝ่ายการตลาดของบริษัทหลังจากนั้นต้องทราบหาความต้องการเชิงเทคนิคซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่ที่ได้รับมาจากฝ่ายออกแบบผลิตภัณฑ์ แบบสอบถามเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ เพราะเป็นสิ่งที่ทำให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์ของบริษัทมีสิ่งใดที่ต้องทำการปรับปรุงเพื่อให้เกิดความพึงพอใจกับลูกค้า

การระดมความคิดเป็นสิ่งที่สำคัญมากสำหรับเทคนิค QFD ตั้งแต่เมตริก 1 จนถึง 2 และเทคนิค DFMEA หลังจากเสร็จสิ้นเทนิคดังกล่าว จะได้รับแนวทางพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าพร้อมภายในประเทศทั้งยังสามารถป้องกันข้อบกพร่องจากการออกแบบ

ซึ่งจะเป็นแนวทางที่นำไปผลิตภัณฑ์ต้นแบบ สามารถนำมาทำการสำรวจถึงข้อบกพร่อง เพื่อให้สามารถทราบได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับจากการวิจัยด้วยเทคนิค DFMEA และQFD นั้นสามารถป้องกันข้อบกพร่องจากกระบวนการออกแบบและผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังรับกับความต้องการลูกค้า

8.2 สรุปผลสิ่งที่ได้รับจากการดำเนินงานวิจัย

การออกแบบพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์ และบริการของผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง (Showcase Freezers) โดยใช้เทคนิค QFD และDFMEA นั้น เพื่อจะสามารถปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าภายในประเทศ และป้องกันข้อผิดพลาดจาก 7 ข้อบกพร่องหลักในกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเปอร์เซนต์ของจำนวนชิ้นส่วนที่ปรับเปลี่ยนลดลงจาก 17.81% ก่อนปรับปรุง เหลือ 6.85% หลังปรับปรุง

8.3 ปัญหาอุปสรรค

8.3.1 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ จากแบบสอบถาม เพื่อสรุปหาความต้องการของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์และการให้ระดับคะแนนความสำคัญต่างๆ ถึงแม้ว่าจะเป็นวิธีการที่ใช้งบประมาณต่ำ และสะดวกต่อผู้เก็บข้อมูลก็ตาม แต่ผลที่ได้รับกลับมาก็คงต้องยอมรับถึงความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้มา เนื่องจากความเข้าใจในแบบสอบถามของลูกค้าแต่ละคนอาจไม่ตรงตามที่ผู้วิจัยต้องการ

8.3.2 ในการตั้งราคาขายจะถูกกำหนดโดยลูกค้าหลักเสียเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงกระทบต่อต้นทุนในการพัฒนา ปรับปรุงผลิตภัณฑ์และบริการ ในบางประเด็นความต้องการอาจทำให้ผู้ประกอบการไม่ได้ตัดสินใจลงทุน

8.3.3 ในการสำรวจความต้องการลูกค้าด้วยแบบสอบถาม จะสำรวจได้เฉพาะร้านสะดวกซื้อเท่านั้นเนื่องจากร้านสะดวกซื้อเป็นลูกค้าของบริษัทกรณีศึกษาในส่วนของการเดินระบบทำความเย็นภายในร้านอยู่แล้ว แต่ในส่วนที่เป็นห้างสรรพสินค้าไม่สามารถเข้าถึงผู้กรอกแบบสอบถามได้

8.4 ข้อเสนอแนะ

8.4.1 บริษัทกรณีศึกษาสามารถนำงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ เพื่อขยายผลกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ให้ครอบคลุมทุกผลิตภัณฑ์

8.4.2 ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ควรมีผลิตภัณฑ์ของบริษัทคู่แข่ง เพื่อให้สามารถทราบถึงจุดเด่น และจุดด้อยของในตัวผลิตภัณฑ์บริษัทกรณีศึกษา จะได้ทราบถึงแนวทางในการพัฒนาให้ถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในตลาด

8.4.3 ควรพัฒนาปรับปรุงความต้องการเชิงเทคนิคในส่วนของใช้กระแสไฟ และประสิทธิภาพความจุของตู้แช่ที่ผู้วิจัยเสนอแนะต่อไป เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า และแข่งขันกับคู่แข่งได้อย่างแท้จริง

8.4.4 เนื่องจากในงานวิจัยนี้ยังไม่ได้เก็บรวมข้อมูลเพื่อดูแนวโน้มของปัญหาด้านคุณภาพ ในการตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าภายในประเทศ ดังนั้นบริษัทกรณีศึกษาจึงควรทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเปรียบเทียบปัญหาด้านคุณภาพก่อน และหลังปรับปรุงเพื่อใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงต่อไป

8.4.5 งานวิจัยนี้ยังจะเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยท่านอื่นสามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้รับกับความต้องการของลูกค้า และป้องกันข้อผิดพลาดจากกระบวนการออกแบบกับผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. การควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหาร และกรณีศึกษา . กรุงเทพฯ: เอ็มแอนอี, 2540.

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

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

วทัญญู สันตินิยม. การปรับปรุงคุณภาพการออกแบบและวางแผนโครงสร้างบ้านพักอาศัยแบบเดี่ยวโดยใช้หลักการ QFD. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

อมรรัตน์ ปินตา. การปรับปรุงสินค้าโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) : กรณีศึกษาโรงงานผลิตของเล่นไม้เพื่อการศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

นฤชยา สาตแฟง.การออกแบบผลิตภัณฑ์จากข้าวสารและพัฒนากระบวนการผลิตด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะ วิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2550.

อัจฉราวดี แก้ววรรณดี. การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพสำหรับการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

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

อรรถพล ฤทธิภักดี. การปรับปรุงคุณภาพสำหรับกระบวนการพ่นสีชิ้นส่วนพลาสติก ในอุตสาหกรรมรถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

พงศธร คุ้มชนะ. การพัฒนาผลิตภัณฑ์รถยนต์นั่งขับเคลื่อน 4 ล้อ : กรณีศึกษายานยนต์เสรีเอนกประสงค์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ไพฑูรย์ พรหมสาขา ณ สกลนคร. การออกแบบข้อกำหนดทางวิศวกรรมทางการผลิตของอุปกรณ์เคลื่อนที่ขดลวดแม่เหล็กโดยใช้เทคนิคการแปลความต้องการของลูกค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

อรดี พฤติศรัณยนนท์. การประยุกต์ใช้เทคนิคการแปรหน้าที่คุณภาพเพื่อออกแบบโครงสร้างของระบบทะเบียนนิสิตของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

พรรณวดี อภิศุภะโชค. การปรับปรุงคุณภาพงานบริการของห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษาโดยการบูรณาการ LibQUAL และ แบบจำลองคาโน (Kano's Model) ไปยัง QFD. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

ภาษาอังกฤษ

Lou Cohen. Quality Function Deployment How to Make QFD Work for you .1995.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

เอกสารแบบสอบถาม/แบบสำรวจที่ใช้ในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>แบบสอบถามที่ 1</u>

แบบสอบถามระดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง (Showcase Freezers)

รูป ผลิตภัณฑ์ตู้แช่โชว์สินค้า TRMJ-350X **ก่อนการปรับปรุง**

จุดประสงค์ แบบสอบถามนี้มีเป้าหมายให้ผู้กรอกแบบสอบถาม พิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อระดับความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง (Showcase freezer) ในด้านต่างๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์

รายละเอียดของผู้กรอกแบบสอบถาม

1.บริษัทของท่านเป็นธุรกิจประเภทใด

☐ ร้านสะดวกซื้อในประเทศไทย

☐ ห้างสรรพสินค้า

อื่นๆ (โปรดระบุ).....

กรุณาให้ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นของท่าน ถึงระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆที่มีอิธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าของบริษัท โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 9 ระดับคะแนนความสำคัญและ มีผลต่อการตัดสินใจที่มีผลต่อการเลือกซื้อดังนี้

คะแนนระดับ 9 หมายถึง สำคัญมากและมีผลต่อการตัดสินใจซื้อมากที่สุด

คะแนนระดับ 8 หมายถึง สำคัญมากและมีผลต่อการตัดสินใจซื้ออยู่ระหว่างมากถึงมากที่สุด

คะแนนระดับ 7 หมายถึง สำคัญมากและมีผลต่อการตัดสินใจซื้อมาก

คะแนนระดับ 6 หมายถึง สำคัญมากและมีผลต่อการตัดสินใจซื้ออยู่ระหว่างปานกลางถึงมาก

คะแนนระดับ 5 หมายถึง สำคัญและมีผลต่อการตัดสินใจซื้อปานกลาง

คะแนนระดับ 4 หมายถึง สำคัญและมีผลต่อการตัดสินใจซื้ออยู่ระหว่างค่อนข้างน้อยถึงปานปลาง

คะแนนระดับ 3 หมายถึง สำคัญและมีผลต่อการตัดสินใจซื้อค่อนข้างน้อย

คะแนนระดับ 2 หมายถึง ระดับความสำคัญอยู่ระหว่างไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อถึงค่อนข้างน้อย

คะแนนระดับ 1 หมายถึง ไม่มีสำคัญและไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อมากที่สุด

หมายเหตุ: ในกรณีที่ข้อใดไม่เกี่ยวข้องหรือไม่สามารถให้ข้อมูลได้ กรุณาเว้นไว้ไม่ต้องกรอกข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระดับคะแนนความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง (Showcase Freezers)

กรุณาทำเครื่องหมาย O ล้อมรอบเพื่อระบุระดับคะแนนความสำคัญที่ท่านพิจารณาดังต่อไปนี้ (1 คือ ไม่มีความสำคัญและไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ และ 9 คือ สำคัญและมีผลต่อการตัดสินใจซื้อมากที่สุด)

	รายการ	คะแนนความสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ มากที่สุด >>>>>>>>>>>>>>> น้อยที่สุด	เพิ่มเติม
การทำงาน	ความสะดวกในการใช้สอย	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	ประหยัดพลังงาน	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	เสียงการทำงานที่เงียบ	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	การเก็บความเย็นของตู้แช่	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	การถนอมอาหารแช่แข็งให้สดเป็นระยะเวลานาน	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
ที่เก็บของภายใน	ไม่มีกลิ่น	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	มีแสงสว่างสำหรับการมองเห็นสินค้าอย่างชัดเจน	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	มีพื้นที่เก็บของมาก	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	ปรับเปลี่ยนพื้นที่เก็บของได้ตามความต้องการ	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	ที่เก็บของง่ายต่อการใช้และง่ายต่อการมองเห็น	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	ทำความสะอาดง่าย	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	ภาชนะเก็บของและอื่นๆง่ายต่อการจับและใช้งาน	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	น้ำแข็งไม่เกาะปกคลุม	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	พื้นเก็บของป้องกันสนิม	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
ประกัน	ทนทานสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
การบริการ	การติดตั้งรวดเร็ว	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	ติดตั้งละเอียดสวยงาม ไม่มีเศษวัสดุตกหล่นหน้างาน	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	มีสาขาให้บริการใกล้สถานประกอบการของท่าน	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	มีตัวแทนจำหน่ายหลายสาขา	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	มีบริการหลังการขายที่สะดวกและรวดเร็ว	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	ราคาค่าบริการหลังการขายต่ำ	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
บุคลากร	บุคลากรของบริษัทมีอัธยาศัยที่ดีเสมอ	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	บุคลากรของบริษัทมีความรู้ในการตอบคำถาม	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	บุคลากรของบริษัทเต็มใจให้ความช่วยเหลือลูกค้า	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……

	รายการ	คะแนนความสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ มากที่สุด >>>>>>>>>>>>>>>> น้อยที่สุด	เพิ่มเติม
ร้านค้า	ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	มีขนาดพื้นที่เหมาะสมกับร้านค้า	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	สามารถใช้ตกแต่งร่วมกับร้านค้าได้	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
ราคา	ราคาถูก	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
ภายนอก	มีจอบอกอุณหภูมิของตู้แช่ตลอดเวลา	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
	มีสีสันที่แตกต่างกันให้เลือก	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……

รายการ ที่ต้องการเพิ่มเติมทั้งส่วนของผลิตภัฑ์ บริการและอื่นๆ	คะแนนความสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ มากที่สุด >>>>>>>>>>>>>>>> น้อยที่สุด	เพิ่มเติม
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……
……	9 8 7 6 5 4 3 2 1	……..……

หมายเหตุ: ในกรณีที่ข้อใดไม่เกี่ยวข้องหรือไม่สามารถให้ข้อมูลได้ กรุณาเว้นไว้ไม่ต้องกรอกข้อมูล

แบบสอบถามที่ 2

แบบสอบถามความพึงพอใจที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์และบริการของตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง (Showcase freezers) จากการดำเนินธุรกิจของบริษัท A เปรียบเทียบกับคู่แข่ง

จุดประสงค์ เพื่อทราบระดับความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์และบริการของผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง (Showcase freezers) จากการดำเนินธุรกิจของบริษัท A เปรียบเทียบกับคู่แข่ง

รายละเอียดของผู้กรอกแบบสอบถาม

คำถามจะประกอบไปด้วยรายชื่อของผู้ประกอบการธุรกิจประเภทเดียวกันกับบริษัทฯโดยกำหนดชื่อย่อเพื่อใช้แทนบริษัทฯนั้นๆ ได้แก่

A หมายถึง บริษัท ที่ดำเนินการวิจัย

F หมายถึง บริษัท คู่แข่ง

กรุณาให้ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นของท่าน ถึงระดับความพึงพอใจที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์และบริการของบริษัทเหล่านี้ แบ่งการพิจารณาออกเป็น 5 ระดับคะแนนดังนี้

คะแนนระดับ 1 หมายถึง ต้องปรับปรุงแก้ไขโดยด่วน

คะแนนระดับ 2 หมายถึง ต้องปรับปรุงแก้ไข

คะแนนระดับ 3 หมายถึง พอใช้ถึงค่อนข้างดี

คะแนนระดับ 4 หมายถึง ดีมาก

คะแนนระดับ 5 หมายถึง ดีที่สุด

หมายเหตุ: ในกรณีที่ข้อใดไม่เกี่ยวข้องหรือไม่สามารถให้ข้อมูลได้ กรุณาเว้นไว้ไม่ต้องกรอกข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรุณาทำเครื่องหมาย O ล้อมรอบเพื่อระบุระดับความพึงพอใจที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์และบริการของบริษัทเหล่านี้ของผลิตภัณฑ์ตู้โชว์สินค้าแช่แข็ง (Showcase freezers) **กับบริษัทคู่แข่ง** F

	รายการ	ระดับคะแนนความพึงพอใจที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์					
การทำงาน	ความสะดวกในการใช้สอย	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	ประหลัดพลังงาน	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	เงียบ	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	การเก็บความเย็น	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	การถนอมอาหารและเครื่องดื่มให้สดเป็นเวลานาน	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
ที่เก็บของภายใน	ไม่มีกลิ่น	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	มีแสงสว่างสำหรับการมองเห็นสินค้าอย่างชัดเจน	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	มีพื้นที่เก็บของมาก	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	ปรับเปลี่ยนพื้นที่เก็บของได้ตามความต้องการ	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	ที่เก็บของง่ายต่อการใช้และง่ายต่อการมองเห็น	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	ทำความสะอาดง่าย	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	ภาชนะเก็บของและอื่นๆง่ายต่อการจับและใช้งาน	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	พื้นเก็บของด้านล่างป้องกันสนิม	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1

	รายการ	ระดับคะแนนความพึงพอใจที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์					
ประกัน	ทนทานสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
การบริการ	การติดตั้งรวดเร็ว	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	ติดตั้งละเอียดสวยงาม ไม่มีเศษวัสดุตกหล่นหน้างาน	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	มีสาขาให้บริการใกล้สถานประกอบการของท่าน	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	มีตัวแทนจำหน่ายหลายสาขา	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	มีบริการหลังการขายที่สะดวกและรวดเร็ว	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	ราคาค่าบริการหลังการขายต่ำ	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
บุคลากร	บุคลากรของบริษัทมีอัธยาศัยที่ดีเสมอ	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	บุคลากรของบริษัทมีความรู้ในการตอบคำถาม	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	บุคลากรของบริษัทเต็มใจให้ความช่วยเหลือลูกค้า	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
ร้านค้า	ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	มีขนาดพื้นที่เหมาะสมกับร้านค้า	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
	สามารถใช้ตกแต่งร่วมกับร้านค้าได้	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1
ราคา	ราคาถูก	A	5	4	3	2	1
		F	5	4	3	2	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	รายการ	ระดับคะแนนความพึงพอใจที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์					
รูปทรงภายนอก	มีจอบอกอุณหภูมิของตู้แช่ตลอดเวลา	A	5	4	3	2	1
		B	5	4	3	2	1
	มีสีสันที่แตกต่างกันให้เลือก	A	5	4	3	2	1
		B	5	4	3	2	1
	รายการที่ผู้กรอกแบบสอบถามต้องการเพิ่มเติม	**ระดับคะแนนความพึงพอใจที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์**					
	1. ……	A	5	4	3	2	1
		B	5	4	3	2	1
	2. ……	A	5	4	3	2	1
		B	5	4	3	2	1
	3. ……	A	5	4	3	2	1
		B	5	4	3	2	1
	4. ……	A	5	4	3	2	1
		B	5	4	3	2	1

หมายเหตุ: ในกรณีที่ข้อใดไม่เกี่ยวข้องหรือไม่สามารถให้ข้อมูลได้ กรุณาเว้นไว้ไม่ต้องกรอกข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย ประพัฒน์ เจริญหงษ์ทอง เกิดเมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2527 ที่จังหวัด ชุมพร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เมื่อปี พ.ศ. 2549 หลังจากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัญฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2550

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย