# การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เฝ้าระวังผู้ป่วยโดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

# Design and Development of Health Care Monitoring Device by Quality Function Deployment Technique and Failure Mode and Effect Analysis


**พีรยุ จันทร์ส่อง**

**Peerayu Junsong**


**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา**
**วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ**
**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of**
**Master of Engineering in Industrial and Systems Engineering**
**Prince of Songkla University**

**2554**


**ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

**ชื่อวิทยานิพนธ์** การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เฝ้าระวังผู้ป่วยโดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

**ผู้เขียน** นายพีรยุ จันทร์ส่อง

**สาขาวิชา** วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ

---

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก**

**.....**

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภิสพร มีมงคล)

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม**

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณรัช สันติอมรทัต)

**คณะกรรมการสอบ**

**.....**ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย)

**.....**กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภิสพร มีมงคล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณรัช สันติอมรทัต)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิวิท เจริญใจ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

| | |
|---|---|
| **ชื่อวิทยานิพนธ์** | การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เฝ้าระวังผู้ป่วยโดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ |
| **ผู้เขียน** | นายพีรยุ จันทร์ส่อง |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ |
| **ปีการศึกษา** | 2554 |

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับติดตั้งกับผู้ป่วยที่ต้องเฝ้าระวังให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และมีลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ถูกต้องต่อวิธีการพยาบาลผู้ป่วยโดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) สำหรับค้นหาคุณลักษณะของอุปกรณ์ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการใช้งานอุปกรณ์ การดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลของผู้ป่วยเฝ้าระวังในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ การกำหนดกลุ่มตัวอย่างของผู้ใช้อุปกรณ์ การหาเสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ การกำหนดคะแนนความสำคัญในแต่ละความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD แบบ 4 เฟส ได้แก่เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน ผลลัพธ์ที่ได้จากเทคนิค QFD ถูกนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FMEA โดยแยกเป็นการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงการออกแบบ และหลังการปรับปรุงการออกแบบ ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้คืออุปกรณ์ต้นแบบที่มีรูปร่างและการใช้งานที่ถูกต้องตามวิธีการพยาบาลผู้ป่วยเฝ้าระวัง ตลอดจนข้อมูลสำหรับการพัฒนาอุปกรณ์ในอนาคตซึ่งเป็นข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ร่วมจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความชำนาญในการดูแลผู้ป่วยเฝ้าระวัง ซึ่งผลลัพธ์จากการวิเคราะห์เทคนิค QFD แสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะต่างๆ ในการออกแบบอุปกรณ์ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์โดยมีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 7.41 จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน และการประเมินคะแนนลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) จากเทคนิค FMEA พบว่าคะแนน RPN หลังจากการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์มีคะแนนลดลงเฉลี่ยที่ 52.15 %

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Design and Development of Health Care Monitoring Device by Quality Function Deployment Technique and Failure Mode and Effect Analysis |
| **Author** | Mr. Peerayu Junsong |
| **Major Program** | Industrial and Systems Engineering |
| **Academic Year** | 2011 |

## ABSTRACT

The objective of this study was to design and to construct a medical device for the critical patient. The device was designed for user requirement and there are correct shape and use with patient treatment. The method in this study is Quality Function Deployment (QFD), that was used to find the characteristics which response to sample group requirement. Moreover, the QFD technique was used to combine with Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for failure mode analysis. The first of all, to study the data of critical patients who admit at the Songklanagarind hospital. After data collection, to study or identify sample group of user device and to find the voice of user requirement using description and interview. The important score in each requirement of user was set. After interview, the data requirement and important score were analyzed using QFD technique, that compost of Product planning matrix and Parts deployment matrix, respectively. The part requirement matrix result was part characteristic, that was used as the data for analysis using FMEA technique. The FMEA analysis were divided in two parts, that consist of the analysis for device improvement and the after device modification. In this participated outcome, the model device contain the suitable shape and the correct device. The data of device improvement in future was the analyzed data, that were analyzed by the expert team. They have an experience that relate with a patient treatment. The QFD results represent several characteristics which led to design the device. The user satisfaction score was 7.41 (total score was 9). The evaluation of Risk Priority Number (RPN) was analyzed using FMEA and the result show the RPN score. After device modification, The RPN score decrease to 52.15%.

# กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับสมบูรณ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภิสพร มีมงคล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณรัช สันติอมรทัต ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมตามลำดับซึ่งได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน จึงขอขอบพระคุณอาจารย์ทั้งสองที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัญชนา สินธวาลัย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์ และรองศาสตราจารย์ ดร.นิวิท เจริญใจ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาแนะนำท้วงติงและตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์เพิ่มเติม อันทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณกลุ่มผู้เชี่ยวชาญคือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุวรรณ มานะสุรการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทิพมาศ ชิณวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เอมอร แซ่จิว คุณฉวีวรรณ ยี่สกุล คุณยุพิณ วัฒนสิทธิ์ และ คุณสิรินทร์ ศาสตรานุกรักษ์ ซึ่งเป็นผู้ร่วมวิเคราะห์สำหรับการดำเนินงานวิจัย และได้ให้ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลในการดำเนินงานในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณสำนักงานประสานโครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้ให้ความร่วมมือในด้านแหล่งทุนในการดำเนินงาน และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนเพิ่มเติมในการดำเนินงานวิจัย ผู้ดำเนินงานโครงการหวังว่ารายงานเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ในการศึกษาและก่อให้เกิดการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น

พีรยุ จันทร์ส่อง

# สารบัญ


| | | หน้า |
|---|---|---|
| สารบัญ | | (6) |
| รายการตาราง | | (8) |
| รายการภาพประกอบ | | (10) |
| สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ | | (12) |
| บทที่ | | |
| 1 | บทนำ | 1 |
| | ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| | งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 4 |
| | วัตถุประสงค์ของงานวิจัย | 12 |
| | ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย | 12 |
| | ขอบเขตงานวิจัย | 12 |
| 2 | ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | 13 |
| | เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ | 13 |
| | เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ | 33 |
| 3 | วิธีการดำเนินงานวิจัย | 41 |
| | การกำหนดรายละเอียดเพื่อการออกแบบอุปกรณ์ | 41 |
| | เครื่องมือในการดำเนินงานวิจัย | 46 |
| | การสำรวจข้อมูลความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ | 48 |
| | การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ | 51 |
| | การออกแบบอุปกรณ์ | 64 |
| 4 | ผลการดำเนินงานวิจัย | 65 |
| | ผลการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ | 65 |
| | ผลการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD | 73 |
| | ผลการประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA และการออกแบบอุปกรณ์ | 101 |
| | ระดับความพึงพอใจที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์ | 132 |

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 5 สรุปและข้อเสนอแนะ | 134 |
| สรุปผลการดำเนินงานวิจัย | 134 |
| ปัญหาในการดำเนินงานวิจัย | 136 |
| ข้อเสนอแนะ | 136 |
| บรรณานุกรม | 139 |
| ภาคผนวก | |
| ภาคผนวก ก ข้อมูลหอผู้ป่วย | 144 |
| ภาคผนวก ข รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ | 148 |
| ภาคผนวก ค แบบสอบถามวัดคะแนนความสำคัญ | 150 |
| ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม | 153 |
| ภาคผนวก จ แบบสอบถามวัดความพึงพอใจ | 156 |
| ประวัติผู้เขียน | 160 |

# รายการภาพประกอบ


| ภาพประกอบ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1.1 | แสดงขั้นตอนการพิจารณาผู้ป่วยเฝ้าระวัง | 1 |
| 1.2 | ลักษณะการทำงานของเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย | 3 |
| 1.3 | ตัวโหนดเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการดำเนินงาน | 3 |
| 2.1 | เมตริกซ์ของเทคนิค QFD | 19 |
| 2.2 | แสดงตัวอย่างเมตริกซ์สำหรับการวิเคราะห์เทคนิค QFD | 21 |
| 2.3 | วัฏจักรคาโน | 23 |
| 2.4 | ภาพตัวอย่างของแผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง | 28 |
| 2.5 | รูปของ HOQ | 30 |
| 3.1 | ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย | 42 |
| 3.2 | วิธีการแปลงความต้องการของกลุ่มตัวอย่างไปเป็นความต้องการทางเทคนิค | 54 |
| 3.3 | การเชื่อมโยงระหว่างเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน | 56 |
| 3.4 | ขั้นตอนการวิเคราะห์เทคนิค FMEA ในการดำเนินงานวิจัย | 60 |
| 4.1 | เมตริกซ์ความสัมพันธ์ของเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ | 81 |
| 4.2 | การวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ | 89 |
| 4.3 | กราฟของระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบ | 90 |
| 4.4 | เมตริกซ์ความสัมพันธ์ของเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน | 95 |
| 4.5 | การวิเคราะห์เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน | 99 |
| 4.6 | กราฟของระดับความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนโดยการเปรียบเทียบ | 100 |
| 4.7 | ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ | 105 |
| 4.8 | รูปร่างของปุ่มกด | 106 |
| 4.9 | แสดงระยะลอยตัวของปุ่มกดขณะใช้งาน | 106 |
| 4.10 | แสดงรูปร่างของตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน | 107 |
| 4.11 | ลักษณะของช่องว่างสำหรับใส่สายรัด | 108 |
| 4.12 | ลักษณะของการยึดติดระหว่างชิ้นส่วนของลำตัวอุปกรณ์ | 108 |
| 4.13 | ลักษณะของการยึดติดตัวโหนดเซ็นเซอร์ | 109 |
| 4.14 | แสดงชิ้นส่วนฝาบนของลำตัวอุปกรณ์ | 110 |
| 4.15 | แสดงชิ้นส่วนฝาล่างของลำตัวอุปกรณ์ | 110 |

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)


| ภาพประกอบ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.16 | แสดงรูปร่างอุปกรณ์ต้นแบบ | 112 |
| 4.17 | แผนภูมิคะแนนลำดับความเสี่ยงก่อนการออกแบบอุปกรณ์ | 118 |
| 4.18 | การปรับปรุงรูปร่างของปุ่มกด | 120 |
| 4.19 | การปรับปรุงกำหนดระยะห่างของตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน | 120 |
| 4.20 | การปรับปรุงการออกแบบตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน | 121 |
| 4.21 | การปรับปรุงการออกแบบช่องใส่สายรัด | 121 |
| 4.22 | การปรับปรุงการยึดติดชิ้นส่วนของลำตัว | 122 |
| 4.23 | การออกแบบกลไกการยึดโหนด | 122 |
| 4.24 | การออกแบบฝาบนของลำตัวอุปกรณ์ | 123 |
| 4.25 | การออกแบบฝาล่างของลำตัวอุปกรณ์ | 124 |
| 4.26 | รูปร่างและลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ | 124 |
| 4.27 | แสดงข้อกำหนดคุณลักษณะเป้าหมายความหนาไม่เกิน 25 มิลลิเมตร | 125 |
| 4.28 | แสดงข้อกำหนดคุณลักษณะเป้าหมายความกว้างไม่เกิน 62.51 มิลลิเมตร | 125 |
| 4.29 | แสดงข้อกำหนดคุณลักษณะเป้าหมายความยาวไม่เกิน 87.31 มิลลิเมตร | 125 |
| 4.30 | การเปรียบเทียบคะแนนลำดับความเสี่ยงจากการวิเคราะห์เทคนิค FMEA | 131 |

# สัญลักษณ์และคำย่อ

QFD: Quality Function Deployment

FMEA: Failure Mode and Effect Analysis

VOC: Voice of Customer

IMP: Important Score

WSN: Wireless Sensor Network

IOC: Index of item objective congruence

HOQ: House of Quality

RPN: Risk Priority Number

SQC: Substitute Quality Characteristics

S: Severity

O: Occurrence

D: Detection

RP: Rapid prototype

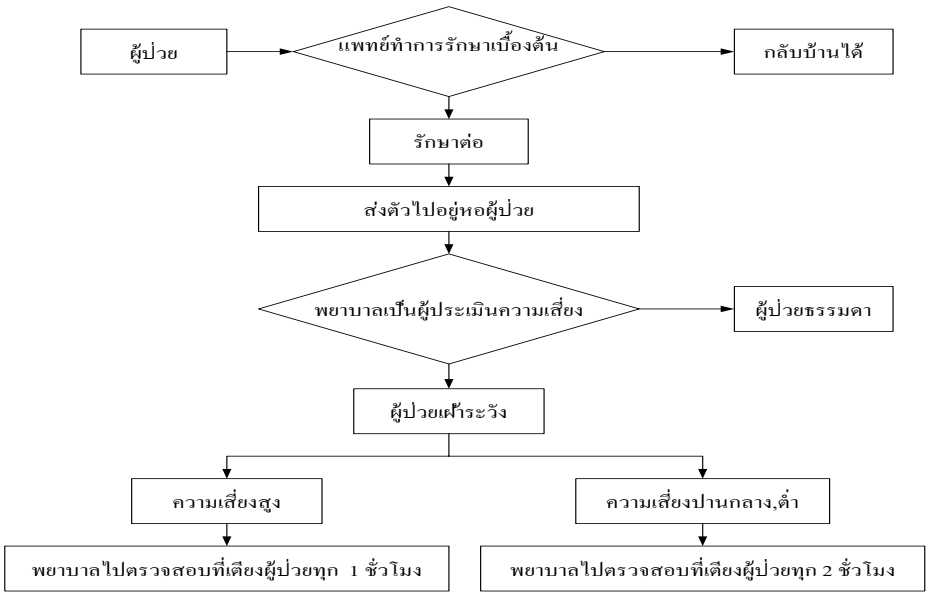
# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการบริการพยาบาลผู้ป่วยในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์เป็นการรับผู้ป่วยเพื่อทำการรักษาโดยตรงและรับผู้ป่วยต่อจากโรงพยาบาลอื่นเข้ามารับการรักษาต่อด้วยเครื่องมือและเทคโนโลยีที่ทันสมัย โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ให้บริการพยาบาลผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยในผู้ป่วยอุบัติเหตุและฉุกเฉินในสาขาต่างๆ เช่น เวชปฏิบัติทั่วไป สูตินรีเวช ศัลยกรรม อายุรกรรม กุมารเวชกรรม ออร์โธปิดิกส์และกายภาพบำบัด ตา หู คอ จมูก จิตเวช บริการคลินิกระงับปวดและฝังเข็ม รังสีรักษาและผ่าตัด นอกจากนี้ยังมีศูนย์ความเป็นเลิศด้านหัวใจ มะเร็งทางเดินอาหารและตับ

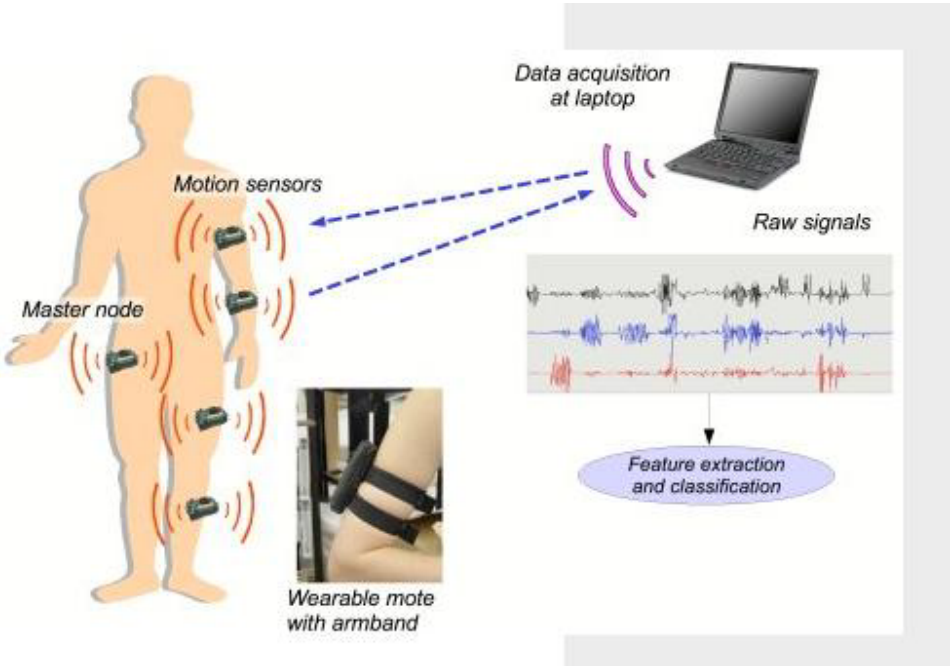
การบริการผู้ป่วยเริ่มจากโรงพยาบาลฯ รับผู้ป่วยมารักษาเบื้องต้น แพทย์จะเป็นผู้วินิจฉัยว่าผู้ป่วยสามารถกลับบ้านไปพักฟื้นด้วยตัวเองได้หรือว่าควรอยู่ในโรงพยาบาลฯ เพื่อรักษาต่อ เมื่อแพทย์วินิจฉัยแล้วว่าผู้ป่วยจำเป็นต้องอยู่ในโรงพยาบาลฯ ต่อเพื่อทำการรักษา ผู้ป่วยจะถูกส่งตัวต่อไปที่หอผู้ป่วยโดยพิจารณาจากโรคที่ผู้ป่วยเป็นดังแสดงตามภาพประกอบ 1.1



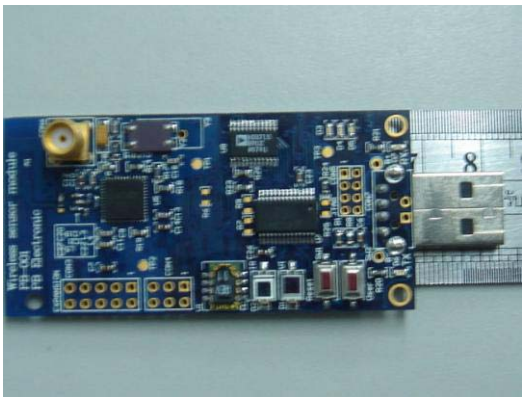

ภาพประกอบ 1.1 แสดงขั้นตอนการพิจารณาผู้ป่วยเฝ้าระวัง [1]

ขั้นตอนแรกเมื่อผู้ป่วยถึงหอผู้ป่วย พยาบาลจะเข้ามาประเมินความเสี่ยงที่อาจมีผลต่อโรคที่ผู้ป่วยเป็นโดยคำนึงถึงความรุนแรงที่ส่งผลต่ออาการโรค ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ระดับต่ำสุดคือสภาพแวดล้อมมีผลกระทบต่อผู้ป่วยจนถึงระดับสูงสุดคือผู้ป่วยเสียชีวิตจากภาวะฉุกเฉิน ซึ่งระดับความเสี่ยงของผู้ป่วยจะมีมาตรการตอบโต้ความเสี่ยงจากพยาบาลในหอผู้ป่วยคือ พยาบาลต้องไปตรวจสอบสถานะของผู้ป่วยที่เตียงว่าสถานะและระดับความเสี่ยงของผู้ป่วยเป็นอย่างไร โดยผู้ป่วยที่มีระดับความเสี่ยงสูงพยาบาลต้องเข้าไปตรวจสอบทุก 1 ชั่วโมง และผู้ป่วยที่มีระดับความเสี่ยงปานกลางหรือต่ำพยาบาลต้องเข้าไปตรวจสอบทุก 2 ชั่วโมง นอกจากมาตรการตอบโต้ความเสี่ยงแล้วสำหรับผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงในระดับวิกฤติเท่านั้นจะมีการจับสัญญาณชีพจรผ่านเครื่องช่วยหายใจ โดยพบว่าเครื่องช่วยหายใจในโรงพยาบาลฯ มีอยู่อย่างจำกัดทำให้เครื่องช่วยหายใจไม่เพียงพอกับความต้องการในการใช้งานของผู้ป่วยเฝ้าระวังในแต่ละหอผู้ป่วย จึงส่งผลให้อัตราการเกิดความรุนแรงที่ส่งผลต่ออาการโรคของผู้ป่วยเฝ้าระวังด้านชีพจรเป็นปัญหาหลักในแต่ละหอผู้ป่วยเนื่องจากเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่พยาบาลไม่ได้เข้าไปตรวจสอบสถานะที่เตียงผู้ป่วยตามมาตรการตอบโต้ความเสี่ยง โดยข้อมูลจากปี 2551 พบว่าอัตราผู้ป่วยเสียชีวิตจากอาการโรคและจากความเสี่ยงของหอผู้ป่วยอายุรกรรม และหอผู้ป่วยศัลยกรรมมีจำนวน 405 รายและ 290 รายตามลำดับ ด้วยเหตุผลนี้คณะวิจัยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์จึงได้คิดค้นระบบการเฝ้าระวังผู้ป่วยขึ้นมาดังภาพประกอบที่ 1.2 เพื่อเป็นระบบการเฝ้าระวังสำหรับช่วยเหลือพยาบาลในการตอบโต้ความเสี่ยงของผู้ป่วยซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ ส่วนแรกเป็นตัวโหนดเซ็นเซอร์ที่ทำหน้าที่วัดค่าจากเซ็นเซอร์จับชีพจรและการเคลื่อนไหวภายในตัวโหนดเพื่อทำการส่งข้อมูลไปที่โหนดสถานีฐานผ่านคลื่นวิทยุ ซึ่งมีขนาด 32.51 มิลลิเมตร × 67.31 มิลลิเมตร ดังภาพประกอบที่ 1.3 และส่วนที่สองเป็นโหนดสถานีฐานทำหน้าที่เป็นตัวสื่อสารระหว่างเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายกับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการประมวลผลข้อมูล โดยการทำงานนั้นตัวโหนดเซ็นเซอร์จะจับสัญญาณชีพจรและการเคลื่อนไหวเพื่อประมวลผลแสดงที่หน้าจอมอนิเตอร์ศูนย์กลางของหอผู้ป่วยเพื่อให้เจ้าหน้าที่ในหอผู้ป่วยทราบถึงสถานะปัจจุบันของผู้ป่วยว่าเป็นอย่างไร และเมื่อสถานะของผู้ป่วยเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลให้เจ้าหน้าที่ในหอผู้ป่วยรับรู้และสามารถเข้าไปพยาบาลผู้ป่วยได้ทันที

ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันปัญหาจากการใช้งานอุปกรณ์ที่ไม่ตรงกับความคาดหวังของผู้ใช้อุปกรณ์ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาการออกแบบรูปร่างภายนอกของตัวโหนดเซ็นเซอร์ให้มีรูปร่างถูกต้องตรงต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และมีลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ที่สอดคล้องต่อวิธีการพยาบาลในปัจจุบัน




ภาพประกอบ 1.2 ลักษณะการทำงานของเครือข่ายเซ็นเซอร์แบบไร้สาย [2]



ภาพประกอบ 1.3 ตัวโหนดเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการดำเนินงาน [3]

วิธีการออกแบบรูปร่างภายนอกของตัวโหนดเซ็นเซอร์สามารถประยุกต์ใช้เทคนิคต่างๆ เช่น เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์คิดค้น (Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch: TRIZ) เทคนิคการแกะแบบผลิตภัณฑ์ (Product teardown) เทคนิคการออกแบบเพื่อการผลิตและการประกอบ (Design for Manufacturing/Design for Assembly: DFM/DFA) เทคนิคการออกแบบเพื่อความน่าเชื่อถือ (Design for reliability) และเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) โดยวิธีการในการออกแบบอุปกรณ์ให้สามารถตอบสนองความ

ต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์นั้นสามารถทำได้โดยเทคนิค QFD เนื่องจากเป็นเทคนิคที่แปลงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์มาเป็นความต้องการทางเทคนิคทางด้านวิศวกรรม และผู้วิจัยได้นำเทคนิคนี้มาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) สำหรับวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่สามารถเกิดขึ้นได้ต่อการใช้งานอุปกรณ์เพื่อเป็นการพึงระวังสำหรับการออกแบบอุปกรณ์ โดยการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD และเทคนิค FMEA จะได้ข้อมูลในการออกแบบที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และได้ข้อมูลสำหรับพัฒนาอุปกรณ์ในอนาคต เพื่อพัฒนาการออกแบบอุปกรณ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์มากขึ้น ส่งผลให้อุปกรณ์สำหรับการเฝ้าระวังผู้ป่วยสามารถเกิดประโยชน์กับการพยาบาลผู้ป่วยของโรงพยาบาลฯ มากขึ้น

## 1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หทัยรัตน์ และดำรงค์ [4] ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพและเฝ้าติดตามในกระบวนการก่อสร้างบ้านโดยประยุกต์ใช้หลักการ QFD และ FMEA กับบริษัทอหังสาริมทรัพย์ตัวอย่างที่เป็นบ้านจัดสรรประเภทบ้านเดี่ยวความสูง 2 ชั้น ปัญหาของงานวิจัยนี้คืองานที่ได้ขาดคุณภาพและมีความล่าช้าเกิดขึ้น วัตถุประสงค์ของงานเพื่อการจัดการเรื่องวัสดุก่อสร้างและของเสียในกระบวนการก่อสร้างเป็นต้นทุนที่เสียไปก่อให้เป็นปัญหามากในการจัดการ การดำเนินงานเริ่มจากการศึกษากระบวนการก่อสร้าง วิเคราะห์กระบวนการก่อสร้างที่เกิดปัญหาและความผิดพลาดจากหน้างานที่ทำให้ต้องมีการแก้ไขอยู่เสมอ ใช้แผนภาพพาเรโตเพื่อวิเคราะห์จำนวนงานที่ไม่ผ่านเกณฑ์และแบ่งตามประเภทงาน ซึ่งพบว่างานที่ต้องมีการปรับปรุงมีทั้งหมด 6 งาน ซึ่งใช้อัตราของเสีย (จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในงาน / จำนวนบ้าน(หลัง)ที่สร้างเสร็จ) เป็นตัวชี้วัด การประยุกต์ใช้ QFD/FMEA เริ่มจากใช้เมตริกซ์การวางแผนการผลิตซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกี่ยวกับการผลิตและก่อสร้างเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนในการทำงานและเพื่อให้ทราบว่าขั้นตอนใดที่ควรให้ความสัมพันธ์เนื่องจากมีผลกระทบต่อคุณภาพ หลังจากนั้นได้นำผลมาวิเคราะห์โดยการระดมสมองเพื่อนำข้อมูลเข้าทำ FMEA เพื่อหาลักษณะเสีย ความรุนแรงและโอกาสที่จะเกิดขึ้น โดยได้แนวทางแก้ไขคือ การจัดทำคู่มือมาตรฐานการทำงานโดยการระบุหัวข้อสำคัญที่จำเป็นในการทำงาน การจัดอบรมและประเมินผู้รับเหมาเพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างถูกต้องจากคู่มือมาตรฐานที่จัดทำขึ้น และมีการประเมินผลงานเมื่อผ่านการอบรม การกำหนดแผนการควบคุมสำหรับงานที่ได้ทำการปรับปรุงเพื่อให้เป็นแนวทางการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งวัตถุประสงค์ของคู่มือมาตรฐานคือ มีขั้นตอนในการทำงานที่ถูกต้อง มีการเตรียมวัสดุและเครื่องมือให้พร้อมก่อนทำงาน โดยมี

รายละเอียดสำคัญๆ คือ วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ การตรวจสอบก่อนทำ วิธีการก่อสร้าง การตรวจสอบเมื่องานเสร็จ ผลจากการปรับปรุงพบว่าอัตราของเสียจากกระบวนการก่อสร้างลดลง 60.53%

กังวาพ [5] ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD และเทคนิค FMEA ในการปรับปรุงคุณภาพและกระบวนการผลิต กรณีศึกษา: โรงงานผลิตชิ้นงานคอนกรีตสำเร็จรูป สำหรับก่อสร้างบ้านอาศัย เพื่อให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าและเพิ่มความพึงพอใจให้กับลูกค้า โดยประยุกต์ใช้ QFD ในการออกแบบมาตรฐานใหม่ให้ตรงกับความต้องการของลูกค้าในขอบเขตที่กระบวนการสามารถเปลี่ยนแปลงได้ และหาความต้องการของลูกค้าแล้วแปลงข้อมูลมาปรับปรุงกระบวนการ และใช้ FMEA ในการกำหนดข้อกำหนดทางเทคนิคของผลิตภัณฑ์ของกระบวนการและสร้างมาตรฐานให้สอดคล้องกับการทำ QFD การวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตโดยรวมของโรงงานกรณีศึกษา พบว่าปริมาณชิ้นงานเสียและชิ้นงานซ่อมมีจำนวนมากถึง 0.6% และ 22.70% ตามลำดับ และเกิดความไม่พึงพอใจขอลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์จำนวนมาก การค้นหาความต้องการของลูกค้าทำโดยจัดทำข้อมูลที่รวบรวมโดยบริษัท สอบถามจากลูกค้า ใช้ QFD แบบ 4 เฟสในการหาผลลัพธ์ของข้อกำหนดทางเทคนิคของชิ้นส่วนคอนกรีตและเลือกกระบวนการผลิตที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยเลือกจากข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีลำดับความสำคัญที่เลือกมาปรับปรุง ผลการวิจัยได้ความพึงพอใจของลูกค้าทั้งภายในและภายนอกที่ดีขึ้น ลดปัญหาและความขัดแย้งในการจัดส่งและซ่อมแซมจาก 22.70% เหลือ 12.11% ลดงานทิ้งจาก 0.60% เหลือ 0.11%

B. Almannai และคณะ [6] ได้นำเทคนิค QFD และเทคนิค FMEA มาเป็นเทคนิคเพื่อช่วยตัดสินใจในการเลือกใช้เทคโนโลยีการผลิตแบบอัตโนมัติ เพื่อให้มั่นใจว่าได้เลือกใช้เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับการแข่งขันในตลาด โดยใช้เทคนิค QFD ในการหาทางเลือกที่เหมาะสมและใช้เทคนิค FMEA ในการวิเคราะห์ถึงความเสี่ยงในการออกแบบ โดยโมเดลของ QFD/FMEA ในงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกเป็นการใช้เทคนิค QFD ในการแปลงความต้องการและจุดประสงค์ไปเป็นเกณฑ์ในการประเมินค่าโดยคำนึงถึงส่วนได้ส่วนเสียในการลงทุนจากการใช้เทคโนโลยีแบบอัตโนมัติ ขั้นตอนที่ 2 นำเกณฑ์ในการประเมินค่าไปเข้าสู่เมตริกซ์เพื่อนำผลลัพธ์มาเป็นทางเลือกเพื่อนำมาตัดสินใจ โดยมีจุดประสงค์คือการได้ทางเลือกที่ดีที่สุด และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการใช้เทคนิค FMEA มาประเมินหาความเสี่ยงของทางเลือก ผลลัพธ์จากงานวิจัยสามารถได้เทคโนโลยีการผลิตแบบอัตโนมัติที่เหนือกว่าคู่แข่งและได้คุณลักษณะต่างๆ ที่สูงกว่าเป้าหมาย

H. Laura และคณะ [7] ได้นำเทคนิค QFD มาพัฒนา Lithium Battery ให้มีความน่าเชื่อถือและปลอดภัยมากขึ้น งานวิจัยเริ่มจากเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของลูกค้า โดยได้เลือกใช้วิธี Focus group สำหรับค้นหาความต้องการ โดยทำแบบ Step-by-Step ซึ่งนำข้อมูลที่ได้เข้าใช้ในเทคนิค QFD แบบ 4 เฟส ซึ่งทางผู้วิจัยได้เอาทฤษฎีอื่นมาใช้ด้วยเช่น การออกแบบการทดลอง และเครื่องมือทางสถิติเพื่อควบคุมการผลิต ซึ่งส่วนประกอบการวิเคราะห์ในแต่ละเมตริกซ์จะมี 6 ขั้นตอนคือ 1.วางแผน 2.รวบรวมความต้องการของลูกค้า 3. ทำการเปรียบเทียบคู่แข่ง 4. ทำการประเมินผลเทียบกับเป้าหมายโดยให้เป็นสเกลตัวเลข 5. ประเมินผลสิ่งที่มีผลต่อลูกค้า 6. นำผลลัพธ์ที่ได้ไปเป็นข้อมูลนำเข้าให้กับเมตริกซ์ต่อไป ผลที่ได้คือการตอบสนองต่อลูกค้าดีขึ้น ได้กระบวนการผลิตที่ดีกว่าเดิม ได้รู้สิ่งต่างๆ เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่บริษัทไม่เคยได้รู้มาก่อน

สุดารัตน์ [8] ได้ทำการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ร่วมกับกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการปรับปรุงความสามารถในการบริการทางด้านการขนส่งแบตเตอรี่ โดยมีจุดประสงค์คือเพื่อเพิ่มความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าปลายทางและลดข้อร้องเรียนของบริษัทลง ซึ่งการขนส่งแบตเตอรี่เป็นสิ่งที่มีข้อร้องเรียนมากและเป็นสินค้าที่มีราคาสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสินค้าตัวอื่นๆ ที่บริษัททำการขนส่ง โดยใช้เทคนิค QFD แบบ 4 เฟส ในการปรับปรุง โดยการดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการศึกษาปัญหาข้อร้องเรียนที่เกิดขึ้นกับบริษัทตัวอย่าง และทำการเลือกสินค้าที่มีข้อร้องเรียนมากและมีราคาสูงมาเป็นรายการในการปรับปรุง ซึ่งการสำรวจเสียงความต้องการของลูกค้านั้นได้ใช้แบบสอบถามแล้วจึงวิเคราะห์เพื่อแปลงเสียงความต้องการไปสู่เฟสต่างๆ โดยเฟสสุดท้ายมีผลที่เกิดจากการแปลงความต้องการคือวิธีการปฏิบัติงานที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าปลายทางได้ การนำผลลัพธ์จากการปรับปรุงไปใช้นั้นได้ทดลองเป็นระยะเวลา 12 เดือน หลังจากนั้นจึงให้กลุ่มลูกค้าปลายทางตอบแบบสอบถามความพึงพอใจหลังการปรับปรุง ซึ่งผลลัพธ์จากการปรับปรุงพบว่าความพึงพอใจของลูกค้าเพิ่มขึ้นจาก 6.59% เป็น 7.83% และจำนวนข้อร้องเรียนลดลงจาก 3.73% เป็น 0.33%

อัจฉราวดี [9] ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD สำหรับการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง โดยมีวัตถุประสงค์คือ ออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการลูกค้ามากที่สุด ซึ่งอุตสาหกรรมเครื่องหนังมีการสั่งซื้อที่มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเรื่อยๆ โดยมีอิทธิพลต่างๆ เช่น สภาวะเศรษฐกิจในช่วงนั้น กำลังซื้อของลูกค้า รสนิยมในการเลือกใช้ของลูกค้า สภาพปัญหาของบริษัทคือ ผลิตภัณฑ์ของบริษัทมีส่วนแบ่งการตลาดน้อย ยอดขายน้อยกว่าที่บริษัทคาดหวังไว้ สินค้าของบริษัทขาดเอกลักษณ์และเหตุจูงใจในการซื้อ บริษัทต้องการขายใน

ต่างประเทศเพิ่มขึ้นประมาณ 10-20% จากการเก็บข้อมูลลูกค้าโดยแบบสอบถามทั้งหมด 1 เดือน ผู้วิจัยได้ทราบว่าการออกแบบในปัจจุบันสินค้ายังไม่โดนใจลูกค้า จากการสำรวจเสียงความต้องการ พบว่าความต้องการของลูกค้าแบ่งเป็นประเภทต่างๆคือ ด้านคุณภาพ ด้านรูปแบบ ด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านดูแลรักษา ด้านราคา จึงนำเสียงความต้องการที่ได้ไปเป็นข้อมูลนำเข้าในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD แบบ 4 เฟส และได้ทำการวิเคราะห์กับบริษัทคู่แข่งด้วย ซึ่งผลลัพธ์ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 5 แนวทาง และทีมงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้นำไปใช้พบว่าผลิตภัณฑ์หลังจากการปรับปรุงแล้วความพึงพอใจของลูกค้า และคุณภาพของสินค้าเพิ่มขึ้น

กุสุมา [10] ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ FMEA ร่วมกับกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตฟริตโดยมีวัตถุประสงค์ในการทำวิจัยคือปรับปรุงกระบวนการผลิตฟริตเพื่อลดจำนวนของเสีย การดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิต วิเคราะห์สาเหตุโดยใช้แผนภาพสาเหตุและผล ต่อจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ลักษณะบกพร่องและผลกระทบสำหรับกระบวนการผลิต พร้อมกับประเมินผลความสำเร็จจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยอาศัยหลักการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ดำเนินแก้ไขข้อบกพร่องโดยการพัฒนาแบบฟอร์มการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน และเอกสารวิธีการปฏิบัติงาน ฝึกอบรมพนักงาน ออกแบบการทดลองเพื่อปรับอัตราการหมุนส่งวัตถุดิบและขนาดสกรูที่เหมาะสมและการทดลองแบบปัจจัยเดียวเพื่อกำหนดปริมาณทรายที่เหมาะสมในขั้นตอนการทำความสะอาด การปรับปรุงกระบวนการผลิตพบว่าจำนวนของเสียลดลงโดยเฉลี่ย68,337.5กก. เหลือ50,856.6กก. คิดเป็นจำนวนเงินงบประมาณ 314,656.2 บาท และคุณภาพฟริตเพิ่มขึ้นตามเป้าหมายคุณภาพระดับที่ 98.6%

G. Mazur [11] ได้ศึกษาการใช้เทคนิค QFD ในการออกแบบอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใช้ในการผ่าตัดมีลักษณะเป็นท่อเลเซอร์ ปัญหาของอุปกรณ์นี้คือได้ละเลยไปในขั้นตอนการออกแบบถึงด้านความเสี่ยง ขนาดของรูท่อ รวมถึงความร้อนที่เกิดจากเลเซอร์ จุดประสงค์ในการออกแบบอุปกรณ์คือความต้องการในการลดระดับความเสี่ยงที่มีผลต่ออุปกรณ์ ซึ่งการดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการวิเคราะห์เสียงความต้องการด้านคุณภาพที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์ โดยใช้บ้านคุณภาพเป็นเครื่องมือในการแปลงเสียงความต้องการไปเป็นคุณลักษณะด้านคุณภาพ แล้วจึงนำคุณลักษณะด้านคุณภาพที่ได้ไปเป็นข้อกำหนดในการออกแบบอุปกรณ์ ผลที่ได้คืออุปกรณ์ที่

ออกแบบมาใหม่ตรงกับความต้องการของลูกค้าทั้งภายในและภายนอกส่งผลให้เกิดอัตราการแข่งขันสูงขึ้น

Q.Z.Yang และคณะ [12] ได้ทำการศึกษาการพัฒนากระบวนการออกแบบอุปกรณ์ทางการแพทย์ของบริษัทตัวอย่างโดยมีลักษณะต่างๆ จากความต้องการของลูกค้าที่หลากหลาย ซึ่งเป้าหมายของการออกแบบอุปกรณ์นี้คือ การใช้อุปกรณ์ง่ายขึ้นตามความต้องการของลูกค้า อุปกรณ์มีคุณภาพและความปลอดภัย อุปกรณ์สามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้ ซึ่งการออกแบบที่ผ่านมา ไม่ได้วิเคราะห์ถึงการออกแบบให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพและความปลอดภัยสูงเมื่อเทียบกับคู่แข่งและวิธีปกติในการตรวจสอบความพึงพอใจของลูกค้าคือทดลองผลิตและหาจุดผิดพลาดมาปรับปรุง ผลคือใช้เวลายาวนาน ต้นทุนสูง ปัญหาทั้งหมดนี้ทางผู้วิจัยได้นำเทคนิค QFD มาประยุกต์ใช้ในการลดความเสี่ยง ตอบสนองความต้องการ และหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิต โดยใช้เทคนิค QFD และใช้เทคนิค FMEA ในการหาข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้จากการที่ผลิตภัณฑ์ออกขายไปแล้วเพื่อนำผลลัพธ์จากการทำ FMEA มาปรับปรุงในการออกแบบ ผลลัพธ์จากการนำ QFD/FMEA มาใช้คือ ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าเดิม คุณภาพและความปลอดภัยดีขึ้น และผลิตภัณฑ์มีอัตราการแข่งขันสูงขึ้น

สุพัฒตรา และกฤษติยา [13] ได้ทำการศึกษาการใช้เทคนิค FMEA ในการวิเคราะห์และควบคุมสาเหตุที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของกระบวนการผลิตถุงเท้า โดยงานวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตโดยใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการเพื่อวิเคราะห์ปัญหา เมื่อพบปัญหาจึงใช้แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพ แล้วจึงใช้ FMEA ในการวิเคราะห์ ผลจากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตพบว่าเกิดปัญหาของเสียในกระบวนการย้อมเส้นด้าย กรอเส้นด้าย ถักถุงเท้า เย็บปิดปลาย และอบ ขั้นต่อไปของงานวิจัยนี้คือให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความรุนแรงของสาเหตุข้อบกพร่อง โอกาสที่อาจจะเกิดขึ้น และการควบคุมกระบวนการเพื่อเอาค่ามาประเมินคะแนน RPN ซึ่งผลคือค่า RPN ที่กระบวนการกรอเส้นด้ายมีคะแนนที่สูงที่สุด ทางผู้วิจัยจึงได้แก้ปัญหาโดยการตรวจสอบคุณภาพของเส้นด้าย การตั้งค่าความเร็วรอบของเครื่องจักร ผลคือค่า RPN หลังการปรับปรุงกระบวนการกรอเส้นด้ายลดลงจาก 400 เหลือ 280

อินทิรา [14] ได้ทำการศึกษาการใช้เทคนิค FMEA เพื่อลดของเสียในผลิตภัณฑ์เหล็กหล่อจากงานหล่อ ลักษณะข้อบกพร่องของเหล็กหล่อคือปัญหาตามดซึ่งเป็นปัญหาหลักของชิ้นส่วนประกอบรถยนต์ของบริษัทตัวอย่างที่ทำการศึกษา ปัญหาตามดนี้สามารถพบได้โดยลูกค้า

หลังจากส่งมอบสินค้าจากบริษัทไปแล้ว โดยการทำวิจัยของงานนี้มีข้อมูล 2 ปัจจัยที่ควบคุมต่างกัน คือการเติมแป้งข้าวโพดกับทราย และไม่ใช้แป้งข้าวโพดเติมไปในทรายทำแบบเลย ซึ่งได้ใช้แผนผังก้างปลา และWhy-Why Analysis มาใช้ร่วมกับ FMEA และนำลักษณะข้อบกพร่องที่มีคะแนนสูงกว่า 100 คะแนนมาปรับปรุง โดยใช้ตัวอย่าง 2 ชนิดคือ ชนิด A เติมแป้งข้าวโพดไปในทราบแบบ และชนิด B ไม่เติมแป้งลงไป พบว่าปัญหาตามดลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ 95% เมื่อคำนวณความคุ้มค่าพบว่าสามารถลดต้นทุนต่อตัวเนื่องจากการใช้ชนิด B ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น และไม่ใช้แป้งข้าวโพดเป็นจำนวน 0.52 บาท และสามารถลดต้นทุนจากค่าความเสียหายของงานที่เป็นตามดได้เป็นจำนวนมากอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีจุดคุ้มทุนจากการลงทุนด้านตั้งแต่ 6,381 ตัวขึ้นไป

อมรรัตน์ [15] ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงสินค้าของโรงงานผลิตของเล่นเพื่อการศึกษาโดยใช้เทคนิค QFD ซึ่งผลิตภัณฑ์คือบ้านของเล่นที่ออกวางขายในตลาด ทางโรงงานต้องการปรับปรุงเพื่อสร้างความพึงพอใจต่อลูกค้าที่นำเอาผลิตภัณฑ์นี้ไปใช้ โดยมีเป้าหมายคือผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาใหม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านขนาด รูปทรง สีสัน รูปแบบ และความเหมือนบ้านจริงมากที่สุด โดยกลุ่มที่ให้ความต้องการคือ ครู อาจารย์โรงเรียนอนุบาลในเขตกรุงเทพและนนทบุรีจำนวน 17 คนจาก 10 โรงเรียน ซึ่งการดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตของเล่นไม้ วิเคราะห์และกำหนดความต้องการของลูกค้า สำรวจความต้องการของลูกค้าเพื่อกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการอย่างแท้จริง นำข้อมูลความต้องการที่ได้เข้าสู่การวิเคราะห์เทคนิค QFD แบบ 4 เฟส ส่งผลให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์บ้านไม้ใหม่ซึ่งพบว่าความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ที่ได้พัฒนาแล้วมีคะแนนความพึงพอใจเพิ่มขึ้นจาก 5.96 เป็น 7.93 ซึ่งการพัฒนามีต้นทุนเพิ่มขึ้น 690.68 บาทจาก 630 บาทต่อชิ้น นอกจากนั้นการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ยังทำให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการออกแบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดเวลาในการออกแบบผลิตภัณฑ์

N. Satafang and W. Wattanutchariya [16] ได้ศึกษาการใช้เทคนิค QFD เพื่อปรับปรุงคุณภาพของขนมปังแป้งกรอบ โดยวิธีการวิจัยแบ่งเป็น 6 ขั้นตอนคือ 1.สำรวจลูกค้าเกี่ยวกับคุณสมบัติของขนมปังกรอบทั่วไป โดยใช้วิธีสอบถามด้วยคำถามให้ลูกค้าตอบ 2. ประเมินความต้องการของลูกค้าด้วยเครื่องมือต่างๆ เช่น แผนภาพกลุ่มเชื่อมโยงมาแยกกลุ่มความต้องการของลูกค้า 3. หาคะแนนลำดับความสำคัญของลูกค้าได้ใช้กลุ่มลูกค้าจำนวน 100 คนเป็นกลุ่มตัวอย่างในการตอบแบบสอบถามเพื่อหาค่า IMP ได้ใช้แบบสอบถามแบบสเกล 1-5 และใช้การคำนวณแบบค่าเฉลี่ยเรขาคณิตมาคำนวณหาค่า IMP 4. ประยุกต์ใช้เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

จนถึงเมตริกซ์การวางแผนกระบวนการ รวมทั้งหมด 3 เมตริกซ์ 5. ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองมาหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการที่ได้จากเมตริกซ์การวางแผนกระบวนการ 6. ทดสอบจริงแล้วมาเทียบกับสมมติฐานที่ได้จากเทคนิคการออกแบบการทดลองว่าเป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่ จากการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD พบว่าปริมาณธัญพืชที่ใช้เป็นส่วนประกอบมีความสำคัญที่สุด จึงนำผลที่ได้ไปพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของขนมต่อไป

จุฑากาญจน์ และอิสรา [17] ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เทียนหอมด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ และวิศวกรรมคุณค่า เพื่อศึกษาความต้องการของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์เทียนหอมและลดต้นทุนด้วยวิธีของวิศวกรรมคุณค่า ขั้นตอนการวิจัยเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีของ QFD และวิศวกรรมคุณค่า สำรวจสภาพปัจจุบันของการขายเทียนหอมในจังหวัดเชียงใหม่ แล้วจึงทำการสำรวจความต้องการของลูกค้าในจังหวัดเชียงใหม่จำนวน 100 คน ด้วยวิธีตัวต่อตัว หลังจากนั้นนำเสียงความต้องการของลูกค้ามาจัดถ้อยคำใหม่และจัดเป็นกลุ่มด้วยแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง จะได้กลุ่มความต้องการเป็นประเภทต่างๆ 7 ประเภท แล้วนำมาทำแบบสอบถามแบบสเกลให้ตอบโดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยคือ การคำนวณค่าเฉลี่ยเรขาคณิตเพื่อหาค่า IMP สำหรับเข้าสู่เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ ผลจาก QFD ได้ข้อกำหนดทางเทคนิคที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ส่วนการวิเคราะห์ด้วยวิศวกรรมคุณค่า ผู้วิจัยได้แบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 ส่วนคือ 1. ด้านกระบวนการผลิต ได้นำ VE มาลดต้นทุนในการผลิต โดยนำเอาเศษเทียนที่เหลือจากการผลิตมาหลอมใช้ใหม่ที่อัตราส่วน 5% เพื่อลดอัตราส่วนวัตถุดิบลงได้ 2. ด้านพลังงานที่ใช้ในการผลิต ได้นำ VE เข้ามาช่วยในการปรับเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 20% ในด้านพลังงานและค่าโสหุ้ย ผลคือสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ประมาณ 10% ต่อปี และด้านบุคลากรผู้ผลิต ได้นำ VE มาใช้คือ การเสนอแนะให้ทำการฝึกอบรมพนักงานก่อนการปฏิบัติงานจริง ผลคือชิ้นงานมีคุณภาพ ลดเวลา และต้นทุนต่ำลง

วีรวิชญ์ และดำรงค์ [18] ได้ประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA เพื่อศึกษาการลดลักษณะข้อบกพร่องของสภาพรถภายนอกสำหรับระบบการขนส่งรถยนต์ โดยมีจุดประสงค์ในการศึกษาคือลดปริมาณข้อบกพร่องของสภาพภายนอกรถยนต์ ซึ่งมีเป้าหมายในการศึกษาคือลดอัตราการเกิดข้อบกพร่องได้ 500 PPM วิธีการดำเนินงานวิจัยเริ่มจากศึกษาข้อมูลของรถภายนอกโดยพิจารณาจากตำแหน่งของรถยนต์ จากนั้นคัดเลือกลักษณะข้อบกพร่องมาดำเนินการแก้ไขโดยประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA โดยมีการระดมสมองเพื่อกำหนดรายละเอียดต่างๆ จากทีมผู้ดำเนินงาน ซึ่งนำลักษณะข้อบกพร่องที่มีคะแนน RPN สะสม 80% มาดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดโอกาสเกิดขึ้นของสาเหตุ

ลักษณะข้อบกพร่อง โดยใช้คะแนน RPN และค่าเฉลี่ยการบกพร่องต่อยอดการขนส่งเป็นตัวชี้วัดในการปรับปรุง พบว่าคะแนน RPN ลดลงถึง 33.3%-92.8% และค่าเฉลี่ยการบกพร่องลดลงจาก 834 PPM เหลือ 367 PPM

จากการสำรวจผลงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าเทคนิค QFD ช่วยในการออกแบบและพัฒนากระบวนการต่างๆ เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าหรือผู้ใช้งานได้ตรงจุดส่งผลให้เกิดผลประโยชน์ต่อกระบวนการที่ได้นำเทคนิค QFD ไปประยุกต์ใช้เช่น ต้นทุนการผลิตลดลง ของเสียจากการผลิตลดลง ผลประกอบการสูงขึ้น เป็นต้น การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD นั้นสามารถนำเทคนิคอื่นๆ มาประยุกต์ใช้ร่วมเพื่อทำให้การออกแบบและพัฒนากระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่วนเทคนิค FMEA จากการสำรวจผลงานวิจัยพบว่าได้นำมาใช้เพื่อปรับปรุงของเสียในกระบวนการผลิต และควบคุมกระบวนการผลิตเพื่อไม่ให้เกิดลักษณะข้อบกพร่องซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อผลประโยชน์ของกระบวนการผลิตได้ และยังพบว่าการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD สามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิค FMEA เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยประยุกต์ใช้เทคนิค QFD สำหรับค้นหาความต้องการเพื่อนำไปวิเคราะห์ในบ้านแห่งคุณภาพ ซึ่งได้ผลลัพธ์เป็นความต้องการทางเทคนิค หลังจากนั้นจึงนำความต้องการทางเทคนิคที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FMEA นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถประยุกต์ใช้ในกระบวนการออกแบบอุปกรณ์เพื่อลดความผิดพลาดในการออกแบบและค้นหาเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะของอุปกรณ์เพื่อนำไปเป็นรายการในการวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องต่อการใช้งานอุปกรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เพื่อทำการออกแบบอุปกรณ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยนำข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนซึ่งเป็นผลลัพธ์จากเมตริกซ์ที่สองคือเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนเป็นข้อกำหนดในการออกแบบอุปกรณ์ และนำไปเป็นรายการในการวิเคราะห์เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องจากการใช้งานอุปกรณ์

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการออกแบบอุปกรณ์ใหม่จึงเป็นการออกแบบอุปกรณ์จากความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์โดยใช้ตัวโหนดเซ็นเซอร์เป็นตัวตั้งต้นเพื่อค้นหาเสียงความต้องการด้วยวิธีพรรณนาการใช้งาน และนำเสียงความต้องการ ไปวิเคราะห์ด้วยเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนตามลำดับ หลังจากนั้นจึงนำข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนเป็นรายการในการวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ และหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์เพื่อให้อุปกรณ์ที่ผ่านการออกแบบมีคุณลักษณะที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์

## 1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับติดตั้งกับตัวผู้ป่วยที่ต้องเฝ้าระวังให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์

## 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1.4.1 ผู้ใช้อุปกรณ์ได้ใช้อุปกรณ์ที่มีคุณลักษณะตรงกับความต้องการ

1.4.2 ได้ข้อมูลเอกสารเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ให้มีลักษณะการใช้งานตามข้อกำหนดต่างๆ ที่สอดคล้องกับการเฝ้าระวัง

## 1.5 ขอบเขตงานวิจัย

เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยเป็นไปตามจุดประสงค์ จึงได้กำหนดขอบเขตงานวิจัยดังนี้

1.5.1 การออกแบบอุปกรณ์ในงานวิจัยได้ศึกษาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ และวิธีการใช้งานอุปกรณ์ที่ถูกต้องต่อวิธีการพยาบาลผู้ป่วยเท่านั้น

1.5.2 หอผู้ป่วยสำหรับการดำเนินงานวิจัยเป็นหอผู้ป่วยต่างๆ จำนวน 16 หอผู้ป่วยในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ และเป็นหอผู้ป่วยที่ไม่ขัดต่อข้อตกลงจริยธรรมของผู้ป่วย

ในงานวิจัยนี้ได้มีการกล่าวถึงชื่อองค์กรต่างๆ และเป็นองค์กรที่มีความเกี่ยวข้องในงานวิจัย ซึ่งมีคำที่ยาวทำให้ไม่สะดวกในการเขียน ดังนั้นเพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจที่ตรงกันในงานวิจัยผู้วิจัยจึงขอกำหนดดังนี้

(1) ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ฯ แทนคำว่า ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์#

(2) หอผู้ป่วย แทนคำว่า หอผู้ป่วยของโรงพยาบาลสงขลานครินทร์#

(3) ผู้ป่วยเฝ้าระวัง แทนคำว่า ผู้ป่วยเฝ้าระวังในด้านชีพจรและการเคลื่อนไหว

# บทที่ 2

# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

### 2.1.1 ความหมายและความเป็นมาของเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

เทคนิค QFD เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้พัฒนาหรือออกแบบสามารถตัดสินใจเลือกแนวทางที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดีที่สุด และผลลัพธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้ QFD สามารถเป็นข้อมูลเพื่อประกันคุณภาพในกระบวนการได้เป็นอย่างดีถึงความพึงพอใจของลูกค้า เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จาก QFD เป็นข้อมูลที่ผ่านการถ่ายทอดความต้องการของลูกค้าไปเป็นคุณลักษณะเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า [19]

เทคนิค QFD พัฒนาขึ้นโดย ดร.โยชิ อากาโนะ โดยมีการนำมาใช้เป็นครั้งแรกในอู่ต่อเรือของบริษัทมิตซูบิชิ ประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี 1972 หลังจากนั้นบริษัทโตโยต้าได้นำมาปรับปรุงและประยุกต์ใช้จนกระทั่งแพร่หลายไปถึงผู้ผลิตชิ้นส่วนให้กับบริษัทโตโยต้า โดยบริษัทโตโยต้าบังคับให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนทั้งหมดใช้ QFD เพื่อควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และในปัจจุบันเทคนิค QFD ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ ของประเทศญี่ปุ่น เช่น ผู้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ประจำบ้าน เสื้อผ้า แผงวงจร อุปกรณ์ก่อสร้าง และเครื่องจักรกลการเกษตร เป็นต้น ส่วนในสหรัฐอเมริกาเทคนิค QFD เริ่มต้นขึ้นประมาณปี 1984 โดยบริษัทฟอร์ดมอเตอร์ซึ่งต่อมาได้จัดตั้ง Ford Supplier Institute ขึ้นเพื่อพัฒนาคุณภาพของชิ้นส่วนที่ผลิตโดยผู้ผลิตชิ้นส่วนให้แก่บริษัทฟอร์ด ต่อมาสถาบันดังกล่าวได้กลายเป็นองค์กรอิสระที่ไม่แสวงหากำไรชื่อ American Supplier Institute (ASI) ขึ้นเป็นหน่วยงานที่ให้การฝึกอบรมและให้คำปรึกษาด้าน QFD และเป็นสถาบันที่มีบทบาทอย่างสูงในการทำให้ QFD เป็นที่นิยมในประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับในประเทศไทยมีการใช้เทคนิค QFD เป็นแห่งแรกโดยบริษัทแห่งหนึ่งในเครือซีเมนต์ไทย ซึ่งมีความพยายามที่จะตอบสนองความต้องการอันหลากหลายของลูกค้า ในปัจจุบันเทคนิค QFD ได้มีการใช้อย่างแพร่หลายในภาคอุตสาหกรรมหลายแห่ง เช่น อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น [20]

ความหมายของเทคนิค QFD ได้มีผู้ศึกษาและให้ความหมายไว้หลายอย่างแสดงดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 ความหมายของเทคนิค QFD

| ที่มา | ความหมาย |
|---|---|
| American Supplier Institute [21] | เป็นระบบที่ใช้ถ่ายทอดความต้องการของลูกค้าให้เป็นเป้าหมายที่เหมาะสมกับองค์กรในทุกๆ กระบวนการ ตั้งแต่ขั้นตอนของการเริ่มต้นวิจัยผลิตภัณฑ์ ออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ การผลิต ติดตั้ง การตลาด ไปจนถึงการขายและบริการ |
| American Production and Inventory Control Society: APICS (อ้างอิงโดย [20]) | เป็นกระบวนการหรือกรรมวิธีที่มีขั้นตอนที่แน่นอนที่ใช้ในการค้นพบความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าในแง่คุณภาพ และแปลความหมายความต้องการออกมาในรูปความต้องการในเชิงเทคนิคและรวมไปถึงการควบคุมติดตามและวัดผลกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลตรงตามเป้าหมายที่วางไว้ |
| กุลธิดา เตชวรสินสกุล [22] | เป็นเทคนิคที่นำมาใช้เพื่อช่วยลดข้อผิดพลาดของผลิตภัณฑ์ นับตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผนผลิตภัณฑ์ เช่น ความผิดพลาดอันเกิดจากการให้ลำดับความสำคัญของหน้าที่ประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ไม่ถูกต้อง หรือความไม่เหมาะสมในการผลิตอันเนื่องมาจากข้อจำกัดของเทคโนโลยีที่มีอยู่ ซึ่งการลดข้อผิดพลาดของผลิตภัณฑ์จะสามารถช่วยลดระยะเวลาที่ต้องใช้ในการนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด |
| M. Baxter [23] | เป็นยิ่งกว่าการวางแผนผลิตภัณฑ์ เนื่องจาก QFD สามารถออกแบบกระบวนการตั้งแต่แรกจนจบ ไม่เพียงแต่แค่เป็นการวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ เพราะเทคนิค QFD มีบ้านคุณภาพ (HOQ) ในการเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์จากบ้านคุณภาพสู่บ้านคุณภาพ วิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าให้ได้เป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในแต่ละบ้านแห่งคุณภาพ ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็นข้อกำหนดเพื่อนำมาควบคุมคุณภาพการผลิตและส่วนประกอบย่อยของผลิตภัณฑ์ |

ตาราง 2.1 ความหมายของเทคนิค QFD (ต่อ)

| ที่มา | ความหมาย |
|---|---|
| L. Cohen [24] | เป็นวิธีในการวางแผนและพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยมีทีมงานเพื่อวิเคราะห์ให้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า |
| A. Arash [25] | เป็นเทคนิคเพื่อให้การออกแบบมีคุณภาพและเป็นเทคนิคที่นำมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพโดยมีข้อดีคือเป็นเทคนิคที่มีความสัมพันธ์กับลูกค้ามากกว่าเทคนิคอื่นๆ และ QFD ยังสามารถนำไปใช้ร่วมกับเทคนิคอื่นๆเพื่อให้เป็นเทคนิคที่ผสมผสานอย่างครอบคลุมในงานนั้นๆ |
| S.F. Liu และคณะ [26] | เป็นเทคนิคที่สามารถเพิ่มความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์ที่ได้จากการนำ QFD ไปใช้ เพราะว่า QFD เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการให้ลำดับความสำคัญของสิ่งที่ใช้ในการตอบสนองความต้องการ |
| U.I. Bouwer [27] | เป็นวิธีที่ใช้ในการพัฒนาและวางแผนกระบวนการ ช่วยให้ทีมงานค้นหาคุณลักษณะในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ QFD มีความสัมพันธ์ที่สำคัญคือ การสื่อสารระหว่างผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียกับทีมงานผู้ที่ต้องทำการวิเคราะห์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการตอบสนองความต้องการได้ |
| P. Horak [28] | เป็นเครื่องมือในการจัดการคุณภาพและเป็นเทคนิคของวิศวกรรมคุณภาพที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่ง QFD ช่วยในการเปลี่ยนในการสื่อสารข้อมูลของความต้องการของลูกค้าไปเป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และคุณลักษณะในการออกแบบกระบวนการ โดยคุณลักษณะทั้งหมดเป็นการทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจมากขึ้น QFD เป็นเทคนิคหนึ่งที่เป็นตัวขับเคลื่อนระบบ TQM, ISO9000 และ QS 9000 |

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเทคนิค QFD เป็นเทคนิคที่ใช้ในการออกแบบปรับปรุง และพัฒนาผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต และการบริการ ซึ่งเริ่มต้นจากการค้นหาความต้องการของลูกค้ามาผ่านวิธีการเพื่อให้ได้คุณลักษณะเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างเหมาะสม

2.1.2 จุดประสงค์ในการใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

จุดประสงค์ของการนำเทคนิค QFD ไปใช้ส่วนใหญ่จะเป็นการหาคุณลักษณะต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก แต่ก็จะขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่าจะประยุกต์เทคนิค QFD ไปใช้อย่างไร โดยจุดประสงค์ของการนำเทคนิค QFD ไปใช้นั้นแสดงดังตาราง 2.2

ตาราง 2.2 จุดประสงค์ในการนำเทคนิค QFD ไปประยุกต์ใช้งาน

| ที่มา | จุดประสงค์ของ QFD |
|---|---|
| Creative Industries Research Institute [29] | เพื่อจัดลำดับของเสียงความต้องการของลูกค้าและความต้องการทางเทคนิค ช่วยในการแปลงความต้องการของลูกค้าไปเป็นความต้องการทางเทคนิคและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ และเพื่อเป็นการสร้างคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการโดยมุ่งเน้นไปที่ทุกๆอย่างที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจของลูกค้า |
| วิเชียร เบญจวัฒนผล [30] | เพื่อแปลงความต้องการของลูกค้าให้เป็นข้อกำหนดทางเทคนิคที่จำเป็นต้องมีเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าโดยดูจากระดับความสำคัญ ข้อมูลของคู่แข่งและความสามารถในการแข่งขัน จากนั้นจะนำข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีความสำคัญไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ |
| กุลธิดา เตชวรสินสกุล [22] | เพื่อช่วยลดความผิดพลาดอันเกิดจากการให้ลำดับความสำคัญของหน้าที่ประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง |
| C.S. Wang และคณะ [31] | เพื่อกำหนดคุณลักษณะการออกแบบให้มีคุณภาพและเหมาะสมกับความต้องการของลูกค้า |
| B. Almannai และคณะ [6] | เพื่อช่วยวิเคราะห์ให้ผู้นำเทคนิคไปใช้หลีกเลี่ยงการตัดสินใจที่ผิดพลาดต่อความพึงพอใจของลูกค้า |
| B.Md. Deros และคณะ [32] | เพื่อช่วยในการวัดสมรรถภาพในเรื่องคุณภาพและเจาะจงคุณลักษณะที่ส่งผลต่อคุณภาพที่มีต่อลูกค้า |
| Q.Z. Yang และคณะ [12] | เพื่อช่วยในการระบุข้อกำหนดให้กับกระบวนการ |

ตาราง 2.2 จุดประสงค์ในการนำเทคนิค QFD ไปประยุกต์ใช้งาน (ต่อ)

| ที่มา | จุดประสงค์ของ QFD |
|---|---|
| มณฑลี ศาสนนันทน์ [20] | (1) เพื่อช่วยให้ฝ่ายออกแบบนั้นสามารถตัดสินใจในแนวทางที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดีที่สุดตามกำลังทรัพยากรที่มีอยู่<br>(2) เป็นการประกันคุณภาพในการออกแบบโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อความพึงพอใจของลูกค้า<br>(3) เป็นเครื่องมือสำหรับเชื่อมโยงระหว่างผู้ออกแบบกับลูกค้า |

ดังนั้นเทคนิค QFD จึงเป็นเทคนิคที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า และเพื่อถ่ายทอดความต้องการของลูกค้าไปเป็นเป้าหมายในการออกแบบและพัฒนา

2.1.3 ประโยชน์ของเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

เทคนิค QFD เป็นเทคนิคการบริหารที่ใช้สำหรับถ่ายทอดความต้องการของลูกค้าให้เป็นเป้าหมายต่าง ๆ ในการทำงาน เทคนิค QFD สามารถประยุกต์ใช้ได้กับงานหลายด้าน เช่น การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ การออกแบบงานบริการ การวางแผนกลยุทธ์ และการแก้ไขปัญหาคุณภาพ ซึ่งสามารถรวบรวมประโยชน์ของเทคนิค QFD ได้ดังตาราง 2.3

ตาราง 2.3 ประโยชน์ของเทคนิค QFD

| ที่มา | ประโยชน์ของ QFD |
|---|---|
| L. Cohen [24] | (1) ลดต้นทุน เนื่องจากหลังจากการใช้เทคนิค QFD แล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขจากสิ่งที่ผิดพลาดน้อยลง<br>(2) เพิ่มกำไร เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จะถูกใจและตรงกับความต้องการของลูกค้า<br>(3) ลดรอบเวลาในการผลิต |
| M. H. Korayem and A. Iravani [33] | (1) ลดการเปลี่ยนแปลงการออกแบบหลังจากผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด<br>(2) ลดต้นทุนในการผลิต |

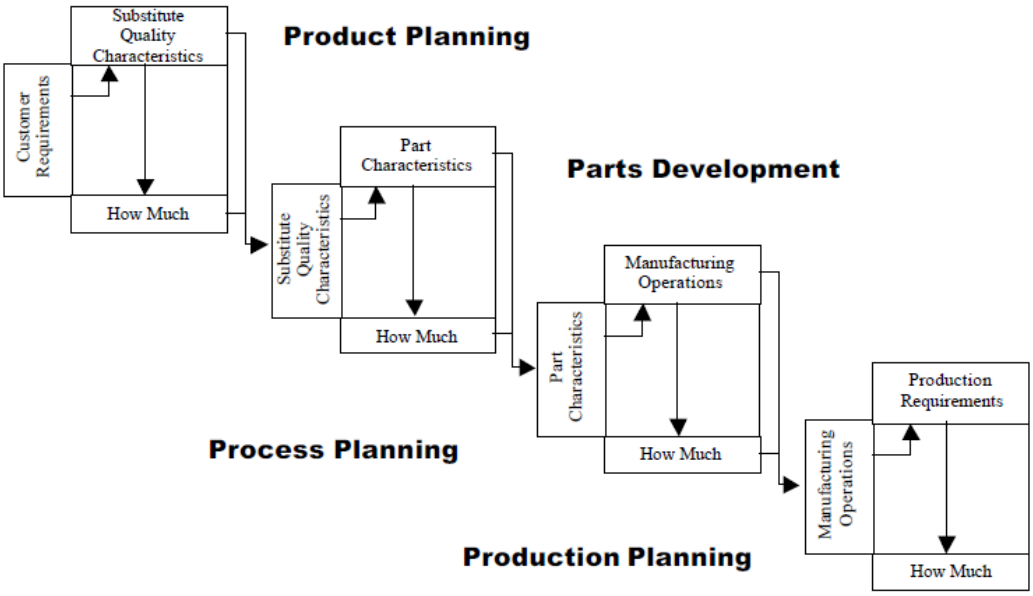
ตาราง 2.3 ประโยชน์ของเทคนิค QFD (ต่อ)

| ที่มา | ประโยชน์ของ QFD |
|---|---|
| มณฑลี ศาสนนันทน์ [20] | (1) ช่วยในการถ่ายทอดความต้องการของลูกค้าให้เป็นเป้าหมายต่างๆ สำหรับขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์<br>(2) ช่วยประกันความพึงพอใจของลูกค้าและเพิ่มยอดขายของผลิตภัณฑ์<br>(3) ช่วยลดปัญหาที่พบในช่วงแรกๆ ของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้<br>(4) ลดเวลาในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ |
| S.F. Liu และคณะ [26] | (1) สามารถเพิ่มความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์<br>(2) สามารถทำให้ทีมงานรับรู้ถึงลำดับความสำคัญในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า |
| Creative Industries Research Institute [29] | (1) ได้วิธีวางแผนการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่<br>(2) ได้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์<br>(3) ได้ข้อกำหนดของกระบวนการ<br>(4) ได้วิธีการควบคุมกระบวนการผลิต<br>(5) ได้เอกสารที่เป็นคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ |
| A. Arash [25] | (1) ลดเวลา ลดต้นทุน ลดเวลาการศึกษาผลิตภัณฑ์<br>(2) ทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจมากขึ้นกว่าเดิม<br>(3) เพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารระหว่างแผนกการทำงานในองค์กร<br>(4) ทำให้องค์กรมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในด้านคุณภาพและการเพิ่มผลผลิตและสามารถทำให้องค์กรก้าวสู่ระบบคุณภาพต่างๆ<br>(5) ได้เห็นข้อได้เปรียบและเสียเปรียบเทียบกับคู่แข่ง |

2.1.4 วิธีการดำเนินประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

เทคนิค QFD โดยทั่วไปมี 2 ประเภท คือ แบบ Matrix of Matrices และแบบ Four-phases Model ซึ่งแบบ Matrix of Matrices จะประกอบไปด้วยตารางประมาณ 30 ตารางครอบคลุมวิศวกรรมคุณค่า การวิเคราะห์ต้นทุน การควบคุมคุณภาพ การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล แต่ในปัจจุบันนิยมประยุกต์ QFD แบบ Four-phases Model โดยจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาตาราง

เมตริกซ์ 4 เมตริกซ์แสดงดังภาพประกอบ 2.1 ซึ่งแบ่งการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตเป็นขั้นตอนย่อยๆ 4 ขั้นตอน [8]




ภาพประกอบ 2.1 แสดงเมตริกซ์ของเทคนิค QFD [34]

เทคนิค QFD แบบ Four - phases Model ประกอบด้วยเมตริกซ์ที่ต่อเนื่องกันเป็นลำดับขั้นดังนี้ [35]

(1) เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ (Product planning matrix)

เป็นการแปลงความต้องการของลูกค้าที่ได้จากการศึกษาเสียงความต้องการของลูกค้าไปเป็นความต้องการทางเทคนิค และทำการจัดลำดับความสำคัญว่าควรปรับปรุงหรือพัฒนาความต้องการทางเทคนิคไหนเป็นอันดับแรก และเป้าหมายของการปรับปรุงอยู่ที่ตำแหน่งใด คำนวณคะแนนความสำคัญของความต้องการทางเทคนิค ซึ่งความต้องการทางเทคนิค และคะแนนความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคจะนำไปสู่การวิเคราะห์เมตริกซ์ต่อไป

(2) เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน (Part deployment matrix)

เป็นการแปลงความต้องการทางเทคนิคไปเป็นข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนเป็นส่วนการออกแบบหรือแยกส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่เราพิจารณาเป็นระบบย่อย ซึ่งจะทราบได้ว่าข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่สำคัญของสินค้าหรือการบริการอยู่ที่ชิ้นส่วนย่อยส่วนไหน โดยมีข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนและมีการคำนวณคะแนนลำดับความสำคัญ จะถูกนำไปใช้ในเมตริกซ์การวางแผนกระบวนการต่อไป

(3) เมตริกซ์การวางแผนกระบวนการ (Process planning matrix)

เป็นการแปลงข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนไปเป็นค่าคงตัวของกระบวนการ เมตริกซ์การวางแผนกระบวนการจะทำการแยกแยะขั้นตอนกระบวนการโดยระบุค่าคงตัวของแต่ละกระบวนการที่สามารถใช้ในการวางแผนการผลิตเพื่อให้ผลลัพธ์อยู่ในรูปค่าคงที่ของกระบวนการ ซึ่งจะเริ่มจากกระบวนการหลัก แล้วหากระบวนการย่อยที่จำเป็นในการป้อนเข้าสู่กระบวนการหลัก ดังกล่าวหลังจากนั้นจึงทำการใส่ขั้นตอนการปฏิบัติของกระบวนการย่อยในแต่ละชิ้นส่วนย่อยดังกล่าวลงไปในตารางเมตริกซ์แล้วจึงทำการระบุค่าคงตัวของกระบวนการซึ่งเกี่ยวกับของกับชิ้นส่วนย่อย ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ในเมตริกซ์นี้คือค่าคงตัวของกระบวนการและคะแนนความสำคัญจะถูกนำไปใช้ในเมตริกซ์สุดท้าย

(4) เมตริกซ์การวางแผนควบคุมกระบวนการ ( Production planning matrix)

การวางแผนควบคุมกระบวนการ เป็นการสร้างตารางหรือเอกสารสุดท้ายที่สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบเนื้อหาที่จะพิจารณาควบคุมการปฏิบัติงานซึ่งได้แก่ การตั้งเครื่องจักร วิธีการควบคุมการทำงานต่างๆ เอกสารการควบคุม ขนาดความถี่ในการสุ่มตัวอย่าง การอบรมพนักงาน และงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นต้น

วิธีการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เริ่มต้นด้วยการศึกษาความต้องการของลูกค้า โดยทำการค้นหาเสียงความต้องการเพื่อนำมาเป็นข้อมูลนำเข้าในการวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นเมตริกซ์แรกของการวิเคราะห์เทคนิค QFD ในภาพรวมของวิธีการสามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้ [36]

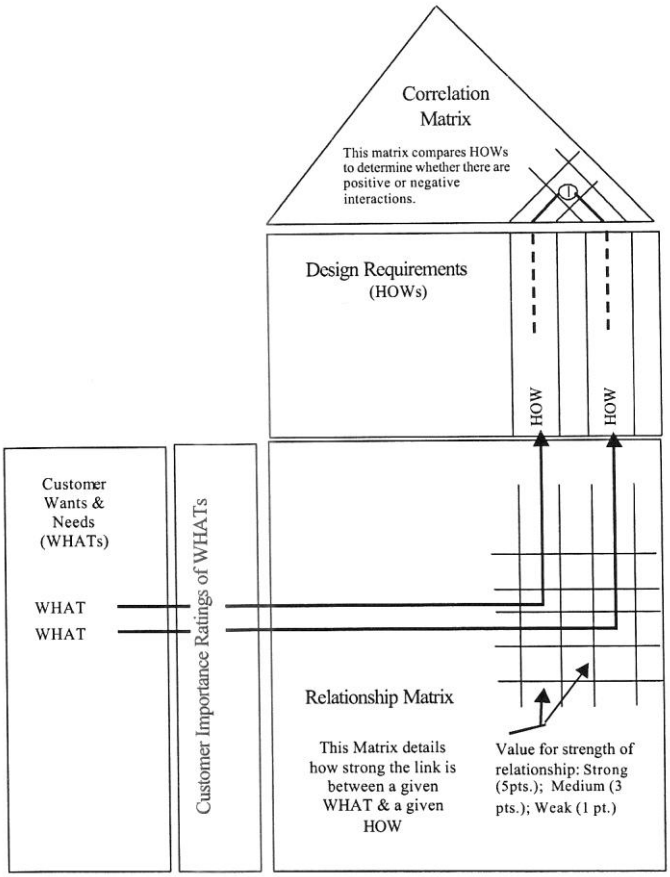
(1) ระบุความต้องการของลูกค้าหรือคุณภาพที่ลูกค้าต้องการ โดยการสัมภาษณ์ออกแบบสอบถาม หรือจากข้อมูลการร้องเรียนจากลูกค้าแล้วนำมาจัดเรียงความต้องการของลูกค้าที่ด้านซ้ายของเมตริกซ์แสดงดังภาพประกอบ 2.2

(2) ประเมินระดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้าในแต่ละข้อโดยใช้แบบสอบถาม

(3) เปรียบเทียบสินค้าของบริษัทกับสินค้าของคู่แข่งจากมุมมองของลูกค้า

(4) ประเมินจุดอ่อนจุดแข็งของตนเองและคู่แข่งแล้วกรอกลงในช่องทางขวามือของบ้านคุณภาพแยกตามความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อ

(5) ระบุความต้องการทางเทคนิค หรือองค์ประกอบคุณภาพที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อลงในช่องด้านบนของบ้านคุณภาพ




ภาพประกอบ 2.2 แสดงตัวอย่างเมตริกซ์สำหรับการวิเคราะห์เทคนิค QFD [24]

(6) แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการทางเทคนิคแต่ละข้อไว้ที่ส่วนหลังคาของบ้านคุณภาพ ความสัมพันธ์ของข้อกำหนดทางเทคนิคอาจกำหนดเป็นสัญลักษณ์หรือค่าตัวเลขก็ได้ เพื่อให้ผู้ออกแบบเข้าใจว่าถ้ามีการเปลี่ยนแปลงความต้องการทางเทคนิคข้อใดข้อหนึ่งแล้วจะมีผลกระทบต่อความต้องการทางเทคนิคข้ออื่นอย่างไรมากน้อยแค่ไหน

(7) หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและความต้องการทางเทคนิคแต่ละข้อลงในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ตรงส่วนกลางของตัวบ้านคุณภาพ โดยใช้สัญลักษณ์แสดงให้เห็นถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการทางเทคนิคกับความต้องการของลูกค้าว่ามีความสัมพันธ์มาก ปานกลาง หรือน้อยและในการแสดงเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและความต้องการทางเทคนิคนั้น จะแสดงด้วยสัญลักษณ์หรือตัวเลขก็ได้เพื่อให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงไหน

(8) กำหนดระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคแต่ละข้อโดยพิจารณาจากคะแนนความสำคัญของความต้องการของลูกค้า เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่าง Whats กับ Hows และข้อมูลเปรียบเทียบกับคู่แข่งประกอบกัน

(9) ระบุข้อความต้องการทางเทคนิคที่จะนำไปใช้สำหรับออกแบบผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนสุดท้ายอันเป็นเป้าหมายการดำเนินงาน

การวิเคราะห์เทคนิค QFD สามารถแสดงรายละเอียดได้โดยยกตัวอย่างของเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์หรือบ้านแห่งคุณภาพได้ดังนี้

2.1.4.1 การหาเสียงความต้องการของลูกค้า

เทคนิค QFD มีเสียงความต้องการของลูกค้าเป็นพื้นฐานสำคัญโดยพิจารณาถึงสิ่งที่ลูกค้าต้องการและคาดหวังกับสินค้าหรือบริการ ซึ่งเป็นถ้อยคำหรือคำพูดที่ออกมาจากลูกค้าโดยตรงเสียงความต้องการของลูกค้าสามารถแบ่งได้หลายชนิด เช่น ความต้องการที่แท้จริง คุณลักษณะทางคุณภาพ หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ ความน่าเชื่อถือ และค่าเป้าหมาย [37]

ขั้นตอนแรกในการหาเสียงความต้องการของลูกค้าคือการระบุกลุ่มลูกค้าหรือผู้ใช้งาน โดยพิจารณาถึงสิ่งต่างๆ ดังนี้ [8]

(1) การหากลุ่มตลาดเป้าหมาย ทำการสำรวจตลาดเป้าหมายที่ต้องการจำหน่ายผลิตภัณฑ์

(2) ศึกษาข้อมูลความต้องการของประชากร การศึกษาถึงประชากรโดยการสุ่มจะสามารถบอกได้ว่าแนวโน้มในการซื้อในอนาคตจะเป็นอย่างไร ซึ่งสิ่งที่ต้องการทราบได้แก่ อายุ ระดับรายได้ ฯลฯ

(3) การศึกษาทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากลักษณะดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อความต้องการที่แตกต่างกัน

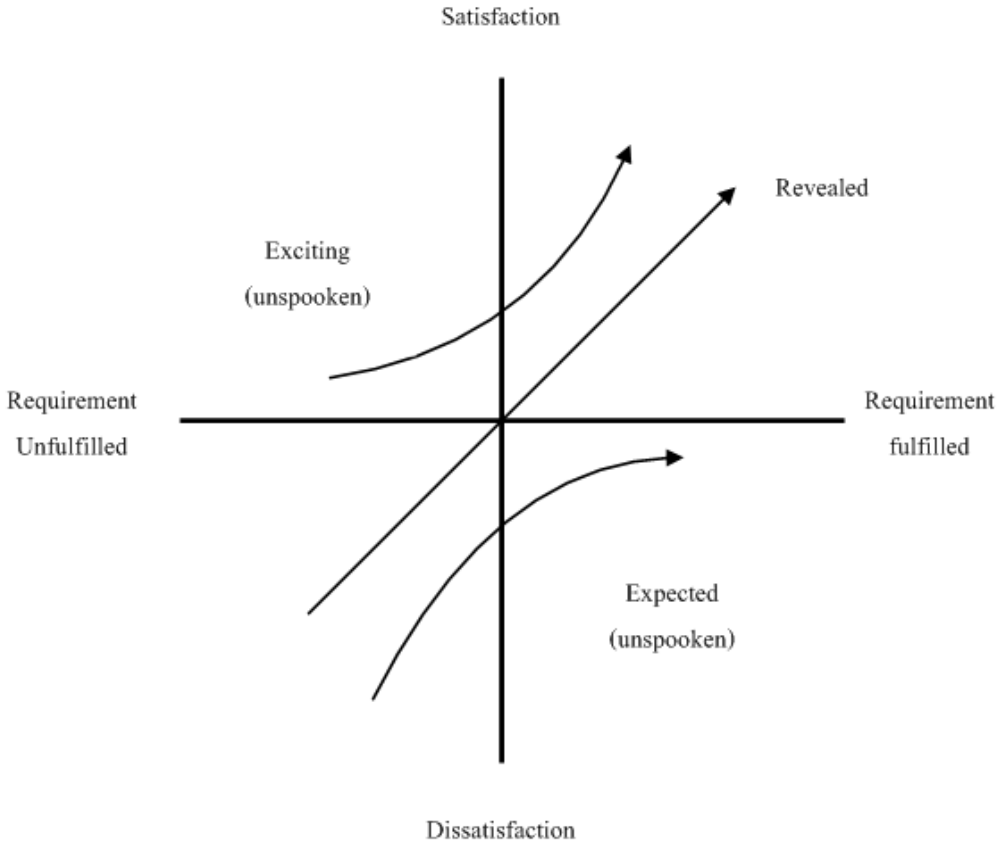
(4) องค์กรที่ทำหน้าที่ในการสำรวจต้องไม่เกี่ยวข้องกันเพื่อไม่ให้ข้อมูลที่ได้มีทัศนคติที่ไม่ดีหรือดีเกินไปจึงไม่ควรใช้องค์กรที่มีความเกี่ยวข้องต่อกัน อาจใช้องค์กรที่ทำหน้าที่สำรวจความต้องการตลาดเข้ามาทำหน้าที่ โดยจะต้องมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือบริการเป็นอย่างดี เพื่อให้ได้ประโยชน์จากการสัมภาษณ์สูงสุด

(5) การสำรวจบุคคลภายนอกที่เกี่ยวข้องกับองค์กร การสำรวจจากบุคคลภายนอกองค์กรจะต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นองค์กรส่วนมากจะใช้คนภายในองค์กรเป็นแหล่งที่ใช้หาถ้อยคำหรือเสียงของลูกค้า หรือคำติชมจากลูกค้าแทน เพื่อหลีกเลี่ยงทัศนคติที่ไม่ดีหรือดีเกินไปของคนภายในองค์กร เนื่องจากคนภายในใกล้ชิดกับผลิตภัณฑ์และแนวความคิดขององค์กรมากเกินไป

(6) การสำรวจโดยใช้หรือไม่ใช้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในปัจจุบัน การเลือกจะขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น แชมพู สบู่หรือผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนการผลิตต่ำสามารถที่ทำการ

สำรวจความต้องการได้โดยการมีตัวอย่าง ในขณะที่รถยนต์หรือผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนการผลิตสูงจะไม่สามารถทำได้

ขั้นตอนต่อมาจึงหาความต้องการของลูกค้าว่าต้องการอะไร โดยทั่วไปความต้องการของลูกค้าแบ่งได้เป็น 2 ประเด็นคือ ความจำเป็น กับความคาดหวัง [38] ความจำเป็นคือสิ่งที่ลูกค้าจำเป็นต้องได้รับในธุรกิจนั้นๆ ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานที่ลูกค้าจะได้รับเมื่อมาใช้บริการ ตัวอย่างเช่น ลูกค้าต้องการไปโรงพยาบาลเพื่อรับการรักษาแล้วหายจากการเจ็บป่วย ลูกค้าไปร้านอาหารเพื่อต้องการทานอาหารที่อร่อยและสะอาด นั่นคือความจำเป็นพื้นฐานที่ลูกค้าต้องการในแต่ละธุรกิจที่ลูกค้าต้องการได้รับ ส่วนความคาดหวังคือ สิ่งที่อยู่ในใจลูกค้า ลูกค้าต้องการได้รับความประทับใจ เมื่อมาใช้บริการที่พิเศษเพิ่มมากขึ้นไปเรื่อย ๆ ตัวอย่างเช่น ธุรกิจโรงพยาบาลลูกค้าคาดหวังการบริการอย่างรวดเร็ว รอไม่นาน เจ้าหน้าที่/พยาบาล/แพทย์ พูดจาสุภาพ ธุรกิจร้านอาหารลูกค้าคาดหวังได้รับบรรยากาศในร้านที่ดูสะอาดตา รอไม่นาน พนักงานสุภาพ เป็นต้น โดยในเรื่องความจำเป็นและความคาดหวังของลูกค้านั้นจึงต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับความต้องการของลูกค้าซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 2.3 โดยมีรายละเอียดดังนี้




ภาพประกอบ 2.3 แสดงวัฏจักรคาโน [39]

(1) Dissatisfaction: เป็น “Expected” ลูกค้าจะคาดหวังว่าต้องมี เมื่อไม่มีจะก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจ แต่ถ้ามีจะไม่ก่อให้เกิดความพึงพอใจเพิ่มขึ้นเพราะคิดว่าเป็นสิ่งที่ต้องเป็นปกติ ซึ่งลูกค้าจะไม่บอกแต่อาจรู้สึกได้จากข้อร้องเรียนจากลูกค้า

(2) Satisfaction: เป็น “Exciting” เป็นสิ่งที่ลูกค้าต้องการและมักบอกกับผู้ผลิต ซึ่งเมื่อเพิ่มขึ้น (เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น) จะก่อให้เกิดความพึงพอใจของลูกค้ามากขึ้น

(3) Requirement fulfilled: เป็น “Revealed” เป็นสิ่งที่ลูกค้าไม่ได้คาดหวัง แต่ถ้ามีจะก่อให้เกิดความพึงพอใจอย่างมาก และมักจะก่อให้เกิดตลาดใหม่ แต่เมื่อเวลาผ่านไปคู่แข่งสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับลักษณะที่เป็น Requirement fulfilled ได้ ลูกค้าจะเกิดความรู้สึกว่าควรจะมี ลักษณะนั้นจะเปลี่ยนเป็น Satisfaction

2.1.4.2 การรวบรวมเสียงความต้องการของลูกค้า

การรวบรวมเสียงความต้องการของลูกค้าเป็นการสอบถามความต้องการของลูกค้าเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือการบริการสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การระดมสมอง และการสังเกตโดยตรง [20] เป็นต้น โดยสามารถจำแนกได้ดังนี้

(1) การใช้แบบสอบถาม

การใช้แบบสอบถาม เป็นการสร้างรูปแบบของคำถามเป็นชุดๆ ที่ได้ถูกรวบรวมไว้อย่างมีหลักเกณฑ์และเป็นระบบ เพื่อใช้วัดสิ่งที่ต้องการจะวัดจากกลุ่มตัวอย่างหรือประชากรเป้าหมายให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริง แบบสอบถามประกอบด้วยรายการคำถามเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นหรือข้อเท็จจริง โดยส่งให้กลุ่มตัวอย่างตามความสมัครใจ แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือวิจัยชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก เพราะการเก็บรวบรวมข้อมูลสะดวกและสามารถใช้วัดได้อย่างกว้างขวาง การเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามสามารถทำได้ด้วยการสัมภาษณ์หรือให้ผู้ตอบตอบด้วยตนเอง การสร้างแบบสอบถามประกอบไปด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังนี้ [40]

(1.1) ศึกษาคุณลักษณะที่จะวัด

การศึกษาคุณลักษณะดูได้จากวัตถุประสงค์ของการวิจัย กรอบแนวความคิดหรือสมมติฐานการวิจัย จากนั้นจึงศึกษาคุณลักษณะหรือตัวแปรที่จะวัดให้เข้าใจอย่างละเอียดทั้งเชิงทฤษฎีและนิยามเชิงปฏิบัติการ

(1.2) กำหนดประเภทของข้อคำถาม

ข้อคำถามในแบบสอบถามอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบสามารถตอบได้อย่างเต็มที่ ซึ่งคาดว่าน่าจะได้คำตอบที่

แน่นอนสมบูรณ์ ตรงกับสภาพความเป็นจริงได้มากกว่าคำตอบที่จำกัดวงให้ตอบ คำถามปลายเปิดจะนิยมใช้กันมากในกรณีที่ผู้วิจัยไม่สามารถคาดเดาได้ล่วงหน้าว่าคำตอบจะเป็นอย่างไร หรือใช้คำถามปลายเปิดในกรณีที่ต้องการได้คำตอบเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างคำถามปลายปิด แบบสอบถามแบบนี้มีข้อเสียคือ มักจะถามได้ไม่มากนัก การรวบรวมความคิดเห็นและการแปลผลมักจะมีความยุ่งยาก และคำถามปลายปิดเป็นคำถามที่ผู้วิจัยมีแนวคำตอบไว้ให้ผู้ตอบเลือกตอบจากคำตอบที่กำหนดไว้เท่านั้น คำตอบที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ล่วงหน้ามักได้มาจากการทดลองใช้คำถามในลักษณะที่เป็นคำถามปลายเปิดหรือการศึกษากรอบแนวความคิด สมมติฐานการวิจัย และนิยามเชิงปฏิบัติการ คำถามปลายปิดมีวิธีการเขียนได้หลาย ๆ แบบ เช่น แบบให้เลือกตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง แบบให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แบบผู้ตอบจัดลำดับความสำคัญหรือแบบให้เลือกคำตอบหลายคำตอบ

(1.3) การร่างแบบสอบถาม

เมื่อผู้วิจัยทราบถึงคุณลักษณะหรือประเด็นที่จะวัด และกำหนดประเภทของข้อคำถามที่จะมีอยู่ในแบบสอบถามจึงลงมือเขียนข้อคำถามให้ครอบคลุมทุกคุณลักษณะหรือประเด็นที่จะวัด

(1.4) การปรับปรุงแบบสอบถาม

หลังจากที่สร้างแบบสอบถามเสร็จแล้ว ผู้วิจัยควรนำแบบสอบถามนั้นมาพิจารณาทบทวนอีกครั้งเพื่อหาข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข และควรให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบแบบสอบถามนั้นด้วยเพื่อที่จะได้นำข้อเสนอแนะและข้อวิพากษ์วิจารณ์ของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

(1.5) วิเคราะห์คุณภาพแบบสอบถาม

เป็นการนำแบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเล็กๆ เพื่อนำผลมาตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม

(1.6) ปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์

ผู้วิจัยจะต้องทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่ได้จากผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถาม และตรวจสอบความถูกต้องของถ้อยคำหรือสำนวนเพื่อให้แบบสอบถามมีความสมบูรณ์และมีคุณภาพผู้ตอบอ่านเข้าใจได้ตรงประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการ ซึ่งจะทำให้ผลงานวิจัยเป็นที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

(1.7) จัดพิมพ์แบบสอบถาม

จัดพิมพ์แบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วเพื่อนำไปใช้จริงในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย โดยจำนวนที่จัดพิมพ์ควรไม่น้อยกว่าจำนวนเป้าหมายที่

ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูล และควรมีการพิมพ์สำรองไว้ในกรณีที่แบบสอบถามเสียหรือสูญหาย หรือผู้ตอบไม่ตอบกลับ

การใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีข้อเด่นและข้อด้อยที่ต้องพิจารณาประกอบในการเลือกใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเด่นของการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามคือถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ จะเป็นวิธีการที่สะดวกและประหยัดกว่าวิธีอื่น และผู้ตอบมีเวลาตอบมากกว่าวิธีการอื่น และข้อด้อยของแบบสอบถามคือในกรณีที่ส่งแบบสอบถามให้ผู้ตอบทางไปรษณีย์ มักจะได้แบบสอบถามกลับคืนมาน้อย และต้องเสียเวลาในการติดตามอาจทำให้ระยะเวลาการเก็บข้อมูลล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้ และถ้าผู้ตอบไม่เข้าใจคำถามหรือเข้าใจคำถามผิดหรือไม่ตอบคำถามบางข้อ หรือไม่ไตร่ตรองให้รอบคอบก่อนที่จะตอบคำถาม ก็จะทำให้ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนได้ โดยที่ผู้วิจัยไม่สามารถย้อนกลับไปสอบถามหน่วยตัวอย่างนั้นได้อีก

(2) การสัมภาษณ์

เป็นการพูดคุยกับลูกค้าซึ่งอาจมีการจดบันทึกหรืออัดเทปการสัมภาษณ์ เป็นการจัดเก็บข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูง ในการสัมภาษณ์อาจจะกระทำในสถานที่ที่ลูกค้าใช้ผลิตภัณฑ์ได้ทั้งทางตรงหรือทางโทรศัพท์ โดยวิธีช่วยในการสัมภาษณ์ประกอบด้วย 2 วิธี คือ วิธีการชอบ/ไม่ชอบ และวิธีพรรณนาการใช้

(2.1) วิธีการชอบ/ไม่ชอบ

วิธีนี้จัดถือว่าง่ายและมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการกำหนดความต้องการของลูกค้าโดยมีแนวทางปฏิบัติคือ สัมภาษณ์ลูกค้าในขณะที่กำลังสัมผัสหรือใช้งานผลิตภัณฑ์ ในระหว่างนั้นก็จะมีคำถามเกี่ยวกับการชอบและไม่ชอบของผลิตภัณฑ์ และอาจมีคำถามที่ละเอียดขึ้นเพื่อสำรวจแง่มุมต่างๆ เพิ่มเติม นอกจากนี้ยังสามารถใช้คำถามต่อเนื่องว่า “ทำไมถึงชอบ, ทำไมถึงไม่ชอบ” เพื่อทำให้ทราบถึงความต้องการของลูกค้าเพิ่มเติม

(2.2) วิธีพรรณนาการใช้

มีวิธีคล้ายคลึงกับวิธีการชอบ/ไม่ชอบ แต่ต่างกันตรงที่จะปล่อยให้ลูกค้าได้ใช้งานผลิตภัณฑ์พร้อมกับการพิจารณาถึงลักษณะที่ลูกค้าใช้งาน วิธีการนี้ดีกว่าวิธีการชอบ/ไม่ชอบตรงที่ช่วยในการให้ทราบถึงความต้องการแฝงของผลิตภัณฑ์ได้

(3) การระดมสมอง

การระดมสมองเป็นการมุ่งใช้ความสามารถทางความคิดของสมาชิกในกลุ่มเพื่อคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง [41] การระดมสมองถือเป็นเทคนิคที่ใช้กับการทำงานเป็นกลุ่ม ในทางการบริหารมักใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาทางเลือกในการตัดสินใจและใช้ในการการวางแผน โดยทั่วไปแล้วการระดมสมองหมายถึงการแสวงหาความคิดต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้ได้มากที่สุด

ภายในเวลาที่กำหนด การระดมสมองจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อใช้กับกลุ่มที่ไม่รู้จักกัน ไม่เกรงใจกันหรือสนิทสนมกันมากเกินไป และจำนวนสมาชิกที่ร่วมระดมสมองถ้าจะให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดควรอยู่ระหว่าง 4 ถึง 9 คน ซึ่งจุดเด่นของการระดมสมองคือ

(3.1) เน้นให้มีการแสดงความคิดผ่านเสรีภาพและความอิสระในความคิดของแต่ละคนในกลุ่ม โดยไม่คำนึงถึงความคิดที่แปลกประหลาด ล้าสมัยหรือเพ้อฝัน

(3.2) ไม่เน้นการประเมินความคิดในขณะที่มีการระดมสมอง ห้ามวิพากษ์วิจารณ์สมาชิกในกลุ่ม และห้ามเสนอความคิดหักล้าง

(3.3) เน้นปริมาณทางความคิด เป้าหมายของการระดมสมองคือได้ความคิดในปริมาณที่มากที่พอจะทำได้

(3.4) เน้นการสร้างความคิด โดยใช้ความคิดของสมาชิกเป็นฐานแล้วคิดค้นต่อ

2.1.4.3 การจัดการข้อมูลความต้องการของลูกค้า

เป็นการจัดการข้อมูลความต้องการที่ได้จากลูกค้าเนื่องจากความต้องการที่ได้นั้นมักมีความหลากหลายและไม่เป็นระบบ ดังนั้นจึงต้องมีการแก้ปัญหาเพื่อให้ความต้องการมีความกระชับขึ้นและสามารถนำความต้องการของลูกค้ามาใช้ได้อย่างสะดวก โดยมีวิธีการดังนี้

(1) การตีความเสียงความต้องการ

เป็นการตีความคำพูดของลูกค้าเพื่อให้ได้เป็นข้อความที่เข้าใจง่ายและสามารถสื่อสารระหว่างผู้วิจัยกับลูกค้าได้อย่างเข้าใจทั้งสองฝ่าย โดยมีหลักการดังนี้

(1.1) ใช้ข้อความที่ละเอียดเท่ากับข้อมูลดิบที่ได้ เนื่องจากป้องกันการสูญหายหรือคลาดเคลื่อนของคำพูดของลูกค้า

(1.2) ใช้ข้อความเชิงบวก การตีความเสียงความต้องการสามารถช่วยให้แปลงไปเป็นความต้องการทางเทคนิคในการวิเคราะห์เมตริกซ์ของเทคนิค QFD ทำได้ง่ายขึ้น

(1.3) ใช้ข้อความที่แสดงถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้สามารถเปลี่ยนเป็นข้อกำหนดทางเทคนิคได้ง่ายขึ้น

(2) แผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram)

แผนผังกลุ่มเชื่อมโยงเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการแก้ไขความสับสนและการนำปัญหามาสร้างให้เกิดภาพที่ชัดเจนขึ้น ซึ่งเป็นหนทางในการจัดวางและจัดโครงสร้างของปัญหาเมื่อการสถานการณ์ที่ตัดสินไม่ได้แต่ทำการแจกแจงได้ และเป็นเครื่องมือที่มี

ประสิทธิภาพในการระดมและรวบรวมความคิดที่กระจัดกระจายของคนที่เป็นสมาชิกในกลุ่มมาจัดเรียงให้เป็นหมวดหมู่หรือมีความหมายที่คล้ายคลึงกัน เพื่อที่จะได้นำกลุ่มความคิดเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ต่อไป ซึ่งแผนภาพกลุ่มเชื่อมโยงมีหลักการดังนี้ [20]

(2.1) นำความต้องการของลูกค้าแต่ละรายมาเขียนลงบนกระดาษโน้ตกาว (แผ่นละรายการ)

(2.2) เลือกความต้องการมาหนึ่งรายการ และนำไปติดบนกระดาษขนาดใหญ่

(2.3) นำความต้องการถัดไปมาเทียบกับรายการแรก ถ้าเหมือนกันให้ไว้ใต้รายการแรก ถ้าต่างกันให้ติดไว้กลุ่มใหม่

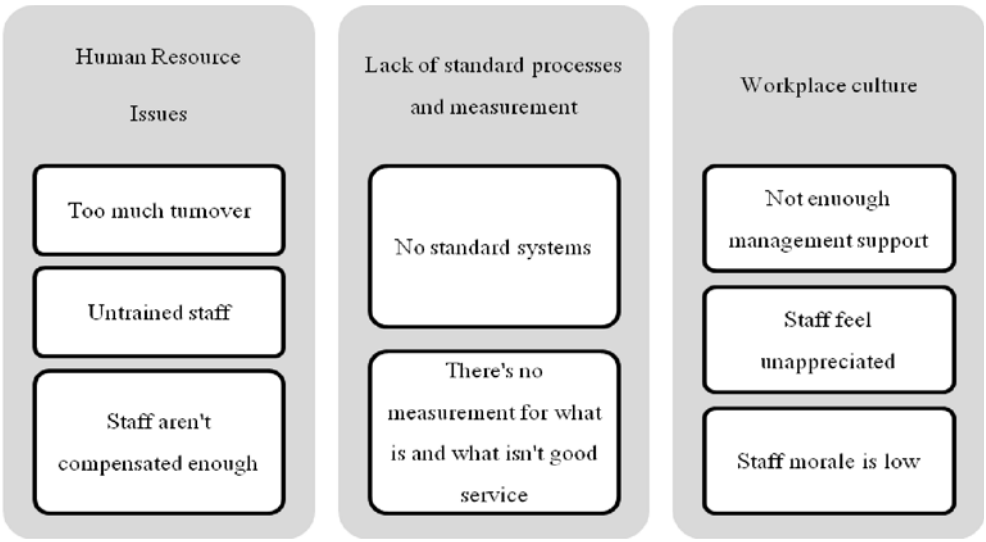
(2.4) ทำแบบเดิมจนครบทุกความต้องการ จะได้ความต้องการเป็นกลุ่มๆ

(2.5) ตั้งชื่อหัวข้อให้แต่ละกลุ่ม โดยอาจเลือกรายการที่มีอยู่แล้วหรือตั้งชื่อใหม่ก็ได้

(2.6) ชื่อหัวข้อควรครอบคลุมรายการทั้งหมดใต้หัวข้อนั้น หรือมีความเป็นนามธรรมสูงขึ้น

(2.7) นำหัวข้อที่ได้มาจัดเป็นกลุ่มตามความคล้ายคลึงกัน จากนั้นจึงตั้งชื่อหัวข้อให้แต่ละกลุ่มโดยให้เป็นนามธรรมที่สุด

การจัดการข้อมูลด้วยวิธีนี้ถือมีประสิทธิภาพมาก เพราะนอกจากจะแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มๆ แล้วยังสร้างระดับชั้นของข้อมูลได้อีกด้วย ซึ่งแสดงภาพประกอบ 2.4




ภาพประกอบ 2.4 แสดงภาพตัวอย่างของแผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง [42]

2.1.4.4 การวิเคราะห์คะแนนความสำคัญ (Important score: IMP)

การวิเคราะห์คะแนนความสำคัญเป็นการวิเคราะห์ถึงคะแนนเฉลี่ยจากความต้องการของลูกค้าที่ได้จากการออกแบบสอบถาม ซึ่งการคำนวณค่าเฉลี่ยนั้นสามารถจำแนกได้ดังนี้

(1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean)

เป็นวิธีที่ได้รับค่ากลางจากส่วนกลางของข้อมูล คือนำผลรวมทั้งหมดหารด้วยจำนวนของข้อมูล โดยมีสูตรดังสมการ (2.1)

$$\text{ค่าเฉลี่ยเลขคณิต} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i \tag{2.1}$$

โดยที่ $a_i$ คือ ค่าสังเกตของข้อมูลลำดับที่ i (โดยที่ i = 1,2,…,n)

n คือ จำนวนตัวอย่างข้อมูล

(2) ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric mean)

ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตที่ใช้ในกรณีที่ข้อมูลแต่ละค่ามีความสำคัญไม่เท่ากัน โดยมีสูตรดังสมการ (2.2)

$$\text{ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n} a_i} \tag{2.2}$$

โดยที่ $a_i$ คือ ค่าสังเกตของข้อมูลลำดับที่ i (โดยที่ i = 1,2,…,n)

n คือ จำนวนตัวอย่างข้อมูล

การคำนวณคะแนนความสำคัญจากความต้องการของลูกค้าจะนำไปใช้ในเมตริกซ์แรกของการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD ต่อไป

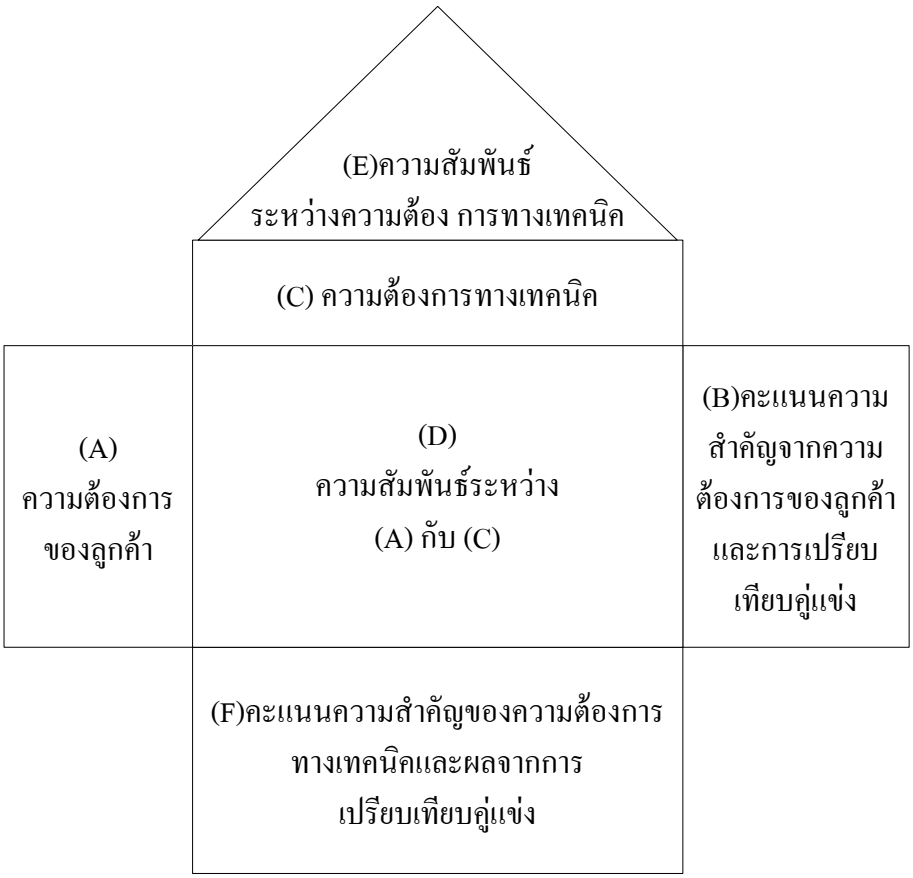
2.1.4.5 การวิเคราะห์บ้านแห่งคุณภาพ (HOQ)

การวิเคราะห์บ้านแห่งคุณภาพเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นเมตริกซ์แรกของการวิเคราะห์เทคนิค QFD แสดงได้ดังภาพประกอบ 2.5 ซึ่งประกอบด้วย 6 ส่วนคือ (A) ความต้องการของลูกค้า (B) คะแนนความสำคัญจากความต้องการของลูกค้าและการ

เปรียบเทียบคู่แข่ง (C) ความต้องการทางเทคนิค (D) การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความต้องการทางเทคนิค (E) การแสดงความสัมพันธ์ของความต้องการทางเทคนิค และ (F) ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์คือคะแนนสำคัญของความต้องการทางเทคนิคและผลจากการเปรียบเทียบคู่แข่ง

(1) (A) ความต้องการของลูกค้า

อยู่ด้านซ้ายมือของเมตริกซ์แสดงถึงความต้องการของลูกค้าที่ได้จากการศึกษาเสียงความต้องการของลูกค้า ซึ่งอาจแบ่งเป็นข้อมูลระดับชั้นเพื่อความสะดวกในการแยกแยะความต้องการ




ภาพประกอบ 2.5 แสดงรูปของ HOQ [24]

(2) (B) คะแนนความสำคัญจากความต้องการของลูกค้า (IMP) และการเปรียบเทียบคู่แข่ง

เป็นส่วนที่ใช้ในการวัดความสำคัญจากความต้องการของลูกค้า เพื่อบ่งบอกว่าความต้องการข้อใดข้อหนึ่งนั้นมีความสำคัญต่อความต้องการจากลูกค้ามากเพียงใด โดยคะแนนที่ได้จะนำไปคำนวณในส่วน (D)

(3) (C) ความต้องการทางเทคนิค

เป็นความต้องการทางเทคนิคที่ใช้ในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าเป็นคำอธิบายทั่วไปของผลิตภัณฑ์หรือการบริการ ซึ่งจะเป็นการอธิบายในเชิงตัวแทนลักษณะเฉพาะทางคุณภาพ (Substitute Quality Characteristic: SQC) โดยทั่วไปความต้องการทางเทคนิคสามารถแบ่งเป็นตัวชี้วัดสมรรถนะ หน้าที่การทำงาน ระบบย่อยของผลิตภัณฑ์ และขั้นตอนการทำงาน [20] ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(3.1) ตัวชี้วัดสมรรถนะ

เป็นภาษาที่เป็นประโยชน์ที่สุดในการแปลงความต้องการของลูกค้าไปเป็นความต้องการทางเทคนิค การกำหนดตัวชี้วัดควรใช้ภาษาที่กว้างพอกับการประยุกต์ใช้กับสิ่งที่วิเคราะห์ และสามารถใช้ในการเปรียบเทียบกับคู่แข่งได้ด้วย

(3.2) หน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์

สามารถใช้กับกรณีที่แนวคิดของผลิตภัณฑ์หรือบริการได้ถูกกำหนดไว้แล้ว และผลิตภัณฑ์อาศัยเทคโนโลยีที่ค่อนข้างตายตัว หรือมีทางแก้ปัญหาไม่มากนัก

(3.3) ระบบย่อยของผลิตภัณฑ์

เป็นกรณีที่ใช้กันไม่มากนัก การสร้างคุณสมบัติทางคุณภาพขึ้นจากแบบของผลิตภัณฑ์โดยตรงจะช่วยให้ทีมออกแบบมองเห็นส่วนต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อความพึงพอใจที่มีต่อลูกค้าเพียงใด

(3.4) ขั้นตอนการทำงาน

ทำได้โดยคำนึงถึงว่าสิ่งที่วิเคราะห์ประกอบด้วยขั้นตอนใดบ้าง ในการแปลงภาษาของความต้องการของลูกค้าให้เป็นความต้องการทางเทคนิคนั้นที่ใช้บ่อยที่สุดคือตัวชี้วัดสมรรถนะ แต่ควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของงาน ตลอดจนข้อจำกัดของงาน และสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

(4) (D) ความสัมพันธ์

ในส่วนนี้จะทำการรวบรวมความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับความต้องการทางเทคนิค และมีการแสดงความสัมพันธ์เป็นคะแนนเพื่อนำไปคำนวณดังนี้ 9 หมายถึงมีความสัมพันธ์มาก 3 หมายถึงมีความสัมพันธ์ปานกลาง 1 หมายถึงมีความสัมพันธ์น้อย และถ้าไม่มีความสัมพันธ์ให้เว้นว่างไว้

(5) (E) ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการทางเทคนิค

อยู่บริเวณหลังคาของบ้านแห่งคุณภาพ โดยเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการทางเทคนิคในแต่ละรายการซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังตาราง 2.4

ตาราง 2.4 สัญลักษณ์การให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการทางเทคนิค

| สัญลักษณ์ | ความหมาย |
|---|---|
| + | มีความสัมพันธ์ในทางบวก |
| | ไม่มีความสัมพันธ์ |
| - | มีความสัมพันธ์ในทางลบ |

(6) (F) คะแนนความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคและผลจากการเปรียบเทียบคู่แข่ง

การหาความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคตัวใดตัวหนึ่งทำได้โดยนำตัวเลขจากการให้ความสัมพันธ์ในส่วน (D) มาคูณกับคะแนนความสำคัญจากความต้องการของลูกค้าในส่วน (B) และเมื่อคำนวณแล้วนำมารวมกันภายใต้ความต้องการทางเทคนิคแต่ละรายการ โดยผลที่ได้แสดงถึงความต้องการทางเทคนิคว่าส่งผลต่อการวิเคราะห์เพียงใดซึ่งดูจากผลรวมที่ได้

ตัวอย่างการคำนวณคะแนนความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคแสดงดังตาราง 2.5 โดยมีรายละเอียดความต้องการของลูกค้าเป็นความต้องการแบบที่ 1 และความต้องการแบบที่ 2 ซึ่งมีคะแนนความสำคัญคือ 3.0 และ1.8 ตามลำดับ ส่วนความต้องการทางเทคนิคแบ่งเป็นความต้องการทางเทคนิค I และความต้องการทางเทคนิค II ซึ่งมีคะแนนความสัมพันธ์ระหว่างรายการของความต้องการของลูกค้าและความต้องการทางเทคนิคดังตาราง

ตาราง 2.5 แสดงตัวอย่างการคำนวณคะแนนความสำคัญของความต้องการทางเทคนิค

| | IMP | ความต้องการทางเทคนิค I | ความต้องการทางเทคนิค II |
|---|---|---|---|
| ความต้องการแบบที่ 1 | 3.0 | 3 | 1 |
| ความต้องการแบบที่ 2 | 1.8 | 9 | 9 |
| ระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิค | | 25.2 | 19.2 |
| ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบ | | 56.7 | 43.3 |

การคำนวณระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิคเป็นการหาคะแนนความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคแต่ละรายการจากผลรวมของผลคูณระหว่างความสัมพันธ์

ของความต้องการของลูกค้ากับความต้องการทางเทคนิคตามตัวอย่างการคำนวณระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิค I ดังสมการ 2.3

ระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิค I = /3.0Δ302 /1.8Δ90

= 25.2 (2.3)

การคำนวณระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบ (% Relative) เป็นการหาสัดส่วนของระดับน้ำหนักความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคในแต่ละรายการ โดยเทียบกับระดับน้ำหนักความต้องการทางเทคนิคทุกรายการให้อยู่ในรูปของตัวเลขแบบเปอร์เซ็นต์ตามตัวอย่างการคำนวณระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิค I โดยการเปรียบเทียบดังสมการ 2.4

ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิค I โดยการเปรียบเทียบ

$$= \frac{25.2}{/25.2\ 2\ 19.20}\Delta 100\% \ = 56.7 \qquad (2.4)$$

ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบที่ได้จะเป็นคะแนนความสำคัญที่สอดคล้องกับความต้องการทางเทคนิค และเป็นคะแนนความสำคัญเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ในเมตริกซ์ต่อไป

## 2.2 เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

### 2.2.1 ความหมายของเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

เทคนิค FMEA เป็นเทคนิคสำหรับการลดความเสี่ยงของข้อบกพร่องที่สามารถเกิดขึ้นได้ [33] โดยพิจารณาว่ามีข้อบกพร่องอะไรบ้างที่มีโอกาสเกิดขึ้น โดยข้อบกพร่องนั้นจะมีผลกระทบรุนแรงมากน้อยเพียงใด ข้อบกพร่องแต่ละลักษณะเกิดจากสาเหตุใด และมีระบบในการตรวจจับข้อบกพร่องนั้นก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการถัดไปหรือมีการตรวจจับเพียงใด การจะใช้ FMEA ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดขึ้นอยู่กับแนวคิดหลัก 3 ประการคือ [43]

2.2.1.1 การดำเนินการโดยคณะทำงานซึ่งอยู่ในลักษณะแบบข้ามสายงานจากบุคลากรที่มีความรู้ และประสบการณ์ในแต่ละด้าน

2.2.1.2 การดำเนินการผ่านการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการ โดยเริ่มจากการบ่งชี้กระบวนการ และระบุถึงหน้าที่ของกระบวนการเพื่อกำหนดถึงลักษณะข้อบกพร่องของกระบวนการ และจัดทำการประเมินผลความเสี่ยงโดยพิจารณาองค์ประกอบ 3 ประการคือ ความรุนแรงที่มีต่อลูกค้า (Severity: S) ที่เกิดจากแนวโน้มลักษณะข้อบกพร่อง ความเป็นไปได้ในการเกิดสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง (Occurrence: O) และความสามารถในการตรวจจับลักษณะของข้อบกพร่องของลูกค้า (Detection: D)

2.2.1.3 การดำเนินการโดยเน้นการปรับปรุงไม่มีสิ้นสุด ซึ่งได้มาจากการพยายามในการทบทวนเอกสารเกี่ยวกับกระบวนการ FMEA เสมอ ดังนั้นความเสี่ยงของการเกิดแนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องจะได้รับการประเมินและแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยงลงอย่างไม่สิ้นสุด

เทคนิค FMEA เป็นเทคนิคทางวิศวกรรมตัวหนึ่งที่ใช้ในการนิยามบ่งชี้ และกำจัดทิ้งสาเหตุของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นแล้วและมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้น โดยข้อบกพร่องดังกล่าวอาจอยู่ในรูปปัญหาหรือความคลาดเคลื่อน และการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้ จะต้องดำเนินการก่อนส่งมอบให้กับลูกค้าซึ่งเป็นลูกค้าทั้งภายในและลูกค้าภายนอก เพื่อการประกันคุณภาพที่สมบูรณ์แบบ [44] และต้องมีการพัฒนาข้อมูลของ FMEA ให้ทันสมัยตามความต้องการ และการคาดคะเนของลูกค้าที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะช่วยสร้างโอกาสให้คณะทำงานการวางแผนคุณภาพผลิตภัณฑ์ทำการตรวจสอบทบทวนคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และกระบวนการที่ได้เลือกสรรมาแล้วและสามารถเพิ่มเติมเปลี่ยนแปลงหรือปรับลดตามความเหมาะสม ซึ่งเทคนิค FMEA แบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้

(1) Design FMEA คือ การปรับปรุงการออกแบบโดยวิธีการ FMEA

(2) Process FMEA คือ การปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยวิธีการ FMEA

(3) Service FMEA คือ การปรับปรุงการบริการโดยวิธีการ FMEA

2.2.2 จุดประสงค์ของการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ [45], [46]

2.2.2.1 เพื่อบ่งชี้ผลกระทบของแนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นว่ามีปริมาณเท่าใด

2.2.2.2 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการบ่งชี้คุณลักษณะวิกฤติ และคุณลักษณะที่สำคัญ

2.2.2.3 เพื่อจัดลำดับความสำคัญในการดำเนินการกับแนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องหรือความไม่ถูกต้องจากการออกแบบและกระบวนการผลิต

2.2.2.4 เพื่อให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องได้มุ่งเน้นไปยังเหตุแห่งความบกพร่องทั้งที่เกิดขึ้นและยังไม่ได้เกิดขึ้น พร้อมกับป้องกันการเกิดปัญหา

2.2.2.5 ช่วยให้ทีมพัฒนาได้ทำการบ่งชี้ชิ้นส่วนหรือกระบวนการที่จำเป็นต่อการพัฒนา

2.2.3 ประโยชน์ของเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

เทคนิค FMEA มีผลลัพธ์เป็นข้อมูลเอกสารที่เป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนากระบวนการผลิตและการกระบวนการบริการ ซึ่งมีคะแนนลำดับความเสี่ยง (Risk priority number: RPN) เป็นตัวชี้วัดในการพัฒนา โดยประโยชน์ของเทคนิค FMEA สามารถจำแนกได้ดังนี้ [10]

2.2.3.1 ช่วยพิจารณาทางเลือกตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ซึ่งเพิ่มศักยภาพของการผลิตและความน่าเชื่อถือ

2.2.3.2 สร้างความมั่นใจว่ารูปแบบของความล้มเหลว ความผิดพลาดและปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นรวมถึงผลกระทบที่อาจตามมาได้รับการพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วนมาก่อน

2.2.3.3 แสดงรายการของปัญหาหลักต่างๆ และระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานั้นขึ้นมา

2.2.3.4 ช่วยแสดงบันทึกผลของการปรับปรุงหลังจากมีมาตรการแก้ไขให้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่งได้ทันที

2.2.3.5 เป็นพื้นฐานสำหรับการกำหนดรายการทดสอบเพิ่มเติมระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการผลิต

2.2.3.6 ช่วยรวบรวมข้อมูลในอดีตสำหรับเป็นเอกสารอ้างอิงในอนาคต โดยนำมาใช้วิเคราะห์รูปแบบของปัญหาหรือความล้มเหลวต่างๆ สำหรับการพิจารณาเรื่องการเปลี่ยนแปลง

2.2.3.7 ทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่าการปรับปรุงและพัฒนาต่างๆ มีผู้รับผิดชอบหรือช่วยให้วิศวกรประจำกระบวนการผลิตสร้างระบบการป้องกันปัญหาที่สามารถประเมินผลได้เมื่อมีประชุมทบทวนขั้นสุดท้ายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิต

2.2.4 วิธีการดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

วิธีการประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA จะทำบนแผ่นเอกสารแสดงดังตัวอย่างตาราง 2.6 สามารถแบ่งเป็นขั้นตอน 7 ขั้นตอนดังนี้ [44], [47]

ตาราง 2.6 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ FMEA [48]

| Procedure | Function | Failure Mode | Cause | Effect | O | S | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Puncturing | Draw back needle | Air into inner catheter | Open outer end | Air in catheter | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | | Blood drawn out | Open inner end | Blood in catheter | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | Push obturator in | Air in catheter pushed into vein | Trapped air es-caping nowhere | Air into vein | 2 | 4 | 2 | 16 |
| | | Blood left between inner and outer catheter | Seal problem between inner & outer catheter | Blood in catheter | 1 | 3 | 3 | 9 |

2.2.4.1 การเลือกกระบวนการในการวิเคราะห์ FMEA (Procedure)

พิจารณาอย่างกว้างๆ ของกระบวนการโดยใช้แผนภูมิการผลิต ซึ่งจะต้องเข้าใจถึงทุกขั้นตอนของกระบวนการอย่างเข้าใจจริง และจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับส่วนต่างๆ ของกระบวนการอย่างดีเข้าใจถึงทุกๆ ขั้นตอนที่มีอยู่ในกระบวนการตลอดจนรับรู้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งถ้าได้อยู่หน้างานอยู่ในสถานที่จริงก็จะมีประโยชน์มากขึ้นด้วย เมื่อตัดสินใจจะทำ FMEA กับกระบวนการนั้นแล้วขั้นต่อไปก็จะต้องวิเคราะห์ลงลึกไปในกระบวนการว่ามีส่วนใดที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องได้ และจะเล็งความสำคัญให้กับส่วนนั้นไป เนื่องจากปัญหาสาเหตุข้อบกพร่องเป็นไป

ได้หลายด้าน เช่น ด้านคน ด้านเครื่องจักร ด้านสภาพแวดล้อม ฯลฯ กระบวนการที่เลือกมาทำ FMEA อาจจะเป็นกระบวนการที่ปัจจุบันมีปัญหาเยอะมากซึ่งต้องรีบแก้ไข หรืออาจจะเป็นกระบวนการของระบบที่ได้พิจารณาเจาะจงเลือกมาทำจากเอกสาร FMEA ที่เคยมีอยู่

2.2.4.2 การคัดเลือกคณะทำงานในการวิเคราะห์ FMEA

คณะทำงานประกอบไปด้วยบุคคลที่มีความชำนาญ มีประสบการณ์และความเกี่ยวข้องในกระบวนการที่เลือกประเมิน เพื่อที่จะได้มีการระดมสมองค้นหาแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง ซึ่งแต่ละบุคคลจะมีความสามารถและความเข้าใจในเทคโนโลยีที่แต่ละบุคคลถนัดมาพิจารณา และสมาชิกทุกคนจะมีอิสระในการใช้ความคิดแสดงความคิดเห็นผ่านการวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง ซึ่งคณะทำงานจะมาจากหลายสาขาวิชาชีพที่แต่ละบุคคลถนัดหรือมาจากการข้ามสายงานเพื่อรวมเป็นคณะทำงานก็ได้

2.2.4.3 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง (Failure Mode)

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องในกระบวนการจะต้องเข้าใจถึงขั้นตอนของกระบวนการเป็นอย่างดีเพื่อวิเคราะห์หาสิ่งที่เป็นลักษณะข้อบกพร่อง สาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง ผลกระทบจากการเกิดข้อบกพร่อง และวิธีแก้ไขเนื่องจากลักษณะข้อบกพร่องอย่างหนึ่งเป็นไปได้หลายสาเหตุ ในขั้นตอนนี้ผู้วิเคราะห์จึงต้องใช้เครื่องมือมาช่วย เช่น แผนก้างปลามาช่วยสำหรับการค้นหาสาเหตุเพื่อให้สะดวกในการวิเคราะห์ เนื่องจากเทคนิค FMEA เป็นเทคนิคที่ป้องกันไม่ให้เกิดในอนาคตได้ด้วย ดังนั้นการพิจารณาถึงสาเหตุของข้อบกพร่องจึงต้องใช้ความรู้ความชำนาญประสบการณ์ที่ผู้วิเคราะห์มีควบคู่ไปกับการไปอยู่กับหน้างานจริงๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายครอบคลุม การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องใช้ความคิดความชำนาญของผู้วิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีทางตรรกยะมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อบกพร่องและสาเหตุการเกิดอย่างกว้างๆ และหาแนวโน้มที่สามารถเป็นไปได้ ส่วนการวิเคราะห์โดยไปอยู่หน้างานจริงๆ ของผู้วิเคราะห์นั้นผู้วิเคราะห์จะต้องมีความเข้าใจถึงขั้นตอนการทำงานของส่วนนั้นเป็นอย่างมาก เข้าใจได้ถึงสภาวะปกติของขั้นตอนการดำเนินงาน เข้าใจถึงสภาวะที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมถ้าการดำเนินงานผิดเพี้ยนไปจากเดิมได้เป็นอย่างดี การวิเคราะห์จากความคิดความชำนาญของผู้วิเคราะห์กับการวิเคราะห์ตามสภาพหน้างานไม่จำเป็นต้องได้ผลลัพธ์ที่เหมือนกันแต่ทั้งสองการวิเคราะห์ได้ข้อมูลที่หลากหลายครอบคลุม

2.2.4.4 การวิเคราะห์ผลกระทบในแต่ละลักษณะข้อบกพร่อง (Effect)

การวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อลูกค้าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เนื่องจากการให้คะแนนความเสี่ยงซึ่งจะได้มาจากการประเมินผลกระทบที่ลูกค้าได้รับจากสาเหตุลักษณะข้อบกพร่องนั้นๆ ผลกระทบที่ได้จากการวิเคราะห์จะเป็นผลกระทบกับลูกค้าภายในซึ่งเป็นกระบวนการถัดไปที่ต่อเนื่องกันหรือว่าจะเป็นลูกค้าภายนอกที่รับผลิตภัณฑ์ไปใช้ประโยชน์ก็ได้ ซึ่งผลกระทบทั้งหมดจะเป็นไปได้ทั้งเป็นประสบการณ์ของลูกค้าหรือว่าจะเป็นผลกระทบที่ลูกค้าได้สังเกต รวมทั้งอาจจะอยู่ในรูปแบบที่เป็นเอกสารที่เป็นข้อมูลในอดีต คำร้องเรียนจากลูกค้า หรืออาจจะเป็นเอกสาร FMEA ที่มีอยู่แล้วก็ได้ ผลกระทบของสาเหตุข้อบกพร่องจะอยู่ในขั้นตอนดังนี้

(1) ผลกระทบที่จุดเกิดเหตุเป็นผลกระทบตรงจุดกับที่กำลังพิจารณา

(2) ผลกระทบที่กระบวนการถัดไปเป็นผลกระทบกับสถานีถัดไปที่รับผลิตภัณฑ์ไปเพิ่มมูลค่า

(3) ผลกระทบกับผู้ใช้เป็นผลกระทบที่ผู้ใช้สามารถสังเกตเห็น

2.2.4.5 การวิเคราะห์คะแนน S, O, D

การวิเคราะห์คะแนน S, O, D เป็นคะแนนที่ได้จากการวิเคราะห์ 3 ประเด็นหลักของเทคนิค FMEA โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) คะแนนความรุนแรง (S) พิจารณาจากผลกระทบต่อลักษณะข้อบกพร่องที่มีต่อลูกค้า ซึ่งจะเป็นขนาดความรุนแรงที่ลูกค้าภายในและลูกค้าภายนอกได้รับ โดยจะพิจารณาถึงความรุนแรงของลูกค้าภายนอกได้รับเป็นอันดับแรกแล้วค่อยคำนึงถึงลูกค้าภายใน ซึ่งถ้าขนาดความรุนแรงสูงก็ควรที่จะให้คะแนนสูงด้วยและถ้าขนาดความรุนแรงต่ำก็จะให้คะแนนต่ำ โดยหลักการให้คะแนนจะต้องใช้ผู้มีความรู้ ความชำนาญในด้านนั้นมาช่วยวิเคราะห์และประเมินผล โดยให้คะแนนเป็นสเกล 1-10 (ความรุนแรงน้อย-ความรุนแรงมาก) ขนาดสเกลจะแคบกว่าหรือห่างกว่าก็ได้แล้วแต่การวิเคราะห์ และถ้าความรุนแรงนั้นมีผลกับลูกค้าภายในและลูกค้าภายนอกเหมือนกันให้ใช้คะแนนที่สูงกว่ามาใช้ในการประเมิน

(2) คะแนนโอกาสเกิดขึ้น (O) ของความเป็นไปได้ในการเกิดสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง คะแนนที่ได้จะเป็นคะแนนที่เรียงลำดับโอกาสในการเกิดขึ้นที่มาจากการวิเคราะห์โดยใช้ข้อเท็จจริงทางความคิดเป็นตัวตัดสินใจ และวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีข้อมูลเชิงสถิติมาวิเคราะห์โอกาสในการเกิด โดยจะให้คะแนนเป็นสเกลเหมือนกับค่า S

(3) คะแนนความสามารถการตรวจจับ (D) เป็นคะแนนที่ได้จากการประเมินถึงความสามารถของการควบคุมที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งคะแนนจะเป็นคะแนนแบบสเกลเหมือนกับค่า S ซึ่งค่าของคะแนนจะขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ ค่าที่ยิ่งต่ำหมายถึงความสามารถในการตรวจจับที่ดี โดยการประเมินจะวิเคราะห์เฉพาะการควบคุมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเท่านั้นไม่เกี่ยวข้องกับการควบคุมที่จะไม่ให้เกิดสาเหตุของข้อบกพร่อง การตรวจจับมีวิธีตรวจจับที่แตกต่างกันไป คือ การตรวจสอบโดยคน การตรวจโดยใช้อุปกรณ์ การมีระบบควบคุมในการป้องกัน

2.2.4.6 การวิเคราะห์ RPN

การให้คะแนนลำดับความเสี่ยง (RPN) หมายถึง ตัวเลขที่แสดงถึงค่าความเสี่ยง ตัวเลขมาก-น้อยเป็นคะแนนลำดับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการประเมินซึ่งมีสูตรดังสมการ 2.5

$$RPN \mid S\Delta O\Delta D \qquad (2.5)$$

โดยที่ S คือ คะแนนความรุนแรง
O คือ คะแนนโอกาสเกิดขึ้น
D คือ คะแนนความสามารถการตรวจจับ

คะแนน RPN ที่ได้จะเป็นตัวเลขในการประเมินไว้ล่วงหน้าดังนั้นจึงมีทฤษฎีความน่าจะเป็นความชำนาญและประสบการณ์มาเกี่ยวข้องในการให้ตัวเลข เมื่อได้คะแนนความเสี่ยงแล้วจะเอาสาเหตุที่มีค่าความเสี่ยงของสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่องที่มากมาพิจารณาหาวิธีป้องกันในการเกิดข้อบกพร่องนั้นๆ และหลังจากทำแล้วจะให้ค่าความเสี่ยง RPN อีกครั้งเพื่อตรวจสอบว่าความเสี่ยงลดลงจากเดิมหรือไม่ การประเมินค่า RPN ควรจะประเมินทั้งก่อนทำ FMEA และหลังทำ FMEA เนื่องจากจะทราบได้ถึงผลที่ได้จากการทำและจะได้รู้ว่าทำได้ตามจุดประสงค์หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

2.2.4.7 การกำหนดมาตรการการลดความเสี่ยง

กำหนดมาตรการและปรับปรุงเพื่อลดคะแนน RPN อย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆ ในเป้าหมายที่ว่าเพื่อการลดความเสี่ยงที่มาจากความรุนแรง ลดโอกาสที่เกิดขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับ โดยการกำหนดมาตรการตอบโต้เพื่อทำให้คะแนน RPN ลดลงทำได้หลายวิธีเช่น

(1) ลดค่า S ทำได้โดยการทบทวนหรือออกแบบใหม่ให้กับกระบวนการ

(2) ลดค่า O ทำได้โดยการป้องกันหรือการควบคุมปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

(3) ลดค่า D ทำได้โดยเปลี่ยนวิธีการควบคุมการออกแบบ

การลดค่า RPN มีข้อแม้ด้วยว่าจะต้องเป็นการลดค่าโดยการใช้ข้อมูลของ FMEA ที่เคยได้ทำกับกระบวนการนั้นๆ มาแล้ว โดยจะเป็นการปรับปรุงอยู่สม่ำเสมอเรื่อยๆ ถึงจะเรียกว่าการลดค่า RPN จากการทำ FMEA

# บทที่ 3

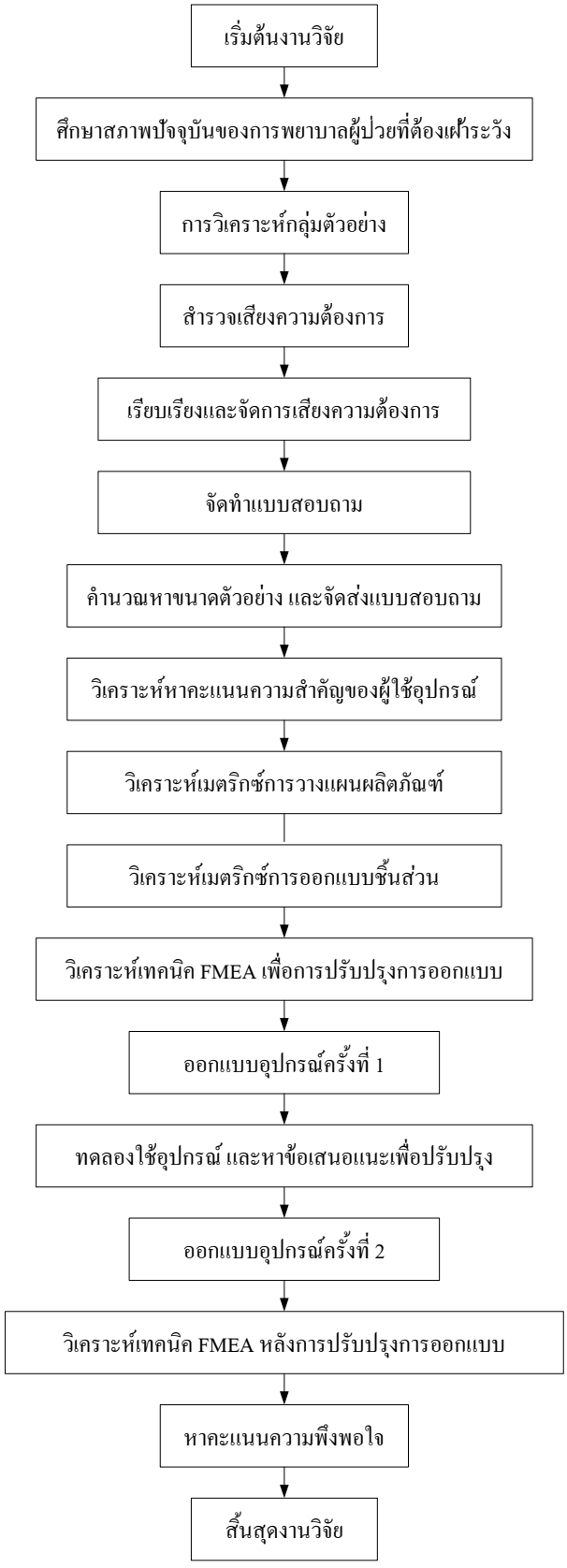
# วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนแรกคือการกำหนดรายละเอียดของการออกแบบอุปกรณ์ เพื่อระบุถึงความหมายของอุปกรณ์ กลุ่มผู้ใช้งานอุปกรณ์ และเป้าหมายในการออกแบบอุปกรณ์สำหรับการดำเนินงานวิจัย ขั้นตอนที่ 2 คือเครื่องมือในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งจะอธิบายวิธีการและเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย ขั้นตอนที่ 3 การสำรวจข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานอุปกรณ์ เป็นการพิจารณาข้อมูลความต้องการเพื่อนำไปสู่การออกแบบอุปกรณ์เฝ้าระวังผู้ป่วย ขั้นตอนที่ 4 คือการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ เป็นการนำเสียงความต้องการไปวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์สำหรับนำไปออกแบบอุปกรณ์ และขั้นตอนสุดท้ายคือการออกแบบอุปกรณ์ จะอธิบายถึงขั้นตอนการนำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์เทคนิค QFD และเทคนิค FMEA ในดำเนินงานวิจัยไปออกแบบอุปกรณ์

ทั้งนี้เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมของขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยจึงแสดงเป็นแผนผังการไหลของการดำเนินงานวิจัย แสดงดังภาพประกอบ 3.1

## 3.1 การกำหนดรายละเอียดเพื่อการออกแบบอุปกรณ์

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการออกแบบอุปกรณ์สำหรับการเฝ้าระวังผู้ป่วย โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบเพื่อออกแบบรูปร่างภายนอกของตัวโหนดเซ็นเซอร์ ซึ่งเป็นการดำเนินงานเพื่อออกแบบอุปกรณ์ให้สอดคล้องต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ และมีลักษณะใช้งานอุปกรณ์ที่ถูกต้องต่อวิธีการพยาบาลผู้ป่วยในปัจจุบัน โดยจะกล่าวถึง อุปกรณ์ กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ และเป้าหมายในการออกแบบอุปกรณ์




ภาพประกอบ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1.1 อุปกรณ์

การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD และเทคนิค FMEA เพื่อออกแบบอุปกรณ์สำหรับการเฝ้าระวังผู้ป่วยนั้นเป็นวิธีการออกแบบที่มุ่งเน้นไปที่ตัวอุปกรณ์ให้มีรูปร่าง และลักษณะการใช้งานที่สอดคล้องต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ โดยตัวอุปกรณ์นั้นได้หมายถึงรูปร่างภายนอกของตัวโหนดเซ็นเซอร์ซึ่งมีรูปร่างและลักษณะการใช้งานที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และผ่านการออกแบบจากผลลัพธ์ในการดำเนินงานวิจัย

3.1.2 กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์

การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ในการออกแบบอุปกรณ์นั้นได้ทำเพื่อออกแบบรูปร่างภายนอกของโหนดเซ็นเซอร์ให้มีรูปร่างสอดคล้องกับกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ และมีลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ที่ถูกต้องตามวิธีการพยาบาลในปัจจุบัน ดังนั้นกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์จึงเป็นกลุ่มบุคคลที่มีส่วนได้ส่วนเสียกับการใช้งานอุปกรณ์ ซึ่งกลุ่มบุคคลที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้งานอุปกรณ์นั้นประกอบด้วยพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาล เนื่องจากพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลเป็นกลุ่มบุคคลที่ใกล้ชิดและสัมผัสกับผู้ป่วยโดยตรง ซึ่งข้อมูลของบทบาทและหน้าที่ในการพยาบาลผู้ป่วยแสดงดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 บทบาทหน้าที่ในการพยาบาลผู้ป่วย

| | **แพทย์** | **พยาบาล** | **ผู้ป่วย** |
|---|---|---|---|
| **หน้าที่เมื่ออยู่ในหอผู้ป่วย** | รักษาโดยการวินิจฉัย | รักษาโดยการสัมผัสและดูแลผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด | นอนรักษาตัวตามแผนการรักษา |
| **การทำงาน** | ประสานงานกับพยาบาลและทีมสุขภาพด้านอื่นๆ | ตอบสนองโดยตรงกับผู้ป่วยและประสานงานกับทีมสุขภาพ | รับการรักษาโดยการสัมผัสจากพยาบาล |
| **การรับฟังข้อเสนอแนะ** | เป็นผู้ออกความคิดเห็นการวินิจฉัยในการรักษาผู้ป่วย | ฟังความคิดเห็นจากแพทย์และปฏิบัติการพยาบาลแบบองค์รวม | ฟังความคิดเห็นจากแพทย์และรับการปฏิบัติจากพยาบาล |

จากข้อมูลพบว่าแพทย์และพยาบาลต่างมีหน้าที่ในการรักษาอาการโรคของผู้ป่วย แต่พยาบาลจะเป็นบุคคลที่ใกล้ชิดกับผู้ป่วยตลอดเวลา เนื่องจากต้องรับฟังความคิดเห็นจากแพทย์และทีมสุขภาพเช่น เภสัชกร เทคนิคการแพทย์ เป็นต้น แล้วนำมาปฏิบัติโดยการสัมผัส เช่น การให้ยา การเจาะเลือดไปตรวจสอบ ดังนั้นพยาบาลจึงเป็นผู้ที่มีทักษะในการให้เสียงความต้องการในการดำเนินงานวิจัย อีกทั้งมีประสบการณ์ในการพยาบาลผู้ป่วยเฝ้าระวังเพื่อให้ข้อมูลในการออกแบบอุปกรณ์ให้มีลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับการพยาบาลผู้ป่วย ดังนั้นพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลจึงเป็นกลุ่มบุคคลที่ให้เสียงความต้องการได้ตรงกับจุดประสงค์ในการออกแบบลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ที่ถูกต้องตามวิธีการพยาบาลในปัจจุบันได้ดีที่สุด

การคัดเลือกหอผู้ป่วยที่มีพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลที่มีความเกี่ยวข้องกับการเฝ้าระวังผู้ป่วยนั้นได้ทำการคัดเลือกจากลักษณะของผู้ป่วยเฝ้าระวังภายในหอผู้ป่วยเพื่อพิจารณาถึงประสบการณ์ในการเฝ้าระวังผู้ป่วยของพยาบาล พบว่าในแต่ละหอผู้ป่วยมีลักษณะของผู้ป่วยเฝ้าระวังดังตาราง 3.2 และข้อมูลโรคที่ผู้ป่วยเป็นภายในหอผู้ป่วยเพื่อพิจารณาว่าภายในหอผู้ป่วยมีการรักษาพยาบาลผู้ป่วยด้วยโรคใด เพื่อพิจารณาความสอดคล้องกับการใช้งานอุปกรณ์ ซึ่งข้อมูลโรคของผู้ป่วยแสดงดังภาคผนวก ก

ตาราง 3.2 แสดงข้อมูลลักษณะของผู้ป่วยเฝ้าระวังในหอผู้ป่วย

| หอผู้ป่วย | ลักษณะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว | ลักษณะเกี่ยวข้องกับชีพจร |
|---|---|---|
| I.C.U.1 | เป็นผู้ป่วยที่ไม่รู้สึกตัว(จำนวนมาก) และไม่สามารถเคลื่อนไหวได้(มีบ้าง) | เป็นผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงในระดับวิกฤติ โดยใช้เครื่องช่วยหายใจซึ่งมีการจับชีพจรอยู่ด้วย |
| I.C.U.2 | | |
| N.I.C.U. | | |
| P.I.C.U | | |
| NURSERY | เด็กนอนอยู่กับที่และไม่สามารถเคลื่อนไหวไปจากเตียงเด็กได้ | มีจำนวนผู้ป่วยเฝ้าระวังน้อยมาก เนื่องจากเป็นสถานที่รับเลี้ยงเด็ก |
| จิตเวช | คนไข้ไม่สามารถควบคุมตัวเองได้ | มีผู้ป่วยเฝ้าระวังจำนวนน้อย และมีการตรวจเยี่ยมตามเวลา |
| เด็ก 1 | ปืน ป่าย ซน ญาติประมาททำให้เกิดปัญหาบ้าง | |
| เด็ก 2 | | |
| ตา | ส่วนใหญ่รู้สึกตัวดี ทำให้ไม่มีปัญหา | |
| นรีเวช | ส่วนใหญ่รู้สึกตัวดีแต่มีบางรายต้องเฝ้าระวัง | |

ตาราง 3.2 แสดงข้อมูลลักษณะของผู้ป่วยเฝ้าระวังในหอผู้ป่วย (ต่อ)

| หอผู้ป่วย | ลักษณะเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว | ลักษณะเกี่ยวข้องกับชีพจร |
|---|---|---|
| พิเศษทั่วไป | ส่วนใหญ่รู้สึกตัวดีแต่มีบางรายต้องเฝ้าระวัง | มีผู้ป่วยเฝ้าระวังจำนวนน้อย และมีการตรวจเยี่ยมตามเวลา |
| พิเศษนรีเวช | | |
| พิเศษสูติกรรม | | |
| ศัลยกรรมชาย1 | | |
| ศัลยกรรมชาย2 | | |
| ศัลยกรรมเด็ก | | |
| ศัลยกรรมหญิง | | |
| สูติกรรม | | |
| ห้องคลอด | | |
| หู คอ จมูก | ส่วนใหญ่รู้สึกตัวดี | |
| ออร์โธฯ ชาย | ส่วนใหญ่รู้สึกตัวดีแต่มีบางรายต้องเฝ้าระวัง | มีผู้ป่วยเฝ้าระวังจำนวนมาก และแยกเป็นหลายระดับ |
| ออร์โธฯ หญิง | | |
| อายุกรรมหญิง | | |
| อายุรกรรมชาย1 | | |
| อายุรกรรมชาย2 | | |

ข้อมูลที่ได้ผู้วิจัยได้นำไปวิเคราะห์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ [ภาคผนวก ข] เพื่อคัดเลือกหอผู้ป่วยที่มีพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลที่มีทักษะและประสบการณ์ในการพยาบาลผู้ป่วยเฝ้าระวัง ซึ่งผลจากการวิเคราะห์พบว่าหอผู้ป่วยจำนวน 16 หอผู้ป่วยซึ่งมีจำนวนพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลทั้งหมด 337 คนดังตาราง 3.3 เป็นกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์เพื่อให้เสียงความต้องการในการออกแบบอุปกรณ์

ตาราง 3.3 แสดงข้อมูลของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ (2552)

| หอผู้ป่วย | จำนวนพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาล (คน) |
|---|---|
| เด็ก1 | 20 |
| เด็ก2 | 19 |
| นรีเวช | 16 |
| พิเศษเฉลิมพระบารมี 7 | 14 |

ตาราง 3.3 แสดงข้อมูลของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ (2552) (ต่อ)

| หอผู้ป่วย | จำนวนพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาล (คน) |
|---|---|
| พิเศษเฉลิมพระบารมี 8 | 17 |
| พิเศษเฉลิมพระบารมี 9 | 18 |
| พิเศษเฉลิมพระบารมี 10 | 17 |
| พิเศษเฉลิมพระบารมี 11 | 12 |
| พิเศษเฉลิมพระบารมี 12 | 11 |
| พิเศษสูติ-นรีเวช | 12 |
| ศัลยกรรมชาย 1 | 23 |
| ศัลยกรรมชาย 2 | 24 |
| ศัลยกรรมหญิง | 24 |
| อายุรกรรมชาย 1 | 32 |
| อายุรกรรมชาย 2 | 50 |
| อายุรกรรมหญิง | 28 |
| **รวม** | **337** |

3.1.3 เป้าหมายในการออกแบบอุปกรณ์

เป้าหมายที่สำคัญที่สุดในการออกแบบอุปกรณ์คือ อุปกรณ์มีรูปร่างที่ตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ได้ มีรูปร่างและลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ที่สอดคล้องต่อวิธีการพยาบาลผู้ป่วยเฝ้าระวังในปัจจุบัน

## 3.2 เครื่องมือในการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 การสัมภาษณ์ เป็นการสำรวจเสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ โดยใช้วิธีพรรณนาการใช้งานอุปกรณ์คือ สัมภาษณ์กลุ่มผู้ใช้งานในขณะที่กลุ่มผู้ใช้งานอุปกรณ์สัมผัสกับตัวโหนดเซ็นเซอร์ พิจารณาว่ากลุ่มผู้ใช้งานอุปกรณ์สัมผัสหรือมีท่าทางอย่างไร และมีประเด็นในการรวบรวมเสียงความต้องการคือรูปร่างของอุปกรณ์ที่เหมาะสมต่อการใช้งานร่วมกับผู้ป่วย และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับอุปกรณ์

3.2.2 การจัดเรียงถ้อยคำใหม่ เป็นการตีความเสียงความต้องการที่ได้จากกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ และเป็นการจัดถ้อยคำเพื่อการสื่อสารระหว่างกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์กับผู้วิจัยให้เป็นแนวทางเดียวกัน

3.2.3 การจัดกลุ่มของเสียงความต้องการ โดยใช้แผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) จัดเสียงความต้องการออกเป็นกลุ่ม

3.2.4 แบบสอบถาม ใช้ในการหาคะแนนความสำคัญในแต่ละความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ มีลักษณะเป็นแบบสอบถามระดับสเกลเลือกตอบ เพื่อนำคะแนนความสำคัญที่ได้ไปเป็นตัวนำเข้าสู่การวิเคราะห์เทคนิค QFD

3.2.5 การหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) เป็นการประเมินแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อวัดผลทางด้านเนื้อหาในแต่ละข้อคำถามว่าตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการหรือไม่

3.2.6 การคำนวณขนาดตัวอย่างน้อยสุดที่ยอมรับได้ โดยใช้สูตรของ Yamane เพื่อหาขนาดตัวอย่างในการดำเนินงานเพื่อเป็นตัวแทนของจำนวนกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ทั้งหมด

3.2.7 การหาความเชื่อมั่นของมาตรวัดทัศนคติแบบให้ผู้ตอบแสดงความสนใจ (Scaling) ได้ใช้ทฤษฎีของ Cronbach ซึ่งพิจารณาจากคะแนนความสัมพันธ์ระหว่างคำถามในแต่ละข้อของแบบสอบถาม

3.2.8 การคำนวณคะแนนความสำคัญ เป็นการใช้สูตรค่าเฉลี่ยเรขาคณิตคำนวณคะแนนที่ได้จากแบบสอบถาม

3.2.9 การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD เพื่อวิเคราะห์เสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ โดยใช้เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน เพื่อนำผลลัพธ์ไปสู่การออกแบบอุปกรณ์ที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ และมีลักษณะการใช้งานที่ถูกต้องตามวิธีการการพยาบาลผู้ป่วยในปัจจุบัน

3.2.10 การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องที่มีต่อการใช้งานอุปกรณ์ โดยนำผลลัพธ์ที่ได้จากเทคนิค QFD เป็นหัวข้อรายการสำหรับการวิเคราะห์แนวโน้ม และนำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FMEA เป็นข้อพึงระวังในการออกแบบอุปกรณ์

3.2.11 การออกแบบอุปกรณ์ ใช้โปรแกรมเขียนแบบ 3 มิติในการออกแบบอุปกรณ์ โดยนำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์เทคนิค QFD และเทคนิค FMEA เป็นคุณลักษณะในการออกแบบ

\

## 3.3 การสำรวจข้อมูลความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์

การสำรวจข้อมูลความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เนื่องจากข้อมูลความต้องการเป็นข้อมูลตั้งต้นในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งข้อมูลความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์สามารถแบ่งได้ 2 ส่วนคือ เสียงความต้องการซึ่งจะใช้วิธีการสัมภาษณ์ และส่วนที่สองคือคะแนนความสำคัญของความต้องการซึ่งจะใช้แบบสอบถามในการวัดผล โดยขั้นตอนการสำรวจข้อมูลความต้องการมีรายละเอียดดังนี้

### 3.3.1 การสำรวจเสียงความต้องการ

การสำรวจเสียงความต้องการใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัว และแบบกลุ่ม ซึ่งวิธีการสำรวจเสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้ใช้หลักการพรรณนาการใช้งานของอุปกรณ์เพื่อให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ให้เสียงความต้องการได้อย่างอิสระ

### 3.3.2 การตีความของเสียงความต้องการ

เป็นการจัดถ้อยคำของเสียงความต้องการที่ได้จากกลุ่มผู้ใช้งานอุปกรณ์โดยมีกลุ่มผู้เชี่ยวชาญช่วยวิเคราะห์เรียบเรียงให้เป็นข้อความที่เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น เพื่อนำไปจัดทำแบบสอบถามและนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเทคนิค QFD ซึ่งมีแนวทางดังนี้ [20]

3.3.2.1 ใช้ข้อความที่ไม่ขึ้นกับวิธีการหรือเทคโนโลยีของอุปกรณ์ เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์จะอธิบายคำตอบหรือลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ที่ต้องการด้วยความรู้และทักษะของตัวเอง

3.3.2.2 ใช้ข้อความที่ละเอียดเท่ากับข้อมูลดิบที่ได้จากกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์เพื่อป้องกันการสูญเสียข้อมูล

3.3.2.3 ใช้ข้อความเชิงบวกที่แสดงถึงคุณลักษณะของอุปกรณ์เนื่องจากสามารถเปลี่ยนข้อความเชิงบวกไปเป็นข้อความทางเทคนิคได้ง่าย

3.3.3 การจัดกลุ่มเสียงความต้องการ

เพื่อจัดกลุ่มของเสียงความต้องการให้อยู่ในรูปแบบที่นำไปประยุกต์ใช้ต่อในการออกแบบสอบถามเพื่อหาคะแนนความสำคัญ และการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD ได้อย่างสะดวก จึงใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยงเพื่อนำเสียงความต้องการที่ผ่านการจัดเรียงถ้อยคำมาจัดกลุ่มเป็นกลุ่มของเสียงความต้องการ ซึ่งจะทำให้ข้อมูลของเสียงความต้องการแยกเป็นกลุ่มความต้องการได้อย่างชัดเจน

3.3.4 การออกแบบสอบถาม

เป็นการนำข้อมูลเสียงความต้องการมาจัดทำเป็นแบบสอบถามเพื่อนำไปให้กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ประเมินคะแนนความสำคัญในแต่ละเสียงความต้องการ เพื่อสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ว่ามีระดับความคิดเห็นอย่างไรกับเสียงความต้องการที่มีต่อคุณลักษณะของอุปกรณ์ ซึ่งลักษณะแบบสอบถามได้แสดงดังภาคผนวก ค มีลักษณะเป็นแบบสอบถามการให้คะแนนลำดับความสำคัญตามปริมาณความต้องการมากหรือน้อยของผู้ตอบแบบสอบถาม และมีการให้เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างคะแนน 1-9 เพื่อแสดงความคิดเห็นตามความเหมาะสมของผู้ตอบแบบสอบถาม

3.3.5 การตรวจสอบความสอดคล้องของแบบสอบถาม

เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบสอบถามกับจุดประสงค์โดยใช้วิธีของโรวิเนลลี (Rovinelli) และแฮมเบิลตัน (Hambleton) [49] ซึ่งมีหลักการคือให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามเพื่อเป็นการสร้างความน่าเชื่อถือในการออกแบบสอบถาม และเป็นการตรวจสอบ

ข้อมูลในแบบสอบถามเพื่อสร้างความมั่นใจว่าผู้ตอบแบบสอบถามนั้นสามารถทำได้อย่างเข้าใจ โดยเกณฑ์ในการตรวจสอบความสอดคล้องมีดังนี้

3.3.5.1 ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามได้ตรงกับจุดประสงค์

3.3.5.2 ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

3.3.5.3 ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงกับจุดประสงค์

การตรวจสอบความสอดคล้องของแบบสอบถามจะนำผลที่ได้ไปคำนวณดังสมการ 3.1 ซึ่งสามารถสรุปผลตามผลลัพธ์ที่ได้คือเมื่อผลลัพธ์จากการคำนวณมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 สามารถสรุปได้ว่าข้อคำถามนั้นเป็นข้อคำถามที่มีความเที่ยงตรงทางด้านเนื้อหาและชัดเจนตามจุดประสงค์ และถ้าผลลัพธ์ที่ได้น้อยกว่า 0.5 สามารถสรุปได้ว่าข้อคำถามนั้นต้องตัดทิ้งหรือแก้ไข เนื่องจากข้อคำถามนั้นไม่ได้วัดตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

$$IOC \mid \frac{R}{N} \tag{3.1}$$

โดยที่ R คือ คะแนนความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดที่ประเมินความสอดคล้อง

3.3.6 การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างน้อยสุดที่ยอมรับได้

เป็นการพิจารณาหาจำนวนขนาดกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ที่เลือกมาเป็นตัวแทนในการศึกษา โดยขนาดกลุ่มตัวอย่างน้อยสุดจะเป็นเกณฑ์ที่สามารถสร้างความน่าเชื่อถือให้กับการดำเนินงานได้ การใช้ขนาดตัวอย่างที่น้อยสามารถทำให้ข้อมูลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนได้มากกว่าการใช้ขนาดตัวอย่างจำนวนมาก ดังนั้นจึงเลือกใช้การหาขนาดตัวอย่างจากทฤษฎีของ Yamane เพื่อนำขนาดตัวอย่างน้อยสุดที่ยอมรับได้เป็นเกณฑ์ว่าแบบสอบถามที่ตอบกลับนั้นเป็นที่ยอมรับและน่าเชื่อถือ โดยมีสูตรการคำนวณดังสมการ 3.2 [50]

$$n = \frac{N}{1 + N e^2} \quad (3.2)$$

โดยที่ n คือ ขนาดตัวอย่างน้อยสุดที่ยอมรับได้
N คือ จำนวนประชากร
e คือ ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

ดังนั้นจากจำนวนกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ทั้งหมด 337 คน และกำหนดให้มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เท่ากับ 0.05 จึงคำนวณได้ดังสมการ 3.3

$$n = \frac{337}{1 + 337(0.05)^2} = 183 \quad (3.3)$$

ดังนั้นขนาดตัวอย่างน้อยสุดที่ยอมรับได้มีจำนวนเท่ากับ 183 ชุด ที่ความคลาดเคลื่อน 0.05 จึงสรุปได้ว่าจำนวนแบบสอบถามที่ผู้ใช้อุปกรณ์ตอบกลับต้องไม่น้อยกว่า 183 ชุด จึงจะเป็นขนาดตัวอย่างที่เพียงพอและน่าเชื่อถือ

3.3.7 การจัดส่งแบบสอบถามไปยังผู้ใช้อุปกรณ์

เป็นการนำแบบสอบถามจัดส่งไปยังผู้ใช้งานอุปกรณ์ทั้งหมด 337 ชุดตามจำนวนของพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลจากหอผู้ป่วยทั้งหมด 16 หอผู้ป่วย

## 3.4 การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์

การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์เป็นการนำข้อมูลเสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์มาวิเคราะห์เพื่อทำการพิจารณาถึงคะแนนความสำคัญในแต่ละเสียงความต้องการ โดยเป็นการพิจารณาจากแบบสอบถามที่กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ได้ตอบกลับ และการนำเสียงความต้องการพร้อมคะแนนความสำคัญที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์เพื่อนำผลลัพธ์ไปออกแบบอุปกรณ์ และนำผลลัพธ์ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FMEA ตามลำดับ ซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์มีดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือในการตอบแบบสอบถาม

เป็นการหาความน่าเชื่อถือของแบบสอบถามที่กลุ่มผู้ใช้งานได้ตอบกลับ ซึ่งเป็นการหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามแบบมาตรวัดทัศนคติแบบให้ผู้ตอบแสดงความสนใจ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของครอนบาคดังสมการ 3.4

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2}\right) \qquad (3.4)$$

โดยที่ $r_{tt}$ คือ ค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค (Alpha coefficient)

$k$ คือ จำนวนแบบสอบถามทั้งหมด

$S_i^2$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

$S_t^2$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

ค่าความเชื่อมั่นที่ได้นั้นเป็นเครื่องมือที่ทำให้มั่นใจได้ว่าคะแนนความสำคัญจากแบบสอบถามที่กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์เป็นผู้ตอบนั้นเป็นอย่างไร ถ้าค่าความเชื่อมั่นสูงแสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามนั้นมีน้อย และถ้าค่าความเชื่อมั่นต่ำแสดงว่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามนั้นสูง

3.4.2 การวิเคราะห์คะแนนความสำคัญของความต้องการของผู้ใช้งานอุปกรณ์

คะแนนความสำคัญของความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์สามารถแบ่งออกเป็น 9 ระดับซึ่งแยกเป็นคะแนน 1-9 โดยเรียงลำดับตามความสำคัญจากน้อยไปหามาก โดยรายละเอียดของคะแนนความสำคัญได้แสดงดังตาราง 3.4

ตาราง 3.4 รายละเอียดคะแนนความสำคัญของความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์

| IMP | รายละเอียด |
|---|---|
| 1 | คุณลักษณะของอุปกรณ์ไม่มีระดับความสำคัญและไม่มีผลต่อความพึงพอใจ |

ตาราง 3.4 รายละเอียดคะแนนความสำคัญของความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ (ต่อ)

| IMP | รายละเอียด |
|---|---|
| 2 | คุณลักษณะของอุปกรณ์มีความสำคัญน้อยมากและมีผลต่อความพึงพอใจค่อนข้างน้อย |
| 3 | คุณลักษณะของอุปกรณ์มีความสำคัญน้อยและมีผลต่อความพึงพอใจน้อย |
| 4 | คุณลักษณะของอุปกรณ์มีความสำคัญปานกลางและมีผลต่อความพึงพอใจระหว่างน้อยถึงปานกลาง |
| 5 | คุณลักษณะของอุปกรณ์มีความสำคัญและมีผลต่อความพึงพอใจปานกลาง |
| 6 | คุณลักษณะของอุปกรณ์มีความสำคัญมากและมีผลต่อความพึงพอใจอยู่ระหว่างปานกลางถึงมาก |
| 7 | คุณลักษณะของอุปกรณ์มีความสำคัญมากและมีผลต่อความพึงพอใจมาก |
| 8 | คุณลักษณะของอุปกรณ์มีความสำคัญมากและมีผลต่อความพึงพอใจอยู่ระหว่างมากถึงมากที่สุด |
| 9 | คุณลักษณะของอุปกรณ์มีความสำคัญมากและมีผลต่อความพึงพอใจมากที่สุด |

การคำนวณคะแนนความสำคัญได้ใช้วิธีการคำนวณค่าเฉลี่ยเรขาคณิตเนื่องจากค่าเฉลี่ยเรขาคณิตเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นค่ากลางของข้อมูลเมื่อข้อมูลนั้นๆ ไม่มีค่าใดค่าหนึ่งซึ่งสูงว่าค่าอื่นมาก และข้อมูลไม่มีค่าศูนย์ เมื่อข้อมูลเป็นค่าบวกการคำนวณค่าเฉลี่ยเรขาคณิตสามารถเข้าค่ากลางได้ดีที่สุด [51] การคำนวณคะแนนความสำคัญจะนำไปใช้คำนวณกับแบบสอบถามทั้งหมดที่กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ตอบแบบสอบถามกลับ และนำเสียงความต้องการและคะแนนความสำคัญไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD

### 3.4.3 การวิเคราะห์เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์เทคนิค QFD เป็นกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ไปเป็นแนวทางในการออกแบบอุปกรณ์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ และมีลักษณะการใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้องต่อวิธีการรักษาพยาบาลผู้ป่วยในปัจจุบัน ดังนั้นการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD จึงทำการวิเคราะห์เมตริกซ์ทั้งหมด 2 เมตริกซ์คือ เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้คือข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนเพื่อการออกแบบอุปกรณ์ และเป็นรายการในการวิเคราะห์แนวโน้ม

ลักษณะข้อบกพร่องที่มีต่อการใช้งานอุปกรณ์โดยใช้เทคนิค FMEA ต่อไป โดยกระบวนการวิเคราะห์เทคนิค QFD ประกอบด้วยขั้นตอนหลักดังนี้

3.4.3.1 การวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

เป็นการแปลงความต้องการของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ให้อยู่ในรูปแบบของคุณลักษณะความต้องการทางเทคนิค ซึ่งสามารถแยกเป็นส่วนประกอบได้ดังนี้

(1) ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์

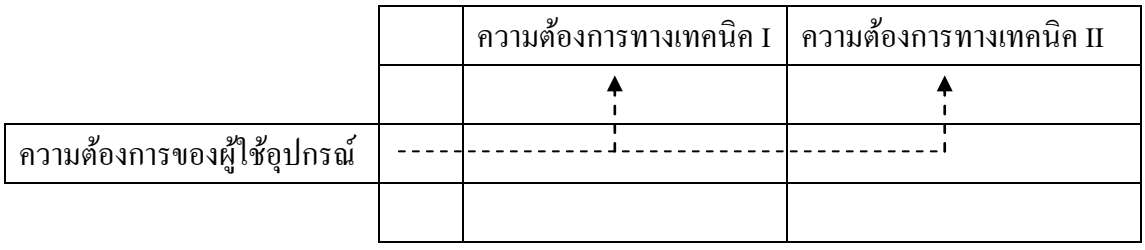
เป็นความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์ ซึ่งได้จากการสำรวจข้อมูลของเสียงความต้องการในหัวข้อ 3.3 โดยเป็นสิ่งที่กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์คาดหวังหรือต้องการเกี่ยวกับรูปร่างและลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์

(2) คะแนนความสำคัญของความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์

เป็นคะแนนความสำคัญที่ได้จากหัวข้อ 3.4.2 โดยเป็นคะแนนที่สื่อถึงความสำคัญของความต้องการในแต่ละรายการของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ว่ามีความสำคัญต่อการออกแบบอุปกรณ์มากน้อยแค่ไหน

(3) ความต้องการทางเทคนิค

เป็นส่วนที่แสดงถึงคุณลักษณะของความต้องการทางเทคนิค ซึ่งเป็นภาษาทางเทคนิคที่ใช้ในการอธิบายคุณลักษณะของอุปกรณ์ โดยในส่วนนี้ความต้องการทางเทคนิคจะมีความสัมพันธ์กับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างครอบคลุมทุกรายการ และความต้องการทางเทคนิคที่เกิดขึ้นสามารถมีความสัมพันธ์กับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้หลายรายการดังตัวอย่างภาพประกอบ 3.2




ภาพประกอบ 3.2 วิธีการแปลงความต้องการของกลุ่มตัวอย่างไปเป็นความต้องการทางเทคนิค [20]

(4) ทิศทางการออกแบบ

เป็นการกำหนดทิศทางการออกแบบของแต่ละรายการของความต้องการทางเทคนิคว่าทิศทางในการออกแบบเป็นอย่างไร [24] โดยมีสัญลักษณ์ดังนี้

↑ หมายถึง ยิ่งมีทิศทางที่มากขึ้นทำให้เกิดประโยชน์ต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์มากขึ้น (ยิ่งมากยิ่งดี)

O หมายถึง แนวโน้มของการออกแบบต้องอยู่ในค่าหรือช่วงที่เหมาะสมเท่านั้นจึงจะสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้

↓ หมายถึง ยิ่งมีทิศทางที่น้อยหรือลดลงจะทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มากขึ้น (ยิ่งน้อยยิ่งดี)

(5) เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์กับความต้องการทางเทคนิค

เป็นการแสดงความสัมพันธ์โดยใช้สัญลักษณ์ในการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์กับความต้องการทางเทคนิคในแต่ละรายการ เพื่อทำให้ทราบว่าความต้องการทางเทคนิคในแต่ละรายการมีความสัมพันธ์อย่างไรกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ โดยมีกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้สัญลักษณ์ความสัมพันธ์ซึ่งมีสัญลักษณ์การให้ความสัมพันธ์ดังนี้ [24]

9 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ของความต้องการทางเทคนิคที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มาก

3 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ของความต้องการทางเทคนิคที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้ปานกลาง

1 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ของความต้องการทางเทคนิคที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้น้อย

ช่องว่าง หมายถึง ไม่มีระดับความสัมพันธ์ของความต้องการทางเทคนิคที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์

(6) ระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิค (Raw score)

เป็นคะแนนของผลรวมระหว่างค่าคะแนนความสำคัญของผู้ใช้อุปกรณ์คูณกับคะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์กับความต้องการทางเทคนิค โดยมีสูตรการคำนวณคะแนนดังสมการ 3.5

$$\text{Rawscore} \left| \right. = (\text{Relationship matrix} \Delta \text{IMP}) \qquad (3.5)$$

โดยที่ Relationship matrix คือคะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์กับความต้องการทางเทคนิค

IMP คือคะแนนความสำคัญของความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์

ระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิคที่ได้จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ และเรียกชื่อว่าระดับความสำคัญโดยการเปรียบเทียบ (%Relative) ซึ่งจะเป็นคะแนนที่สื่อถึงความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคว่ามีความสำคัญมากน้อยแค่ไหนต่อการออกแบบอุปกรณ์เพื่อไปใช้ต่อในเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน

3.4.3.2 การวิเคราะห์เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน

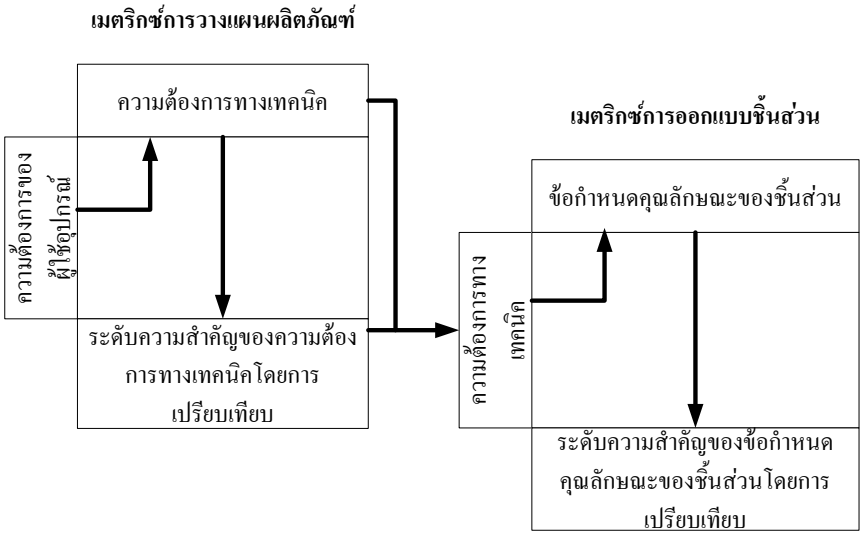
เป็นการแปลงความต้องการทางเทคนิคไปเป็นข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน โดยนำข้อมูลจากเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์เป็นตัวนำเข้าดังภาพประกอบ 3.3 ซึ่งสามารถแยกเป็นส่วนประกอบได้ดังนี้

(1) ความต้องการทางเทคนิค

ความต้องการทางเทคนิคเป็นข้อมูลที่ได้จากเมตริกซ์วางแผนผลิตภัณฑ์ ซึ่งในเมตริกซ์นี้ความต้องการทางเทคนิคจะทำหน้าที่เป็นข้อมูลตั้งต้นเพื่อการวิเคราะห์

(2) ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบ

เป็นคะแนนที่สื่อถึงความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคว่าในแต่ละรายการมีความสำคัญต่อการออกแบบอุปกรณ์มากน้อยเพียงใด




ภาพประกอบ 3.3 การเชื่อมโยงระหว่างเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน (ดัดแปลงจาก[34])

(3) ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นส่วนที่ถูกแปลงมาจากความต้องการทางเทคนิค ซึ่งข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนสามารถตอบสนองต่อความต้องการทางเทคนิคได้อย่างครอบคลุม

(4) ทิศทางการออกแบบ

เป็นการกำหนดทิศทางการออกแบบของแต่ละรายการของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนว่ามีทิศทางในการออกแบบเป็นอย่างไร โดยมีสัญลักษณ์ดังนี้

↑ หมายถึง ยิ่งมีทิศทางที่มากขึ้นทำให้เกิดประโยชน์ต่อความต้องการทางเทคนิคมากขึ้น (ยิ่งมากยิ่งดี)

O หมายถึง แนวโน้มของการออกแบบต้องอยู่ในค่าหรือช่วงที่เหมาะสมเท่านั้นจึงจะสามารถตอบสนองความต้องการทางเทคนิคได้

↓ หมายถึง ยิ่งมีทิศทางที่น้อยหรือลดลงจะทำให้สามารถตอบสนองความต้องการทางเทคนิคได้มากขึ้น (ยิ่งน้อยยิ่งดี)

(5) ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการทางเทคนิคกับข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นการแสดงความสัมพันธ์โดยใช้สัญลักษณ์ในการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการทางเทคนิคกับข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนในแต่ละรายการ เพื่อทำให้ทราบว่าข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนในแต่ละรายการมีความสัมพันธ์อย่างไรกับความต้องการทางเทคนิค โดยมีกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้สัญลักษณ์ความสัมพันธ์ซึ่งมีสัญลักษณ์การให้ความสัมพันธ์ดังนี้

9 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์สามารถตอบสนองต่อความต้องการทางเทคนิคได้มาก

3 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์สามารถตอบสนองต่อความต้องการทางเทคนิคได้ปานกลาง

1 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์สามารถตอบสนองต่อความต้องการทางเทคนิคได้น้อย

ช่องว่าง หมายถึง ไม่มีระดับความสัมพันธ์ของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์สามารถตอบสนองต่อความต้องการทางเทคนิค

(6) ระดับน้ำหนักของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นคะแนนของผลรวมระหว่างระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิค โดยการเปรียบเทียบคูณกับคะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการทางเทคนิคกับข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์เทคนิค QFD คือข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน ซึ่งทุกรายการของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนสามารถตอบสนองต่อความต้องการทางเทคนิคและความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้ โดยนำข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนไปออกแบบอุปกรณ์ และระดับความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนโดยการเปรียบเทียบที่มีค่าสูงนั้นสามารถบ่งชี้ได้ว่าควรให้ความสนใจเป็นพิเศษในการออกแบบอุปกรณ์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนไปวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องที่มีต่อการใช้งานอุปกรณ์ เพื่อเป็นการสร้างความน่าเชื่อถือให้กับการออกแบบอุปกรณ์ด้วย

3.4.4 การวิเคราะห์เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

เป็นการใช้เทคนิค FMEA สำหรับการวิเคราะห์เพื่อประเมินถึงแนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องที่สามารถเกิดขึ้นรวมถึงสาเหตุหรือกลไกที่ทำให้เกิดลักษณะข้อบกพร่องจากการใช้งานอุปกรณ์ โดยใช้ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนจากเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนมาเป็นหัวข้อในการวิเคราะห์ ซึ่ง FMEA สำหรับการออกแบบมีส่วนสำคัญคือการลดความเสี่ยงจากการออกแบบได้ดังนี้ [44]

(1) ช่วยประเมินผลถึงการออกแบบเบื้องต้น

(2) การเพิ่มโอกาสที่จะตรวจพบลักษณะข้อบกพร่องตลอดจนผลกระทบที่มีต่อระบบของขั้นตอนการออกแบบ

(3) การทำให้ได้รับประเด็นสำคัญต่อการให้คำแนะนำและการปฏิบัติการในลดความเสี่ยง

(4) ช่วยในการจัดลำดับความสำคัญก่อนหลังของลักษณะข้อบกพร่องตามผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้งาน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดวิธีสำหรับการปรับปรุงและการพัฒนา

การวิเคราะห์เทคนิค FMEA ในการดำเนินงานวิจัยจะทำทั้งหมด 2 ครั้ง โดยครั้งแรกเป็นการวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงการออกแบบเพื่อวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง ผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่อง และสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่อง เพื่อนำมาผลที่ได้มาวิเคราะห์หาวิธีการควบคุมการออกแบบ และทำการออกแบบอุปกรณ์โดยนำข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนจากเทคนิค QFD เป็นข้อกำหนดที่ใช้ในการออกแบบและนำวิธีการควบคุมการออกแบบที่ได้จากการ

วิเคราะห์ด้วยเทคนิค FMEA เป็นตัวกำหนดในการออกแบบเพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงในการเกิดแนวโน้มลักษณะข้อบกพร่อง ตลอดจนกำหนดคะแนนความเสี่ยง คะแนนโอกาสเกิดขึ้น และคะแนนวิธีการตรวจจับเพื่อนำไปคำนวณคะแนนลำดับความเสี่ยงเพื่อการปรับปรุงการการออกแบบ

ส่วนการวิเคราะห์ FMEA ครั้งที่สองเป็นการวิเคราะห์หลังจากได้แก้ไขการออกแบบอุปกรณ์ตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ และได้ทำการวิเคราะห์วิธีการควบคุมการออกแบบ กำหนดคะแนนโอกาสเกิดขึ้น และวิเคราะห์คะแนนลำดับความเสี่ยงใหม่ เพื่อทำการวิเคราะห์คะแนนลำดับความเสี่ยงว่าเป็นอย่างไรหลังจากได้ทำการแก้ไขการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ ซึ่งขั้นตอนการวิธีการวิเคราะห์ FMEA แสดงดังภาพประกอบ 3.4 และรายละเอียดการวิเคราะห์มีดังนี้

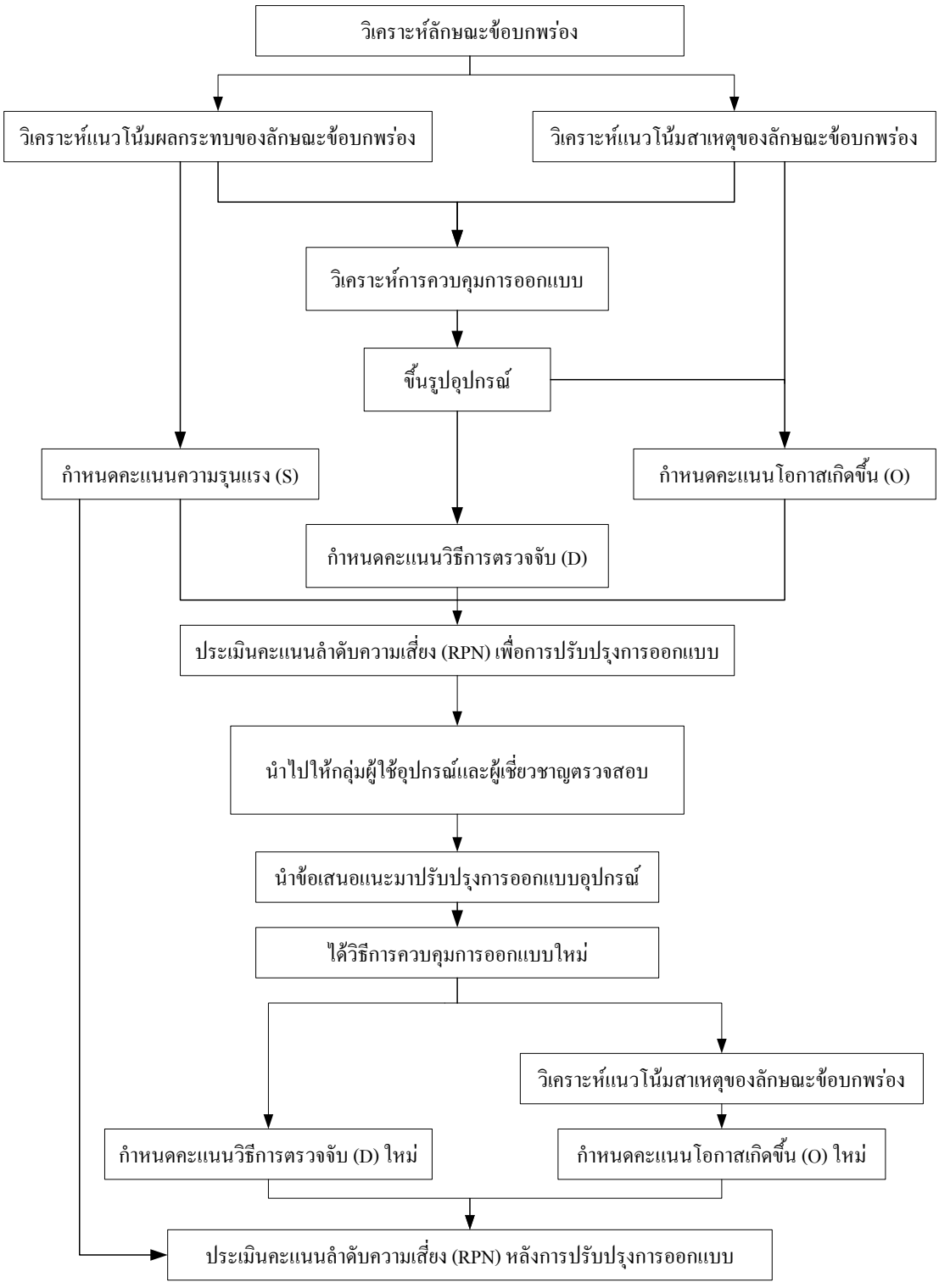
3.4.4.1 การกำหนดแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง ผลจากลักษณะข้อบกพร่องและสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่อง

เป็นการพิจารณาแนวโน้มลักษณะทางกายภาพของชิ้นส่วนที่ไม่สามารถทำหน้าที่ได้ โดยระบุลักษณะข้อบกพร่องที่สามารถเกิดขึ้นได้ซึ่งพิจารณาจากประสบการณ์การทำงานและการระดมสมองจากผู้เชี่ยวชาญควบคู่กับการกำหนดแนวโน้มของผลกระทบและสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่อง โดยผลกระทบเป็นสิ่งที่ผู้ใช้อุปกรณ์สามารถสังเกตได้ง่ายซึ่งพิจารณาจาก

(1) ผลกระทบที่จุดเกิดเหตุ หมายถึง ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์

(2) ผลกระทบต่อผู้ใช้ หมายถึง ผลที่ผู้ใช้สามารถสังเกตได้ง่าย

แนวโน้มของผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่องที่ได้นั้นจะนำมาวิเคราะห์หาคะแนนความรุนแรงของผลกระทบ ซึ่งการวิเคราะห์จะกำหนดระดับความรุนแรงของผลกระทบที่กล่าวถึง โดยระดับของความรุนแรงจะพิจารณาอยู่ภายใต้ขอบเขตของแต่ละกรณีที่วิเคราะห์โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วย โดยการให้คะแนนความรุนแรงของผลกระทบจะใช้เกณฑ์จากตาราง 3.5 ซึ่งเป็นตารางคะแนนความรุนแรงที่แสดงว่าในแต่ละคะแนนมีรายละเอียดความรุนแรงอย่างไร




ภาพประกอบ 3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์เทคนิค FMEA ในการดำเนินงานวิจัย

ตาราง 3.5 ตารางคะแนนความรุนแรง (ดัดแปลงจาก [52])

| ผลกระทบจากข้อบกพร่อง | ความรุนแรงของผลกระทบ | คะแนน |
|---|---|---|
| เกิดอันตรายโดยไม่มีการรับรู้ | มีผลกระทบต่อความปลอดภัยในการใช้งาน เกิดความเสียหายมีผลต่อร่างกายผู้ป่วย โดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า | 10 |
| เกิดอันตรายโดยมีการรับรู้ | มีผลกระทบต่อความปลอดภัยในการใช้งาน เมื่อเกิดความเสียหายมีผลต่อร่างกายผู้ป่วย โดยมีการเตือนล่วงหน้า | 9 |
| ผลกระทบสูงมาก | ไม่สามารถใช้อุปกรณ์ได้ | 8 |
| ผลกระทบสูง | สามารถใช้อุปกรณ์ได้ แต่สมรรถนะจะลดลงจนทำให้ผู้ใช้อุปกรณ์ไม่พอใจอย่างมาก | 7 |
| ผลกระทบปานกลาง | สามารถใช้อุปกรณ์ได้ แต่ไม่เกิดความสะดวกสบายจนทำให้ผู้ใช้อุปกรณ์มีความไม่พอใจ | 6 |
| ผลกระทบต่ำ | สามารถใช้อุปกรณ์ได้ด้วยความสะดวกสบาย แต่สมรรถนะจะลดลงจนทำให้ผู้ใช้อุปกรณ์ไม่พอใจ | 5 |
| ผลกระทบต่ำมาก | ความเรียบร้อยของแต่ละชิ้นส่วนไม่ดีนัก แต่ตรงตามความต้องการซึ่งสามารถรับรู้ได้โดยผู้ใช้อุปกรณ์ (ต่ำกว่า 25%) | 4 |
| ผลกระทบน้อย | ความเรียบร้อยของแต่ละชิ้นส่วนไม่ดีนัก แต่ตรงตามความต้องการซึ่งสามารถรับรู้ได้โดยผู้ใช้อุปกรณ์ (50%) | 3 |
| ผลกระทบน้อยมาก | ตรงตามความต้องการ ซึ่งสามารถรับรู้ได้โดยผู้ใช้อุปกรณ์มากกว่า 75%) | 2 |
| ไม่มีผลกระทบ | ไม่มีผลกระทบ | 1 |

ในการกำหนดแนวโน้มสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องจะมีความสอดคล้องกับผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง โดยกำหนดสาเหตุของการเกิดลักษณะข้อบกพร่องให้แต่ละผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง ซึ่งคะแนนของโอกาสเกิดขึ้น จะเป็นคะแนนความเป็นไปได้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นของสาเหตุของข้อบกพร่องซึ่งมีคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 10 การพิจารณาคะแนนโอกาสเกิดขึ้นได้ใช้คะแนนจากตาราง 3.6

ตาราง 3.6 ตารางคะแนนโอกาสเกิดขึ้น (ดัดแปลงจาก [52])

| โอกาสการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง | คะแนน |
|---|---|
| **สูงมาก:** พบลักษณะข้อบกพร่องค่อนข้างแน่นอน | 10 |
| **สูง:** พบลักษณะข้อบกพร่องซ้ำจนเกือบแน่นอน | 9 |
| **สูง**: พบลักษณะข้อบกพร่องซ้ำหลายครั้ง | 8 |
| **สูง**: พบลักษณะข้อบกพร่องบ่อย | 7 |
| **ค่อนข้างสูง**: พบลักษณะข้อบกพร่องหลายครั้ง | 6 |
| **ปานกลาง**: พบลักษณะข้อบกพร่องบางครั้งบางคราว | 5 |
| **ค่อนข้างต่ำ**: พบลักษณะข้อบกพร่องนานๆ ครั้ง | 4 |
| **ต่ำ**: พบลักษณะข้อบกพร่องน้อย | 3 |
| **ต่ำ**: พบลักษณะข้อบกพร่องน้อยมาก | 2 |
| **ห่างไกล**: ไม่พบว่ามีลักษณะข้อบกพร่องแต่มีโอกาสเกิด | 1 |

3.4.4.2 การควบคุมการออกแบบ

เป็นการป้องกัน การทวนสอบ ตรวจสอบความถูกต้องของการออกแบบ หรือกิจกรรมอื่นๆ ที่ทำให้เกิดความมั่นใจว่าการออกแบบเพียงพอต่อการใช้งาน โดยมีการควบคุมการออกแบบอยู่ 2 อย่างคือ

การป้องกัน หมายถึง การป้องกันสาเหตุหรือกลไกของลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นหรือการส่งเสริมให้มีการลดลงของอัตราการเกิดขึ้น

การตรวจจับ หมายถึง การตรวจจับสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องทั้งโดยวิธีการวิเคราะห์และวิธีการศึกษาทางกายภาพ ก่อนที่จะถูกส่งต่อไปให้ฝ่ายผลิต

คะแนนวิธีการตรวจจับ (D) เป็นคะแนนสำหรับการควบคุมการออกแบบซึ่งจะใช้ตาราง 3.7 สำหรับการประเมินคะแนนลำดับความเสี่ยงต่อไป

ตาราง 3.7 ตารางคะแนนวิธีการตรวจจับ (ดัดแปลงจาก [52])

| การตรวจจับ | ความเป็นไปได้ของการตรวจจับโดยการควบคุมการออกแบบ | คะแนน |
|---|---|---|
| ตรวจพบไม่ได้ | ไม่สามารถตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย | 10 |
| ห่างไกลมาก | ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายยังห่างไกลมาก | 9 |

ตาราง 3.7 ตารางคะแนนวิธีการตรวจจับ (ต่อ) (ดัดแปลงจาก [52])

| การตรวจจับ | ความเป็นไปได้ของการตรวจจับโดยการควบคุมการออกแบบ | คะแนน |
|---|---|---|
| ห่างไกล | ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายยังห่างไกล | 8 |
| ต่ำมาก | ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายยังต่ำมาก | 7 |
| ต่ำ | ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายยังต่ำ | 6 |
| ปานกลาง | ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายอยู่ในระดับปานกลาง | 5 |
| ค่อนข้างสูง | ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายอยู่ในระดับค่อนข้างสูง | 4 |
| สูง | ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายอยู่ในระดับสูง | 3 |
| สูงมาก | ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายอยู่ในระดับสูงมาก | 2 |
| เกือบแน่นอน | ความสามารถที่จะตรวจพบแนวโน้มที่จะเกิดสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายอยู่ในระดับเกือบแน่นอน | 1 |

3.4.4.3 คะแนนลำดับของความเสี่ยง

คะแนนลำดับความเสี่ยงได้มาจากผลคูณของคะแนนความรุนแรงของผลกระทบ (S) คะแนนโอกาสในการเกิด (O) และคะแนนการตรวจจับ (D) ตามสมการที่ 2.5 โดยคะแนน RPN จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบที่ได้จะเป็นตัวชี้วัดในการพัฒนาการออกแบบอุปกรณ์ว่าเป็นอย่างไร และมีเป้าหมายในการออกแบบครั้งต่อไปเพื่อให้คะแนน RPN ลดลง และถูกต้องตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

### 3.5 การออกแบบอุปกรณ์

การออกแบบอุปกรณ์เป็นการนำข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD และวิธีการควบคุมการออกแบบที่ได้จากการวิเคราะห์เทคนิค FMEA สำหรับเป็นข้อมูลในการออกแบบโดยอาศัยโปรแกรมออกแบบและเทคโนโลยีการขึ้นรูปชิ้นงาน ดังนี้

3.5.1 โปรแกรมออกแบบ 3 มิติเป็นโปรแกรมเขียนแบบชิ้นงาน 3 มิติซึ่งใช้ในการออกแบบอุปกรณ์เสมือนจริง และบันทึกไฟล์เป็น .STL เพื่อนำไปขึ้นรูปอุปกรณ์

3.5.2 เทคโนโลยีการขึ้นรูปผงแป้งโดยใช้เครื่อง Z-Printer ซึ่งมีหลักการขึ้นรูปตามแบบที่ได้ออกแบบจากโปรแกรม 3 มิติ เพื่อตรวจสอบลักษณะกายภาพของอุปกรณ์

3.5.3 เทคโนโลยีการขึ้นรูปพลาสติกโดยใช้เครื่อง 3D-Printer ซึ่งมีหลักการขึ้นรูปตามแบบที่ได้จากโปรแกรม 3 มิติ โดยชิ้นงานที่ได้จะเป็นพลาสติกชนิด ABS เพื่อเป็นอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับการใช้งานอุปกรณ์

ดังนั้นการออกแบบอุปกรณ์จะอ้างอิงข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่ได้จากการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD สำหรับเป็นข้อมูลกำหนดในการออกแบบ และมีการพึงระวังการออกแบบจากวิธีการควบคุมการออกแบบของการวิเคราะห์เทคนิค FMEA โดยทำการออกแบบในโปรแกรมออกแบบสามมิติ และทำการขึ้นรูปด้วยเครื่อง Z-printer ซึ่งมีวัสดุเป็นผงแป้งเพื่อตรวจสอบลักษณะกายภาพของอุปกรณ์ และขึ้นรูปด้วยเครื่อง 3D-printer ซึ่งมีวัสดุเป็นพลาสติกชนิด ABS

# บทที่ 4

# ผลการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลจากการดำเนินงานวิจัย ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนแรกคือผลการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ เพื่อแสดงผลจากการ สำรวจเสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ และคะแนนความสำคัญของความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ ขั้นตอนที่ 2 ผลการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD แสดงผลลัพธ์จากการประยุกต์ใช้เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน ขั้นตอนที่ 3 ผลการประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA และการออกแบบอุปกรณ์ แสดงผลจากการวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องจากการใช้งานอุปกรณ์เพื่อนำผลลัพธ์จากการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD และเทคนิค FMEA มาออกแบบอุปกรณ์ และขั้นตอนสุดท้ายคือผลของการหาคะแนนความพึงพอใจของผู้ใช้อุปกรณ์ที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์

## 4.1 ผลการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์

ผลจากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์เป็นผลลัพธ์ที่สำคัญที่สุด เนื่องจากเป็นผลลัพธ์เพื่อนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD โดยผลลัพธ์ที่ได้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ผลจากการหาเสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ และผลจากการคำนวณคะแนนความสำคัญของความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 4.1.1 ผลจากการสำรวจเสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์

ผลการสำรวจเสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์มีผลลัพธ์ดังนี้

#### 4.1.1.1 การรับฟังเสียงความต้องการที่ได้จากกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์

ผลจากการรับฟังเสียงความต้องการโดยใช้ตัวโหนดเซ็นเซอร์ไปหาเสียงความต้องการด้วยวิธีพรรณนาการใช้งานกับกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์จำนวน 34 คน จาก 16 หอผู้ป่วย ซึ่งเสียงความต้องการที่ได้แสดงดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 แสดงเสียงความต้องการที่ได้จากกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์

| **ความต้องการที่ได้จากกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์** |
|---|
| ขนาดของอุปกรณ์ไม่ใหญ่เทอะทะ |
| ไม่ไปรบกวนกับอุปกรณ์อื่นๆในระหว่างการรักษาผู้ป่วย |
| อุปกรณ์มีปุ่มเรียกพยาบาลเมื่อผู้ป่วยต้องการ |
| ตกแล้วไม่แตก |
| สกปรกยาก |
| ไม่มีเหลี่ยมคม |
| กันน้ำ |
| ทำความสะอาดได้ง่าย |
| รางถ่านใหญ่ไป |
| กระแทกแล้วไม่พัง |
| ถอดเข้าถอดออกได้ง่าย |
| อยากให้อุปกรณ์มีรูปร่างสวยๆ |
| อยากให้อุปกรณ์บางลง |
| อยากได้เซนเซอร์จับออกซิเจนในเลือดด้วย |
| สามารถติดตั้งที่ต้นแขนก็ได้ ปลายแขนก็ได้ ที่ข้อมือก็ได้ |
| ไม่ทำให้คนไข้รู้สึกว่าใส่อุปกรณ์แล้วหนัก |
| ไม่มีกลิ่นเหม็นในขณะที่ผู้ป่วยสวมใส่อยู่ |
| ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย |
| มีความยืดหยุ่นในการติดตั้ง |
| ผู้ป่วยใส่แล้วรู้สึกสบายตัว |
| มีอายุการใช้งานนาน |
| ไม่เกิดความร้อนในขณะการใช้งาน |
| สามารถเปลี่ยนถ่านเองได้ |

4.1.1.2 การจัดเรียงถ้อยคำใหม่

ผู้วิจัยได้นำเสียงความต้องการที่ได้จากกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ไปวิเคราะห์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อจัดถ้อยคำใหม่ให้เป็นข้อความที่เข้าใจได้ง่ายขึ้นซึ่งแสดงดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 แสดงถ้อยคำใหม่ของเสียงความต้องการ

| ความต้องการของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ | จัดถ้อยคำ |
|---|---|
| ขนาดของอุปกรณ์ไม่ใหญ่เทอะทะ | มีความเหมาะสมกับตำแหน่งที่ติดตั้ง |
| ไม่ไปรบกวนกับอุปกรณ์อื่นๆในระหว่างการรักษาผู้ป่วย | ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ |
| อุปกรณ์มีปุ่มเรียกพยาบาลเมื่อผู้ป่วยต้องการ | มีปุ่มเรียกฉุกเฉิน |
| ตกแล้วไม่แตก | มีความแข็งแรงทนทาน |
| สกปรกยาก | ไม่สกปรกง่าย |
| ไม่มีเหลี่ยมคม | รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย |
| กันน้ำ | ป้องกันน้ำ |
| ทำความสะอาดได้ง่าย | ทำความสะอาดอุปกรณ์ได้ง่าย |
| รางถ่านใหญ่ไป | มีขนาดเล็ก |
| ถอดเข้าถอดออกได้ง่าย | ถอน- ติดตั้งที่ตัวผู้ป่วยได้ง่าย |
| อยากให้อุปกรณ์มีรูปร่างสวยๆ | มีความสวยงาม |
| อยากให้อุปกรณ์บางลง | มีขนาดบาง |
| อยากได้เซนเซอร์จับออกซิเจนในเลือดด้วย | สามารถเพิ่มเซนเซอร์ได้อีกในอนาคต |
| สามารถติดตั้งที่ต้นแขนก็ได้ ปลายแขนก็ได้ ที่ข้อมือก็ได้ | เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้ |
| ไม่ทำให้คนไข้รู้สึกว่าใส่อุปกรณ์แล้วหนัก | มีน้ำหนักเบา |
| ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย | ไม่เป็นอันตราย |
| ผู้ป่วยใส่แล้วรู้สึกสบายตัว | ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย |
| มีอายุการใช้งานนาน | มีอายุการใช้งานนาน |
| ไม่เกิดความร้อนในขณะการใช้งาน | อุปกรณ์ไม่มีความร้อน |
| สามารถเปลี่ยนถ่านเองได้ | เปลี่ยนถ่านได้ง่าย |

จากเสียงความต้องการที่ได้นำไปจัดกลุ่มของเสียงความต้องการเพื่อนำไปออกแบบสอบถามเพื่อหาคะแนนความสำคัญต่อไป

4.1.1.3 การจัดกลุ่มของเสียงความต้องการ

แผนผังกลุ่มเชื่อมโยงถูกนำมาใช้เพื่อนำความต้องการของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ที่ได้มาจัดเป็นกลุ่มเสียงความต้องการให้เป็นหมวดหมู่เพื่อให้มีความเข้าใจง่ายและเป็นระเบียบทำให้มีความสะดวกในการทำความเข้าใจดังตาราง 4.3 พบว่ากลุ่มของเสียงความต้องการแบ่งได้ 4 กลุ่มคือ รูปร่าง การใช้งาน วัสดุ และความสะดวก

ตาราง 4.3 ตารางแผนภาพกลุ่มเชื่อมโยงของเสียงความต้องการ

| **ความต้องการระดับที่ 1** | **ความต้องการระดับที่ 2** |
|---|---|
| รูปร่าง | มีความสวยงาม<br>ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย<br>มีขนาดเล็ก<br>มีขนาดบาง<br>รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย |
| การใช้งาน | สามารถเพิ่มเซนเซอร์ได้อีกในอนาคต<br>มีปุ่มเรียกฉุกเฉิน<br>มีอายุการใช้งานนาน<br>อุปกรณ์ไม่มีความร้อน<br>ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ |
| วัสดุ | มีความแข็งแรงทนทาน<br>ไม่สกปรกง่าย<br>มีน้ำหนักเบา<br>ป้องกันน้ำ<br>ไม่เป็นอันตราย |

ตาราง 4.3 ตารางแผนภาพกลุ่มเชื่อมโยงของเสียงความต้องการ (ต่อ)

| ความต้องการระดับที่ 1 | ความต้องการระดับที่ 2 |
|---|---|
| ความสะดวก | ทำความสะอาดอุปกรณ์ได้ง่าย<br>มีความเหมาะสมกับตำแหน่งที่ติดตั้ง<br>ถอน- ติดตั้งที่ตัวผู้ป่วยได้ง่าย<br>เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้<br>เปลี่ยนถ่านได้ง่าย |

เมื่อจัดกลุ่มเสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์แล้ว นำความต้องการทั้งหมดไปออกแบบสอบถามเพื่อหาคะแนนความสำคัญของแต่ละความต้องการว่าเป็นอย่างไร โดยแบบสอบถามเป็นแบบสเกลเลือกตอบแสดงดังภาคผนวก ค

4.1.1.4 การหาดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม

หลังจากออกแบบสอบถามแล้วผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญ (ลำดับที่ 1-3 ดังภาคผนวก ข) แต่ละท่านตรวจสอบและให้คะแนนรายข้อตามดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผลที่ได้แสดงดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบสอบถาม

| ปัจจัย | ผู้เชี่ยวชาญ | | | —R | IOC | ผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (1) | (2) | (3) | | | |
| มีความสวยงาม | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| มีขนาดเล็ก | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| มีขนาดบาง | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย | (+)1 | (+)1 | 0 | (+)2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| สามารถเพิ่มเซนเซอร์ได้อีกในอนาคต | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| มีปุ่มเรียกฉุกเฉิน | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| มีอายุการใช้งานนาน | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |

ตาราง 4.4 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบสอบถาม (ต่อ)

| ปัจจัย | ผู้เชี่ยวชาญ | | | ∑R | IOC | ผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (1) | (2) | (3) | | | |
| อุปกรณ์ไม่มีความร้อน | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| มีความแข็งแรงทนทาน | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| ไม่สกปรกง่าย | 0 | (+)1 | (+)1 | (+)2 | 0.67 | ใช้ได้ |
| มีน้ำหนักเบา | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| ป้องกันน้ำ | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| ไม่เป็นอันตราย | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| ทำความสะอาดอุปกรณ์ได้ง่าย | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| มีความเหมาะสมกับตำแหน่งที่ติดตั้ง | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| ถอด-ติดตั้งที่ตัวผู้ป่วยได้ง่าย | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้ง่าย | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |
| เปลี่ยนถ่านได้ง่าย | (+)1 | (+)1 | (+)1 | (+)3 | 1 | ใช้ได้ |

จากการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบสอบถามพบว่าข้อคำถามในแบบสอบถามนั้นกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์สามารถตอบแบบสอบถามได้อย่างเข้าใจในความหมายของข้อคำถาม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำแบบสอบถามไปให้กลุ่มตัวอย่างตอบต่อไป โดยใช้แบบสอบถามทั้งหมด 337 ชุด ตามจำนวนพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลในหอผู้ป่วยทั้ง 16 หอผู้ป่วย และใช้วิธีการแจกแบบสอบถามด้วยการติดต่อโดยตรงกับหอผู้ป่วยทั้งหมด เพื่อความสะดวกและการสื่อสารให้เข้าใจในการตอบแบบสอบถาม

4.1.1.5 การตอบกลับของแบบสอบถาม

จากการคำนวณจำนวนขนาดตัวอย่างน้อยสุดที่ยอมรับได้ในหัวข้อ 3.3.6 จำนวนกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์จาก 16 หอผู้ป่วยมีทั้งหมด 337 คน ดังนั้นผู้วิจัยจึงหาขนาดตัวอย่าง (จำนวนแบบสอบถามที่ตอบโดยผู้ใช้อุปกรณ์) ที่ยอมรับได้เพื่อหาความเชื่อมั่นว่าขนาดตัวอย่างที่ตอบกลับมานั้นเป็นขนาดตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ทั้งหมดได้ ผู้วิจัยได้กำหนดความ

คลาดเคลื่อน 0.05 (ความเชื่อมั่น 95%) พบว่ากลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ทั้งหมด 337 คนมีจำนวนตัวอย่างที่ยอมรับได้เท่ากับ 183 ตัวอย่าง ที่ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.05 จากผลการคำนวณที่ได้สรุปได้ว่าจำนวนแบบสอบถามที่กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ตอบกลับนั้นจะต้องไม่น้อยกว่า 183 ชุด จึงจะเป็นขนาดตัวอย่างที่เพียงพอสำหรับเป็นตัวแทนของจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 16 หอผู้ป่วยได้ และจากแบบสอบถามที่ได้รับการตอบกลับจากกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์พบว่ามีทั้งหมด 248 ชุดดังตาราง 4.5 ซึ่งเป็นจำนวนที่มากกว่าจำนวนขนาดตัวอย่างน้อยสุดที่ยอมรับได้

ตาราง 4.5 แสดงข้อมูลจำนวนแบบสอบถามที่ตอบกลับ

| หอผู้ป่วย | จำนวนจัดส่ง | จำนวนแบบสอบถามที่ตอบกลับ | ร้อยละการตอบกลับ |
|---|---|---|---|
| เด็ก1 | 20 | 18 | 90.00 |
| เด็ก2 | 19 | 10 | 52.63 |
| นรีเวช | 16 | 10 | 62.50 |
| พิเศษเฉลิมพระบารมี 7 | 14 | 11 | 78.57 |
| พิเศษเฉลิมพระบารมี 8 | 17 | 10 | 58.82 |
| พิเศษเฉลิมพระบารมี 9 | 18 | 11 | 61.11 |
| พิเศษเฉลิมพระบารมี 10 | 17 | 10 | 58.82 |
| พิเศษเฉลิมพระบารมี 11 | 12 | 10 | 83.33 |
| พิเศษเฉลิมพระบารมี 12 | 11 | 9 | 81.82 |
| พิเศษสูติ-นรีเวช | 12 | 10 | 83.33 |
| ศัลยกรรมชาย 1 | 23 | 23 | 100.00 |
| ศัลยกรรมชาย 2 | 24 | 17 | 70.83 |
| ศัลยกรรมหญิง | 24 | 19 | 79.17 |
| อายุรกรรมชาย 1 | 32 | 21 | 65.62 |
| อายุรกรรมชาย 2 | 50 | 45 | 90.00 |
| อายุรกรรมหญิง | 28 | 14 | 50.00 |
| **รวม** | **337** | **248** | **73.59** |

จากข้อมูลแบบสอบถามที่ตอบกลับพบว่าจำนวนแบบสอบถามที่ตอบกลับนั้นมีทั้งหมด 248 ชุด ซึ่งมีจำนวนมากกว่าจำนวนขนาดตัวอย่างน้อยสุดที่ยอบรับได้คือ 183 ชุด และได้คำนวณหาความเชื่อมั่นของจำนวนแบบสอบถามที่ตอบกลับในสูตรของ Yamane ดังสมการ 4.1

$$248 \left| \frac{337}{1 2\ 337(e)^2}; e \right| 0.032 \qquad (4.1)$$

จากการคำนวณพบว่าจำนวนแบบสอบถามที่ตอบกลับมีความเชื่อมั่น 0.968 (มีความคลาดเคลื่อน 0.032) จากนั้นข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามที่กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ตอบกลับจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์แบบสอบถามเพื่อหาคะแนนความสำคัญต่อไป

4.1.2 ผลจากการคำนวณคะแนนความสำคัญของความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์

การคำนวณคะแนนความสำคัญของความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ทำโดยนำข้อมูลของแบบสอบถามที่ตอบกลับจากกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์มาวิเคราะห์ โดยมีผลลัพธ์ดังนี้

4.1.2.1 การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม

การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแบบสอบถามได้ใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบครอนบาค ซึ่งได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม SPSS ซึ่งมีขั้นตอนการสั่งคำสั่งดังภาคผนวก ง โดยผลลัพธ์ที่ได้คือแบบสอบถามที่กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ตอบกลับมีความเชื่อมั่น 0.957 ซึ่งแสดงว่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่ได้จากผู้ตอบแบบสอบถามมีน้อยจึงนำไปใช้เพื่อคำนวณหาคะแนนความสำคัญต่อไป

4.1.2.2 การคำนวณคะแนนความสำคัญ

การคำนวณคะแนนความสำคัญได้นำข้อมูลจากแบบสอบถามมาคำนวณโดยใช้สูตรของค่าเฉลี่ยเรขาคณิตดังสมการที่ 2.1 ซึ่งผลที่ได้แสดงดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ตารางแสดงคะแนนความสำคัญ

| ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ | คะแนนความสำคัญ(IMP) |
|---|---|
| มีความสวยงาม | 6.92 |
| ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย | 7.99 |
| มีขนาดเล็ก | 7.49 |
| มีขนาดบาง | 7.23 |
| รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย | 8.24 |
| สามารถเพิ่มเซนเซอร์ได้อีกในอนาคต | 7.59 |
| มีปุ่มเรียกฉุกเฉิน | 8.23 |
| มีอายุการใช้งานนาน | 8.17 |
| อุปกรณ์ไม่มีความร้อน | 8.31 |
| ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ | 8.20 |
| มีความแข็งแรงทนทาน | 8.26 |
| ไม่สกปรกง่าย | 7.91 |
| มีน้ำหนักเบา | 8.07 |
| ป้องกันน้ำ | 8.21 |
| ไม่เป็นอันตราย | 8.48 |
| ทำความสะอาดอุปกรณ์ได้ง่าย | 8.22 |
| มีความเหมาะสมกับตำแหน่งที่ติดตั้ง | 8.16 |
| ถอด-ติดตัวที่ผู้ป่วยได้ง่าย | 8.29 |
| เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้ | 8.19 |
| เปลี่ยนถ่านได้ง่าย | 8.05 |

ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และคะแนนความสำคัญที่ได้จะนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าในการวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ ของเทคนิค QFD ต่อไป

## 4.2 ผลการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD นั้นสามารถแบ่งออกเป็นเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้มีดังนี้

4.2.1 การวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

ผลการวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ โดยมีความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และคะแนนความสำคัญเป็นข้อมูลนำเข้า การวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์สามารถแสดงรายละเอียดการวิเคราะห์แต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

4.2.1.1 ข้อมูลนำเข้าสำหรับการวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

เป็นการนำความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์จากหัวข้อ 4.1.1.3 มาใส่ทางด้านซ้ายมือของเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ และนำคะแนนความสำคัญจากหัวข้อ 4.1.2.2 มาใส่ให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ในแต่ละรายการ ซึ่งจะได้เป็นข้อมูลนำเข้าของเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ดังตาราง 4.7

ตาราง 4.7 ข้อมูลนำเข้าของเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

| ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ | | IMP |
|---|---|---|
| รูปร่าง | มีความสวยงาม | 6.92 |
| | ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย | 7.99 |
| | มีขนาดเล็ก | 7.49 |
| | มีขนาดบาง | 7.23 |
| | รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย | 8.24 |
| การใช้งาน | สามารถเพิ่มเซนเซอร์ได้อีกในอนาคต | 7.59 |
| | มีปุ่มเรียกฉุกเฉิน | 8.23 |
| | มีอายุการใช้งานนาน | 8.17 |
| | อุปกรณ์ไม่มีความร้อน | 8.31 |
| | ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ | 8.20 |
| วัสดุ | มีความแข็งแรงทนทาน | 8.26 |
| | ไม่สกปรกง่าย | 7.91 |
| | มีน้ำหนักเบา | 8.07 |
| | ป้องกันน้ำ | 8.21 |
| | ไม่เป็นอันตราย | 8.48 |

ตาราง 4.7 ข้อมูลนำเข้าของเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

| ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ | | IMP |
|---|---|---|
| ความสะดวก | ทำความสะอาดอุปกรณ์ได้ง่าย | 8.22 |
| | มีความเหมาะสมกับตำแหน่งที่ติดตั้ง | 8.16 |
| | ถอด-ติดตัวที่ผู้ป่วยได้ง่าย | 8.29 |
| | เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้ | 8.19 |
| | เปลี่ยนถ่านได้ง่าย | 8.05 |

4.2.1.2 ความต้องการทางเทคนิค

เป็นสิ่งที่ได้จากการวิเคราะห์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความต้องการทางเทคนิคที่ใช้ในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์แสดงดังตาราง 4.8

ตาราง 4.8 แสดงรายละเอียดความต้องการทางเทคนิคพร้อมเหตุผล

| **ความต้องการทางเทคนิค** | **เหตุผลและรายละเอียด** |
|---|---|
| <u>ตำแหน่งในการใช้งาน</u>: ตำแหน่งร่างกายของผู้ป่วยที่เอาอุปกรณ์ไปติดตั้ง | ตำแหน่งในการใช้งานอุปกรณ์ถูกกำหนดเพื่อให้เป็นรายการที่ส่งผลกับความสะดวกในการใช้งานอุปกรณ์ รวมทั้งรูปร่างของอุปกรณ์ที่สัมพันธ์กับตำแหน่งในการสวมใส่ |
| <u>ลักษณะของตัวเก็บพลังงาน:</u> ลักษณะของตัวเก็บจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ | ลักษณะของตัวเก็บพลังงานเป็นรายการที่ส่งผลต่ออายุการใช้งาน รูปร่างของอุปกรณ์ เนื่องจากลักษณะของตัวเก็บพลังงานจะมีขนาดและความจุไฟฟ้าแตกต่างกัน ดังนั้นจึงเป็นรายการที่มีความสัมพันธ์กับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ในรายการต่างๆ |
| <u>ลักษณะของการใช้งาน:</u> ลักษณะของการติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับตัวผู้ป่วย | ลักษณะของการใช้งานเป็นรายการที่ส่งผลโดยตรงกับความสะดวกในการใช้งานอุปกรณ์ เนื่องจากลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์จะเป็นตัวกำหนดรูปแบบการสวมใส่อุปกรณ์ |

ตาราง 4.8 แสดงรายละเอียดความต้องการทางเทคนิคพร้อมเหตุผล (ต่อ)

| ความต้องการทางเทคนิค | เหตุผลและรายละเอียด |
|---|---|
| ความหนาของอุปกรณ์: ขนาดความหนาของอุปกรณ์โดยมีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร | ขนาดความหนาของอุปกรณ์เป็นความต้องการทางเทคนิคที่กำหนดเพื่อใช้ในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ด้านลักษณะกายภาพของอุปกรณ์ ซึ่งขนาดความหนาของอุปกรณ์นั้นจะส่งผลโดยตรงต่อลักษณะการใช้งาน ตลอดจนรูปลักษณ์ของอุปกรณ์ |
| รูปทรงภายนอก: ลักษณะรูปทรงเรขาคณิตของอุปกรณ์ โดยเป็นเหลี่ยม วงกลม ทรงกระบอก | รูปทรงภายนอกถูกกำหนดเพื่อเป็นรายการความต้องการทางเทคนิคที่ใช้ในการตอบสนองต่อผู้ใช้อุปกรณ์ในเรื่องรูปร่าง ซึ่งรูปทรงภายนอกนั้นสามารถเป็นคุณลักษณะที่กำหนดความสะดวกในการใช้งานของอุปกรณ์ได้ |
| ความยาวของอุปกรณ์: ขนาดความยาวของอุปกรณ์โดยมีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร | ขนาดความยาว และความกว้างของอุปกรณ์เป็นความต้องการทางเทคนิคที่กำหนดเพื่อใช้ในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ด้านลักษณะกายภาพของอุปกรณ์ ซึ่งขนาดของอุปกรณ์นั้นจะส่งผลโดยตรงต่อลักษณะการใช้งาน ตลอดจนรูปลักษณ์ของอุปกรณ์ |
| ความกว้างของอุปกรณ์: ขนาดความกว้างของอุปกรณ์โดยมีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร | |
| อายุการใช้งาน: จำนวนอายุการใช้งานของอุปกรณ์และพลังงาน โดยมีหน่วยวัดเป็นเดือน | อายุการใช้งานกำหนดเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ในด้านอายุการใช้งานซึ่งเป็นอายุการใช้งานของแหล่งจ่ายพลังงานและอุปกรณ์ |
| ความทนทานของวัสดุ: ความคงสภาพของอุปกรณ์ | ความทนทานของวัสดุถูกกำหนดเพื่อให้อุปกรณ์นั้นมีความแข็งแรงทนต่อการใช้งานเช่น ผู้ป่วยเหวี่ยงอุปกรณ์ไปโดนขอบเตียง เป็นต้น โดยความทนทานของวัสดุจะส่งผลให้มีอายุการใช้งานนาน |
| อุณหภูมิที่ผิววัสดุ: ปริมาณอุณหภูมิที่เกิดขึ้นที่ผิววัสดุ | อุณหภูมิที่ผิววัสดุเป็นรายการที่ถูกกำหนดเพื่อไม่ให้เกิดความไม่สะดวกสบายต่อผู้สวมใส่ในด้านต่างๆ ซึ่งขัดแย้งกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ |
| ความหนาของวัสดุ: ความหนาของวัสดุ(Thickness) มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร | ความหนาของวัสดุเป็นความหนาของวัสดุในแต่ละชิ้นส่วนถูกกำหนดเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ในเรื่องน้ำหนัก รูปร่าง |

ตาราง 4.8 แสดงรายละเอียดความต้องการทางเทคนิคพร้อมเหตุผล (ต่อ)

| ความต้องการทางเทคนิค | เหตุผลและรายละเอียด |
|---|---|
| น้ำหนัก: ปริมาณน้ำหนักของอุปกรณ์ โดยมีหน่วยวัดเป็นกรัม | น้ำหนักของอุปกรณ์เป็นรายการที่ใช้ในการตอบสนองโดยตรงกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ “มีน้ำหนักเบา” ซึ่งน้ำหนักของอุปกรณ์นั้นยังส่งผลต่อความสุขสบายของผู้สวมใส่ด้วย |
| การทำปฏิกิริยาของวัสดุ: ลักษณะของปฏิกิริยาของวัสดุที่สัมพันธ์หรือมีผลต่อการสัมผัส อุณหภูมิ และอายุการใช้งาน | การทำปฏิกิริยาของวัสดุถูกกำหนดเพื่อให้อุปกรณ์นั้นมีผิวของวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับผิวของผู้สวมใส่ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความไม่สะดวกสบายในการสวมใส่ได้ และต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีทุกชนิดด้วย |
| ตำแหน่งของสายต่อพ่วง: ตำแหน่งของสายหรือขั้วต่อต่างๆที่อยู่บนอุปกรณ์ โดยมีหน่วยวัดเป็นตำแหน่งมิลลิเมตร | ตำแหน่งของสายต่อพ่วงเป็นรายการความต้องการทางเทคนิคที่ประกอบด้วย ช่องว่างของสายต่อพ่วงของสายต่างๆ เช่นสายเซ็นเซอร์ สายรางถ่าน เป็นต้น มีประโยชน์เพื่อรองรับสำหรับการมีเซ็นเซอร์เพิ่มเติมของระบบการเฝ้าระวังในอนาคต |
| ความทันสมัย: ดีกรีความทันสมัยของอุปกรณ์ | ความทันสมัยถูกกำหนดเพื่อเป็นรายการในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์เรื่องความสวยงาม |
| สีของอุปกรณ์: ดีกรีความมีสีสันของอุปกรณ์ | สีของอุปกรณ์เป็นความต้องการทางเทคนิคเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ในรายการความสวยงามเป็นหลัก ซึ่งสีของอุปกรณ์นั้นจะต้องมีความสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมภายในหอผู้ป่วย และหลักจริยธรรมในการใช้งานร่วมกับผู้ป่วย |
| จำนวนชิ้นส่วน: จำนวนชิ้นส่วนทั้งหมดของอุปกรณ์หนึ่งตัว โดยมีหน่วยวัดเป็นจำนวนชิ้น | จำนวนของชิ้นส่วนเป็นส่วนประกอบของรูปร่างภายนอกของตัวโหนดเซ็นเซอร์ ซึ่งจำนวนชิ้นส่วนนั้นจะสอดคล้องกับลักษณะกายภาพของอุปกรณ์ รวมถึงกลไกการจับยึดตัวโหนดเซ็นเซอร์ |
| ตำแหน่งของปุ่ม: ตำแหน่งของปุ่มที่อยู่บนอุปกรณ์ โดยมีหน่วยวัดเป็นตำแหน่งมิลลิเมตร | ตำแหน่งของปุ่ม เป็นรายการที่กำหนดเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ และสอดคล้องกับข้อจำกัดของปุ่มกดที่โหนดเซ็นเซอร์ |

ตาราง 4.8 แสดงรายละเอียดความต้องการทางเทคนิคพร้อมเหตุผล (ต่อ)

| ความต้องการทางเทคนิค | เหตุผลและรายละเอียด |
|---|---|
| ลักษณะของการทำความสะอาด: ลักษณะของวิธีการทำความสะอาดอุปกรณ์ | ลักษณะการทำความสะอาดของอุปกรณ์ถูกกำหนดเพื่อเป็นรายการในการตอบสนองโดยตรงต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ในด้านทำความสะอาดอุปกรณ์ได้ง่าย |
| เวลาในการเปลี่ยนถ่าน: ระยะเวลาในการเปลี่ยนถ่านหนึ่งครั้ง | เวลาในการเปลี่ยนถ่านเป็นเวลารายการในการตอบสนองโดยตรงต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ในด้านเปลี่ยนถ่านได้ง่าย ซึ่งเวลาในการเปลี่ยนถ่านจะเป็นตัวกำหนดประเภทของแหล่งจ่ายพลังงาน |
| ขั้นตอนในการเปลี่ยนถ่าน: จำนวนขั้นตอนทั้งหมดในการเปลี่ยนถ่านหนึ่งครั้ง โดยมีหน่วยวัดเป็นจำนวนขั้นตอน | ขั้นตอนในการเปลี่ยนถ่านกำหนดขึ้นเพื่อเป็นรายการที่ตอบสนองกับการเปลี่ยนถ่านได้ง่ายขึ้น และยังเป็นตัวกำหนดประเภทของแหล่งจ่ายพลังงานด้วย |

นอกจากนี้ความต้องการทางเทคนิคแต่ละตัวมีทิศทางในการออกแบบเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการปรับปรุงการออกแบบ โดยทิศทางการออกแบบในแต่ละรายการความต้องการทางเทคนิคมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับคุณลักษณะในแต่ละรายการความต้องการทางเทคนิคดังตาราง 4.9

ตาราง 4.9 แสดงความต้องการทางเทคนิคและทิศทางการออกแบบ

| ความต้องการทางเทคนิค | ทิศทาง | รายละเอียดการกำหนดทิศทาง |
|---|---|---|
| ตำแหน่งในการใช้งาน | O | กำหนดให้ต้องมีคุณลักษณะที่เหมาะสม เพราะจะส่งผลต่อความสะดวกสบายของผู้สวมใส่ และไม่ขัดขวางต่อการพยาบาลผู้ป่วย |
| ลักษณะของตัวเก็บพลังงาน | O | เป็นตัวกำหนดขนาดรูปร่างของอุปกรณ์ และอายุการใช้งานของพลังงาน ดังนั้นจึงต้องมีคุณลักษณะที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ |

ตาราง 4.9 แสดงความต้องการทางเทคนิคและทิศทางการออกแบบ (ต่อ)

| ความต้องการทางเทคนิค | ทิศทาง | รายละเอียดการกำหนดทิศทาง |
|---|---|---|
| ลักษณะของการใช้งาน | O | เนื่องจากเป็นรายการในการกำหนดรูปแบบการสวมใส่อุปกรณ์ ดังนั้นจึงต้องมีความเหมาะสมต่อการสวมใส่เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ที่สุด |
| ความหนาของอุปกรณ์ | ↓ | ความหนาของอุปกรณ์ยิ่งน้อยยิ่งส่งผลให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์มากขึ้นในด้านรูปร่างของอุปกรณ์ |
| รูปทรงภายนอก | O | เป็นรายการที่ต้องมีความเหมาะสม เนื่องจากเป็นรายการที่ส่งผลต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ในด้านรูปร่าง และความสะดวกในการใช้งาน |
| ความยาวของอุปกรณ์ | ↓ | เป็นรายการที่ถูกกำหนดให้มีทิศทางการออกแบบยิ่งน้อยยิ่งส่งผลให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์มากขึ้น |
| ความกว้างของอุปกรณ์ | | |
| อายุการใช้งาน | ↑ | กำหนดให้มีทิศทางการออกแบบที่ยิ่งมากยิ่งดี เนื่องจากสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ในด้านอายุการใช้งาน |
| ความทนทานของวัสดุ | ↑ | ความทนทานวัสดุกำหนดให้มีทิศทางยิ่งมากยิ่งดี เนื่องจากความทนทานของวัสดุจะส่งผลดีในด้านอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ซึ่งทำให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มากยิ่งขึ้น |
| อุณหภูมิที่ผิววัสดุ | ↓ | อุณหภูมิที่ผิววัสดุของอุปกรณ์ยิ่งน้อยยิ่งดี เพราะจะทำให้อุณหภูมิที่ผิวน้อย ซึ่งจะส่งผลดีต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มาก |
| ความหนาของวัสดุ | O | กำหนดให้อยู่ในค่าที่เหมาะสม เพราะความหนาของวัสดุจะเป็นตัวกำหนดรูปร่างภายนอก น้ำหนัก และความแข็งแรง |

ตาราง 4.9 แสดงความต้องการทางเทคนิคและทิศทางการออกแบบ (ต่อ)

| ความต้องการทางเทคนิค | ทิศทาง | รายละเอียดการกำหนดทิศทาง |
|---|---|---|
| น้ำหนัก | ↓ | น้ำหนักของอุปกรณ์ยิ่งมีน้ำหนักเบาจะส่งผลให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มาก |
| การทำปฏิกิริยาของวัสดุ | ↓ | การทำปฏิกิริยาวัสดุของอุปกรณ์ยิ่งน้อยยิ่งส่งผลดีในด้านความอันตรายจากการใช้งานอุปกรณ์ |
| ตำแหน่งของสายต่อพ่วง | O | กำหนดให้มีตำแหน่งที่เหมาะสม เนื่องจากมีข้อจำกัดในการออกแบบด้านตำแหน่งของโหนดเซ็นเซอร์ |
| ความทันสมัย | ↑ | ดีกรีความทันสมัยของอุปกรณ์ยิ่งมากยิ่งดี เพราะจะทำให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ในด้านความสวยงาม |
| สีของอุปกรณ์ | O | ลักษณะสีของอุปกรณ์ต้องมีความเหมาะสม เพราะจะทำให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ |
| จำนวนชิ้นส่วน | ↓ | กำหนดให้จำนวนชิ้นส่วนยิ่งน้อยยิ่งดี เพราะจะทำให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน และส่งผลให้ขนาดของอุปกรณ์เล็ก และสวยงาม ซึ่งส่งผลให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มากขึ้น |
| ตำแหน่งของปุ่ม | O | ตำแหน่งของปุ่มต้องมีระยะที่เหมาะสม เนื่องจากต้องมีระยะที่สัมพันธ์กับโหนดเซ็นเซอร์ |
| ลักษณะของการทำความสะอาด | O | ลักษณะของการทำความสะอาดต้องมีความเหมาะสมเพราะจะทำให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ |
| เวลาในการเปลี่ยนถ่าน | ↓ | กำหนดให้เวลายิ่งน้อยยิ่งดี เพราะทำให้การเปลี่ยนถ่านทำได้สะดวกมากขึ้น |

ตาราง 4.9 แสดงความต้องการทางเทคนิคและทิศทางการออกแบบ (ต่อ)

| ความต้องการทางเทคนิค | ทิศทาง | รายละเอียดการกำหนดทิศทาง |
|---|---|---|
| ขั้นตอนในการเปลี่ยนถ่าน | ↓ | กำหนดให้ขั้นตอนในการเปลี่ยนถ่านหนึ่งครั้งมีขั้นตอนน้อยยิ่งดี เนื่องจากทำให้การเปลี่ยนถ่านทำได้สะดวกมากขึ้น ส่งผลให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มากขึ้น |

4.2.1.3 เมตริกซ์ความสัมพันธ์

เป็นการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์กับความต้องการทางเทคนิคดังภาพประกอบ 4.1 โดยมีกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ร่วมวิเคราะห์การให้คะแนนความสัมพันธ์ ซึ่งตัวอย่างรายละเอียดและที่มาของการให้คะแนนความสัมพันธ์จากภาพประกอบ 4.1 แสดงดังตาราง 4.10

| | | ความต้องการทางเทคนิค | ตำแหน่งในการใช้งาน | ลักษณะของพื้นที่เก็บพลังงาน | ลักษณะของการใช้งาน | ความหนาของอุปกรณ์ | อุปกรณ์ภายนอก | ความยาวของอุปกรณ์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ | IMP | O | O | O | ↓ | O | ↓ |
| รูปร่าง | มีความสวยงาม | 6.92 | | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| | ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย | 7.99 | 3 | | 9 | 3 | 3 | 3 |
| | มีขนาดเล็ก | 7.49 | 9 | 9 | | 9 | 3 | 9 |
| | มีขนาดบาง | 7.23 | 9 | 9 | | 9 | 1 | |
| | รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย | 8.24 | | | | 3 | 3 | 3 |
| การใช้งาน | สามารถเพิ่มเซนเซอร์ได้อีกในอนาคต | 7.59 | | | | | | |
| | มีปุ่มเรียกฉุกเฉิน | 8.23 | | | | | | |
| | มีอายุการใช้งานนาน(พลังงานและอุปกรณ์) | 8.17 | | 9 | | | | |
| | อุปกรณ์ไม่มีความร้อน(สัมผัสกับผิวหนัง) | 8.31 | | 9 | | | | |
| | ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ | 8.20 | 9 | | 9 | 3 | | 3 |

ภาพประกอบ 4.1 ตัวอย่างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ของเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

ตาราง 4.10 ตัวอย่างรายละเอียดและที่มาการให้คะแนนความสัมพันธ์จากภาพประกอบ 4.1

| ความต้องการทางเทคนิค / ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ | คะแนน | รายละเอียดและที่มา |
|---|---|---|
| ตำแหน่งในการใช้งาน / ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย | 3 | ตำแหน่งการใช้งานอุปกรณ์สามารถสร้างความสะดวกในการใช้งานอุปกรณ์ และเป็นตำแหน่งที่ไม่ขัดขวางการทำงานของพยาบาลในการพยาบาลผู้ป่วย ดังนั้นตำแหน่งการใช้งานอุปกรณ์จึงมีความสัมพันธ์กับรายการ “ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย” ที่ระดับปานกลาง โดยตำแหน่งการใช้งานอุปกรณ์คือข้อมือจนถึงต้นแขน ดังนั้นพยาบาลจะเป็นผู้พิจารณาตำแหน่งในการติดตั้งอุปกรณ์จากลักษณะกายภาพของข้อมือจนถึงต้นแขนว่าผู้ป่วยมีแผลหรืออุปกรณ์อื่นๆที่ติดตั้งอยู่กับผู้ป่วยหรือไม่เช่น เข็มน้ำเกลือ เป็นต้น โดยอาจทำให้ผู้ป่วยรู้สึกไม่สุขสบายในบางครั้ง ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับรายการ “ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่” ที่ระดับมาก และตำแหน่งในการใช้งานอุปกรณ์นั้นเป็นข้อมือจนถึงต้นแขนดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับรายการ “มีขนาดเล็ก” และ “มีขนาดบาง” ที่ระดับมาก เนื่องจากอุปกรณ์ขนาดเล็กและบางสามารถทำให้เกิดความยืดหยุ่นและความสะดวกในการใช้งานบนข้อมือจนถึงต้นแขนได้ |
| ตำแหน่งในการใช้งาน / มีขนาดเล็ก | 9 | |
| ตำแหน่งในการใช้งาน / มีขนาดบาง | 9 | |
| ตำแหน่งในการใช้งาน / ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ | 9 | |
| ลักษณะของตัวเก็บพลังงาน / มีความสวยงาม | 3 | เนื่องจากลักษณะของตัวเก็บพลังงานเป็นรายการที่ส่งผลต่ออายุการใช้งาน และรูปร่างของอุปกรณ์ ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับรายการ "มีความสวยงาม” ที่ระดับปานกลาง |

ตาราง 4.10 ตัวอย่างรายละเอียดและที่มาการให้คะแนนความสัมพันธ์จากภาพประกอบ 4.1 (ต่อ)

| ความต้องการทางเทคนิค / ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ | คะแนน | รายละเอียดและที่มา |
|---|---|---|
| ลักษณะของตัวเก็บพลังงาน / มีขนาดเล็ก | 9 | โดยที่ลักษณะของตัวเก็บพลังงานจะมีขนาดรูปร่างที่แตกต่างกันไป แต่ทั้งนี้ขนาดพลังงานที่จ่ายให้กับโหนดเซ็นเซอร์ที่ส่งผลโดยตรงกับอายุการใช้งาน และไม่มีความร้อนจะมีความสำคัญที่สุดในการเลือกลักษณะของตัวเก็บพลังงานดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์ระดับมากกับรายการ “มีอายุการใช้งานนาน” และ “อุปกรณ์ไม่มีความร้อน” อีกทั้งลักษณะของตัวเก็บพลังงานยังสามารถตอบสนองต่อรายการ “มีขนาดเล็ก” และ”มีขนาดบาง” ในระดับมาก เพราะการเลือกลักษณะของตัวเก็บพลังงานสามารถกำหนดขนาดของอุปกรณ์ได้ |
| ลักษณะของตัวเก็บพลังงาน / มีขนาดบาง | 9 | |
| ลักษณะของตัวเก็บพลังงาน / มีอายุการใช้งานนาน | 9 | |
| ลักษณะของตัวเก็บพลังงาน / อุปกรณ์ไม่มีความร้อน | 9 | |
| ลักษณะของการใช้งาน / มีความสวยงาม | 1 | เนื่องจากลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์จะเป็นตัวกำหนดรูปแบบหรือกลไกในการสวมใส่อุปกรณ์ ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับรายการ “ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย” ในระดับมาก เพราะอุปกรณ์จะถูกสวมใส่โดยตรงกับตัวผู้ป่วย ซึ่งลักษณะการใช้งานยังมีความสัมพันธ์กับรายการ “ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่” ในระดับมาก และลักษณะการใช้งานอุปกรณ์นั้นสามารถตอบสนองต่อรายการ “มีความสวยงาม” ในระดับน้อยด้วย เพราะกลไกการใช้งานอุปกรณ์สามารถสร้างความสวยงามในการใช้งานอุปกรณ์ได้ในขณะสวมใส่ |
| ลักษณะของการใช้งาน / ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย | 9 | |
| ลักษณะของการใช้งาน / ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ | 9 | |

ตาราง 4.10 ตัวอย่างรายละเอียดและที่มาการให้คะแนนความสัมพันธ์จากภาพประกอบ 4.1 (ต่อ)

| ความต้องการทางเทคนิค / ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ | คะแนน | รายละเอียดและที่มา |
|---|---|---|
| ความหนาของอุปกรณ์ / มีความสวยงาม | 3 | ขนาดความหนาของอุปกรณ์จะส่งผลโดยตรงต่อลักษณะการใช้งาน ตลอดจนรูปลักษณ์ของอุปกรณ์ ซึ่งความหนาของอุปกรณ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความสวยงามของอุปกรณ์ ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับรายการ “มีความสวยงาม” ที่ระดับปานกลาง โดยที่ความหนาของอุปกรณ์สามารถตอบสนองได้โดยตรงกับขนาดของอุปกรณ์ จึงมีความสัมพันธ์ในระดับมากกับรายการ “มีขนาดเล็ก” และ “มีขนาดบาง” ซึ่งความหนาของอุปกรณ์นั้นยังส่งผลต่อการพยาบาลผู้ป่วยด้วย เช่น ความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับรายการ “ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่” และ “รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย” ในระดับปานกลางด้วย |
| ความหนาของอุปกรณ์ / ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย | 3 | |
| ความหนาของอุปกรณ์ / มีขนาดเล็ก | 9 | |
| ความหนาของอุปกรณ์ / มีขนาดบาง | 9 | |
| ความหนาของอุปกรณ์ / รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย | 3 | |
| ความหนาของอุปกรณ์ / ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ | 3 | |
| รูปทรงภายนอก / มีความสวยงาม | 3 | รูปทรงภายนอกสามารถตอบสนองต่อผู้ใช้อุปกรณ์ในเรื่องรูปร่าง ดังนั้นจึงกำหนดให้มีความสัมพันธ์กับรายการ “มีความสวยงาม” และ “มีขนาดเล็ก” ในระดับปานกลาง และรายการ “มีขนาดบาง” ในระดับน้อย ซึ่งรูปทรงภายนอกนั้นเป็นคุณลักษณะที่กำหนดลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ว่าจะเป็นอย่างไร ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับรายการ “ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย” และ “รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย” ที่ระดับปานกลาง |
| รูปทรงภายนอก / ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย | 3 | |
| รูปทรงภายนอก / มีขนาดเล็ก | 3 | |
| รูปทรงภายนอก / มีขนาดบาง | 1 | |
| รูปทรงภายนอก / รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย | 3 | |

ตาราง 4.10 ตัวอย่างรายละเอียดและที่มาการให้คะแนนความสัมพันธ์จากภาพประกอบ 4.1 (ต่อ)

| ความต้องการทางเทคนิค / ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ | คะแนน | รายละเอียดและที่มา |
|---|---|---|
| ความยาวของอุปกรณ์ / มีความสวยงาม | 3 | ขนาดความยาวของอุปกรณ์จะส่งผลโดยตรงต่อลักษณะการใช้งาน ตลอดจนรูปลักษณ์ของอุปกรณ์ ซึ่งขนาดความยาวนั้นมีผลกระทบโดยตรงกับขนาดของอุปกรณ์ที่ผู้ใช้อุปกรณ์ต้องการคือ “มีขนาดเล็ก” ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์ในระดับมาก ตลอดจนความยาวของอุปกรณ์นั้นมีความสัมพันธ์กับรายการ “รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย” และ “ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่” เนื่องจากขนาดความยาวที่เกิดขึ้นอาจจะทำให้เกิดปัญหาได้ในการใช้งานอุปกรณ์ แต่ก็ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดอื่นๆ ด้วย เช่น ขนาดของโหนดเซ็นเซอร์ เป็นต้น และขนาดความยาวที่เหมาะสมยังสามารถสร้างความสวยงามให้กับอุปกรณ์ได้ด้วย ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับรายการ “มีความสวยงาม” ที่ระดับปานกลาง |
| ความยาวของอุปกรณ์ / ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย | 3 | |
| ความยาวของอุปกรณ์ / มีขนาดเล็ก | 9 | |
| ความยาวของอุปกรณ์ / รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย | 3 | |
| ความยาวของอุปกรณ์ / ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ | 3 | |

4.2.1.4 ค่าความสำคัญของความต้องการทางเทคนิค

เป็นค่าความสำคัญที่แสดงอยู่ด้านล่างของเมตริกซ์ โดยสื่อถึงว่าความต้องการทางเทคนิคมีคุณลักษณะในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์มากน้อยเพียงใด ซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ดังนี้

(1) ระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิค

ผู้วิจัยได้คำนวณระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิคในแต่ละรายการ โดยมีตัวอย่างการคำนวณระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิครายการ “ความยาวของอุปกรณ์” ดังสมการที่ 4.2

ระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิครายการ “ความยาวของอุปกรณ์”

= $\sum$ (คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์กับความต้องการทางเทคนิค × คะแนนความสำคัญ)

(4.2)

= (6.92×3) + (7.99×3) + (7.49×9) + (8.24×3) + (8.20×3) + (8.26×1) + (8.07×3) + (8.16×3) + (8.29×3) + (8.19×3)

= 267.85 (4.3)

จากสมการ 4.3 จะได้ระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิคของ “ความยาวอุปกรณ์” เท่ากับ 267.85 และเพื่อความสะดวกในการนำผลลัพธ์ไปใช้ต่อในเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนจึงทำการคำนวณระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบต่อไป

(2) ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบ

ผู้วิจัยได้นำระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิคไปคำนวณหาระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบในแต่ละรายการ ซึ่งระดับความสำคัญที่ได้จะแสดงเป็นค่าเปอร์เซ็นต์จากการเปรียบเทียบกับระดับน้ำหนักจากทุกรายการ โดยมีตัวอย่างการคำนวณระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิครายการ “ความยาวของอุปกรณ์” โดยการเปรียบเทียบ” ดังสมการที่ 4.4

ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิครายการ “ความยาวของอุปกรณ์” โดยการเปรียบเทียบ

= (ระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิค / ผลรวมของระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิค) × 100% (4.4)

$$= \frac{267.85}{4166.48}\Delta 100\%$$

= 6.43 (4.5)

ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบรายการอื่นได้แสดงดังตาราง 4.11 ซึ่งแสดงถึงความต้องการทางเทคนิคในแต่ละรายการว่ามีคุณลักษณะที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มากน้อยเพียงใด

ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบอุปกรณ์ และยังสามารถนำไปเป็นข้อมูลเพื่อปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ในอนาคตได้อีกด้วย โดยพบว่าความต้องการทางเทคนิคที่มีระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ ตำแหน่งในการใช้งาน (10.85) ลักษณะของตัวเก็บพลังงาน (10.72) และลักษณะของการใช้งาน (9.19) ตามลำดับ

ตาราง 4.11 แสดงค่าความสำคัญของความต้องการทางเทคนิค

| ความต้องการทางเทคนิค | ระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิค | ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบ | ลำดับ |
|---|---|---|---|
| ความยาวของอุปกรณ์ | 267.85 | 6.43 | 6 |
| ความกว้างของอุปกรณ์ | 267.85 | 6.43 | 7 |
| ความหนาของอุปกรณ์ | 333.92 | 7.99 | 4 |
| สีของอุปกรณ์ | 86.01 | 2.06 | 16 |
| ความทันสมัย | 86.25 | 2.07 | 15 |
| ตำแหน่งของสายต่อพ่วง | 99.20 | 2.38 | 14 |
| ตำแหน่งของปุ่ม | 80.99 | 1.94 | 18 |
| จำนวนชิ้นส่วน | 82.83 | 1.99 | 17 |
| รูปทรงภายนอก | 272.07 | 6.53 | 5 |
| ความหนาของวัสดุ | 171.51 | 4.12 | 11 |
| น้ำหนัก | 144.54 | 3.47 | 12 |
| ความทนทานของวัสดุ | 221.76 | 5.32 | 9 |
| การทำปฏิกิริยาของวัสดุ | 100.29 | 2.41 | 13 |
| อุณหภูมิที่ผิววัสดุ | 223.02 | 5.35 | 10 |
| อายุการใช้งาน | 228.99 | 5.50 | 8 |
| ลักษณะของตัวเก็บพลังงาน | 446.64 | 10.72 | 2 |

ตาราง 4.11 แสดงค่าความสำคัญของความต้องการทางเทคนิค (ต่อ)

| ความต้องการทางเทคนิค | ระดับน้ำหนักของความต้องการทางเทคนิค | ระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบ | ลำดับ |
|---|---|---|---|
| ลักษณะของการใช้งาน | 382.87 | 9.19 | 3 |
| ลักษณะของการทำความสะอาด | 73.98 | 1.78 | 19 |
| เวลาในการเปลี่ยนถ่าน | 72.45 | 1.74 | 20 |
| ขั้นตอนในการเปลี่ยนถ่าน | 72.45 | 1.74 | 21 |
| ตำแหน่งในการใช้งาน | 452.01 | 10.85 | 1 |
| รวม | 4166.48 | 100 | |

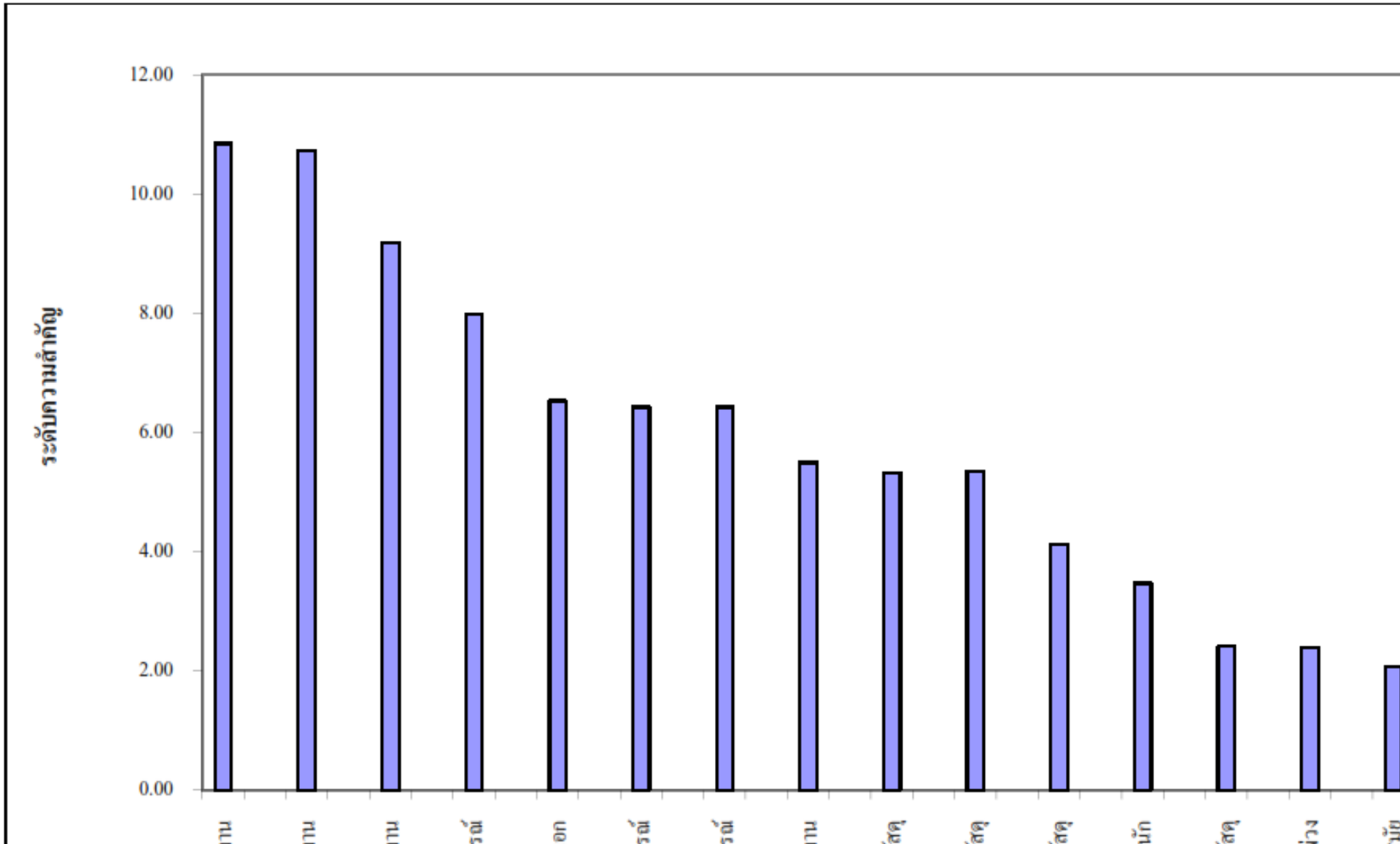
หลังจากนั้นจึงนำส่วนประกอบทั้งหมด 4 ส่วนได้แก่ ข้อมูลนำเข้าสำหรับการวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ ความต้องการทางเทคนิค เมตริกซ์ความสัมพันธ์ และค่าความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคมารวมกันได้เป็นเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์แสดงดังภาพประกอบ 4.2 โดยเรียงลำดับความต้องการทางเทคนิคที่มีค่าความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคจากมากไปน้อย และแสดงกราฟของระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบจากมากไปน้อยดังภาพประกอบ 4.3

ความต้องการทางเทคนิคและระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบที่ได้จะนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าสู่การวิเคราะห์เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน เพื่อทำการวิเคราะห์หาข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการทางเทคนิคซึ่งจะส่งผลให้ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่ได้เป็นข้อกำหนดที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ด้วย โดยขั้นตอนการวิเคราะห์เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนจะมีหลักการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

# เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์

| | ความต้องการทางเทคนิค | ตำแหน่งในการใช้งาน | ลักษณะของตัวเก็บพลังงาน | ลักษณะของการใช้งาน | ความหนาของอุปกรณ์ | รูปทรงภายนอก | ความยาวของอุปกรณ์ | ความกว้างของอุปกรณ์ | อายุการใช้งาน | ความทนทานของวัสดุ | อุณหภูมิที่ผิววัสดุ | ความหนาของวัสดุ | น้ำหนัก |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์** | **IMP** | O | O | O | ↓ | O | ↓ | ↓ | ↑ | ↑ | ↓ | O | ↓ |
| รูปร่าง | มีความสวยงาม | 6.92 | | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | |
| | ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย | 7.99 | 3 | | 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | 9 | | 9 |
| | มีขนาดเล็ก | 7.49 | 9 | 9 | | 9 | 3 | 9 | 9 | | | | 9 | |
| | มีขนาดบาง | 7.23 | 9 | 9 | | 9 | 1 | | | 1 | | | 3 | |
| | รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย | 8.24 | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | |
| การใช้งาน | สามารถเพิ่มเซนเซอร์ได้อีกในอนาคต | 7.59 | | | | | | | | | | | | |
| | มีปุ่มเรียกฉุกเฉิน | 8.23 | | | | | | | | | | | | |
| | มีอายุการใช้งานนาน(พลังงานและอุปกรณ์) | 8.17 | | 9 | | | | | | 9 | 9 | | | |
| | อุปกรณ์ไม่มีความร้อน(สัมผัสกับผิวหนัง) | 8.31 | | 9 | | | | | | | | 9 | | |
| | ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที | 8.20 | 9 | | 9 | 3 | | 3 | 3 | | | | | |
| วัสดุ | มีความแข็งแรงทนทาน | 8.26 | | | | 1 | 9 | 1 | 1 | 9 | 9 | | 9 | |
| | ไม่สกปรกง่าย | 7.91 | | | | | | | | | | | | |
| | มีน้ำหนักเบา | 8.07 | | 9 | | 3 | | 3 | 3 | | | | 1 | 9 |
| | ป้องกันน้ำ | 8.21 | | | | | | | | 9 | 9 | | | |
| | ไม่เป็นอันตราย | 8.48 | | | 1 | | | | | | | 9 | | |

# ระดับความสำคัญของความต้องการทาง



4.2.2 การวิเคราะห์เมตริกซ์ออกแบบชิ้นส่วน

การวิเคราะห์เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน ทำโดยนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์คือความต้องการทางเทคนิค และระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบมาไว้ด้านซ้ายของเมตริกซ์ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนมีรายละเอียดดังนี้

4.2.2.1 ข้อมูลนำเข้าสำหรับการวิเคราะห์เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน

เป็นการนำความต้องการทางเทคนิคและระดับความสำคัญของความต้องการทางเทคนิคโดยการเปรียบเทียบจากตาราง 4.11 มาใส่ทางด้านซ้ายมือของเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน ซึ่งจะได้เป็นข้อมูลนำเข้าของเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนดังตาราง 4.12

ตาราง 4.12 ข้อมูลนำเข้าของเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน

| ความต้องการทางเทคนิค | | % Relative |
|---|---|---|
| ลักษณะภายนอก | ความยาวของอุปกรณ์ | 6.43 |
| | ความกว้างของอุปกรณ์ | 6.43 |
| | ความหนาของอุปกรณ์ | 7.99 |
| | สีของอุปกรณ์ | 2.06 |
| | ความทันสมัย | 2.07 |
| | ตำแหน่งของสายต่อพ่วง | 2.38 |
| | ตำแหน่งของปุ่ม | 1.94 |
| | จำนวนชิ้นส่วน | 1.99 |
| | รูปทรงภายนอก | 6.53 |
| | ความหนาของวัสดุ | 4.12 |
| สมบัติของวัสดุ | น้ำหนัก | 3.47 |
| | ความทนทานของวัสดุ | 5.32 |
| | การทำปฏิกิริยาของวัสดุ | 2.41 |
| | อุณหภูมิที่ผิววัสดุ | 5.35 |

ตาราง 4.12 ข้อมูลนำเข้าของเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน (ต่อ)

| ความต้องการทางเทคนิค | | % Relative |
|---|---|---|
| ความสะดวกการใช้งาน | อายุการใช้งาน | 5.50 |
| | ลักษณะของตัวเก็บพลังงาน | 10.70 |
| | ลักษณะของการใช้งาน | 9.19 |
| | ลักษณะการทำความสะอาด | 1.78 |
| | เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนถ่าน | 1.74 |
| | ขั้นตอนในการเปลี่ยนถ่าน | 1.74 |
| | ตำแหน่งในการใช้งาน | 10.80 |

4.2.2.2 ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นสิ่งที่ได้จากการวิเคราะห์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อค้นหาข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการทางเทคนิค ซึ่งข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนจากการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 4.13

ตาราง 4.13 แสดงรายละเอียดข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนพร้อมเหตุผล

| ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน | เหตุผลและรายละเอียด |
|---|---|
| ABS plastic: วัสดุของอุปกรณ์คือพลาสติกชนิด ABS | การกำหนดวัสดุเป็นเทอร์โมพลาสติกชนิด ABS เนื่องจากมีคุณสมบัติคือความสมดุลในเรื่องความแข็งและเหนียว ทำให้สามารถทนต่อแรงกระแทกได้อย่างดี ทนต่อแรงเสียดสี คงสภาพรูปร่างได้ดี ทนความร้อน ทนสารเคมี ใช้ได้กับอุณหภูมิช่วง -20 ถึง 80 องศาเซลเซียส |
| ถ่านไฟฉายAAA: แบตเตอรี่ที่ใช้กับอุปกรณ์เป็นชนิด AAA 1.5 V | เนื่องจากมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าเหมาะสมกับโหนดเซ็นเซอร์ และมีขนาดที่ยอมรับได้ในการออกแบบ |
| สายผ้า: สายรัดชนิด Velcro Tape | กำหนดจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ในหอผู้ป่วย ซึ่งสายผ้ามีความสะดวกต่อการใช้งานร่วมกับผู้ป่วย และง่ายต่อการใช้งาน ปลอดภัย และสะดวกต่อการบำรุงรักษา |

ตาราง 4.13 แสดงรายละเอียดข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนพร้อมเหตุผล (ต่อ)

| ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน | เหตุผลและรายละเอียด |
|---|---|
| ลำตัวแบนมน: รูปร่างของลำตัวมีรูปทรงแบนมนไม่มีเหลี่ยมคม | ลำตัวแบนมนเป็นรายการที่กำหนดเพื่อให้รูปร่างภายนอกของอุปกรณ์มีลักษณะแบนมน ซึ่งมีรูปร่างที่สอดคล้องกับการใช้งานบนข้อมือจนถึงต้นแขนของผู้สวมใส่ และไม่เป็นอันตรายจากเหลี่ยมคม |
| เป้าหมายความหนา≤ 25 มิลลิเมตร: | เป็นเป้าหมายความหนาที่ได้จากการเผื่อระยะจากโหนดเซ็นเซอร์ในการมีรางถ่าน และชิ้นส่วนต่างๆ |
| เป้าหมายความกว้าง≤62.5 มิลลิเมตร: ขนาดความกว้างที่ตั้งไว้คือไม่เกิน 62.5 มิลลิเมตร เป็นการเผื่อเนื่องจากตัวโหนดเซ็นเซอร์มีขนาดความกว้าง 32.5 มิลลิเมตร | การกำหนดเป้าหมายของขนาดความกว้าง และความยาวมีที่มาจากการเผื่อระยะเพื่อเว้นให้มีกลไกการจับยึดต่างๆ และกลไกด้านเทคนิคในการออกแบบ |
| เป้าหมายความยาว≤ 87.3 มิลลิเมตร: ขนาดความยาวที่ตั้งไว้คือไม่เกิน 87.3 มิลลิเมตร เป็นการเผื่อเนื่องจากตัวโหนดเซ็นเซอร์มีขนาดความยาว 67.3 มิลลิเมตร | |
| มีตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน: ตัวเลื่อนสำหรับใช้ในการเปลี่ยนถ่าน | เพื่อให้เป็นรายการในการตอบสนองต่อความสะดวกในการเปลี่ยนถ่านต่อครั้ง ทำให้เจ้าหน้าที่มีความสะดวกในการเปลี่ยนถ่าน |
| ปุ่มสังเกตง่าย: ลักษณะของตัวปุ่มมีรูปแบบหน้าตาที่สะดุดตาสังเกตได้ทันที | เป็นการกำหนดเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อรายการ “ตำแหน่งของปุ่ม” และ “ความทันสมัย” โดยเป็นรายการที่กำหนดจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญในเรื่องของปุ่มกดของอุปกรณ์ในหอผู้ป่วยที่มีลักษณะการใช้งานไม่ตรงกับความพึงพอใจ |
| ปุ่มกดง่าย: ตัวปุ่มสามารถใช้นิ้วมือกดได้ง่ายเพียงครั้งเดียว | |
| มีช่องว่าง: ลำตัวของอุปกรณ์มีช่องว่างเพื่อเป็นช่องผ่านของสายเซ็นเซอร์, ปุ่ม, สายรัด | |

และได้มีการการกำหนดทิศทางการออกแบบเพื่อตั้งทิศทางในการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ในอนาคตดังตาราง 4.14

ตาราง 4.14 ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนและทิศทางการออกแบบ

| ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน | ทิศทาง | รายละเอียดการกำหนดทิศทาง |
|---|---|---|
| ABS plastic | O | ต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการออกแบบอุปกรณ์ เนื่องจากถ้ามีคุณสมบัติที่เหมาะสมมากเท่าไร ยิ่งส่งผลดีต่อการออกแบบเพราะจะทำให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์มากขึ้น |
| ถ่านไฟฉายAAA | O | |
| สายผ้าชนิด Velcro tape | O | |
| ลำตัวแบนมน | O | |
| เป้าหมายความหนา≤ 25 มิลลิเมตร | ↓ | ความหนาของอุปกรณ์ตั้งเป้าหมายไว้ที่ 25 มิลลิเมตร แต่หากมีการปรับปรุงอุปกรณ์ให้มีความหนาน้อยลง จะสามารถทำให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มากขึ้น |
| เป้าหมายความกว้าง≤62.5 มิลลิเมตร | ↓ | ความกว้างของอุปกรณ์ตั้งเป้าหมายไว้ที่ 62.5 มิลลิเมตร แต่หากมีการปรับปรุงอุปกรณ์ให้มีความกว้างน้อยลง จะสามารถทำให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มากขึ้น |
| เป้าหมายความยาว≤ 87.3 มิลลิเมตร | ↓ | ความกว้างของอุปกรณ์ตั้งเป้าหมายไว้ที่ 87.3 มิลลิเมตร แต่หากมีการปรับปรุงอุปกรณ์ให้มีความยาวน้อยลง จะสามารถทำให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มากขึ้น |
| มีตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน | O | ตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่านต้องออกแบบให้มีรูปร่างและตำแหน่งที่มีความเหมาะสมในการใช้งานซึ่งจะทำให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ |
| ปุ่มสังเกตง่าย | ↑ | ลักษณะของปุ่มกดหากมีการออกแบบให้มีลักษณะที่เด่นชัด สังเกตง่ายมากขึ้นจะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มาก |

ตาราง 4.14 ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนและทิศทางการออกแบบ (ต่อ)

| ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน | ทิศทาง | รายละเอียดการกำหนดทิศทาง |
|---|---|---|
| มีช่องว่าง | ↓ | ช่องว่างบนลำตัวอุปกรณ์ยิ่งมีน้อยเพียงใด ยิ่งทำให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มาก |
| ปุ่มกดง่าย | ↑ | ลักษณะของปุ่มกดหากมีการออกแบบให้มีลักษณะการใช้งานได้ง่าย จะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ได้มาก |

4.2.2.3 เมตริกซ์ความสัมพันธ์

เป็นการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการทางเทคนิคกับข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนดังภาพประกอบ 4.4 โดยมีกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ร่วมวิเคราะห์การให้คะแนนความสัมพันธ์ ซึ่งตัวอย่างของรายละเอียดการให้คะแนนความสัมพันธ์แสดงดังตาราง 4.15

| | | ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน | ABS plastic | ถ่าน"ไฟฉาย AAA, 1.5V | สายผ้าชนิด Velcro Tape | ลำตัวแบนบน | เป้าหมายของความหนาคือ"ไม่เกิน25 มม. | เป้าหมายของความกว้างคือ"ไม่เกิน62.5มม. | เป้าหมายของความยาวคือ"ไม่เกิน87.3มม. | ด้วงสื่อนไอ-ปิดวางถ่าน | ปุ่มสังเกตง่าย(มีขนาด/ลักษณะระดุดตา) | มีช่องว่าง(สำหรับสายเซ็นเซอร์,เสา,สายรัด) | ปุ่มกดง่าย(ลักษณะของปุ่มกด"ใช้ง่าย) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความต้องการทางเทคนิค | IMP | O | O | O | O | ↓ | ↓ | ↓ | O | ↑ | ↓ | ↑ |
| ลักษณะภายนอก | ความยาวของอุปกรณ์ | 6.43 | | | | 3 | | | 9 | | | | |
| | ความกว้างของอุปกรณ์ | 6.43 | | | | 3 | | 9 | | | | | |
| | ความหนาของอุปกรณ์ | 7.99 | | 9 | | 3 | 9 | | | | | | |
| | สีของอุปกรณ์ | 2.06 | | | | | | | | | | | |
| | ความทันสมัย | 2.07 | 9 | | 1 | 3 | | | | | 3 | | |
| | ตำแหน่งของสายต่อพ่วง | 2.38 | | | | | | | | | | 9 | |
| | ตำแหน่งของปุ่ม | 1.94 | | | | | | | | | 9 | | 9 |
| | จำนวนชิ้นส่วน | 1.99 | 3 | | | | | | | 3 | | | |

ภาพประกอบ 4.4 เมตริกซ์ความสัมพันธ์ของเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน

ตาราง 4.15 ตัวอย่างรายละเอียดและที่มาการให้คะแนนความสัมพันธ์จากภาพประกอบ 4.4

| ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน / ความต้องการทางเทคนิค | คะแนน | รายละเอียดและที่มา |
|---|---|---|
| ABS plastic / ความทันสมัย | 9 | ABS plastic เป็นรายการที่สามารถตอบสนองต่อคุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุที่ผู้ใช้อุปกรณ์ต้องการซึ่งเทอร์โมพลาสติก ABS plastic นั้นเป็นวัสดุที่ทันสมัยในการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ ในปัจจุบัน และยังสามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการขึ้นรูปต้นแบบรวดเร็ว (RP) ซึ่งสามารถขึ้นรูปชิ้นส่วนๆ ต่างของอุปกรณ์ได้ ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับรายการ “ความทันสมัย” ที่ระดับมาก และรายการ “จำนวนชิ้นส่วน” ที่ระดับปานกลาง |
| ABS plastic / จำนวนชิ้นส่วน | 3 | |
| ถ่านไฟฉาย AAA / ความหนาของอุปกรณ์ | 9 | เนื่องจาก “ถ่านไฟฉาย AAA” เป็นข้อกำหนดที่ทำให้ต้องมีการออกแบบรางถ่านชนิดAAA ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับรายการ “ความหนาของอุปกรณ์” ที่ระดับมากเพราะความหนาของอุปกรณ์จะมีขนาดเปลี่ยนแปลง จากการเปลี่ยนประเภทของถ่านไฟฉาย |
| สายผ้าชนิด Velcro tape / ความทันสมัย | 1 | สายผ้าเป็นข้อกำหนดที่ถูกกำหนดจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญที่พบว่าอุปกรณ์ทางการแพทย์ในปัจจุบัน เช่น เครื่องวัดความดัน อุปกรณ์กดเส้นเลือด จะใช้สายผ้าเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับร่างกายผู้ป่วย และยังสะดวกกับการทำความสะอาด ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการให้คะแนนความสัมพันธ์ |

คะแนนความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจะนำไปใช้สำหรับคำนวณหาค่าความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนต่อไป

4.2.2.4 ค่าความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน

เป็นค่าความสำคัญที่สื่อถึงว่าข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนมีคุณลักษณะในการตอบสนองต่อความต้องการทางเทคนิคมากน้อยเพียงใด ซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ดังนี้

(1) ระดับน้ำหนักของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน

ผู้วิจัยได้คำนวณระดับน้ำหนักของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนในแต่ละรายการแสดงดังตาราง 4.16

(2) ระดับความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนโดยการเปรียบเทียบ

ผู้วิจัยได้นำระดับน้ำหนักของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนไปคำนวณหาระดับความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนโดยการเปรียบเทียบในแต่ละรายการแสดงดังตาราง 4.16 โดยผลที่ได้พบว่าข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่มีระดับความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนโดยการเปรียบเทียบมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ ABS plastic (20.51) ถ่านไฟฉายAAA (19.27) สายผ้า Velcro tape (16.82) ตามลำดับ

ตาราง 4.16 แสดงค่าความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน

| ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน | ระดับน้ำหนักของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน | ระดับความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนโดยการเปรียบเทียบ | ลำดับ |
|---|---|---|---|
| ปุ่มสังเกตง่าย | 24 | 2.13 | 9 |
| ปุ่มกดง่าย | 17 | 1.57 | 11 |
| ลำตัวแบนมน | 128 | 11.45 | 4 |
| มีช่องว่าง | 21 | 1.92 | 10 |
| มีตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน | 37 | 3.35 | 8 |
| เป้าหมายความหนา ≤ 25 มิลลิเมตร | 95 | 8.50 | 5 |
| เป้าหมายความกว้าง ≤62.5 มิลลิเมตร | 81 | 7.24 | 6 |
| เป้าหมายความยาว ≤ 87.3 มิลลิเมตร | 81 | 7.24 | 7 |

ตาราง 4.16 แสดงค่าความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน

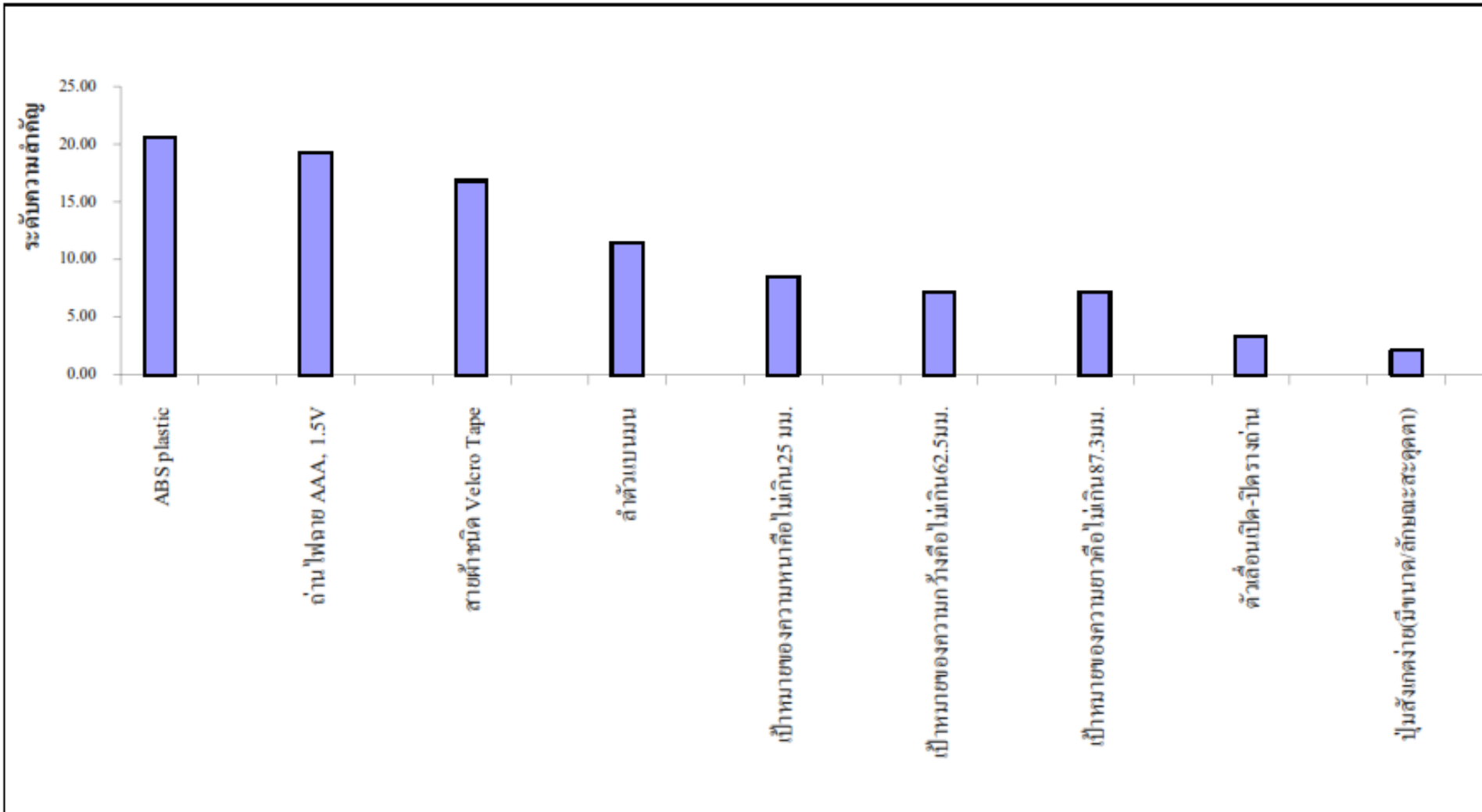
| ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน | ระดับน้ำหนักของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน | ระดับความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนโดยการเปรียบเทียบ | ลำดับ |
|---|---|---|---|
| ABS plastic | 228 | 20.51 | 1 |
| สายผ้า Velcro tape | 187 | 16.82 | 3 |
| ถ่านไฟฉายAAA | 215 | 19.27 | 2 |

ภาพรวมของการวิเคราะห์เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนได้แสดงดังภาพประกอบ 4.5 โดยแสดงระดับความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนโดยเปรียบเทียบจากมากไปน้อย และแสดงกราฟของระดับความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนโดยเปรียบเทียบดังภาพประกอบ 4.6 ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD จะนำไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อวิเคราะห์ในเทคนิค FMEA เพื่อออกแบบวิธีการควบคุมการออกแบบสำหรับการป้องกันไม่ให้เกิดหรือลดการเกิดลักษณะข้อบกพร่องในการใช้งานอุปกรณ์

# เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน

| | ความต้องการทางเทคนิค | IMP | ข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน | ABS plastic | ถ่านไฟฉาย AAA, 1.5V | สายผ้าไนล์ Velcro Tape | สำตัวแบนบน | เป้าหมายของความหนาคือไม่เกิน25 มม. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | O | O | O | O | ← |
| ลักษณะภายนอก | ความยาวของอุปกรณ์ | 6.43 | | | | | 3 | |
| | ความกว้างของอุปกรณ์ | 6.43 | | | | | 3 | |
| | ความหนาของอุปกรณ์ | 7.99 | | | 9 | | 3 | 9 |
| | สีของอุปกรณ์ | 2.06 | | | | | | |
| | ความทันสมัย | 2.07 | 9 | | | 1 | 3 | |
| | ตำแหน่งของสายต่อพ่วง | 2.38 | | | | | | |
| | ตำแหน่งของปุ่ม | 1.94 | | | | | | |
| | จำนวนชิ้นส่วน | 1.99 | 3 | | | | | |
| | รูปทรงภายนอก | 6.53 | | | | | 9 | |
| | ความหนาของวัสดุ | 4.12 | | | | | | 3 |
| สมบัติวัสดุ | น้ำหนัก | 3.47 | 9 | 3 | | | | 3 |
| | ความทนทานของวัสดุ | 5.32 | 9 | | | | | |
| | การทำปฏิกิริยาของวัสดุ | 2.41 | 9 | | | | | |
| | อุณหภูมิที่ผิววัสดุ | 5.35 | 9 | 3 | | | | |
| | อายุการใช้งาน | 5.50 | 9 | 3 | | | | |

# ระดับความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน



### 4.3 ผลการประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA และการออกแบบอุปกรณ์

การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA ได้ใช้ผลลัพธ์จากเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนจากภาพประกอบ 4.5 คือข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนเพื่อทำการวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องที่มีต่อการใช้งานอุปกรณ์ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาจากข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่สอดคล้องกับการใช้งานอุปกรณ์ดังตาราง 4.17 พบว่ามีองค์ประกอบเพื่อเป็นรายการหลักในการวิเคราะห์คือ ลำตัวแบนมน ตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน สายรัด และปุ่ม โดยมีข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่เหลือเป็นเงื่อนไข เช่น ลำตัวแบนมนจะเป็นรายการหลักในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FMEA โดยมีเงื่อนไขคือ เป้าหมายความหนาไม่เกิน 25 มิลลิเมตร เป้าหมายความกว้างไม่เกิน 62.5 มิลลิเมตร เป้าหมายความยาวไม่เกิน 87.3 มิลลิเมตร มีช่องว่างบนตัวอุปกรณ์ และวัสดุของลำตัวแบนมนคือ พลาสติกชนิด ABS เป็นต้น

ตาราง 4.17 การพิจารณาข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนสำหรับการวิเคราะห์เทคนิค FMEA

**ชื่อชิ้นงาน :** อุปกรณ์สำหรับการเฝ้าระวังผู้ป่วย (โหนดเซ็นเซอร์)
**ชื่อกระบวนการ :** ออกแบบรูปร่างภายนอกให้กับตัวโหนดเซ็นเซอร์
- เป็นอุปกรณ์สำหรับสวมใส่กับตัวผู้ป่วยเฝ้าระวังเพื่อให้พยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลป้องกันความเสี่ยง

| **องค์ประกอบ** | **หน้าที่/ประโยชน์การใช้งาน** | |
|---|---|---|
| | **ลักษณะการใช้งาน** | **เงื่อนไข** |
| ลำตัวแบนมน | เป็นรูปร่างภายนอกของตัวโหนดเซ็นเซอร์ | เป้าหมายความหนา≤25 มิลลิเมตร<br>เป้าหมายความกว้าง≤62.5 มิลลิเมตร<br>เป้าหมายความยาว ≤87.3 มิลลิเมตร<br>มีช่องว่างบนอุปกรณ์<br>วัสดุคือ ABS Plastic |
| ตัวเลื่อนปิด-เปิดรางถ่าน | ใช้เลื่อนเปิด-ปิดเวลาเปลี่ยนถ่าน | ถ่านไฟฉาย AAA |
| สายรัด | ตัวเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับร่างกายผู้ป่วย | วัสดุคือผ้า Velcro Tape |
| ปุ่ม | กดเพื่อเรียกพยาบาล | ปุ่มสังเกตง่าย<br>ปุ่มกดง่าย |

การวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องจากการใช้งานอุปกรณ์ ผู้วิจัยได้แบ่งเป็นการวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ และการวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ซึ่งผลที่ได้มีดังนี้

4.3.1 การวิเคราะห์ FMEA เพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

เป็นการวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ ซึ่งผลที่ได้มีดังนี้

4.3.1.1 การกำหนดลักษณะข้อบกพร่อง ผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่อง และสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่อง

เป็นการกำหนดลักษณะข้อบกพร่องพร้อมกับให้รายละเอียดว่าผลกระทบ และสาเหตุที่สอดคล้องกับลักษณะข้อบกพร่องเป็นอย่างไร ซึ่งผลที่ได้มีรายละเอียดดังนี้

(1) สัญญาณของปุ่มไม่ทำงานเป็นลักษณะของการทำงานของปุ่มกดที่คาดว่าเมื่อกดแล้วไม่สามารถทำให้พยาบาลทราบได้ โดยมีแนวโน้มของสาเหตุคือปุ่มกดของอุปกรณ์เพื่อเรียกพยาบาลมีความสึกหรอทางด้านกายภาพ ซึ่งผลกระทบที่ตามมาร้ายแรงที่สุดคือผู้ป่วยเสียชีวิตหากผู้ป่วยผู้นั้นต้องการความช่วยเหลืออย่างเร่งด่วน

(2) สัญญาณของปุ่มไม่ทำงานเนื่องจากปุ่มกดไม่ลงเพราะลักษณะกายภาพของปุ่มกดถูกออกแบบมาไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน ส่งผลให้เกิดผลกระทบคือผู้ป่วยเสียชีวิตหากผู้ป่วยผู้นั้นต้องการความช่วยเหลืออย่างเร่งด่วน

(3) ไม่สามารถกดปุ่มได้เป็นกรณีที่ผู้ป่วยต้องการความช่วยเหลือจากพยาบาลในหอผู้ป่วย และหากผู้ป่วยผู้นั้นไม่ได้รับความช่วยเหลือสามารถส่งผลกระทบให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้ โดยมีแนวโน้มของสาเหตุคือลักษณะกายภาพของปุ่มกดสังเกตได้ยาก

(4) สัญญาณเรียกตลอดเวลาโดยมีแนวโน้มของสาเหตุคือปุ่มที่ใช้กดเรียกพยาบาลค้างส่งผลให้เกิดความไม่สุขสบายของพยาบาลและผู้ป่วยในหอผู้ป่วยได้

(5) ไม่สามารถเปลี่ยนถ่านได้เกิดจากแนวโน้มที่ฝาเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่านเลื่อนไม่ออก ส่งผลให้เมื่อพลังงานของแบตเตอรี่หมดก็จะไม่สามารถใช้อุปกรณ์สำหรับเฝ้าระวังผู้ป่วยได้

(6) แผ่นเลื่อนของฝาเปิด-ปิดรางถ่านในขณะที่ติดตั้งกับตัวผู้ป่วยปิดไม่สนิทเกิดจากแนวโน้มของการยึดติดระหว่างชิ้นส่วนไม่ได้ตำแหน่งที่เหมาะสมส่งผลให้ผู้ป่วยรู้สึกไม่สุขสบายเมื่อสวมใส่อุปกรณ์

(7) แผ่นเลื่อนของฝาเปิด-ปิดรางถ่านในขณะที่ติดตั้งกับตัวผู้ป่วยปิดไม่ได้เนื่องจากมีลักษณะชำรุด ส่งผลให้ผู้ป่วยรู้สึกไม่สุขสบายเมื่อสวมใส่อุปกรณ์

(8) สายผ้าที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับผู้ป่วยหลุดจากอุปกรณ์ ส่งผลให้ผู้ป่วยสวมใส่อุปกรณ์ไม่ได้ โดยมีแนวโน้มของสาเหตุคือวิธีการยึดติดระหว่างสายผ้ากับลำตัวไม่มีความเหมาะสม

(9) ลำตัวของอุปกรณ์สึกหรอส่งผลให้ผู้ป่วยไม่สามารถใช้อุปกรณ์เพื่อสวมใส่ได้เนื่องจากการยึดติดที่ระหว่างชิ้นส่วนของลำตัวไม่พอดี

(10) ตัวโหนดเซ็นเซอร์ที่อยู่ภายในลำตัวไม่อยู่นิ่งไม่มั่นคงสาเหตุจากโครงสร้างการจับยึดภายในลำตัวอุปกรณ์ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ผู้ใช้งานรู้สึกไม่มั่นใจในการใช้อุปกรณ์

รายละเอียดของผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่อง และสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจะเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์วิธีการควบคุมการออกแบบเพื่อลดโอกาสเกิดของสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่องต่อไป

4.3.1.2 การให้คะแนนความรุนแรง

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คะแนนความรุนแรงโดยอาศัยการพูดคุยเกี่ยวกับปัญหาการใช้งานอุปกรณ์จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญโดยอ้างอิงจากตาราง 3.5 เพื่อเป็นการกำหนดคะแนนความรุนแรงที่สอดคล้องกับแนวโน้มลักษณะข้อบกพร่อง ซึ่งผลที่ได้แสดงดังตาราง 4.18

ตาราง 4.18 ผลการให้คะแนนความรุนแรงเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

| **รายการ** | **แนวโน้มผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่อง** | **รายละเอียด** | **(S)** |
|---|---|---|---|
| 1 | ผู้ป่วยเสียชีวิต | เป็นผลกระทบที่รุนแรงที่สุด ที่หอผู้ป่วยไม่อยากให้เกิด | 10 |
| 2 | ผู้ป่วยเสียชีวิต | เป็นผลกระทบที่รุนแรงที่สุด ที่หอผู้ป่วยไม่อยากให้เกิด | 10 |

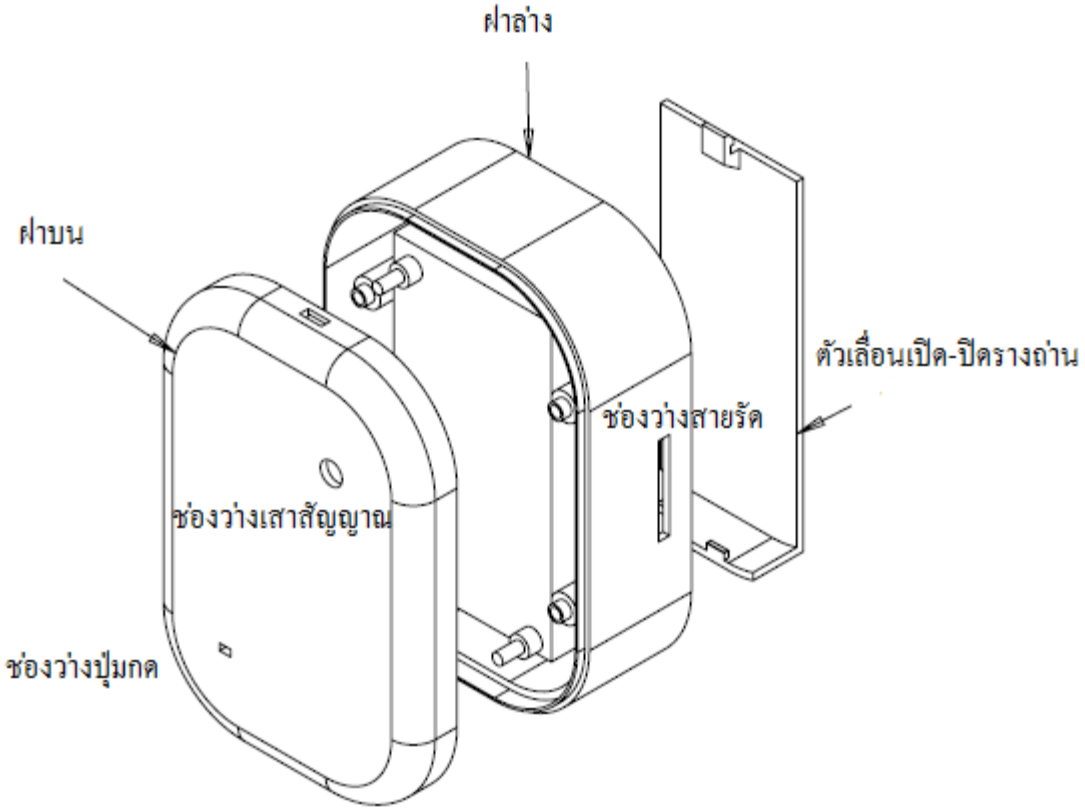
ตาราง 4.18 ผลการให้คะแนนความรุนแรงเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ (ต่อ)

| รายการ | แนวโน้มผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่อง | รายละเอียด | (S) |
|---|---|---|---|
| 3 | ผู้ป่วยเสียชีวิต | เป็นผลกระทบที่รุนแรงที่สุด ที่หอผู้ป่วยไม่อยากให้เกิด | 10 |
| 4 | เกิดความไม่สุขสบายของพยาบาลและผู้ป่วย | เป็นผลกระทบที่ยังสามารถใช้อุปกรณ์ในการเฝ้าระวังผู้ป่วยได้ แต่เป็นการสร้างความไม่พึงพอใจให้กับผู้ใช้อุปกรณ์ | 7 |
| 5 | ไม่สามารถเฝ้าระวังผู้ป่วยได้ | ไม่สามารถใช้อุปกรณ์ในการเฝ้าระวังผู้ป่วยได้ | 8 |
| 6 | ผู้ป่วยรู้สึกไม่สุขสบาย | เป็นผลกระทบที่ยังสามารถใช้อุปกรณ์ในการเฝ้าระวังผู้ป่วยได้ แต่เป็นการสร้างความไม่พึงพอใจให้กับผู้ป่วย เนื่องจากรู้สึกไม่สุขสบายจากการใช้อุปกรณ์ | 7 |
| 7 | ผู้ป่วยรู้สึกไม่สุขสบาย | เป็นผลกระทบที่ยังสามารถใช้อุปกรณ์ในการเฝ้าระวังผู้ป่วยได้ แต่เป็นการสร้างความไม่พึงพอใจให้กับผู้ป่วย เนื่องจากรู้สึกไม่สุขสบายจากการใช้อุปกรณ์ | 7 |
| 8 | ผู้ป่วยสวมใส่อุปกรณ์ไม่ได้ | เป็นผลกระทบที่ส่งผลให้ผู้ป่วยไม่สามารถใช้อุปกรณ์ในการเฝ้าระวังได้ | 8 |
| 9 | ผู้ป่วยสวมใส่อุปกรณ์ไม่ได้ | เป็นผลกระทบที่ส่งผลให้ผู้ป่วยไม่สามารถใช้อุปกรณ์ในการเฝ้าระวังได้ | 8 |
| 10 | ผู้ใช้อุปกรณ์รู้สึกไม่มั่นใจในการใช้อุปกรณ์ | เป็นผลกระทบที่สามารถใช้อุปกรณ์ได้ แต่จะก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจ | 6 |

4.3.1.3 การควบคุมการออกแบบเพื่อลดลักษณะข้อบกพร่อง

ผลการควบคุมการออกแบบที่ใช้ในการควบคุมโอกาสเกิดของสาเหตุลักษณะข้อบกพร่องผู้วิจัยได้กำหนดคุณลักษณะต่างๆ ที่สอดคล้องกับรายการการวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะ

ข้อบกพร่องของอุปกรณ์ซึ่งมีชิ้นส่วนของอุปกรณ์ดังภาพประกอบ 4.7 เพื่อเป็นข้อกำหนดสำหรับพึงระวังในการออกแบบอุปกรณ์ โดยผลการควบคุมการออกแบบมีดังนี้




ภาพประกอบ 4.7 ชิ้นส่วนของอุปกรณ์

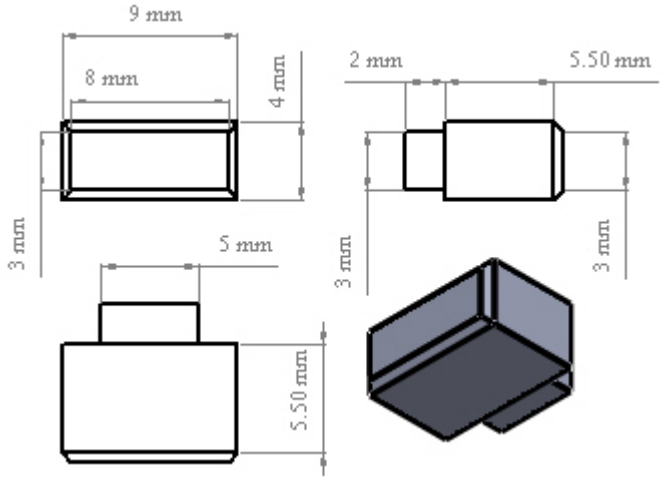
(1) ปุ่มกดอุปกรณ์สำหรับใช้เรียกพยาบาลได้ออกแบบเป็นปุ่มกดในแนวดิ่งโดยมีคุณลักษณะดังนี้

(1.1) เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมดังภาพประกอบ 4.8 โดยมีขนาดความกว้าง 4 มิลลิเมตร และขนาดความสูง 8 มิลลิเมตร มีผิวสัมผัสที่ปุ่มของโหนดเซ็นเซอร์ขนาด 5×3 มิลลิเมตร$^2$ และผิวสัมผัสระหว่างปุ่มกดกับนิ้วของผู้กดเท่ากับ 3×8 มิลลิเมตร$^2$

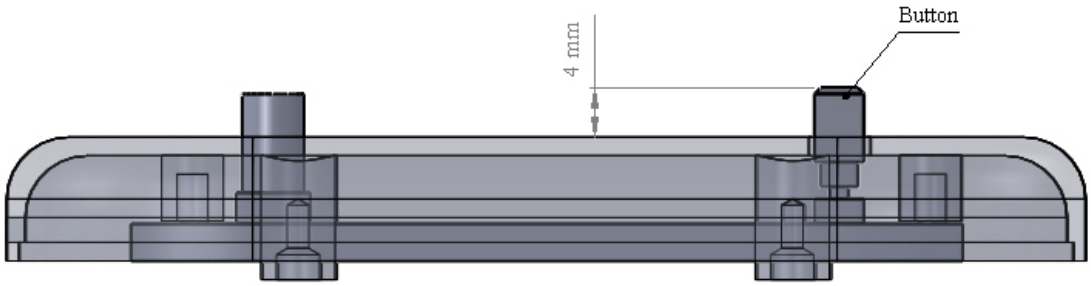
(1.2) มีระยะกดลงเท่ากับ 2 มิลลิเมตร และระยะลอยตัวของปุ่มขณะที่ไม่ได้กดปุ่มเท่ากับ 4 มิลลิเมตรดังภาพประกอบ 4.9

(1.3) วัสดุที่ใช้คือปุ่มกดยางซิลิโคน เนื่องจากยางซิลิโคนเป็นยางสังเคราะห์ชนิดหนึ่ง ซึ่งในแกนสายโซ่หลักของโมเลกุลประกอบด้วยอะตอมของซิลิกอน (Si) และออกซิเจน (O) มี สมบัติคือทนกรดด่างได้ทุกชนิด ทนต่อสภาพอากาศ ออกซิเจน โอโซน แสงแดด

และความร้อนได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำมากๆ ได้ สามารถคงตัวที่อุณหภูมิ -101 ถึง 315 องศาเซลเซียส มีอายุการใช้งานนาน 15 ปี (ไม่สูญเสียทางกายภาพ) ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่มีพิษ




ภาพประกอบ 4.8 รูปร่างของปุ่มกด




ภาพประกอบ 4.9 แสดงระยะลอยตัวของปุ่มกดขณะใช้งาน

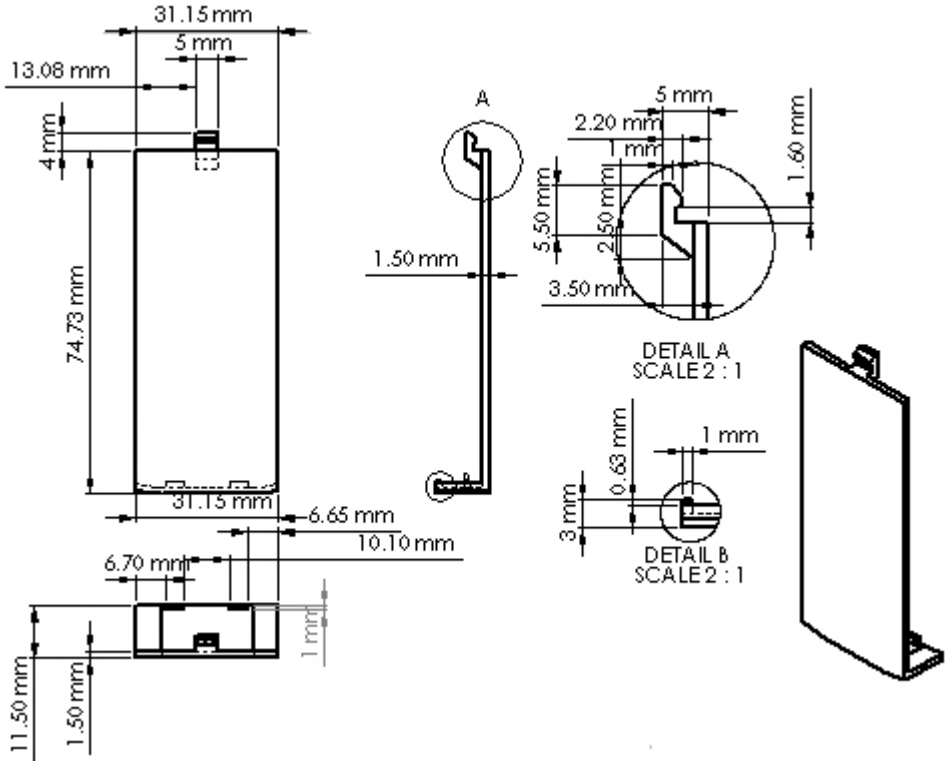
(2) ตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่านใช้สำหรับเปิด-ปิดรางถ่านแสดงดังภาพประกอบ 4.10 โดยมีคุณลักษณะดังนี้

(2.1) ขนาดความยาวของตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน 74.73 มิลลิเมตร ขนาดความกว้าง 31.15 มิลลิเมตร ความหนา 1.50 มิลลิเมตร

(2.2) ระยะล็อคเพื่อปิดรางถ่านส่วนหัวของตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน เท่ากับ 4 มิลลิเมตร และส่วนท้ายเท่ากับ 0.63 มิลลิเมตร

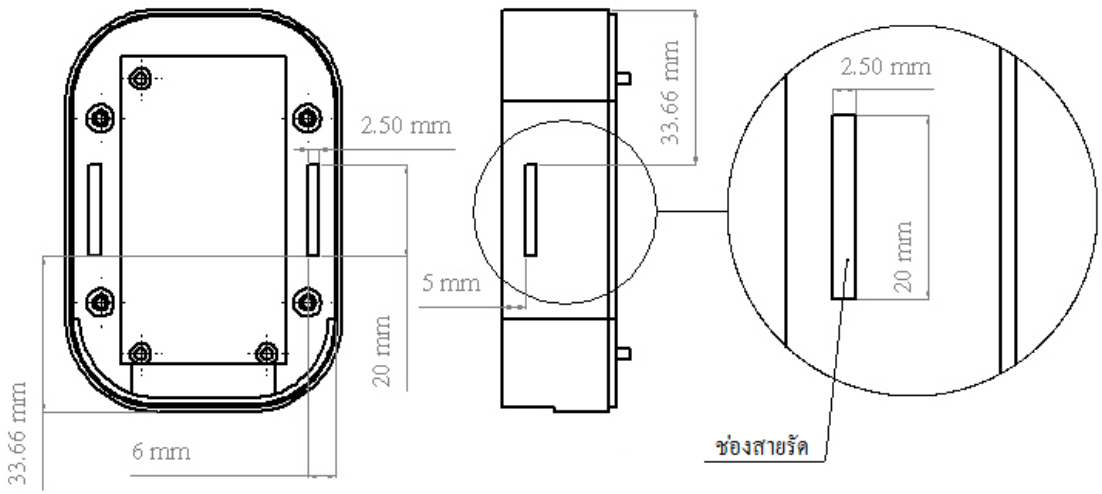
(2.3) ระยะห่าง (Clearance) ของส่วนหัวของแผ่นเลื่อนเท่ากับ 0.2 มิลลิเมตร และระยะห่าง (Clearance) ของส่วนลำตัวของแผ่นเลื่อนเท่ากับ 0.3 มิลลิเมตร

(2.4) ระยะเข้าของตัวล็อคกำหนดให้เข้าได้ทั้งหมด เพื่อให้พื้นที่ผิวของแผ่นเลื่อนสัมผัสกับพื้นที่ผิวของลำตัวอุปกรณ์ โดยพื้นที่ผิวเอียงของตัวล็อคส่วนหัวจะเป็นตัวกำหนดระยะปิด



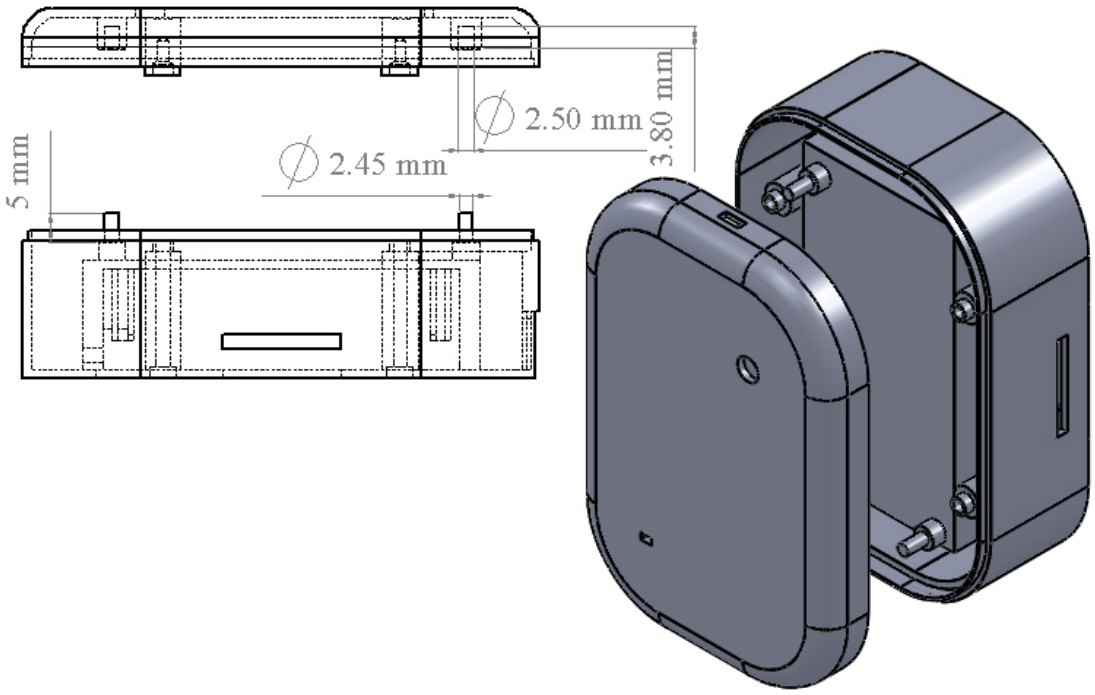

ภาพประกอบ 4.10 แสดงรูปร่างของตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน

(3) การออกแบบช่องว่างสำหรับใส่สายรัด เพื่อเป็นช่องว่างสำหรับสอดสายผ้าเพื่อเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างลำตัวของอุปกรณ์กับร่างกายผู้ป่วย ซึ่งมีรูปร่างดังภาพประกอบ 4.11 โดยช่องว่างสำหรับใส่สายรัดนั้นได้ออกแบบให้มีช่องว่างอยู่ใต้ลำตัวของอุปกรณ์ โดยมีขนาดความกว้าง 2.50 มิลลิเมตร ความยาว 20 มิลลิเมตร และเป็นช่องว่างที่ทะลุระหว่างด้านล่างกับด้านซ้ายและขวาของลำตัวเพื่อสอดใส่สายผ้าเข้าไปยึดระหว่างด้านซ้ายและด้านขวาของลำตัว




ภาพประกอบ 4.11 ลักษณะของช่องว่างสำหรับใส่สายรัด

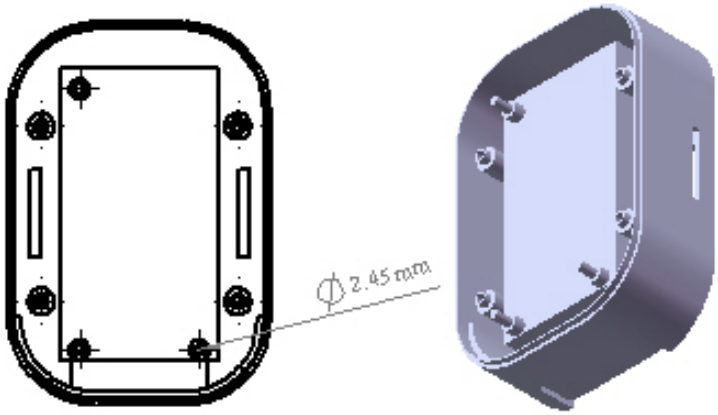
(4) การออกแบบลักษณะการยึดติดระหว่างชิ้นส่วนของลำตัวเพื่อควบคุมสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องจากการยึดติดของชิ้นส่วนระหว่างฝาบนกับฝาล่างไม่พอดี มีลักษณะการควบคุมดังภาพประกอบ 4.12




ภาพประกอบ 4.12 ลักษณะของการยึดติดระหว่างชิ้นส่วนของลำตัวอุปกรณ์

หลักการของการยึดติดระหว่างชิ้นส่วนของลำตัวอุปกรณ์นั้นได้ออกแบบให้มีลักษณะเป็นรูยึดติดขนาด 2.50 มิลลิเมตร และ 2.45 มิลลิเมตรระหว่างชิ้นส่วนของลำตัวโดยมีสกรูขนาด 2 มิลลิเมตรเป็นตัวยึดติดบริเวณมุมทั้ง 4 ของลำตัว

(5) การควบคุมการออกแบบของแนวโน้มสาเหตุจากโครงสร้างการจับยึดภายในไม่สมบูรณ์นั้น ได้มีการควบคุมการออกแบบให้มีตัวยึดโหนดเซ็นเซอร์ขนาด 2.45 มิลลิเมตรที่รูว่างของตัวโหนดเซ็นเซอร์เพื่อยึดโหนดเซ็นเซอร์ให้อยู่นิ่ง และเพื่อเป็นตัวกันโง่ให้กับการวางตัวโหนดด้วย โดยมีรูปร่างดังภาพประกอบ 4.13




ภาพประกอบ 4.13 ลักษณะของการยึดติดตัวโหนดเซ็นเซอร์

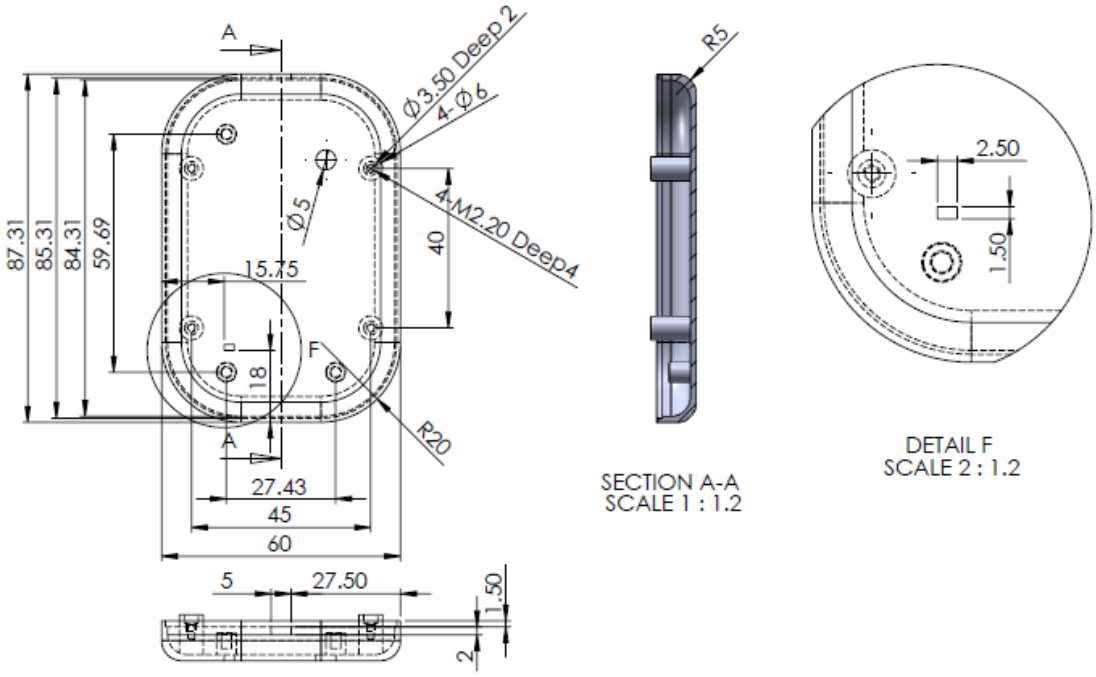
ดังนั้นวิธีการควบคุมการออกแบบที่ได้จะนำไปเป็นสิ่งที่พึงระวังในการออกแบบควบคู่กับข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนที่ได้จากเทคนิค QFD เพื่อนำไปออกแบบอุปกรณ์ต่อไป

4.3.1.4 การออกแบบอุปกรณ์

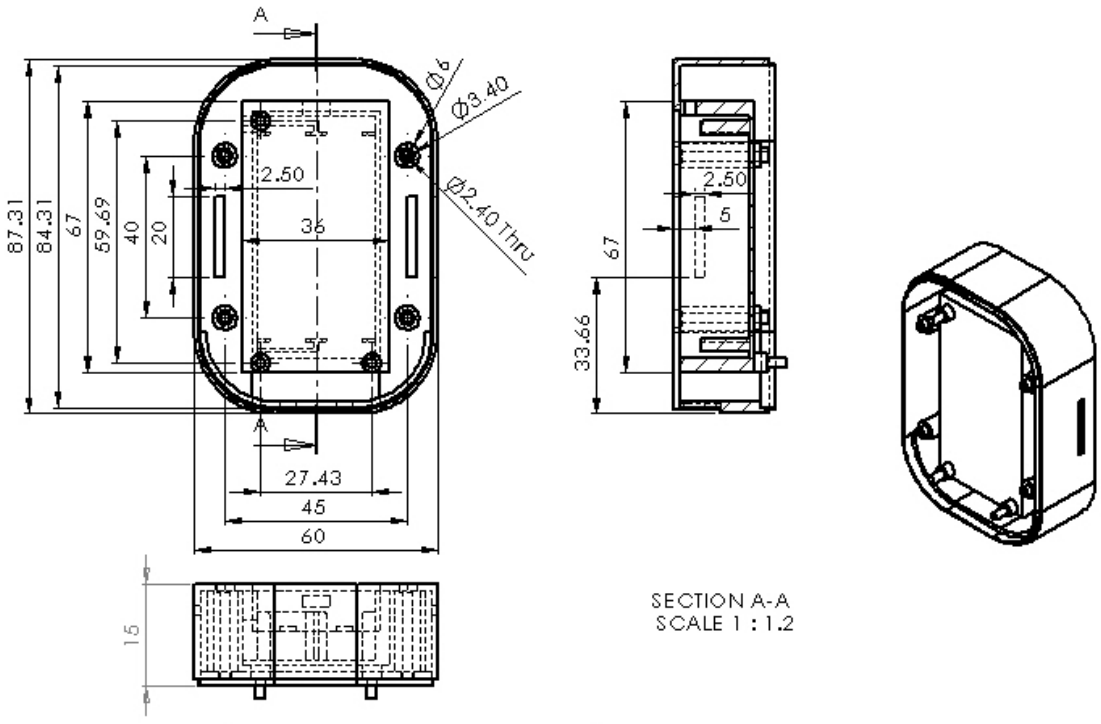
ผลการออกแบบอุปกรณ์สามารถจำแนกรายละเอียดของการออกแบบได้ดังนี้

(1) ลำตัวอุปกรณ์ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักดังนี้

(1.1) ฝาบน เป็นส่วนที่อยู่ด้านบนของลำตัวอุปกรณ์ มีช่องว่างสำหรับปุ่มกด และช่องว่างสำหรับเสาส่งสัญญาณ ซึ่งมีขนาดความกว้าง 60 มิลลิเมตร ยาว 87.31 มิลลิเมตร และหนา 10 มิลลิเมตร โดยมีรายละเอียดของขนาดต่างๆ ดังภาพประกอบ 4.14




ภาพประกอบ 4.14 แสดงชิ้นส่วนฝาบนของลำตัวอุปกรณ์




ภาพประกอบ 4.15 แสดงชิ้นส่วนฝาล่างของลำตัวอุปกรณ์

(1.2) ฝาล่าง เป็นส่วนที่อยู่ด้านล่างของลำตัวอุปกรณ์ มีขนาดความกว้าง 60 มิลลิเมตร ยาว 87.31 มิลลิเมตร และหนา 15 มิลลิเมตร มีช่องว่างสำหรับใส่สายรัด ช่องว่างสำหรับใส่รางถ่านขนาด AAA 2 ก้อน โดยมีรายละเอียดของขนาดต่างๆ ดังภาพประกอบ 4.15

(1.3) แผ่นเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน เป็นส่วนที่ใช้สำหรับเปิด-ปิดเวลาเปลี่ยนถ่านซึ่งมี ขนาดความยาว 74.73 มิลลิเมตร ขนาดความกว้าง 31.15 มิลลิเมตร ความหนา 1.50 มิลลิเมตร และมีรายเอียดของขนาดต่างๆ ดังภาพประกอบ 4.10

(2) สายรัดเพื่อเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างลำตัวของอุปกรณ์กับร่างกายผู้ป่วยได้ออกแบบเป็นสายรัดผ้า Velcro tape ซึ่งสามารถรัดอุปกรณ์ได้ตั้งแต่ขนาด 12.5 เซนติเมตร จนถึง 35 เซนติเมตร มาเป็นขนาดที่ข้อมือจนถึงต้นแขนที่สามารถสวมใส่อุปกรณ์ได้โดยอ้างอิงข้อมูลสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ไทล์ของเส้นรอบวงของแขนท่อนบนและข้อมือของทหารไทย [53] ดังตาราง 4.19 ข้อมูลสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ไทล์ของเส้นรอบวงของแขนท่อนบนและข้อมือของผู้หญิงญี่ปุ่นและอเมริกา [54] ดังตาราง 4.20 และข้อมูลค่าเฉลี่ยของเส้นรอบวงของข้อมือเด็ก [55] ดังตาราง 4.21

ตาราง 4.19 ข้อมูลสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ไทล์เส้นรอบวงของแขนท่อนบนและข้อมือของทหารไทย

| | **เปอร์เซ็นต์ไทลที่1** | **เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่99** |
|---|---|---|
| เส้นรอบวงของแขนท่อนบน | 21.5 cm | 31.5 cm |
| เส้นรอบวงของข้อมือ | 13.7 cm | 17.7 cm |

ตาราง 4.20 ข้อมูลสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ไทล์ของเส้นรอบวงของแขนท่อนบนและข้อมือของผู้หญิงญี่ปุ่นและอเมริกา

| | **หญิงญี่ปุ่น 40 ปีขึ้นไป** | | **หญิงอเมริกัน 40 ปีขึ้นไป** | |
|---|---|---|---|---|
| | **Pr = 5** | **Pr = 95** | **Pr = 5** | **Pr = 95** |
| เส้นรอบวงของแขนท่อนบน | 21.8 cm | 29.3 cm | 27.3 cm | 35.1 cm |
| เส้นรอบวงของข้อมือ | 13.7 cm | 16.2 cm | 16.2 cm | 19.3 cm |

ตาราง 4.21 ข้อมูลค่าเฉลี่ยของเส้นรอบวงของข้อมือตามอายุของเด็กประเทศแคนาดา

| **อายุ** | **ผู้หญิง** | **ผู้ชาย** |
|---|---|---|
| 8 | 13.7 cm | 14.4 cm |
| 9 | 14.4 cm | 14.7 cm |

ตาราง 4.21 ข้อมูลค่าเฉลี่ยของเส้นรอบวงของข้อมือตามอายุของเด็กประเทศแคนาดา (ต่อ)

| อายุ | ผู้หญิง | ผู้ชาย |
|---|---|---|
| 10 | 14.6 cm | 15.0 cm |
| 11 | 15.0 cm | 15.5 cm |
| 12 | 15.3 cm | 16.1 cm |
| 13 | 15.5 cm | 16.6 cm |
| 14 | 15.4 cm | 16.7 cm |
| 15 | 15.3 cm | 16.6 cm |
| 16 | 15.2 cm | 16.5 cm |
| 17 | 15.3 cm | 16.9 cm |
| 18 | 15.1 cm | 16.9 cm |
| 19 | 15.3 cm | 16.0 cm |

หลังจากได้ออกแบบอุปกรณ์แล้วได้นำไปขึ้นรูปเป็นอุปกรณ์ต้นแบบด้วยเครื่อง Z-printer ดังภาพประกอบ 4.16 เพื่อนำไปวิเคราะห์สำหรับกำหนดคะแนนโอกาสเกิดขึ้น และคะแนนวิธีการตรวจจับต่อไป

ภาพประกอบ 4.16 แสดงรูปร่างอุปกรณ์ต้นแบบ

4.3.1.5 การให้คะแนนโอกาสเกิดขึ้นของสาเหตุลักษณะข้อบกพร่อง

คะแนนโอกาสเกิดขึ้นได้อ้างอิงการให้คะแนนจากตาราง 3.6 โดยที่คะแนนโอกาสเกิดขึ้นนั้นจะสอดคล้องกับแนวโน้มสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่องซึ่งผลที่ได้แสดงดังตาราง 4.22

ตาราง 4.22 ผลการให้คะแนนโอกาสเกิดขึ้นเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

| รายการ | แนวโน้มสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่อง | รายละเอียด | (O) |
|---|---|---|---|
| 1 | ปุ่มสึกหรอ | มีความสึกหรอทางด้านกายภาพ เป็นสาเหตุที่ทำให้กดปุ่มไม่ได้ | 4 |
| 2 | ปุ่มกดไม่ลง | ลักษณะกายภาพของปุ่มกดไม่เหมาะสมต่อวิธีการใช้อุปกรณ์ส่งผลให้ขณะกดปุ่มแล้วปุ่มกดไม่ลง | 3 |
| 3 | ปุ่มสังเกตได้ยาก | ลักษณะกายภาพของปุ่มกดสังเกตได้ยาก | 4 |
| 4 | ปุ่มค้าง | ลักษณะกายภาพของปุ่มกดไม่เหมาะสมส่งผลให้เมื่อกดปุ่มไปแล้ว ปุ่มไม่ลอยตัวขึ้นมาให้กดใหม่ | 7 |
| 5 | แผ่นเลื่อนเลื่อนไม่ออก | เมื่อต้องการเปลี่ยนถ่านแล้วไม่สามารถเลื่อนแผ่นเลื่อนรางถ่านออกมาได้ | 3 |
| 6 | การยึดติดไม่ได้ตำแหน่งที่เหมาะสม | ขณะที่ผู้ป่วยสวมใส่อุปกรณ์พบว่าแผ่นเลื่อนรางถ่านปิดไม่สนิทเนื่องจากการยึดติดไม่ได้ตำแหน่งที่เหมาะสม | 3 |
| 7 | แผ่นเลื่อนหักชำรุด | ขณะที่ผู้ป่วยสวมใส่อุปกรณ์หรือว่าการเปลี่ยนถ่านพบว่าแผ่นเลื่อนรางถ่านไม่สามารถปิดได้ เนื่องจากแผ่นเลื่อนหักชำรุด | 5 |
| 8 | สายรัดหลุด | สายรัดที่เชื่อมระหว่างลำตัวอุปกรณ์กับร่างกายผู้ป่วยหลุด | 6 |

ตาราง 4.22 ผลการให้คะแนนโอกาสเกิดขึ้นเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ (ต่อ)

| รายการ | แนวโน้มสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่อง | รายละเอียด | (O) |
|---|---|---|---|
| 9 | การยึดติดไม่พอดี | ชิ้นส่วนของลำตัวมีการยึดติดไม่พอดีทำให้ประกอบกันไม่แน่น | 6 |
| 10 | โครงสร้างการจับยึดภายในไม่สมบูรณ์ | กลไกการจับยึดตัวโหนดเซ็นเซอร์ภายในลำตัวไม่สมบูรณ์ส่งผลให้ตัวโหนดเซ็นเซอร์ไม่อยู่นิ่ง ไม่มั่นคง | 6 |

4.3.1.6 การให้คะแนนวิธีการตรวจจับ

คะแนนวิธีการตรวจจับเป็นคะแนนที่สอดคล้องต่อวิธีการควบคุมการออกแบบ โดยใช้ตาราง 3.7 ในการอ้างอิงเพื่อให้คะแนน ซึ่งผลของคะแนนวิธีการตรวจจับแสดงดังตาราง 4.23

ตาราง 4.23 ผลการให้คะแนนวิธีการตรวจจับเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

| รายการ | วิธีการควบคุมการออกแบบ | (D) |
|---|---|---|
| 1 | ออกแบบปุ่มกดเป็นปุ่มยางซิลิโคน | 8 |
| 2 | ระยะกดลงของปุ่ม 2 มิลลิเมตร ผิวสัมผัสด้านล่างเท่ากับ 5×3 มิลลิเมตร$^2$ | 8 |
| 3 | ขนาดความกว้าง 4 มิลลิเมตร ขนาดความสูง 8 มิลลิเมตร ลอยตัวที่ผิวอุปกรณ์ขณะยังไม่กด 4 มิลลิเมตร | 8 |
| 4 | ระยะกดลงของปุ่ม 2 มิลลิเมตร ผิวสัมผัสด้านล่างเท่ากับ 5×3 มิลลิเมตร$^2$ และมีระยะห่าง (Clearance) เท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร | 8 |
| 5 | ระยะห่าง (Clearance) ส่วนหัวของแผ่นเลื่อนเท่ากับ 0.2 มิลลิเมตร และระยะห่าง (Clearance) ของส่วนลำตัวของแผ่นเลื่อนเท่ากับ 0.3 มิลลิเมตร | 4 |
| 6 | ระยะเข้าของตัวล็อคกำหนดให้เข้าได้ทั้งหมด เพื่อให้พื้นที่ผิวของแผ่นเลื่อนสัมผัสกับพื้นที่ผิวของลำตัวอุปกรณ์ โดยพื้นที่ผิวเอียงของตัวล็อคส่วนหัวจะเป็นตัวกำหนดระยะปิด | 4 |

ตาราง 4.23 ผลการให้คะแนนวิธีการตรวจจับเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ (ต่อ)

| รายการ | วิธีการควบคุมการออกแบบ | (D) |
|---|---|---|
| 7 | ขนาดความยาว 74.73 มิลลิเมตร ความกว้าง 31.15 มิลลิเมตร และความหนา 1.50 มิลลิเมตร | 5 |
| 8 | ออกแบบช่องว่างทะลุใต้ลำตัวโดยมีขนาดความกว้าง 2.50 มิลลิเมตร ความยาว 20 มิลลิเมตร | 6 |
| 9 | รูยึดติดขนาด 2.50 มิลลิเมตร และ 2.45 มิลลิเมตรระหว่างชิ้นส่วนของลำตัวโดยมีสกรูขนาด 2 มิลลิเมตร | 4 |
| 10 | ออกแบบตัวยึดโหนดเซ็นเซอร์ขนาด 2.45 มิลลิเมตรที่รูว่างของตัวโหนด และเพื่อเป็นตัวกันโง่ให้กับการวางตัวโหนด | 5 |

คะแนนความรุนแรง คะแนนโอกาสเกิดขึ้น และคะแนนวิธีการตรวจจับที่ได้จะนำไปคำนวณเพื่อพิจารณาคะแนนลำดับความเสี่ยงต่อไป

4.3.1.7 คะแนนลำดับความเสี่ยงเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

ผลของคะแนนลำดับความเสี่ยงนั้นเป็นตัวเลขที่แสดงว่าความเสี่ยงที่จะเกิดของลักษณะข้อบกพร่องเป็นอย่างไร ซึ่งเป็นการพิจารณาจากคะแนนความรุนแรง คะแนนโอกาสเกิดขึ้น และคะแนนวิธีการตรวจจับดังสมการ 2.5 โดยคะแนนลำดับความเสี่ยงที่ได้แสดงดังตาราง 4.24

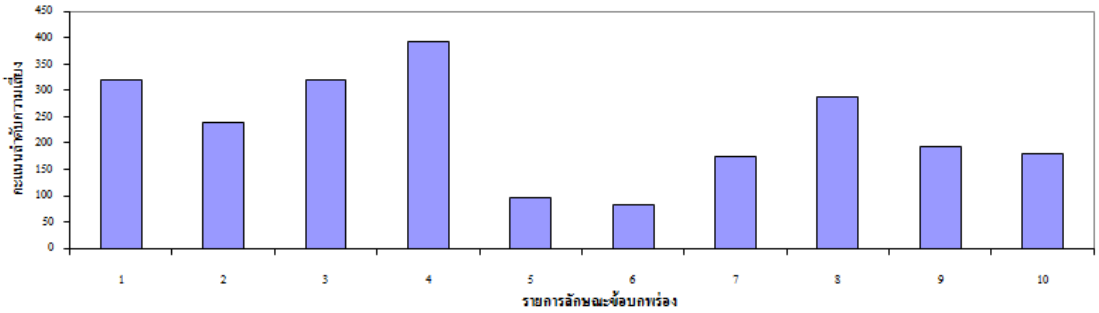
ตาราง 4.24 คะแนนลำดับความเสี่ยงเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

| No. | รายการ | แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่อง | แนวโน้มผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่อง | S | แนวโน้มสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่อง | O | วิธีการควบคุมการออกแบบ | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ปุ่ม | สัญญาณไม่ทำงาน | ผู้ป่วยเสียชีวิต | 10 | ปุ่มสึกหรอ | 4 | ออกแบบปุ่มกดเป็นปุ่มยางซิลิโคน | 8 | 320 |
| 2 | ปุ่ม | สัญญาณไม่ทำงาน | ผู้ป่วยเสียชีวิต | 10 | ปุ่มกดไม่ลง | 3 | ระยะกดลงของปุ่ม 2 มิลลิเมตร ผิวสัมผัสด้านล่างเท่ากับ 5×3 มิลลิเมตร$^2$ | 8 | 240 |
| 3 | ปุ่ม | ไม่สามารถกดปุ่มได้ | ผู้ป่วยเสียชีวิต | 10 | ปุ่มสังเกตได้ยาก | 4 | ขนาดความกว้าง 4 มิลลิเมตร ขนาดความสูง 8 มิลลิเมตร ลอยตัวที่ผิวอุปกรณ์ขณะยังไม่กด 4 มิลลิเมตร | 8 | 320 |
| 4 | ปุ่ม | สัญญาณเรียกตลอดเวลา | เกิดความไม่สุขสบายของพยาบาลและผู้ป่วย | 7 | ปุ่มค้าง | 7 | ระยะกดลงของปุ่ม 2 มิลลิเมตร ผิวสัมผัสด้านล่างเท่ากับ 5×3 มิลลิเมตร2 และมีระยะห่าง (Clearance) เท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร | 8 | 392 |
| 5 | ตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน | ไม่สามารถเปลี่ยนถ่านได้ | ไม่สามารถเฝ้าระวังผู้ป่วยได้ | 8 | แผ่นเลื่อนเลื่อนไม่ออก | 3 | ระยะห่าง (Clearance) ส่วนหัวของแผ่นเลื่อนเท่ากับ 0.2 มิลลิเมตร และระยะห่าง (Clearance) ของส่วนลำตัวของแผ่นเลื่อนเท่ากับ 0.3 มิลลิเมตร | 4 | 96 |

ตาราง 4.24 คะแนนลำดับความเสี่ยงเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ (ต่อ)

| No. | รายการ | แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่อง | แนวโน้มผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่อง | S | แนวโน้มสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่อง | O | วิธีการควบคุมการออกแบบ | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | ตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน | แผ่นเลื่อนปิดไม่สนิท | ผู้ป่วยรู้สึกไม่สุขสบาย | 7 | การยึดติดไม่ได้ตำแหน่งที่เหมาะสม | 3 | ระยะเข้าของตัวล็อคกำหนดให้เข้าได้ทั้งหมด เพื่อให้พื้นที่ผิวของแผ่นเลื่อนสัมผัสกับพื้นที่ผิวของลำตัวอุปกรณ์ โดยพื้นที่ผิวเอียงของตัวล็อคส่วนหัวเป็นตัวกำหนดระยะปิด | 4 | 84 |
| 7 | ตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน | แผ่นเลื่อนปิดไม่ได้ | ผู้ป่วยรู้สึกไม่สุขสบาย | 7 | แผ่นเลื่อนหัก-ชำรุด | 5 | ขนาดความยาว 74.73 มิลลิเมตร ความกว้าง 31.15 มิลลิเมตร และความหนา 1.50 มิลลิเมตร | 5 | 175 |
| 8 | สายรัด | สายหลุดจากตำแหน่ง | ผู้ป่วยสวมใส่อุปกรณ์ไม่ได้ | 8 | การติดตั้งระหว่างสายรัดกับลำตัวของอุปกรณ์ไม่มีความเหมาะสม | 6 | ออกแบบช่องว่างทะลุใต้ลำตัวโดยมีขนาดความกว้าง 2.50 มิลลิเมตร ความยาว 20 มิลลิเมตร | 6 | 288 |
| 9 | ลำตัวแบนมน | สึกหรอ | ผู้ป่วยสวมใส่อุปกรณ์ไม่ได้ | 8 | การยึดติดไม่พอดี | 6 | รูยึดติดขนาด 2.50 และ 2.45 มิลลิเมตรระหว่างชิ้นส่วนของลำตัวโดยมีสกรูขนาด 2 มิลลิเมตร | 4 | 192 |
| 10 | ลำตัวแบนมน | ตัวโหนดเซ็นเซอร์ที่อยู่ภายในลำตัวไม่อยู่นิ่ง | ผู้ใช้อุปกรณ์รู้สึกไม่มั่นใจในการใช้อุปกรณ์ | 6 | โครงสร้างการจับยึดภายในไม่สมบูรณ์ | 6 | ออกแบบตัวยึดโหนดเซ็นเซอร์ขนาด 2.45 มิลลิเมตรที่รูว่างของตัวโหนด และเพื่อเป็นตัวกันโง่ให้กับการวางตัวโหนด | 5 | 180 |

เพื่อเป็นการแสดงคะแนนลำดับความเสี่ยงที่ชัดเจนมากขึ้นจึงแสดงเป็นข้อมูลแผนภูมิเพื่อพิจารณาเปรียบเทียบข้อมูลคะแนนลำดับความเสี่ยงของแต่ละรายการดังภาพประกอบ 4.17




ภาพประกอบ 4.17 แผนภูมิคะแนนลำดับความเสี่ยงเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

คะแนนลำดับความเสี่ยงเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ที่ได้เป็นคะแนนที่สื่อถึงการพึงระวังของสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่องว่ามีผลต่อแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่องเพียงใด ซึ่งคะแนนลำดับความเสี่ยงที่มากสื่อถึงสาเหตุลักษณะข้อบกพร่องนั้นควรให้ความสนใจมากในการพึงระวังสำหรับการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

4.3.1.8 ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

ได้จากการนำอุปกรณ์ต้นแบบไปให้กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์พิจารณารูปร่างและลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ พบว่าอุปกรณ์ต้นแบบที่ได้นำไปให้กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์พิจารณามีความสอดคล้องกับเสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และมีลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับวิธีการพยาบาลผู้ป่วยในปัจจุบัน โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อเสนอแนะจากกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์เพื่อปรับปรุงอุปกรณ์ดังตาราง 4.25 และผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ด้านขนาดเนื่องจากข้อจำกัดด้านขนาดของตัวโหนดเซ็นเซอร์ที่ได้ผ่านการพัฒนาจากภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ฯ ซึ่งมีขนาดเล็กลงคือขนาด 32.51 มิลลิเมตร × 56 มิลลิเมตร

ตาราง 4.25 ข้อเสนอแนะจากกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์เพื่อปรับปรุงอุปกรณ์

| รายการปรับปรุง | รายละเอียด |
|---|---|
| 1.ปุ่มกด | กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์เห็นด้วยกับปุ่มกดที่ได้ออกแบบไว้แล้ว แต่มีผู้ใช้อุปกรณ์หลายรายอยากให้ปุ่มกดมีลักษณะเป็นรูปร่างทรงกระบอก และผู้ใช้อุปกรณ์ส่วนใหญ่ได้ให้คำแนะนำให้ปุ่มกดมีขนาดพอเหมาะไม่ใหญ่เกินไปเพื่อป้องกันการสัมผัสของปุ่มกดโดยไม่ได้เจตนาจากผู้ป่วยในขณะที่ผู้ป่วยเคลื่อนไหวร่างกาย |
| 2.ตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน | กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ได้ทดลองเลื่อนตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน และผู้ใช้อุปกรณ์ส่วนใหญ่มีความกังวลในด้านความยากง่ายในการเลื่อนและการชำรุดของตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่านเมื่อทำการเลื่อนหลายครั้ง |
| 3.ช่องใส่สายรัด | กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ได้ทดลองสวมใส่อุปกรณ์ด้วยตัวเอง ซึ่งผู้ใช้อุปกรณ์ส่วนใหญ่ได้ให้คำแนะนำเรื่องตำแหน่งของช่องใส่สายรัดควรอยู่ใกล้กับขอบของลำตัวอุปกรณ์มากขึ้นเนื่องจากจะทำให้ลำตัวของอุปกรณ์สัมผัสกับตำแหน่งที่ใส่ได้อย่างเหมาะสม |
| 4.การยึดติดระหว่างชิ้นส่วนของลำตัวอุปกรณ์ | กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ส่วนใหญ่ต้องการให้มีกลไกการยึดติดด้วยวิธีอื่นเพื่อป้องกันปัญหาเรื่องเทคนิคด้านการขันสกรู และการสูญหายของสกรูเมื่อทำการขันสกรู |

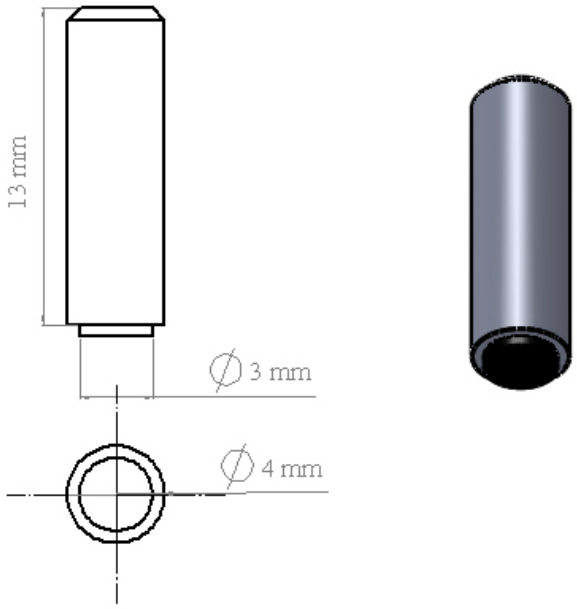
4.3.2 การวิเคราะห์ FMEA หลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

4.3.2.1 การปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

การปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์เป็นการนำข้อเสนอแนะจากกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ที่ได้หลังจากนำอุปกรณ์ต้นแบบไปให้กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์พิจารณาโดยทำการเปลี่ยนวิธีการควบคุมการออกแบบใหม่ พร้อมกันนั้นผู้วิจัยได้พิจารณาปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ใหม่เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการหลีกเลี่ยงแนวโน้มสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่องด้วย ซึ่งรายละเอียดการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์แสดงได้ดังนี้

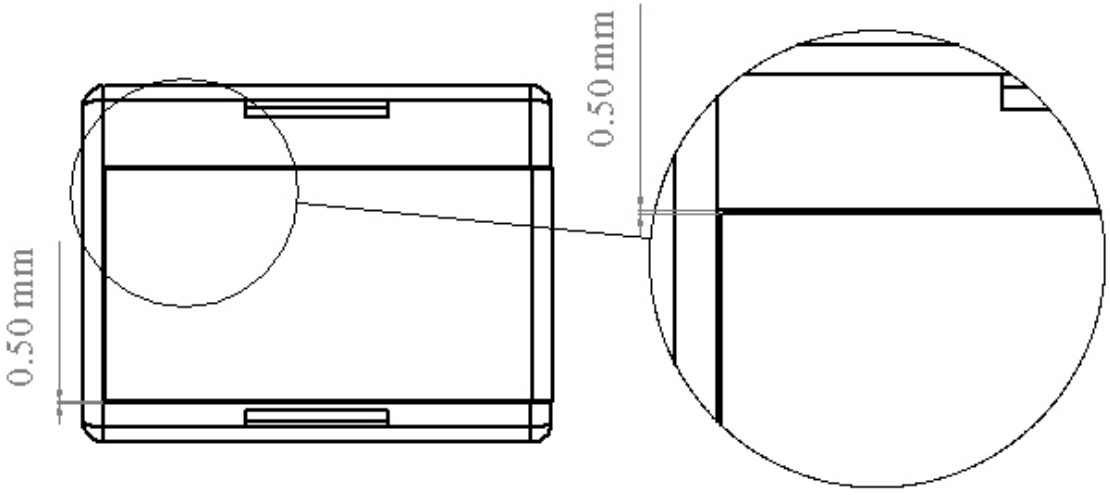
(1) ปุ่มกดอุปกรณ์กำหนดให้เป็นรูปทรงกระบอกดังภาพประกอบ 4.18 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.0 มิลลิเมตร ยาว 13 มิลลิเมตร โดยลอยตัวจากผิวลำตัว 3 มิลลิเมตร และมีระยะห่าง (Clearance) 0.5 มิลลิเมตร โดยมีวัสดุของปุ่มกดเป็นยางซิลิโคนที่มีแกนพลาสติกอยู่ใน

ลำตัวของปุ่มเพื่อให้แกนพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรเป็นผิวที่สัมผัสกับปุ่มของตัวโหนดเซ็นเซอร์



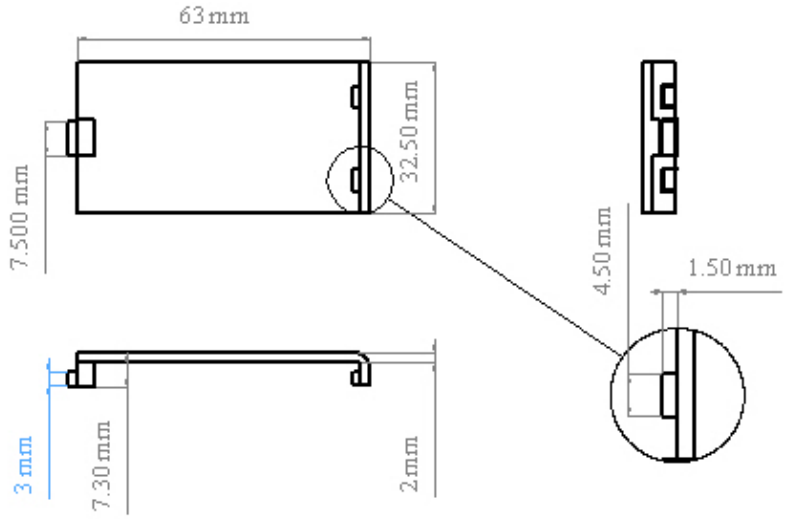

ภาพประกอบ 4.18 การปรับปรุงรูปร่างของปุ่มกด

(2) ตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน ได้ทำการปรับปรุงให้มีระยะห่าง (Clearance) ดังภาพประกอบ 4.19 ระหว่างตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่านกับลำตัวของอุปกรณ์เท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร เพื่อให้การเลื่อนเปิด-ปิดง่ายขึ้น



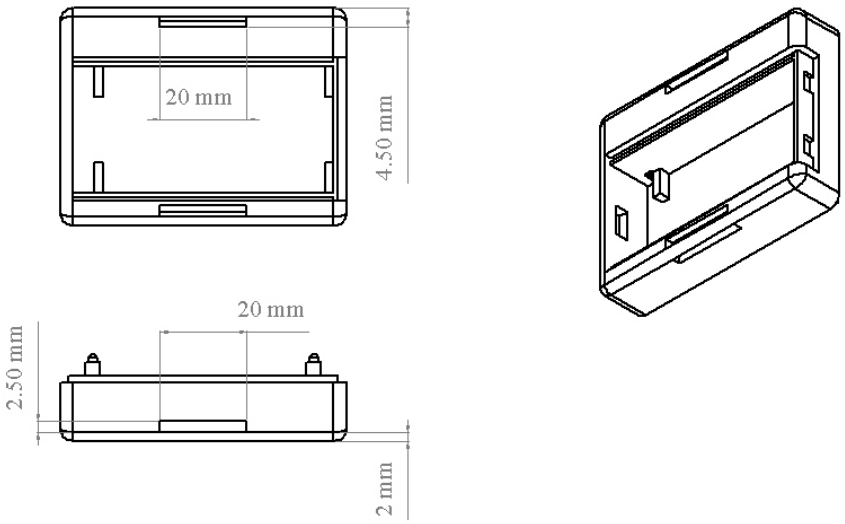

ภาพประกอบ 4.19 การปรับปรุงกำหนดระยะห่างของตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน

ส่วนด้านการยึดติดได้ออกแบบให้ส่วนหัวของตัวเลื่อนมีลักษณะเป็นผิวเอียงเพื่อเป็นตัวกำหนดการยึดติด และมีขนาดของส่วนหัวกว้าง 7.50 มิลลิเมตร หนา 3.0 มิลลิเมตร ส่วนท้ายของตัวเลื่อนได้ออกแบบให้มีตัวล็อคสองตัวขนาดกว้าง 4.50 มิลลิเมตร ยาว 1.50 มิลลิเมตร ดังภาพประกอบ 4.20



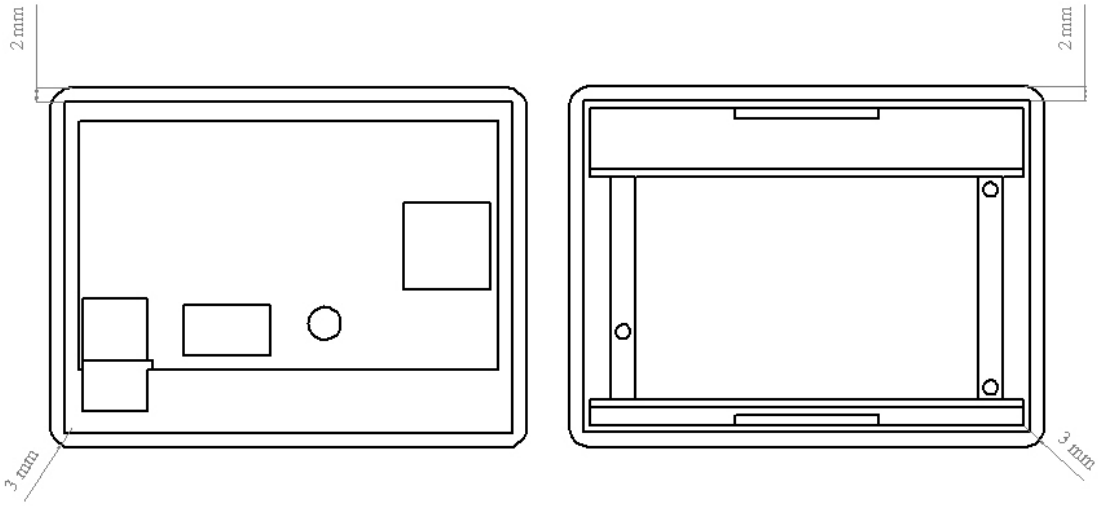

ภาพประกอบ 4.20 การปรับปรุงการออกแบบตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน

(3) การออกแบบช่องใส่สายรัดได้ทำการปรับปรุงการออกแบบให้มีรูปร่างดังภาพประกอบ 4.21 ซึ่งมีขนาดความกว้าง 2.50 มิลลิเมตร ยาว 20 มิลลิเมตร และมีระยะของช่องว่างใกล้กับขอบของลำตัวอุปกรณ์มากขึ้น



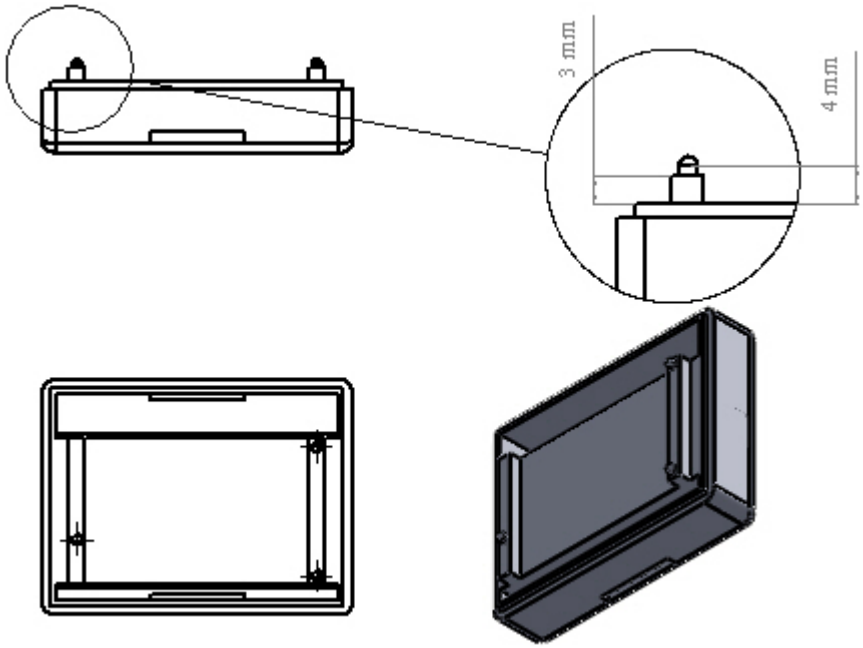

ภาพประกอบ 4.21 การปรับปรุงการออกแบบช่องใส่สายรัด

(4) การยึดติดระหว่างชิ้นส่วนของลำตัวอุปกรณ์ได้ทำการปรับปรุงให้เป็นการยึดติดโดยไม่ใช้สกรู แต่ใช้เป็นการยึดติดแบบแน่นพอดีแทน โดยมีรายละเอียดดังภาพประกอบ 4.22




ภาพประกอบ 4.22 การปรับปรุงการยึดติดชิ้นส่วนของลำตัว

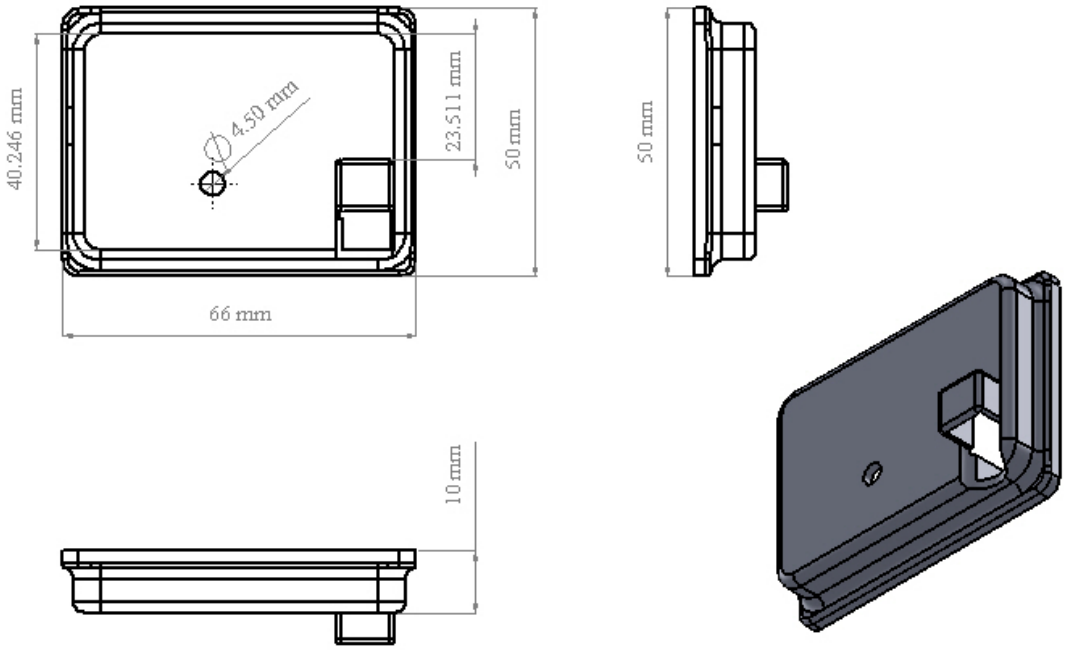
(5) การออกแบบกลไกการยึดโหนดได้ออกแบบตัวรองโหนด 3 ตัว เพื่อเป็นการยึดโหนดเซ็นเซอร์โดยมีลักษณะดังภาพประกอบ 4.23 และเป็นกลไกกันโง่ในการใส่ตัวโหนดเซ็นเซอร์ด้วย




ภาพประกอบ 4.23 การออกแบบกลไกการยึดโหนด

(6) ลำตัวอุปกรณ์ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักดังนี้

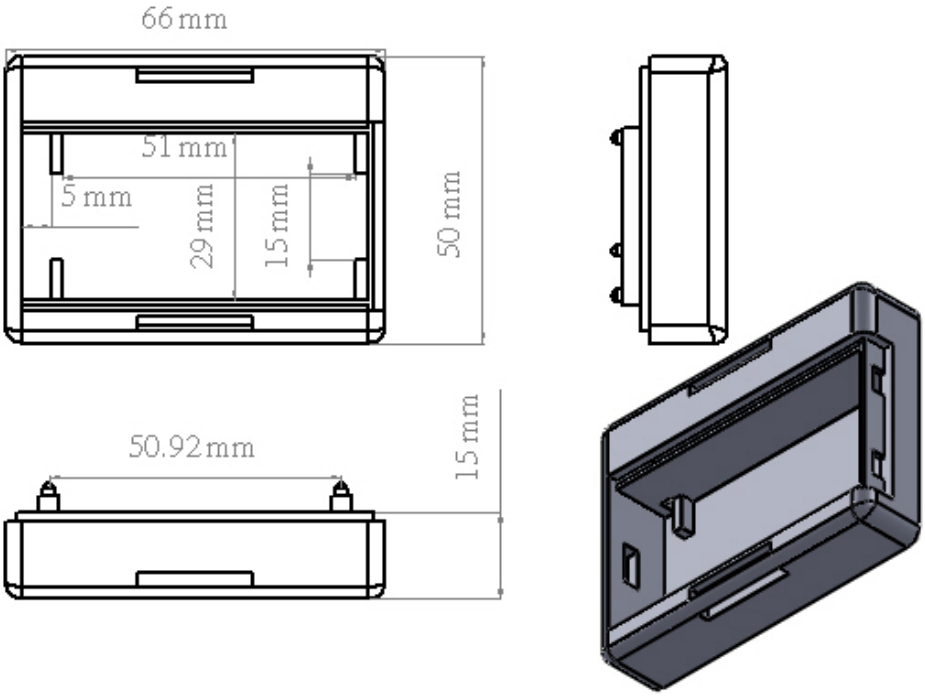
(6.1) ฝาบน เป็นส่วนที่อยู่ด้านบนของลำตัวอุปกรณ์มีช่องว่างสำหรับปุ่มกด ช่องว่างสำหรับเสาส่งสัญญาณ มีขนาดความกว้าง 50 มิลลิเมตร ยาว 66 มิลลิเมตร หนา 10 มิลลิเมตร ดังภาพประกอบ 4.24




ภาพประกอบ 4.24 การออกแบบฝาบนของลำตัวอุปกรณ์

(6.2) ฝาล่าง เป็นส่วนที่อยู่ด้านล่างของลำตัวอุปกรณ์ มีขนาดความกว้าง 50 มิลลิเมตร ยาว 66 มิลลิเมตร และหนา 15 มิลลิเมตร มีช่องว่างสำหรับใส่สายรัด ช่องว่างสำหรับใส่รางถ่านขนาด AAA 2 ก้อน โดยมีรายละเอียดของขนาดต่างๆ ดังภาพประกอบ 4.25

(6.3) แผ่นเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน เป็นส่วนที่ใช้สำหรับเปิด-ปิดเวลาเปลี่ยนถ่านซึ่งมีรายเอียดต่างๆ ดังภาพประกอบ 4.20

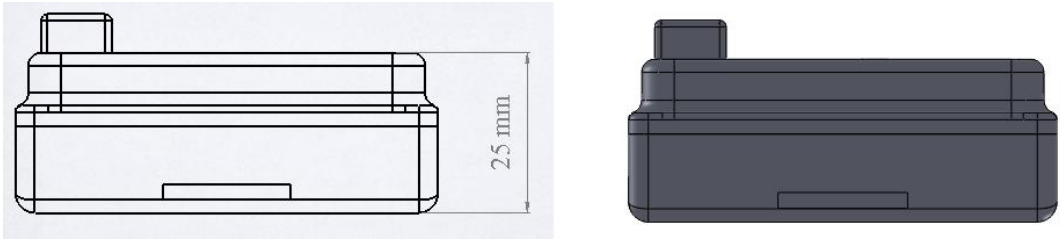



ภาพประกอบ 4.25 การออกแบบฝาล่างของลำตัวอุปกรณ์

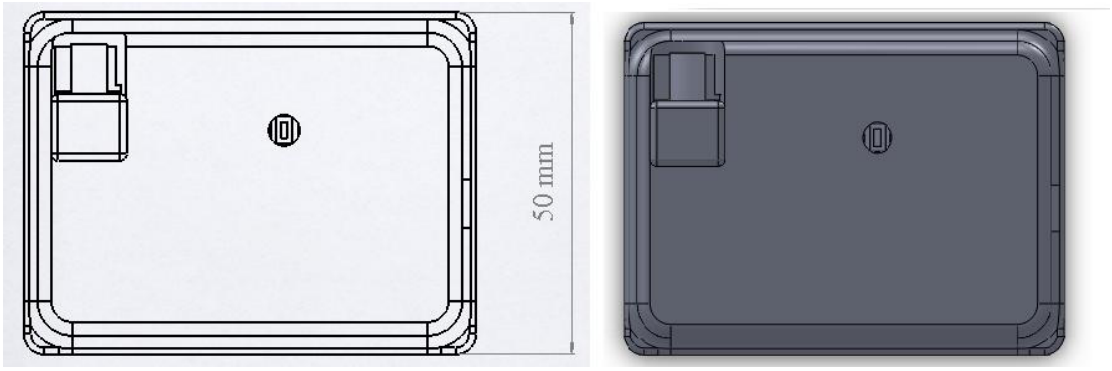
จากการปรับปรุงการออกแบบทั้งหมดผู้วิจัยได้นำไปขึ้นรูปด้วยเครื่อง 3D-Printer ซึ่งมีวัสดุเป็นพลาสติกชนิด ABS ซึ่งเป็นเทอร์โมพลาสติก โดยมีคุณสมบัติของวัสดุคือความสมดุลในเรื่องความแข็งและเหนียว ทำให้สามารถทนต่อแรงกระแทกได้อย่างดี ทนต่อแรงเสียดสี คงสภาพรูปร่างได้ดี ทนความร้อน ทนสารเคมี ใช้ได้กับอุณหภูมิช่วง -20 ถึง 80 องศาเซลเซียส ซึ่งรูปร่างและลักษณะการใช้งานแสดงดังภาพประกอบ 4.26

ภาพประกอบ 4.26 รูปร่างและลักษณะการใช้งานอุปกรณ์

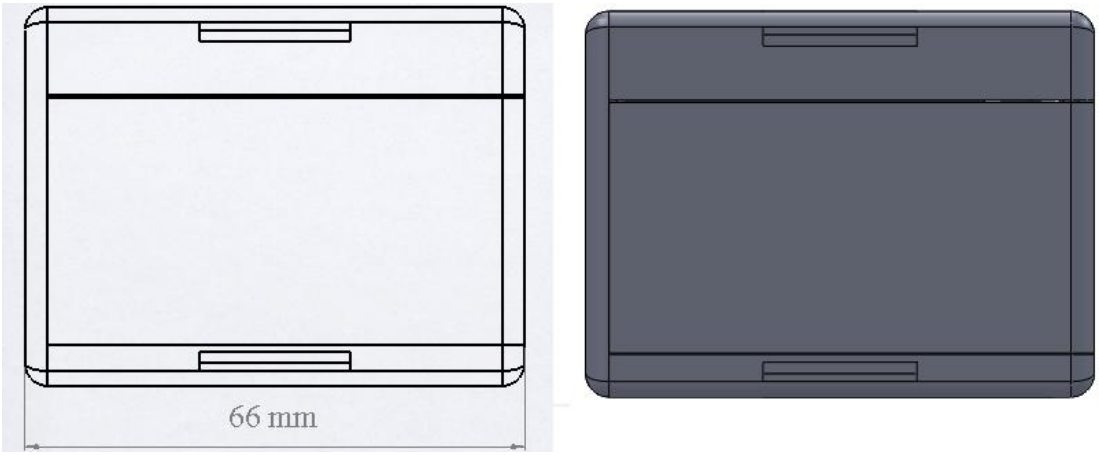
โดยขนาดรวมของอุปกรณ์เป็นไปดังข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนคือ เป้าหมายความหนาไม่เกิน 25 มิลลิเมตร, เป้าหมายความกว้างไม่เกิน 62.51 มิลลิเมตร และเป้าหมายความยาวไม่เกิน 87.31 มิลลิเมตร ดังภาพประกอบ 4.27 4.28 และ4.29 ตามลำดับ




ภาพประกอบ 4.27 แสดงข้อกำหนดคุณลักษณะเป้าหมายความหนาไม่เกิน 25 มิลลิเมตร




ภาพประกอบ 4.28 แสดงข้อกำหนดคุณลักษณะเป้าหมายความกว้างไม่เกิน 62.51 มิลลิเมตร




ภาพประกอบ 4.29 แสดงข้อกำหนดคุณลักษณะเป้าหมายความยาวไม่เกิน 87.31 มิลลิเมตร

ลักษณะการใช้งานอุปกรณ์เป็นการสวมใส่อุปกรณ์ได้ตั้งแต่ข้อมือจนถึงต้นแขนของผู้ป่วยโดยใช้สายรัดชนิด Velcro tape ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วนทำงานร่วมกันคือ “ตะขอ (Hooks)” ที่เป็นรูปร่างโค้งงอเล็กๆจำนวนมาก และ “เส้นใย (Loops)” เมื่อสองส่วนมาสัมผัสกัน ตะขอจะยึดติดแน่นกับเส้นใย [56] ความแข็งแรงของ Velcro Tape ขึ้นอยู่กับการติดแน่นของตะขอกับเส้นใยว่าจะยึดติดกันในพื้นที่มากเพียงใด สามารถปรับให้กระชับเข้ากับตำแหน่งที่สวมใส่ได้อย่างดี ข้อดีของการใช้ Velcro Tape คือ ง่ายต่อการใช้งาน ปลอดภัย และสะดวกต่อการบำรุงรักษา

พลังงานที่ให้กับการใช้งานอุปกรณ์ได้ใช้ถ่านไฟฉาย AAA เป็นข้อกำหนดหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาตัวโหนดเซ็นเซอร์ ถ่านไฟฉาย AA และถ่านไฟฉาย AAA พบว่าการใช้ถ่านไฟฉาย AA กับอุปกรณ์สามารถใช้งานได้ประมาณ 12 วันดังสมการ 4.6

$$\frac{1200mAh}{4mA} \mid 300h \text{ (12 วัน)} \tag{4.6}$$

โดยที่ 1200 mAh คือกระแสประจุของถ่านไฟฉาย AA
4mA คือกระแสที่ตัวโหนดเซ็นเซอร์ใช้

และเมื่อเปลี่ยนเป็นถ่านไฟฉาย AAA พบว่าสามารถใช้งานอุปกรณ์ได้ประมาณ 10 วันดังสมการ 4.7

$$\frac{1000mAh}{4mA} \mid 250h \text{ (10 วัน)} \tag{4.7}$$

โดยที่ 1000 mAh คือกระแสประจุของถ่านไฟฉาย AAA
4mA คือกระแสที่ตัวโหนดเซ็นเซอร์ใช้

4.3.2.2 การกำหนดคะแนนโอกาสเกิดขึ้นหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

เป็นผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับแนวโน้มสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องที่มีต่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ ซึ่งผลที่ได้แสดงดังตาราง 4.26

ตาราง 4.26 ผลการให้คะแนนโอกาสเกิดขึ้นหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

| รายการ | แนวโน้มสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่อง | รายละเอียด | (O) |
|---|---|---|---|
| 1 | ปุ่มสึกหรอ | มีความสึกหรอทางด้านกายภาพ เป็นสาเหตุที่ทำให้กดปุ่มไม่ได้ | 3 |
| 2 | ปุ่มกดไม่ลง | ลักษณะกายภาพของปุ่มกดไม่เหมาะสมต่อวิธีการใช้อุปกรณ์ส่งผลให้ขณะกดปุ่มแล้วปุ่มกดไม่ลง | 3 |
| 3 | ปุ่มสังเกตได้ยาก | ลักษณะกายภาพของปุ่มกดสังเกตได้ยาก | 5 |
| 4 | ปุ่มค้าง | ลักษณะกายภาพของปุ่มกดไม่เหมาะสมส่งผลให้เมื่อกดปุ่มไปแล้ว ปุ่มไม่ลอยตัวขึ้นมาให้กดใหม่ | 5 |
| 5 | แผ่นเลื่อนเลื่อนไม่ออก | เมื่อต้องการเปลี่ยนถ่านแล้วไม่สามารถเลื่อนแผ่นเลื่อนรางถ่านออกมาได้ | 4 |
| 6 | การยึดติดไม่ได้ตำแหน่งที่เหมาะสม | ขณะที่ผู้ป่วยสวมใส่อุปกรณ์พบว่าแผ่นเลื่อนรางถ่านปิดไม่สนิทเนื่องจากการยึดติดไม่ได้ตำแหน่งที่เหมาะสม | 2 |
| 7 | แผ่นเลื่อนหักชำรุด | ขณะที่ผู้ป่วยสวมใส่อุปกรณ์หรือว่าการเปลี่ยนถ่านพบว่าแผ่นเลื่อนรางถ่านไม่สามารถปิดได้ เนื่องจากแผ่นเลื่อนหักชำรุด | 5 |
| 8 | สายรัดหลุด | สายรัดที่เชื่อมระหว่างลำตัวอุปกรณ์กับร่างกายผู้ป่วยหลุด | 5 |
| 9 | การยึดติดไม่พอดี | ชิ้นส่วนของลำตัวมีการยึดติดไม่พอดีทำให้ประกอบกันไม่แน่น | 5 |
| 10 | โครงสร้างการจับยึดภายในไม่สมบูรณ์ | กลไกการจับยึดตัวโหนดเซ็นเซอร์ภายในลำตัวไม่สมบูรณ์ส่งผลให้ตัวโหนดเซ็นเซอร์ไม่อยู่นิ่ง ไม่มั่นคง | 3 |

4.3.2.3 การกำหนดคะแนนวิธีการตรวจจับหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

คะแนนวิธีการตรวจจับเป็นคะแนนที่สอดคล้องต่อการปรับปรุงวิธีควบคุมการออกแบบซึ่งผลของคะแนนวิธีการตรวจจับแสดงดังตาราง 4.27

ตาราง 4.27 ผลการให้คะแนนวิธีการตรวจจับหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

| รายการ | วิธีการควบคุมการออกแบบ | (D) |
|---|---|---|
| 1 | ใช้ปุ่มกดที่เป็นยางซิลิโคนที่มีแกนพลาสติกอยู่ในลำตัว | 3 |
| 2 | มีระยะClearance 0.5 มิลลิเมตรรอบลำตัวปุ่มกดโดยมีผิวสัมผัสเป็นแกนพลาสติกด้านล่าง 3 มิลลิเมตร | 7 |
| 3 | ปุ่มกดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร โผล่จากลำตัวอุปกรณ์ 3 มิลลิเมตร | 3 |
| 4 | มีระยะClearence 0.5 มิลลิเมตรรอบลำตัวปุ่มกดโดยมีผิวสัมผัสเป็นแกนพลาสติกด้านล่าง 3 มิลลิเมตร | 3 |
| 5 | มีระยะ Clearrance ระหว่างฝาเลื่อนกับลำตัว 0.5 มิลลิเมตร | 3 |
| 6 | ส่วนหัวของตัวเลื่อนมีลักษณะเป็นผิวเอียงเพื่อเป็นตัวกำหนดการยึดติด และมีขนาดของส่วนหัวกว้าง 7.50 มิลลิเมตร หนา 3.0 มิลลิเมตร ส่วนท้ายของตัวเลื่อนได้ออกแบบให้มีตัวล็อค 2 ตัวขนาดกว้าง 4.50 มิลลิเมตร ยาว 1.50 มิลลิเมตร | 4 |
| 7 | ออกแบบให้ตัวเลื่อนมีความหนา 2 มิลลิเมตรและมีตัวล็อคฝาเลื่อนหนา 3 มิลลิเมตร | 3 |
| 8 | มีขนาดความกว้าง 2.50 มิลลิเมตร ยาว 20 มิลลิเมตร และมีระยะของช่องว่างใกล้กับขอบของลำตัวอุปกรณ์มากขึ้น | 2 |
| 9 | ออกแบบให้อุปกรณ์ยึดติดกันได้พอดี (ล็อคไปในตัว) | 1 |
| 10 | การออกแบบกลไกการยึดโหนด 3 ตัว เพื่อเป็นการยึดโหนดเซ็นเซอร์ และเป็นกลไกกันโง่ในการใส่ตัวโหนดเซ็นเซอร์ด้วย | 3 |

คะแนนความรุนแรงเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ คะแนนโอกาสเกิดขึ้นหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ และคะแนนวิธีการตรวจจับหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ที่ได้จะนำไปคำนวณเพื่อพิจารณาคะแนนลำดับความเสี่ยงหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ดังตาราง 4.28

ตาราง 4.28 คะแนนลำดับความเสี่ยงหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

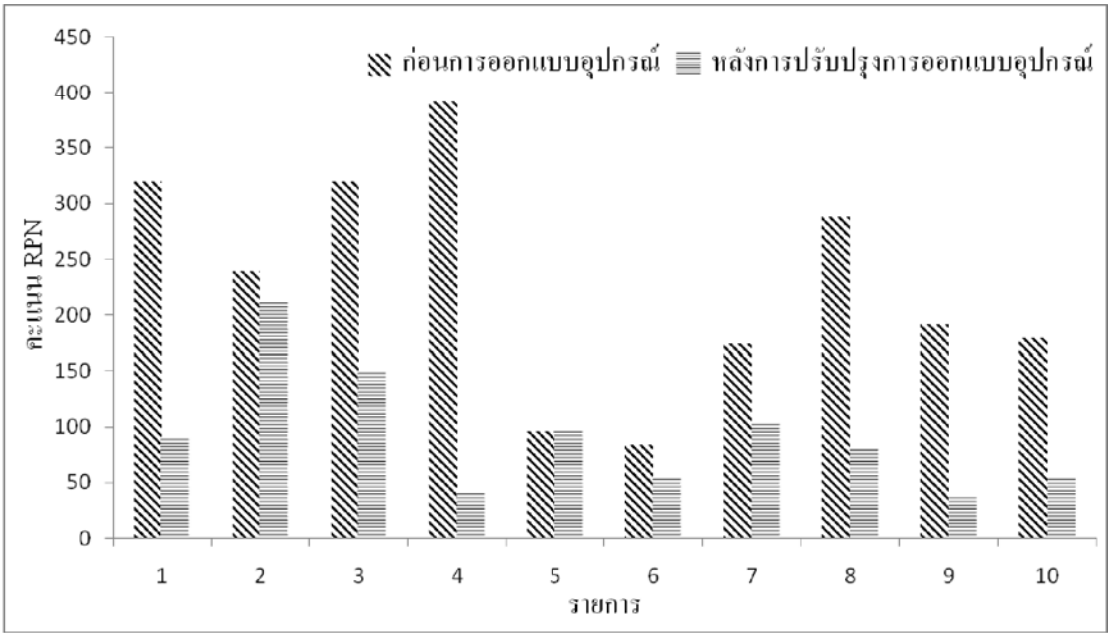
| No. | รายการ | แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่อง | แนวโน้มผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่อง | S | แนวโน้มสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่อง | O | วิธีการควบคุมการออกแบบ | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ปุ่ม | สัญญาณไม่ทำงาน | ผู้ป่วยเสียชีวิต | 10 | ปุ่มสึกหรอ | 3 | ใช้ปุ่มกดที่เป็นยางซิลิโคนที่มีแกนพลาสติกอยู่ในลำตัว | 3 | 90 |
| 2 | ปุ่ม | สัญญาณไม่ทำงาน | ผู้ป่วยเสียชีวิต | 10 | ปุ่มกดไม่ลง | 3 | มีระยะ Clearance 0.5 มิลลิเมตรรอบลำตัวปุ่มกด โดยมีผิวสัมผัสเป็นแกนพลาสติกด้านล่าง 3 มิลลิเมตร | 7 | 210 |
| 3 | ปุ่ม | ไม่สามารถกดปุ่มได้ | ผู้ป่วยเสียชีวิต | 10 | ปุ่มสังเกตได้ยาก | 5 | เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร โผล่จากลำตัวอุปกรณ์ 3 มิลลิเมตร | 3 | 150 |
| 4 | ปุ่ม | สัญญาณเรียกตลอดเวลา | เกิดความไม่สุขสบายของพยาบาลและผู้ป่วย | 7 | ปุ่มค้าง | 5 | มีระยะ Clearence 0.5 มิลลิเมตร รอบลำตัวปุ่มกด โดยมีผิวสัมผัสเป็นแกนพลาสติกด้านล่าง 3 มิลลิเมตร | 3 | 105 |
| 5 | ตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน | ไม่สามารถเปลี่ยนถ่านได้ | ไม่สามารถเฝ้าระวังผู้ป่วยได้ | 8 | แผ่นเลื่อนเลื่อนไม่ออก | 4 | มีระยะ Clearrance ระหว่างฝาเลื่อนกับตัวลำตัว 0.5 มิลลิเมตร | 3 | 96 |
| 6 | ตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน | แผ่นเลื่อนปิดไม่สนิท | ผู้ป่วยรู้สึกไม่สุขสบาย | 7 | การยึดติดไม่ได้ตำแหน่งที่เหมาะสม | 2 | ส่วนหัวของตัวเลื่อนเป็นผิวเอียงเพื่อกำหนดการยึดติด และมีขนาดของส่วนหัวกว้าง 7.50 มิลลิเมตร หนา 3.0 มิลลิเมตร ส่วนท้ายของตัวเลื่อนมีตัวล็อค 2 ตัวขนาดกว้าง 4.50 มิลลิเมตร ยาว 1.50 มิลลิเมตร | 4 | 56 |

ตาราง 4.28 คะแนนลำดับความเสี่ยงหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ (ต่อ)

| No. | รายการ | แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่อง | แนวโน้มผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่อง | S | แนวโน้มสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่อง | O | วิธีการควบคุมการออกแบบ | D | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | ตัวเลื่อนเปิด-ปิดรางถ่าน | แผ่นเลื่อนปิดไม่ได้ | ผู้ป่วยรู้สึกไม่สุขสบาย | 7 | แผ่นเลื่อนหัก-ชำรุด | 5 | ออกแบบให้ตัวเลื่อนมีความหนา 2 มิลลิเมตร และมีตัว ล็อกฝาเลื่อนหนา 3 มิลลิเมตร | 3 | 105 |
| 8 | สายรัด | สายหลุดจากตำแหน่ง | ผู้ป่วยสวมใส่อุปกรณ์ไม่ได้ | 8 | การติดตั้งระหว่างสายรัดกับลำตัวของอุปกรณ์ไม่มีความเหมาะสม | 5 | มีขนาดความกว้าง 2.50 มิลลิเมตร ยาว 20 มิลลิเมตร และมีระยะของช่องว่างใกล้กับขอบของลำตัวอุปกรณ์มากขึ้น | 2 | 80 |
| 9 | ลำตัวแบนมน | สึกหรอ | ผู้ป่วยสวมใส่อุปกรณ์ไม่ได้ | 8 | การยึดติดไม่พอดี | 5 | ออกแบบให้อุปกรณ์ยึดติดกันได้พอดี (ล็อคไปในตัว) | 1 | 40 |
| 10 | ลำตัวแบนมน | ตัวโหนดเซ็นเซอร์ที่อยู่ภายในลำตัวไม่อยู่นิ่ง | ผู้ใช้อุปกรณ์รู้สึกไม่มั่นใจในการใช้อุปกรณ์ | 6 | โครงสร้างการจับยึดภายในไม่สมบูรณ์ | 3 | การออกแบบกลไกการยึดโหนด3 ตัว เพื่อเป็นการยึดโหนดเซ็นเซอร์และเป็นกลไกกันโง่ในการใส่ตัวโหนดเซ็นเซอร์ด้วย | 3 | 54 |

4.3.2.4 คะแนนลำดับความเสี่ยงหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

ผลของคะแนนลำดับความเสี่ยงหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ได้พิจารณาจากคะแนนความเสี่ยงเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ คะแนนโอกาสเกิดขึ้นหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ และคะแนนวิธีการตรวจจับหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ เมื่อนำคะแนนลำดับความเสี่ยงเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์และหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์มาเปรียบเทียบกันพบว่าการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์มีคะแนนลำดับความเสี่ยงลดลงดังภาพประกอบ 4.30




ภาพประกอบ 4.30 การเปรียบเทียบคะแนนลำดับความเสี่ยงจากการวิเคราะห์เทคนิค FMEA

จากการเปรียบเทียบคะแนนลำดับความเสี่ยงพบว่าแนวโน้มสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่องที่ลดลง 3 อันดับแรกคือ ปุ่มค้าง (89.29%) การยึดติดไม่พอดี (79.17%) และการติดตั้งระหว่างสายรัดกับลำตัวของอุปกรณ์ไม่มีความเหมาะสม (72.22%) เป็นต้น เหตุผลที่คะแนนลำดับความเสี่ยงลดลงเกิดจากผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์โดยทำการเปลี่ยนวิธีการควบคุมการออกแบบใหม่ส่งผลให้คะแนนวิธีการตรวจจับลดลง จึงทำให้การคำนวณคะแนนลำดับความเสี่ยงหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ลดลงตามไปด้วย ดังนั้นเพื่อเป็นการเปรียบเทียบ

การลดลงของคะแนนลำดับความเสี่ยงจากการวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องจากการใช้งานอุปกรณ์ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบคะแนนลำดับความเสี่ยงดังตาราง 4.29

ตาราง 4.29 การเปรียบเทียบคะแนนลำดับความเสี่ยง

| แนวโน้มสาเหตุจากลักษณะข้อบกพร่อง | คะแนนลำดับความเสี่ยงเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ | คะแนนลำดับความเสี่ยงหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ | เปอร์เซ็นต์การลดลงของคะแนนลำดับความเสี่ยง |
|---|---|---|---|
| ปุ่มสึกหรอ | 320 | 90 | 71.88 |
| ปุ่มกดไม่ลง | 240 | 210 | 12.50 |
| ปุ่มสังเกตได้ยาก | 320 | 150 | 53.13 |
| ปุ่มค้าง | 392 | 42 | 89.29 |
| แผ่นเลื่อนเลื่อนไม่ออก | 96 | 96 | 0.00 |
| การยึดติดไม่ได้ตำแหน่งที่เหมาะสม | 84 | 56 | 33.33 |
| แผ่นเลื่อนหัก-ชำรุด | 175 | 105 | 40.00 |
| การติดตั้งระหว่างสายรัดกับลำตัวของอุปกรณ์ไม่มีความเหมาะสม | 288 | 80 | 72.22 |
| การยึดติดไม่พอดี | 192 | 40 | 79.17 |
| โครงสร้างการจับยึดภายในไม่สมบูรณ์ | 108 | 54 | 70.00 |
| รวม | | | 52.15 |

## 4.4 ระดับความพึงพอใจที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์

หลังจากอุปกรณ์ต้นแบบได้ผ่านการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FMEA แล้วผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์ไปหาคะแนนความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์โดยใช้แบบสอบถามวัดระดับความพึง

พอใจของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์ต้นแบบ [ภาคผนวก จ] ซึ่งผลลัพธ์แสดงดังตาราง 4.30 พบว่าความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 187 คนอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูงซึ่งมีคะแนนที่มากกว่า 6.5 ในทุกข้อของความพึงพอใจ

ตาราง 4.30 แสดงความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ที่มีต่อการอุปกรณ์ต้นแบบ

| ความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ | | ความพึงพอใจ |
|---|---|---|
| รูปร่าง | มีความสวยงาม | 6.67 |
| | ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย | 6.80 |
| | มีขนาดเล็ก | 6.85 |
| | มีขนาดบาง | 6.81 |
| | รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย | 7.76 |
| การใช้งาน | สามารถเพิ่มเซนเซอร์ได้อีกในอนาคต | 7.54 |
| | มีปุ่มเรียกฉุกเฉิน | 7.88 |
| | มีอายุการใช้งานนาน | 7.52 |
| | อุปกรณ์ไม่มีความร้อน | 7.43 |
| | ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ | 7.55 |
| วัสดุ | มีความแข็งแรงทนทาน | 7.50 |
| | ไม่สกปรกง่าย | 7.20 |
| | มีน้ำหนักเบา | 7.39 |
| | ป้องกันน้ำ | 7.40 |
| | ไม่เป็นอันตราย | 7.84 |
| ความสะดวก | ทำความสะอาดอุปกรณ์ได้ง่าย | 7.57 |
| | มีความเหมาะสมกับตำแหน่งที่ติดตั้ง | 7.51 |
| | ถอด-ติดตัวที่ผู้ป่วยได้ง่าย | 7.74 |
| | เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้ | 7.68 |
| | เปลี่ยนถ่านได้ง่าย | 7.63 |

# บทที่ 5

# สรุปและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานวิจัยนี้มีเป้าหมายหลักคือค้นหาคุณลักษณะสำหรับการออกแบบอุปกรณ์เฝ้าระวังผู้ป่วยให้ถูกต้องต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และมีลักษณะการใช้งานอุปกรณ์ที่ถูกต้องต่อวิธีการพยาบาลผู้ป่วยในปัจจุบัน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีผลต่อการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ซึ่งอาศัยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ และทำการวิเคราะห์แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องที่มีต่อการใช้งานอุปกรณ์โดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์เทคนิคทั้งสองคือข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนและวิธีการควบคุมการออกแบบจะเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบอุปกรณ์

## 5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

การออกแบบอุปกรณ์สำหรับการเฝ้าระวังผู้ป่วยให้มีลักษณะการใช้งานที่ถูกต้องต่อวิธีการพยาบาลผู้ป่วย และถูกต้องต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ในด้านต่างๆ ที่สอดคล้องต่อทักษะ และประสบการณ์ของผู้ใช้อุปกรณ์เป็นสิ่งที่สำคัญมาก ซึ่งสามารถลดปัญหาในด้านการใช้อุปกรณ์ และสามารถเพิ่มความพึงพอใจในการใช้อุปกรณ์ได้

การดำเนินงานการออกแบบอุปกรณ์สำหรับการเฝ้าระวังผู้ป่วยโดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) และการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) มีเป้าหมายที่สำคัญที่สุดคือการออกแบบเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานและถูกต้องตามวิธีการพยาบาลผู้ป่วยเฝ้าระวัง โดยความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์เป็นข้อมูลที่สำคัญที่สุดและเป็นข้อมูลเริ่มต้นของการดำเนินงานวิจัย ซึ่งกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัยคือพยาบาลและผู้ช่วยพยาบาลในหอผู้ป่วยทั้งหมด 16 หอผู้ป่วย โดยเป็นหอผู้ป่วยที่กลุ่มตัวอย่างมีทักษะและประสบการณ์ในการพยาบาลผู้ป่วยเฝ้าระวังเป็นอย่างดี ผลการหาเสียงความต้องการของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์พบว่าความต้องการของกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์มีลักษณะที่หลากหลาย จึงนำความต้องการทั้งหมดมาจัดการข้อมูลโดยมีผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความชำนาญเกี่ยวกับผู้ป่วยเฝ้าระวังเป็นกลุ่มผู้ร่วมวิเคราะห์จัดการข้อมูล หลังจากนั้นจึงทำการออกแบบสอบถามเพื่อหาคะแนนความสำคัญในแต่

ละความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ แล้วจึงนำความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และคะแนนความสำคัญเข้าสู่การวิเคราะห์ด้วยเมตริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ (Product planning matrix) และเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วน (Parts deployment matrix) ตามลำดับ โดยมีผู้เชี่ยวชาญเป็นกลุ่มผู้ร่วมวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD แสดงให้เห็นถึงสิ่งที่สามารถตอบสนองต่อการออกแบบอุปกรณ์ของผู้ใช้อุปกรณ์ได้ โดยมีผลลัพธ์เป็นข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน (Parts characteristic) ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่นำมาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ และยังเป็นข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อในเทคนิค FMEA ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ถึงแนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องที่มีต่อการใช้งานอุปกรณ์ โดยจะนำข้อมูลของการควบคุมการออกแบบ (Detection) มาพึงระวังในการออกแบบเพื่อไม่ให้แนวโน้มลักษณะข้อบกพร่องจากการวิเคราะห์ FMEA เกิดขึ้นหรือทำให้มีโอกาสเกิดลักษณะข้อบกพร่องน้อยลง

การวิเคราะห์เทคนิค FMEA ทำทั้งหมด 2 ครั้ง โดยการวิเคราะห์เทคนิค FMEA ครั้งแรกเป็นการวิเคราะห์เพื่อนำข้อมูลไปออกแบบอุปกรณ์ต้นแบบในครั้งแรก และทำการคำนวณคะแนนลำดับความเสี่ยง (RPN) เพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์โดยอ้างอิงข้อมูลของคะแนนความรุนแรง คะแนนโอกาสเกิดขึ้น และคะแนนวิธีการตรวจจับเพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ ตามลำดับ แล้วนำอุปกรณ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบว่าอุปกรณ์ต้นแบบในครั้งแรกได้ออกแบบมาตามการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค QFD หรือไม่ และแก้ไขตามข้อเสนอแนะจากกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ หลังจากนั้นจึงออกแบบและขึ้นรูปอุปกรณ์ใหม่เป็นครั้งที่ 2 และทำการวิเคราะห์ FMEA ใหม่อีกครั้ง ซึ่งการคำนวณคะแนนลำดับความเสี่ยงหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ได้อ้างอิงข้อมูลคะแนนความรุนแรงเพื่อการปรับปรุงออกแบบอุปกรณ์ คะแนนโอกาสเกิดขึ้นหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ และคะแนนวิธีการตรวจจับหลังการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์

การวิเคราะห์เทคนิค FMEA มีผลลัพธ์เป็นคะแนนลำดับความเสี่ยงซึ่งจะเป็นตัวชี้วัดการออกแบบอุปกรณ์ซึ่งได้มาจากผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินคะแนน โดยคะแนน RPN จากการวิเคราะห์ FMEA เพื่อการปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์ และหลังจากการแก้ไขปรับปรุงการออกแบบอุปกรณ์พบว่าคะแนน RPN ลดลงดังนี้ ปุ่มค้าง (89.29%) การยึดติดไม่พอดี (79.17%) สายรัดหลุด (72.22%) ปุ่มสึกหรอ (71.88%) โครงสร้างการจับยึดภายในไม่สมบูรณ์ (70.00%) ปุ่มสังเกตได้ยาก (53.13%) แผ่นเลื่อนหัก-ชำรุด (40.00%) การยึดติดไม่ได้ตำแหน่งที่เหมาะสม (33.33%) ปุ่มกดไม่ลง (12.50%) และแผ่นเลื่อนเลื่อนไม่ออก (0.00%) และผลการสำรวจความพึงพอใจพบว่าการออกแบบอุปกรณ์ทำให้กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์เกิดความพึงพอใจที่ระดับเฉลี่ย 7.41 จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ซึ่งหมายถึงว่ากลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์มีความพึงพอใจต่อการออกแบบมาก

นอกจากนี้การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD นั้นทำให้มีข้อมูลความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และข้อกำหนดการออกแบบที่สอดคล้องต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์สำหรับเป็นข้อมูลในการพัฒนาการออกแบบในอนาคตได้อีกด้วย

จากการดำเนินงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนและวิธีการในการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD และเทคนิค FMEA เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ ที่ได้นำเทคนิคทั้งสองอย่างนี้ไปใช้อาจมีความแตกต่างกันเนื่องจากวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานวิจัยแตกต่างกัน แต่ผลลัพธ์ที่เหมือนกันคือผลลัพธ์จากเทคนิค QFD คือสิ่งตอบสนองความต้องการของลูกค้า และผลลัพธ์เพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดแนวโน้มการเกิดลักษณะข้อบกพร่องของสิ่งที่พิจารณาจากเทคนิค FMEA อย่างเช่นการดำเนินงานวิจัยนี้คือการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์และลดข้อผิดพลาดจากการออกแบบควบคู่กัน

## 5.2 ปัญหาในการดำเนินงานวิจัย

5.2.1 การวิเคราะห์เทคนิค QFD และเทคนิค FMEA ความสัมพันธ์ต่างๆ มีความแปรปรวนเนื่องจากมีปัญหาเรื่องเวลาที่ว่างพร้อมกันของผู้ให้ข้อมูล

5.2.2 ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ต้นแบบจะมีสภาพไม่สมบูรณ์ตามไฟล์ออกแบบด้วยโปรแกรม 3 มิติเนื่องจากมีปัญหาเรื่องกระบวนการขึ้นรูปจากเครื่อง 3D-Printer มีความคลาดเคลื่อนและสีของวัสดุมีเพียงสีเดียว ตลอดจนมีปัญหาเรื่องกระบวนการขึ้นรูปปุ่มกด และสายรัดเนื่องจากบริษัทเอกชนจะรับผลิตต่อเมื่อบริษัทคุ้มทุน และบริษัทต้องการรับผลิตในจำนวนมาก ทำให้อุปกรณ์มีลักษณะที่ไม่สวยสะดุดตา

5.2.3 เนื่องจากอุปกรณ์ต้นแบบมีเพียงตัวเดียวทำให้มีปัญหาเรื่องเวลาในการนำอุปกรณ์ไปให้กลุ่มตัวอย่างตรวจสอบส่งผลให้การดำเนินการวิจัยล่าช้า

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ในการหาเสียงความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์จะต้องได้รับความร่วมมือจากผู้ให้ข้อมูลอย่างดีเพื่อให้ได้มาของความต้องการที่หลากหลาย และต้องนำข้อมูลจากอดีตเช่น ข้อร้องเรียน และประสบการณ์มาพิจารณาด้วย

5.3.2 เนื่องจากเวลายิ่งผ่านไปส่งผลให้มีเทคโนโลยีหรือกระบวนการใหม่ๆ ดังนั้นควรมีการปรับปรุงและทบทวนการวิเคราะห์เทคนิค QFD อย่างสม่ำเสมอเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ได้อย่างต่อเนื่อง

5.3.3 การวิเคราะห์เทคนิค QFD และเทคนิค FMEA ควรแนะนำให้ผู้เชี่ยวชาญมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่นำเทคนิคไปประยุกต์ใช้เพื่อทำให้มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์เทคนิคมากขึ้น

5.3.4 อุปกรณ์ต้นแบบที่ได้จากการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ตรวจสอบพบว่าอุปกรณ์ต้นแบบสามารถใช้งานได้จริงและไม่รบกวนการทำงานของเจ้าหน้าที่ในหอผู้ป่วยเมื่ออุปกรณ์ได้สวมใส่ที่ตัวผู้ป่วย แต่ต่อไปหากโรงพยาบาลสงขลานครินทร์อนุมัติในการใช้อุปกรณ์ ทางโรงพยาบาลอยากให้มีการขึ้นรูปด้วยวิธีที่แม่นยำ และอยากให้มีการพัฒนาอุปกรณ์ให้ทันสมัยต่อความต้องการของผู้ใช้อุปกรณ์ให้ปัจจุบันที่สุดโดยนำข้อมูลจากการดำเนินงานวิจัยนี้เป็นตัวอ้างอิง

5.3.5 อุปกรณ์ต้นแบบที่ได้จากการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการขึ้นรูปด้วยเครื่อง 3D-Printer จากไฟล์โปรแกรมออกแบบที่มีนามสกุล .STL ทำให้อุปกรณ์มีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย (ได้รับคำยืนยันจากผู้ผลิต) ดังนั้นหากนำอุปกรณ์ไปใช้จริงในโรงพยาบาลฯ ควรขึ้นรูปด้วยวิธีที่แม่นยำกว่านี้และต้นทุนการผลิตที่คุ้มค่ากับการผลิตจำนวนมาก เนื่องจากการขึ้นรูปด้วยเครื่อง 3D-Printer เป็นการขึ้นรูปที่รวดเร็ว และมีวัสดุเป็นพลาสติก แต่จะมีค่าใช้จ่ายที่สูงมากในการขึ้นรูปหนึ่งครั้ง

5.3.6 การวิเคราะห์เทคนิค QFD ได้ทำการวิเคราะห์ 2 เมตริกซ์เนื่องจากการดำเนินงานวิจัยต้องการผลลัพธ์คือชิ้นส่วนที่ตอบสนองความต้องการของกลุ่มตัวอย่างได้ การสิ้นสุดการวิเคราะห์ที่เมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนถือว่าเพียงพอต่อการดำเนินงานวิจัยแล้ว ดังนั้นหากต่อไปมีการนำข้อมูลของการวิเคราะห์ไปใช้ต่อสามารถนำข้อมูลจากเมตริกซ์การออกแบบชิ้นส่วนไปเป็นข้อมูลนำเข้าต่อในเมตริกซ์ต่อไปของการวิเคราะห์เทคนิค QFD ได้โดยนำข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วน และระดับความสำคัญของข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนโดยการเปรียบเทียบไปเป็นข้อมูลนำเข้าในเมตริกซ์ต่อไป

5.3.7 ในอนาคตหากมีการนำข้อมูลของเทคนิค QFD ไปใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์สามารถนำข้อมูลการวิเคราะห์ในครั้งนี้เป็นข้อมูลอ้างอิง หรืออาจเอาไปประยุกต์ต่อโดยการทบทวนความต้องการทางเทคนิคและข้อกำหนดคุณลักษณะของชิ้นส่วนว่ายังสามารถใช้กับสถานการณ์ปัจจุบันได้หรือไม่โดยการลดหรือเพิ่มความต้องการและข้อกำหนดคุณลักษณะชิ้นส่วน และทบทวนคะแนนความสัมพันธ์

5.3.8 การพัฒนาอุปกรณ์โดยเทคนิค FMEA สามารถทำได้อย่างไม่มีวันสิ้นสุดโดยการเปลี่ยนวิธีการควบคุมการออกแบบ แต่มีข้อแม้คือต้องใช้ข้อมูลแผ่นประเมิน FMEA เดิม หากไม่ได้ใช้ข้อมูลแผ่นประเมิน FMEA เดิมถือว่าเป็นการวิเคราะห์ FMEA ใหม่ไม่ใช่การพัฒนาอุปกรณ์โดยเทคนิค FMEA

# บรรณานุกรม


[1] ฝ่ายบริการพยาบาล. โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2552.

[2] Harvard Sensor Network Lab. “CodeBlue: Wireless Sensors for Medical Care.” Internet: www.fiji.eecs.harvard.edu/CodeBlue.html, [Dec. 10, 2009].

[3] สำนักงาน WSN. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2552.

[4] หทัยรัตน์ สงวนไทร และดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. “การปรับปรุงคุณภาพและเฝ้าติดตามในกระบวนการก่อสร้างบ้านโดยประยุกต์ใช้หลักการ QFDและ FMEA.” *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2551, 20-22 ตุลาคม 2551*. หน้า. 381-387.

[5] กังวาฬ กิติชัยชาญ. “การประยุกต์ใช้เทคนิคQFD และPFMEA ในการปรับปรุงคุณภาพและกระบวนการผลิต กรณีศึกษา: โรงงานผลิตชิ้นงานคอนกรีตสำเร็จรูป.” *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2551, 20-22 ตุลาคม 2551*. หน้า. 407-411.

[6] B. Almannai., R. Greenough. and J. Kay. “A Decision Support Tool Based on QFD and FMEA for the Selection of Manufacturing Automation Technologies.” *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 24, pp. 501-507. 2008.

[7] H. Laura.,W. Patricia., C. Wendy. and S. Henry. “Application of Quality Function Deployment to the Design of a Lithium Battery.” *IEEE Transaction on Component, Hybrids, and Manufacturing Technology*, vol. 16, no. 8, 1993.

[8] สุดารัตน์ ตรองพานิชย์. “การปรับปรุงคุณภาพในการบริการของธุรกิจด้านการขนส่งโดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพและกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ กรณีศึกษา: การขนส่งแบตเตอรี่.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

[9] อัจฉราวดี แก้ววรรณดี. “การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพสำหรับการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[10] กุสุมา จิรวงศ์สวัสดิ์. “การประยุกต์ใช้FMEAและAHP เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต ฟริต กรณีศึกษา โรงงานผลิตสารเคลือบเซรามิกส์.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[11] G. Mazur. (1993). “Quality Function Deployment for a Medical Device.” [On-line]. Available: www.mazur. net /works/umcoetqm.pdf. 1993, [Jan. 13, 2008].

[12] Q. Z. Yang., J. P. Sun. and C. F. Zhu. “Medical Device Innovation Methods and Case Studies.” *SIMTech Technical Reports*, vol. 7, no. 4, pp. 232-238. Oct-Dec 2006.

[13] สุพัฒตรา เกษราพงศ์ และ กฤษติยา เส็งเอี่ยม. “การวิเคราะห์รูปแบบของเสียและผลกระทบที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตถุงเท้า.” *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมอุตสาหการ, 24-26 ตุลาคม 2550.*

[14] อินทิรา เหล่าศรีมงคล. “การประยุกต์แนวทาง FMEA เพื่อลดของเสียในผลิตภัณฑ์หล่อเหล็ก.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ศูนย์ระดับภูมิภาคระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

[15] อมรรัตน์ ปิ่นตา. “การปรับปรุงสินค้าโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (QFD): กรณีศึกษาโรงงานผลิตของเล่นไม้เพื่อการศึกษา.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.

[16] N. Satafang. and W. Wattanutchariya. “Implementation of Quality Function Deployment for Healthy Rice Crackers Development.” Department of Industrial Engineering Faculty of Engineering Chiang Mai University, 2008.

[17] จุฑากาญจน์ ดวงตาดำ และอิสรา ธีระวัฒน์สกุล. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์เทียนหอมด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและวิศวกรรมคุณค่า.” *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 6, 8-9 พฤษภาคม 2551.*หน้า. 521-527.

[18] วีรวิชญ์ อัครจิรไพศาล และดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. “การลดข้อบกพร่องของสภาพรถภายนอกสำหรับระบบการขนส่งรถยนต์.” *วารสารวิศวกรรมศาสตร์.จุฬาฯ*, ฉบับ. 3, เล่ม. 1, หน้า. 15-26, 2552.

[19] Y. Akao. (1997). “QFD: Part, Present, and Future.” [On-line]. Available: www.stat.haifa.ac.il/~quality-study/4306/ReadingMaterial/QFD_History.pdf [Nov. 12, 2008].

[20] มณฑลี ศาสนนันท์. *การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมและวิศวกรรมย้อนรอย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2545, พิมพ์ครั้งที่ 2.

[21] American Supplier Institute. “Quality Function Deployment: A Collection of Presentation and QFD Case Studies.” Dearborn. M, American Supplier Institute, 1987.

[22] กุลธิดา เตชวรสินสกุล. “QFD วิธีจัดการข้อมูลเพื่อการออกแบบ.” *วารสาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์(จุฬาฯ)*,ฉบับที่ 2 หน้า. 113-126. 2538.

[23] M. Baxter. *Product Design: A practical guide to systematic methods of new product development*. Brunel University, UK: Design Research Centre, 1995.

[24] L. Cohen. *Quality Function Deployment How to Make QFD Work for You Handbook*. Canada: Engineering Process Improvement Series. 1995.

[25] A. Arash. (2007). “Quality Function Deployment: A Comprehensive Review” [On-line]. pp. 1-25. Available: www.citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.95.9547 &rep=rep1& = type=pdf. [16 June 2009].

[26] S. F. Liu., Y. Lee. and Y. Huang. “A Brief Fatigue inventory of Shoulder Health Development by Quality Function Deployment Technique.” *Journal Shouler Elbow Surgery*, vol. 18, pp. 418-423. 2009.

[27] U. I. Bouwer. “Improving the Environmental Performance of the Fishing Fleet by Use of Quality Function Deployment (QFD).” *Journal of Cleaner Production* 17, pp. 724-731. 2009.

[28] P. Horak., I. Timar., P. Horvath. and I. Lisztes. “Environment Friendly DFMA/QFD/FMEA Laboratory on the University of Pannonia.” *Fascicle of Management and Technological Engineering*, vol. 5, pp. 1474-1479. 2008.

[29] Creative Industries Research Institute. (2008). “Quality Function Deployment: The Voice of the Customer Translated into the Voice of the Engineer.” [On-line]. Available: http://www.ciri.org.nz/downloads/Quality Function Deployment.pdf. [Nov. 13, 2009].

[30] วิเชียร เบญจวัฒนผล. “พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ใช้เทคนิค QFD เชื่อมโยงกับ TRIZ.” *วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี*, ฉบับ.184, หน้า. 112-117. 2549.

[31] C. S. Wang. and T. R. Chang. “Integrated QFD, TRIZ and FMEA in Conceptual Design for Product Development Process.” *Proceedings of the 13th Asia Pacific Management Conference*, Melbourne Australia, 2007, pp. 1085-1095.

[32] B. Md. Deros., N. Rahman., M. Rahman., Ab. Nizam., A. R. Ismail. and A. H.Said. “Application of Quality Function Deployment to Study Critical Service Quality Characteristics and Performance Measures.” *European Journal of Scientific Research*, vol.33, no.3, pp.398-410. 2009.

[33] M. H. Korayem. and A. Iravani. “Improvement of 3P and 6R Mechanical Robots Reliability and Quality Applying FMEA and QFD Approaches.” *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 24, pp. 472-487. 2008.

[34] J. Chen. and J. C. Chen. “QFD-based Technical Textbook Evaluation -Procedure and a Case Study.” *Journal of Industrial Technology*, vol. 18, no. 1, November 2001 to January 2002.

[35] ปวีณา มูลละ. “การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนชุดห้องนอน.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

[36] A. B. Maguad. “Using QFD to integrate the voice of the customer into the academic planning process.” *Proceedings of ASBBS*, vol. 16, no. 1, 2009.

[37] L. F. M. Kuijt-Evers., K. P. N. Morel., N. L. W. Eikelenberg. and P. Vink. “Application of the QFD as a design approach to ensure comfort in using hand tools: Can the design team complete the House of Quality appropriately.” *Applied Ergonomics*, vol. 40, pp. 519-526, 2009.

[38] พิสิทธิ์ พิพัฒน์โภคากุล. “การหาความต้องการของลูกค้า (Customer Requirement).” [On-line]. Available: www.impressionconsult.com/th/index.php/relax/39-article/73-customer-requirement.html. [Feb. 17, 2010].

[39] D. M. Ginn., D. V. Jones., D. V. Rahnejat. and M. Zairi. “The “QFD/FMEA interface”.” *European Journal of Innovation Management*, vol. 1, no 1, pp. 7-20, 1998.

[40] บุญชม ศรีสะอาด. *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น, 2545.

[41] H. Costin. *Management development and training: A TQM approach*. London: The Dryden Press, 1996.

[42] S. Bonacosri. “Affinity Diagram.” The AIT Group, Inc. Internet: www.iqualityprocess.com/docs/Steven-Bonacorsi-SS/Updated%20Materials/Affinity-Diagrams.html, [Feb. 18,2011].

[43] ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. “การวิเคราะห์สาเหตุข้อบกพร่องและผลกระทบ.” Internet: www.ismed.or.th/SME/src/bin/controller.php? view=knowledge Insite. KnowledgesDetail&p=&nid=&sid=40&id=1082&left=30&right=31&level=3&lv1=3.html, [Sep. 12, 2008].

[44] กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. *การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), พิมพ์ครั้งที่1, 2551.

[45] อภิชาติ โสภาแดง. “Failure Mode and Effect Analysis.” เอกสารประกอบการเรียนการสอน, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551.

[46] K. S. Chin., A. Chan. and J. B. Yang. “Development of a fuzzy FMEA based product design system.” *Int J Adv Manuf Technol*, vol. 36, pp.633–649, 2008.

[47] Intitute For Healthcare Improvement. “Failure Mode and Effect Analysis” [On-line]. Available:www.qide.org/shared/content/de_documents/Patient%20Safety/FailureModesandEffectsAnalysis_FMEA_1.pdf. [Jan. 20, 2010].

[48] G. Pantazopoulos. and G. Tsinopoulos. “Process Failure Modes and Effects Analysis (PFMEA): A Structured Approach for Quality Improvement in the Metal Forming Industry.” *Journal of Failure Analysis and Prevention*, Vol. 5, no. 2, 2005.

[49] R. C. Turner. and L. Carlson. “Indexes of Items-objective Congruence for Multidimensional Items.” *International Journal of Testing*, vol. 3, no. 2, pp. 163-171, 2003.

[50] Glenn D. “Determining Sample Size.” *IFAS Extension*. University of Florida. pp. 1-7, 2009.

[51] G. B. Crawford. “The geometric mean procedure for estimating the scale of a judgment matrix.” *Mathematical Modeling*, vol 9, no. 3, pp. 327-334, 1987.

[52] Ford Motor Company. “FMEA Handbook Design.” [On-line]. Available: www.4shared.com/file/35298992/383ca04e/FMEA_HANDBOOK_DESIGN.html [April. 28, 2008].

[53] M. W. Robert. “Anthropometry Survey of Thai Royal Thai Armed Forces.” [On-line]. Available: www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=AD450836&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf. 1964. [Sep. 7, 2009].

[54] National Aeronautics and Space Administration (NASA). “Anthropometry and Biomechanics” [On-line]. Available: www. msis.jsc.nasa.gov /sections/section03.html. 2008. [Aug. 10, 2009].

[55] Statistics Canada. “Average wrist circumference by age” [On-line]. Available: www.censusatschool.ca/04/04_0506/04_0506_007-eng.html. 2006. [July. 29, 2009].

[56] Wikipedia. “Velcro.” Internet: www.wikipedia.org/wiki/Velcro.html. [Aug. 27, 2009].

# ภาคผนวก ก
# ข้อมูลหอผู้ป่วย

**ภาพผนวก ก** ตารางแสดงข้อมูลหอผู้ป่วย

| **หอผู้ป่วยอายุรกรรมชาย 1** | |
|---|---|
| ลักษณะของผู้ป่วย | หัวใจ ไต เบาหวาน ปอด มะเร็ง ฯลฯ ที่รักษาโดยใช้ยา |
| จำนวนเตียง | 40 |
| โรคที่ผู้ป่วยเป็นมากที่สุด | 1. เนื้องอกร้ายที่ตับและท่อน้ำดีในตับ |
| | 2. โรคระบบไหลเวียนโลหิต |
| | 3. เนื้องอกร้ายที่หลอดลมและปอด |
| | 4. เส้นเลือดหัวใจตีบ |
| | 5. กล้ามหัวใจตายเฉียบพลัน |
| | 6. หัวใจขาดเลือด |
| **หอผู้ป่วยอายุรกรรมชาย 2** | |
| ลักษณะของผู้ป่วย | หัวใจ ไต เบาหวาน ปอด มะเร็ง ฯลฯ ที่รักษาโดยใช้ยา |
| จำนวนเตียง | 32 |
| โรคที่ผู้ป่วยเป็นมากที่สุด | 1. กล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน |
| | 2. เนื้องอกที่หลอดลมและปอด |
| | 3. เส้นเลือดหัวใจตีบ |
| | 4. หัวใจล้มเหลว |
| | 5. โลหิตเป็นพิษจากเชื้ออื่น |
| | 6. โรคภูมิคุ้มกันบกพร่องจากไวรัสที่มีผลทำให้เกิดโรคติดเชื้อและปรสิต |
| **หอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง** | |
| ลักษณะของผู้ป่วย | หัวใจ ไต เบาหวาน ปอด มะเร็ง ฯลฯ ที่รักษาโดยใช้ยา |
| จำนวนเตียง | 40 |
| โรคที่ผู้ป่วยเป็นมากที่สุด | 1. โรคกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน |
| | 2. โรครูห์มาติคที่ลิ้นไมทรอล |
| | 3. เนื้องอกร้ายไมลอยด์ ลูคีเมีย |
| | 4. หัวใจล้มเหลว |
| | 5. หัวใจขาดเลือด |
| | 6. กล้ามเนื้อหัวใจตาย |

**ภาพผนวก ก** ตารางแสดงข้อมูลหอผู้ป่วย (ต่อ)

| **หอผู้ป่วยเด็ก 1** | |
|---|---|
| ลักษณะของผู้ป่วย | เด็กติดเชื้อโรคต่างๆ |
| จำนวนเตียง | 30 |
| โรคที่ผู้ป่วยเป็นมากที่สุด | 1. โรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว |
| | 2. ความผิดปกติตั้งแต่กำเนิดเกี่ยวกับผนังกั้นหัวใจ |
| | 3. ปอดอักเสบจากเชื้อแบคทีเรีย |
| | 4. โรคแพ้ภูมิตัวเอง |
| | 5. ท้องร่วง กระเพาะและลำไส้อักเสบจากการติดเชื้อ |
| | 6. ความผิดปกติแต่กำเนิดของเส้นเลือดแดงใหญ่ |
| **หอผู้ป่วยเด็ก 2** | |
| ลักษณะของผู้ป่วย | เรื้อรัง มะเร็ง ภูมิคุ้มกันบกพร่อง |
| จำนวนเตียง | 32 |
| โรคที่ผู้ป่วยเป็นมากที่สุด | 1. เนื้องอกร้ายลิมฟอยด์ ลูคีเมีย |
| | 2. โรคแพ้ภูมิตัวเอง |
| | 3. ความผิดปกติตั้งแต่กำเนิดเกี่ยวกับผนังกั้นหัวใจ |
| | 4. เนื้องอกร้ายที่สมอง |
| | 5. เนื้องอกร้ายที่ต่อมแอดรีนอล |
| | 6. เนื้องอกร้ายลิกฟอร์น่า |
| **หอผู้ป่วยนรีเวช** | |
| ลักษณะของผู้ป่วย | ผ่าตัด มะเร็ง |
| จำนวนเตียง | 34 |
| โรคที่ผู้ป่วยเป็นมากที่สุด | 1. เนื้องอกร้ายที่รังไข่ |
| | 2. เนื้องอกร้ายที่คอมดลูก |
| | 3. เนื้องอกร้ายที่ผนังมดลูก |
| | 4. เนื้องอกของอวัยวะสืบพันธุ์สตรีที่ไม่ทราบลักษณะ |
| | 5. เนื้องอกลีโอมัยโอม่าที่มดลูก |
| | 6. เยื่อบุโพรงมดลูกขึ้นผิดที่ |

**ภาพผนวก ก** ตารางแสดงข้อมูลหอผู้ป่วย (ต่อ)

| **หอผู้ป่วยสูติ-นรีเวช** | |
|---|---|
| ลักษณะของผู้ป่วย | คลอดบุตร มะเร็ง |
| จำนวนเตียง | 18 |
| โรคที่ผู้ป่วยเป็นมากที่สุด | 1. เนื้องอกร้ายที่รังไข่ |
| | 2. การดูแลมารดาจากความผิดปกติของอวัยวะเชิงกราน |
| | 3. การคลอดยากเนื่องจากเชิงกรานผิดปกติ |
| | 4. ตัวเย็นในทารกแรกเกิด |
| | 5. โรคแทรกซ้อนอื่นของการเจ็บครรภ์และคลอด |
| | 6. การคลอดยากเกี่ยวกับเด็กผิดที่และผิดท่า |
| **หอผู้ป่วยศัลยกรรม** | |
| ลักษณะของผู้ป่วย | เกี่ยวกับการผ่าตัด |
| จำนวนเตียง | 40 |
| โรคที่ผู้ป่วยเป็นมากที่สุด | 1. เนื้องอกร้ายที่หลอดอาหาร |
| | 2. เนื้องอกร้ายที่ลำไส้ใหญ่ |
| | 3. ไส้ติ่งอักเสบเฉียบพลัน |
| | 4. นิ่วในไตและท่อไต |
| | 5. การเกิดก้อนจุกและลิ่มเลือดในหลอดเลือดแดง |
| | 6. โรคหัวใจขาดเลือดเรื้อรัง |

# ภาคผนวก ข
# รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

**ภาคผนวก ข** ตารางแสดงรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

| | |
|---|---|
| **1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จารุวรรณ มานะสุรการ** | |
| ด้านการเรียนการสอน | การพยาบาลผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ |
| | การพยาบาลผู้ป่วยเรื้อรัง |
| | จริยธรรมกับการพยาบาลผู้ป่วยระยะสุดท้าย |
| | กระบวนการพยาบาลกับการนำไปใช้ |
| ด้านบริการพยาบาล | Chronic care End of life care Quantitative research |
| **2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพมาศ ชิณวงศ์** | |
| ด้านการเรียนการสอน | Critical care/Medical Nursing |
| | Spiritual care |
| ด้านบริการพยาบาล | Critical care |
| | Respiratory care/Caring for Ventilated patients |
| | Spiritual care & Palliative care |
| | Qualitative research and Grounded theory approach |
| **3.ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เอมอร แซ่จิว** | |
| ด้านการเรียนการสอน | การพยาบาลอายุรศาสตร์ |
| | ภาวะวิกฤตระบบทางเดินหายใจ |
| | ระบบประสาทผู้ป่วยมะเร็ง |
| ด้านบริการพยาบาล | Critical care |
| | Respiratory care |
| **4.คุณฉวีวรรณ ยี่สกุล** | |
| ด้านบริการพยาบาล | หัวหน้าหอผู้ป่วยอายุรกรรมชาย1 |
| **5.คุณยุพิณ วัฒนสิทธิ์** | |
| ด้านบริการพยาบาล | หัวหน้าหอผู้ป่วยอายุรกรรมชาย2 |
| **6.คุณสิรินทร์ ศาสตรานุรักษ์** | |
| ด้านบริการพยาบาล | หัวหน้าหอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง |

# ภาคผนวก ค
# แบบสอบถามวัดคะแนนความสำคัญ

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**แบบสอบถาม สำรวจระดับความสำคัญของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเฝ้าระวังผู้ป่วย**

**จุดประสงค์**

แบบสอบถามนี้มีเป้าหมายในการพิจารณาความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความพึงพอใจของพยาบาลในด้านการออกแบบอุปกรณ์สำหรับการเฝ้าระวังผู้ป่วย

**รายละเอียด**

การพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้กรอกแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 9 ระดับ ดังนี้

คะแนนระดับ 9 หมายถึง สำคัญมากและมีผลต่อความพึงพอใจมากที่สุด
คะแนนระดับ 8 หมายถึง สำคัญมากและมีผลต่อความพึงพอใจอยู่ระหว่างมากถึงมากที่สุด
คะแนนระดับ 7 หมายถึง สำคัญมากและมีผลต่อความพึงพอใจมาก
คะแนนระดับ 6 หมายถึง สำคัญมากและมีผลต่อความพึงพอใจอยู่ระหว่างปานกลางถึงมาก
คะแนนระดับ 5 หมายถึง สำคัญปานกลางและมีผลต่อความพึงพอใจปานกลาง
คะแนนระดับ 4 หมายถึง สำคัญปานกลางและมีผลต่อความพึงพอใจระหว่างน้อยถึงปานกลาง
ระดับคะแนน 3 หมายถึง สำคัญน้อยและมีผลต่อความพึงพอใจน้อย
ระดับคะแนน 2 หมายถึง สำคัญน้อยมากและมีผลต่อความพึงพอใจค่อนข้างน้อย
ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่มีระดับความสำคัญและไม่มีผลต่อความพึงพอใจ

**<u>คำชี้แจง</u>** กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ที่ตัวเลขระดับคะแนนความสำคัญที่ท่านพิจารณาในแต่ละข้อต่อไปนี้

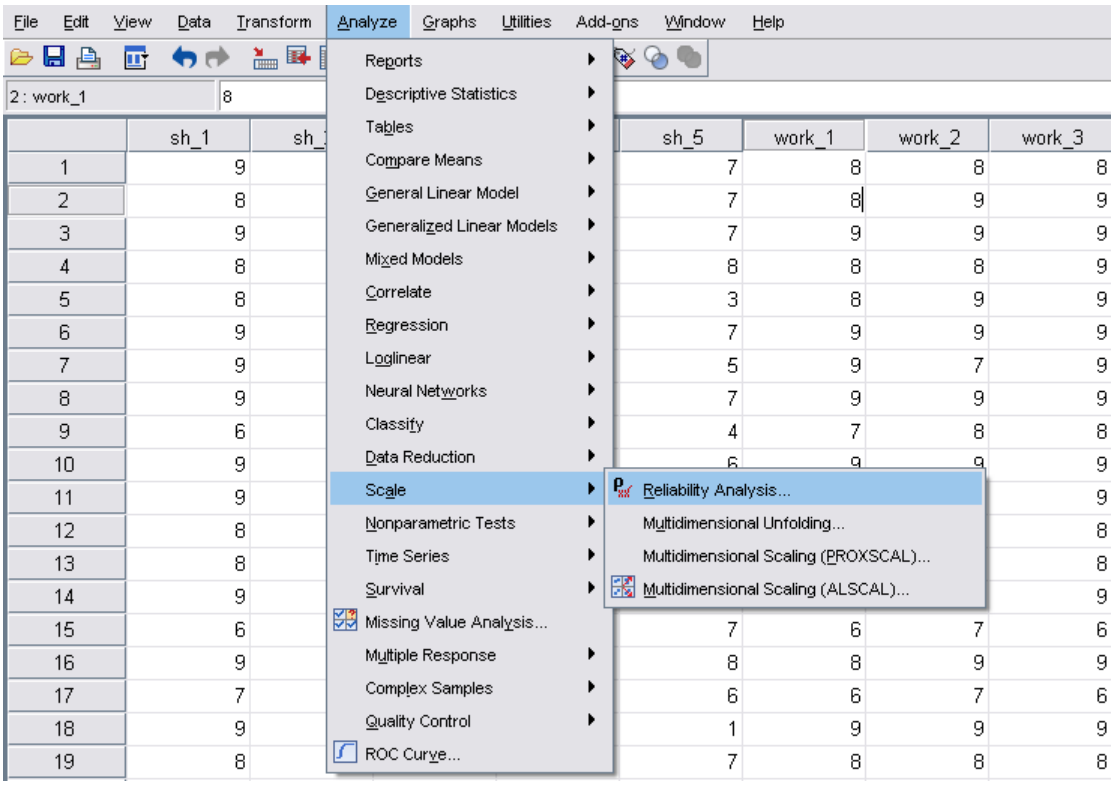
| ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในด้านการออกแบบ | | ระดับคะแนนความสำคัญ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** |
| รูปร่าง | มีความสวยงาม | | | | | | | | | |
| | ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย | | | | | | | | | |
| | มีขนาดเล็ก | | | | | | | | | |
| | มีขนาดบาง | | | | | | | | | |
| | รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย | | | | | | | | | |
| การใช้งาน | สามารถเพิ่มเซนเซอร์ได้อีกในอนาคต | | | | | | | | | |
| | มีปุ่มเรียกฉุกเฉิน | | | | | | | | | |
| | มีอายุการใช้งานนาน | | | | | | | | | |
| | อุปกรณ์ไม่มีความร้อน | | | | | | | | | |
| | ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ | | | | | | | | | |
| วัสดุ | มีความแข็งแรงทนทาน | | | | | | | | | |
| | ไม่สกปรกง่าย | | | | | | | | | |
| | มีน้ำหนักเบา | | | | | | | | | |
| | ป้องกันน้ำ | | | | | | | | | |
| | ไม่เป็นอันตราย | | | | | | | | | |
| ความสะดวก | ทำความสะอาดอุปกรณ์ได้ง่าย | | | | | | | | | |
| | มีความเหมาะสมกับตำแหน่งที่ติดตั้ง | | | | | | | | | |
| | ถอด- ติดตั้งที่ตัวผู้ป่วยได้ง่าย | | | | | | | | | |
| | เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้ | | | | | | | | | |
| | เปลี่ยนถ่านได้ง่าย | | | | | | | | | |

# ภาคผนวก ง
# การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม

การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของแบบสอบถามได้ใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบครอนบาค ซึ่งได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม SPSS โดยผลลัพธ์ที่ได้แยกเป็นขั้นตอนดังนี้

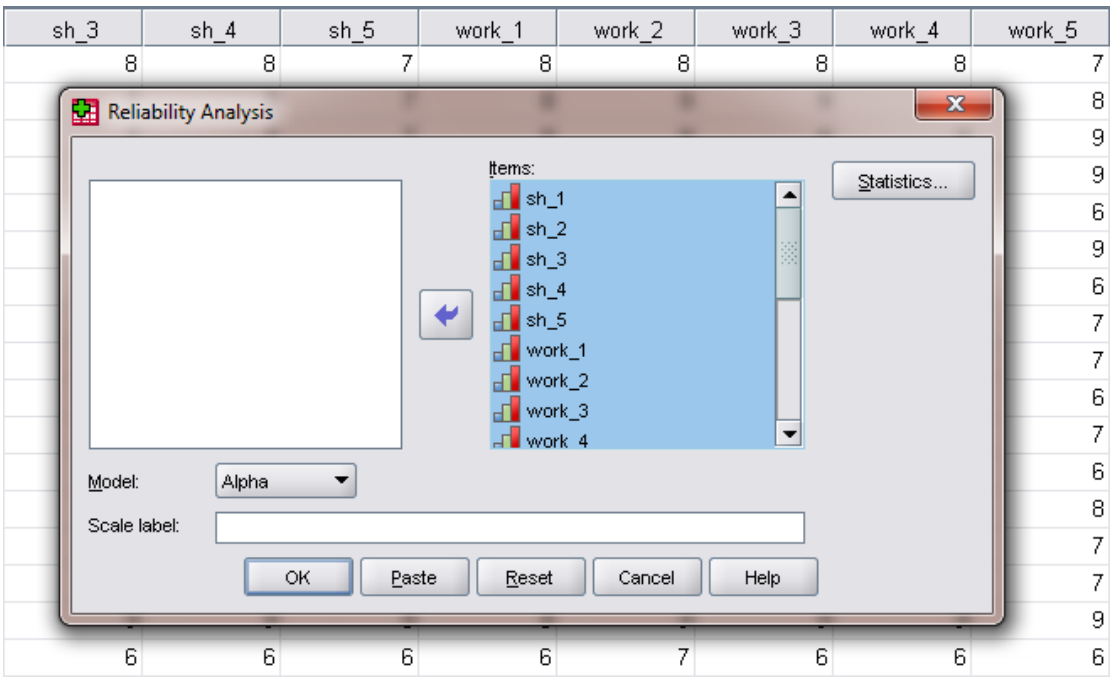
(1) นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามที่ตอบกลับทั้งหมด 248 ชุดใส่ในโปรแกรม SPSS

(2) ใช้เมนู “Analyze” เมนูรอง “Scale” และเมนูย่อย “Reliability Analysis” ดังภาพประกอบการเลือกเมนูหาความเชื่อมั่น




**ภาคผนวก ง** ภาพประกอบการเลือกเมนูหาความเชื่อมั่น

(3) เมื่อเข้าเมนูหาความเชื่อมั่นแล้ว ทำการเลือกคำสั่งการคำนวณหาความเชื่อมั่นโดยเลือกข้อคำถามใส่ในช่อง “Items” และเลือกรูปแบบเป็น “Alpha” เพื่อเป็นการสั่งให้โปรแกรมหาความเชื่อมั่นแบบครอนบาคดังภาพประกอบการสั่งคำสั่งหาความเชื่อมั่น




**ภาคผนวก ง** ภาพประกอบการสั่งคำสั่งหาความเชื่อมั่น

(4) เมื่อเลือกคำสั่งเพื่อหาความเชื่อมั่นแล้วผลลัพธ์ที่ได้คือแบบสอบถามที่กลุ่มผู้ใช้อุปกรณ์ตอบกลับมีความเชื่อมั่น 0.957 ซึ่งแสดงว่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่ได้จากผู้ตอบแบบสอบถามมีน้อยจึงนำไปใช้เพื่อคำนวณหาคะแนนความสำคัญต่อไป

# ภาคผนวก จ
# แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการออกแบบอุปกรณ์ต้นแบบ

# ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
# คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

## แบบสอบถาม สำรวจความพึงพอใจในการออกแบบอุปกรณ์สำหรับการเฝ้าระวังผู้ป่วย

**จุดประสงค์**

แบบสอบถามนี้มีเป้าหมายในการพิจารณาความพึงพอใจของพยาบาลในด้านการออกแบบอุปกรณ์สำหรับการเฝ้าระวังผู้ป่วย

**รายละเอียด**

ให้ท่านพิจารณาปัจจัยคุณลักษณะต่างๆ ของอุปกรณ์สำหรับเฝ้าระวังผู้ป่วยที่ทำให้ท่านเกิดความพึงพอใจ โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 9 ระดับ ซึ่งคะแนนระดับ 9 หมายถึงท่านมีความพึงพอใจต่อคุณลักษณะของอุปกรณ์มากที่สุด จนถึงคะแนนระดับ 1 ซึ่งเป็นระดับคะแนนที่น้อยที่สุด หมายถึงท่านไม่มีความพึงพอใจต่ออุปกรณ์

**<u>ตอนที่ 1</u>** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

**หอผู้ป่วย**

☐ เด็ก 1 ☐ เด็ก 2
☐ นรีเวช ☐ ฉบ.7
☐ ฉบ.8 ☐ ฉบ.9
☐ ฉบ.10 ☐ ฉบ.11
☐ ฉบ.12 ☐ พิเศษสูติ-นรีเวช
☐ ศัลยกรรมชาย 1 ☐ ศัลยกรรมชาย 2
☐ ศัลยกรรมหญิง ☐ อายุรกรรมชาย 1
☐ อายุรกรรมชาย 2 ☐ อายุรกรรมหญิง

**<u>ตอนที่ 2</u>** กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ที่ตัวเลขระดับคะแนนความพึงพอใจที่ท่านพิจารณาในแต่ละข้อต่อไปนี้

| ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในด้านการออกแบบ | | ระดับคะแนนความพึงพอใจ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **9** | **8** | **7** | **6** | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** |
| รูปร่าง | มีความสวยงาม | | | | | | | | | |
| | ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกไม่สุขสบาย | | | | | | | | | |
| | มีขนาดเล็ก | | | | | | | | | |
| | มีขนาดบาง | | | | | | | | | |
| | รูปทรงไม่ทำให้เกิดอันตราย | | | | | | | | | |
| การใช้งาน | สามารถเพิ่มเซนเซอร์ได้อีกในอนาคต | | | | | | | | | |
| | มีปุ่มเรียกฉุกเฉิน | | | | | | | | | |
| | มีอายุการใช้งานนาน | | | | | | | | | |
| | อุปกรณ์ไม่มีความร้อน | | | | | | | | | |
| | ไม่ขัดขวางลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ | | | | | | | | | |
| วัสดุ | มีความแข็งแรงทนทาน | | | | | | | | | |
| | ไม่สกปรกง่าย | | | | | | | | | |
| | มีน้ำหนักเบา | | | | | | | | | |
| | ป้องกันน้ำ | | | | | | | | | |
| | ไม่เป็นอันตราย | | | | | | | | | |
| ความสะดวก | ทำความสะอาดอุปกรณ์ได้ง่าย | | | | | | | | | |
| | มีความเหมาะสมกับตำแหน่งที่ติดตั้ง | | | | | | | | | |
| | ถอด- ติดตั้งที่ตัวผู้ป่วยได้ง่าย | | | | | | | | | |
| | เปลี่ยนตำแหน่งการติดตั้งได้ | | | | | | | | | |
| | เปลี่ยนถ่านได้ง่าย | | | | | | | | | |

**<u>ตอนที่ 3</u>** ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความต้องการและความพึงพอใจในการออกแบบอุปกรณ์สำหรับการเฝ้าระวังผู้ป่วย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ขอบคุณครับ**

# ประวัติผู้เขียน

| | | |
|---|---|---|
| **ชื่อ สกุล** | นายพีรยุ จันทร์ส่อง | |
| **รหัสประจำตัวนักศึกษา** | 5110120083 | |
| **วุฒิการศึกษา** | **ชื่อสถาบัน** | **ปีที่สำเร็จการศึกษา** |
| วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมการผลิต) | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2550 |

**ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)**

ทุนก้นกุฏิ จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว.-สถาบันการศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน**

พีรยุ จันทร์ส่อง นภิสพร มีมงคล และ วรรณรัช สันติอมรทัต, 2553, “การออกแบบอุปกรณ์สำหรับการเฝ้าระวังผู้ป่วยโดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ”, เอกสารการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 8, 22-23 เมษายน 2553, สงขลา

พีรยุ จันทร์ส่อง นภิสพร มีมงคล และ วรรณรัช สันติอมรทัต, 2554, “การออกแบบอุปกรณ์สำหรับการเฝ้าระวังผู้ป่วยโดยใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ”, เอกสารการประชุมวิชาการโครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 5, 30 มีนาคม-1 เมษายน 2554, ชลบุรี