บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในยุคกระแสโลกาภิวัตน์ในปัจจุบัน มีการแข่งขันทางการค้าค่อนข้างสูง ดังนั้น ผู้ประกอบการควรทราบถึงความต้องการของลูกค้าที่แท้จริงให้มากที่สุด เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพสินค้าและบริการให้ได้คุณภาพ มีประสิทธิภาพและมาตรฐานเป็นที่ยอมรับแก่ลูกค้า ซึ่งจะทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจและกลับมาใช้บริการใหม่ซ้ำอีก ความพึงพอใจดังกล่าวก็จะส่งผลต่อรายได้ในทางบวกในการดำเนินธุรกิจ และประสบความสำเร็จขององค์กร หรือทำให้องค์กรสามารถอยู่รอด สามารถดำเนินธุรกิจต่อไปได้ในกรณีที่คู่แข่งในตลาดก็มีความสามารถใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการศึกษา “การกำหนดแผนการตอบสนองงานบริการสำหรับโรงงานในนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด กรณีศึกษา: บริษัท แพน เมคแคนิค เอ็นจิเนียริ่งจำกัด” เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกรอบแนวความคิดในการวิจัย ในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

2.1 แนวคิดทางทฤษฎี

2.1.1 ความเป็นมาของการเคลือบผิวเครื่องจักรและอุปกรณ์

2.1.2 แนวคิดการสำรวจความพึงพอใจของลูกค้าและความคุ้มค่าในการลงทุน

2.1.3 วิธีการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า(Quality Function Deployment)

2.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดทางทฤษฎี

2.1.1 ความเป็นมาของการเคลือบผิวเครื่องจักรและอุปกรณ์

การเคลือบผิวเครื่องจักรและอุปกรณ์เป็นวิธีการหนึ่งที่เป็นที่มักถูกเลือกให้เป็นวิธีการที่จะช่วยป้องกันความเสียหาย และยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ได้ โดยวิธีการติดตั้งและวัสดุเคลือบผิวนี้จะช่วยป้องกัน และยับยั้งการถูกกัดกร่อน ซึ่งการกัดกร่อนเป็นกระบวนการเสื่อมสภาพของโลหะหรืออโลหะเนื่องมาจากการทำปฏิกิริยากับสิ่งแวดล้อม

การกัดกร่อน (corrosion) คือ การเสื่อมสภาพของโลหะ ที่ทำให้สมบัติของโลหะเปลี่ยนไปในทางเลวลง โดยโลหะเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบของโลหะหรือที่เรียกว่าสนิม ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของการกัดกร่อนเป็นเหตุให้โลหะเกิดความเสียหาย ในแต่ละปีทั่วโลกมีค่าใช้จ่าย จาก

ปัญหาที่เกิดจากการกัดกร่อนมากมาย ทั้งที่เป็นการซ่อมแซม บำรุงรักษา หรือการรื้อสร้างใหม่เพื่อทดแทน ส่วนที่ชำรุดเสียหายจนไม่อาจใช้การได้อีกต่อไป บางครั้งการแก้ไขและป้องกันที่ปฏิบัติกันก็เป็นค่าใช้จ่ายที่มากเกินจำเป็น เช่น การออกแบบเผื่อขนาดชิ้นงานโดยใช้โลหะที่มีความหนาเกินความจำเป็น นอกจากนั้นยังมีค่าใช้จ่ายของการค้นคว้าวิจัย เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้พัฒนาให้มีความต้านทานการกัดกร่อนสูงสามารถใช้ได้แม้ในสิ่งแวดล้อมที่มีฤทธิ์กัดกร่อน

การกัดกร่อน คือ ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation reaction) ของโลหะซึ่งเป็นปฏิกิริยาให้อิเลคตรอน โดยที่โลหะประกอบด้วยอะตอมโลหะเกาะเกี่ยวกันตลอดเนื้อโลหะด้วยพันธะโลหะ ซึ่งเป็นพันธะโควาเลนท์ ที่มีคู่อิเลคตรอนที่พันธะเป็นชนิดไม่ประจำ โลหะจึงมีอิเลคตรอนที่เคลื่อนย้ายได้ ที่ยึดเหนี่ยวทั้งหมดเข้า ด้วยกัน โลหะจึงมีสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า เมื่อโลหะเกิดการกัดกร่อน อิเลคตรอนที่พันธะจะหลุดออก ทำให้อะตอมโลหะเปลี่ยนเป็น อิออนโลหะประจุบวก (http://www2.mtec.or.th/th/research/famd/lcenter/gencorro.html : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์)

เมื่อมีการให้และรับอิเลคตรอนครบเซลไฟฟ้าเคมีที่เรียกว่า เซลการกัดกร่อน โลหะที่ให้อิเลคตรอนเป็นขั้วแอโนด (anode) อิเลคตรอนเดินทางไปตามเนื้อโลหะ สิ่งแวดล้อมที่รับอิเลคตรอนเป็นขั้วคาโธด (cathode) และความ ชื้นหรือสารละลายที่ผิวโลหะเป็นอิเลคโตรไลท์ (electrolyte) ให้อิเลคตรอนเดินทางให้ครบเซล ดังนั้น การกัดกร่อนจึงสามารถเกิดขึ้นได้ทั่วไป อาจกล่าวได้ว่า โลหะเกือบทุกชนิดเกิดการกัดกร่อนได้เสมอ ต่างกันที่ความยากง่ายของการเกิดการกัดกร่อน และอัตราการกัดกร่อนเร็ว-ช้า สาเหตุของการเกิดการกัดกร่อนจึง มาจากทั้งโลหะและสิ่งแวดล้อม ได้แก่

1. การกัดกร่อนทั่วผิวหน้า
2. การกัดกร่อนแบบกัลป์วานิค
3. การกัดกร่อนในที่อับ
4. การกัดกร่อนแบบรูเข็ม
5. การสูญเสียส่วนผสมบางตัว
6. การกัดกร่อนตามขอบเกรน
7. การกัดกร่อน-สึกกร่อน
8. การกัดกร่อน-ความล้า
9. การกัดกร่อนแบบถูครูด
10. การกัดกร่อนแบบรูพรุน

11. การกัดกร่อน-ความเค้น

12. การกัดกร่อนแบบใต้ชั้นเคลือบ

13. graphitic corrosion

2.1.2 การกัดกร่อนของโลหะ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะใช้เหล็กเป็นวัสดุพื้นฐานสำหรับงานต่างๆ มากมาย ซึ่งข้อพิจารณาในการเลือก ใช้ผลิตภัณฑ์เหล็ก นอกจากจะดูที่ความแข็งแรง ความเหนียว (Toughness) ความสามารถใน การขึ้นรูปและความสามารถในการเชื่อมประกอบแล้ว เรายังต้องพิจารณาถึงความต้านทาน การกัดกร่อนด้วย เพื่อให้ใช้งานเหล็กได้อย่าง คุ้มค่า ลดความจำเป็นในการซ่อมบำรุง และมั่นใจ ในความปลอดภัย เช่น อุตสาหกรรม อาหาร การขนส่ง เชื้อเพลิงโดยท่อเหล็ก เป็นต้น (http://www.rmutphysics.com/CHARUD/specialnews/6/iron1/index6.htm สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทยไทย)

1. การกัดกร่อนแบบสม่ำเสมอ (Uniform Corrosion)

เป็นการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากโลหะสัมผัสกับสิ่งแวดล้อม โดยอัตราการสูญเสียของเนื้อโลหะที่บริเวณต่างๆ จะใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถวัดอัตราการกัดกร่อน และออกแบบการบำรุง รักษาตามช่วงระยะเวลาได้

2. การกัดกร่อนเนื่องจากความต่างศักย์ (Galvanic Corrosion)

เมื่อโลหะสองชนิดที่ต่างกันมาเชื่อมต่อกันจะเกิดความต่างศักย์ขึ้นทำให้เกิดการไหลของ อิเล็กตรอนระหว่างโลหะทั้งสองโลหะที่ต้านทานการกัดกร่อนได้น้อยกว่าจะเป็นอาโนด โลหะที่ต้านทานการกัดกร่อนได้มากกว่าทำหน้าที่เป็นคาโธด โดยระดับการกัดกร่อนขึ้นกับสภาพสิ่งแวด ล้อมที่โลหะทั้งสองสัมผัส ระยะห่างจากรอยต่อ ซึ่งการกัดกร่อนแบบกัลวานิคจะรุนแรงที่สุดบริเวณใกล้รอยต่อระหว่างโลหะทั้งสองชนิด และอัตราการกัดกร่อนจะลดลงเมื่อระยะห่างจากรอยต่อนั้นเพิ่มขึ้น ส่วนอัตราส่วนพื้นที่ของคาโธดต่อพื้นที่ของอาโนดก็มีผลคือ ยิ่งสัดส่วนดังกล่าวมากความรุนแรงของ การกัดกร่อนที่อาโนด ก็จะยิ่งสูงขึ้น

3. การกัดกร่อนแบบช่องแคบ (Crevice Corrosion)

เป็นการกัดกร่อนเฉพาะบริเวณ (Localized Corrosion) แบบหนึ่ง มักเกิดขึ้นบริเวณ ช่องแคบหรือรอยแยกของโลหะที่สัมผัสกับสารละลายที่สามารถแตกตัวเป็นประจุไฟฟ้า (Electrolyte) ได้ การกัดกร่อนแบบนี้สามารถเกิดขึ้นได้แม้โลหะ สัมผัสกับ อโลหะ เช่น ปะเก็นยาง

อัตราการกัดกร่อนในช่องแคบจะสูงกว่าของผิวโลหะโดยรวม นอกจากนี้การกัดกร่อนแบบช่องแคบมักเกิดกับโลหะที่โลหะผสมที่ผิวเป็นที่มีชั้นฟิล์มปกป้อง เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม

4. การกัดกร่อนแบบเป็นหลุม (Pitting)

เป็นการกัดกร่อนเฉพาะที่ (Localized Attack) อีกแบบหนึ่ง การกัดกร่อนแบบนี้ ทำให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องจักร อุปกรณ์และโครงสร้างได้แม้สูญเสียน้ำหนักโลหะเพียงเล็กน้อย แต่ เป็นอันตรายเพราะมักเป็นการเสียหายแบบ ฉับพลัน โดยจะทะลุเป็นรูและยากที่จะตรวจหา เพราะมีขนาดเล็ก และอาจถูกปกคลุมด้วยสนิมที่เกิดจากการกัดกร่อน การกัดกร่อนแบบเป็นหลุมมักจะเกิดกับโลหะที่ผิวเป็นชั้นฟิล์มปกป้อง ซึ่งจะทำให้เกิดกระแสอิเลคตรอนแลกเปลี่ยนในหลุมสูง ถ้าผิวภายนอกเกิดการกัดกร่อนก็จะขาดแรงขับเคลื่อนอิเลคตรอนต่อการเกิดการกัดกร่อนกัดแบบหลุม การกัดกร่อนแบบหลุมจะพบบ่อยในสารละลาย ที่มีคลอไรด์เป็นองค์ประกอบ เช่น น้ำทะเล

5. การกัดกร่อนตามขอบเกรน (Intergranular Corrosion)

โดยปกติการกัดกร่อนบริเวณขอบเกรน (Grain Boundary) จะเกิดได้เร็วกว่าการกัดกร่อนแบบสม่ำเสมอบนพื้นผิวส่วนใหญ่เล็กน้อย แต่ในบางสภาวะการกัดกร่อนบริเวณขอบเกรนจะไวมาก เช่น ปัญหาที่พบบ่อยของการกัดกร่อนแบบนี้ในเหล็กกล้าไร้สนิม คือ บริเวณรอยเชื่อมของเหล็กกล้าไร้สนิมที่เกิดการสูญเสีย โครเมี่ยมในรูปของโครเมียมคาร์ไบด์ ($Cr_{23}C_6$) ทำให้เกิดการกัดกร่อนลักษณะนี้ในบริเวณใกล้แนวเชื่อม เนื่องจากขาดโครเมี่ยมสำหรับการสร้างฟิล์มโครเมี่ยมออกไซด์ที่แน่นและป้องกันการเกิดการกัดกร่อน

6. การผุกร่อนแบบเลือก (Selective Leaching or Dealloying)

การผุกร่อนแบบเลือกจะเกิดกับโลหะผสมที่ธาตุหนึ่งเสถียรกว่าอีกธาตุหนึ่งเมื่อสัมผัสกับบรรยากาศ เช่นการผุกร่อนแบบ Dezincification ของทองเหลือง (ทองแดงผสมสังกะสี) ที่สังกะสีจะถูก ละลายออกไป เหลือไว้เหลือแต่ทองแดงที่เป็นรูพรุน ซึ่งแม้ว่ารูปทรงจะเหมือนเดิม แต่ความ แข็งแรงจะลดลง ปัญหาดังกล่าวสามารถลดลงได้โดยการเติมดีบุกประมาณ1%ลงในทองเหลืองGraphitization ของเหล็กหล่อเทา คือ การผุกร่อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากเหล็ก (อาโนด) ผุกร่อนไป เหลือตาข่ายกราไฟต์ลักษณะแผ่น (Graphite Flake) ที่เป็นคาโธดไว้ ทำให้โครง สร้างเหล็กหล่อเทาสูญเสียความแข็งแรง

7. การกัดเซาะ (Erosion Corrosion)

เป็นการกัดกร่อนที่เกิดจากทั้งทางเคมีและทางกล เช่น ในท่อส่งสารละลายที่กัดกร่อน ซึ่งอาจมี สารแขวนลอยของแข็งผสม การกัดกร่อนแบบนี้จะถูกเร่งด้วยการชนของอนุภาค ซึ่ง

อาจทำให้ เนื้อโลหะหลุดออก หรือแค่ทำให้ออกไซด์แน่นที่ปกป้องผิวหลุดออก เปิดให้เนื้อโลหะถูกกัด กร่อนง่ายขึ้น

8. Stress corrosion

เป็นการกัดกร่อนที่เกิดโดยความเค้นและสภาพแวดล้อมที่กัดกร่อน โดยสภาพความเค้นของ โลหะอาจเกิดจากความเค้นภายในเหลือค้าง (Residual internal stress) เช่น จากการขึ้นรูปเย็น (Cold forming) ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยทำการอบอ่อน (Annealing) หลังการขึ้นรูป, การเย็นตัวอย่างไม่สม่ำเสมอจากอุณหภูมิสูง เป็นต้น หรืออาจเกิดจาก ความเค้นจากภายนอก เช่น การสั่นสะเทือน, การรับการดัดโค้ง, ผลของความร้อน (ขยายตัวหรือหดตัว) เป็นต้น

2.1.3 การป้องกันการกัดกร่อน

1. ทาสี ทาน้ำมัน การรมดำ และการเคลือบพลาสติก เป็นการป้องกันการสัมผัสของผิวโลหะกับออกซิเจนและความชื้น ซึ่งเป็นการป้องกันการเกิดสนิมของโลหะได้และเป็นวิธีที่สะดวกและให้ผลดีในการป้องกันสนิม

2. โลหะบางชนิดมีสมบัติพิเศษ กล่าวคือเมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะเกิดเป็นออกไซด์ของโลหะเคลือบอยู่บนผิวของโลหะนั้นและไม่เกิดการผุกร่อนอีกต่อไป โลหะที่มีสมบัติดังกล่าวได้แก่ อลูมิเนียม ดีบุก และสังกะสี การชุบ หรือเคลือบโดยโลหะที่ Oxide ของโลหะนั้นคงตัว สลายตัวยาก จะเป็นผิวบางๆ คลุมผิวโลหะอีกที ได้แก่ โครเมียม (Cr) และอลูมิเนียม (Al) เป็นโครเมียมออกไซด์ หรืออะลูมินัมออกไซด์ เรียกชื่อว่าวิธีการทำ อโนไดซ์ (Anodize)

3. การผุกร่อนของโลหะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้นเช่นเดียวกับแอโนดในเซลล์อิเล็กโทรไลต์ ดังนั้นถ้าไม่ต้องการให้เกิดการผุกร่อนจึงต้องให้โลหะนั้นมีสภาวะเป็นแคโทดหรือคล้ายกับแคโทด โดยใช้โลหะที่เสียอิเลคตรอน ง่ายกว่าเหล็กไปอยู่กับเหล็ก ได้แก่เหล็กชุบสังกะสีสำหรับมุงหลังคา การฝังถุงแมกนีเซียมตามท่อ หรือการผูกแมกนีเซียมตามโครงเรือ จะทำให้เหล็กผุช้าลง เนื่องจากสังกะสีและแมกนีเซียมเสียอิเลคตรอนง่ายกว่าเหล็ก จึงจะเสียอิเลคตรอนแทนเหล็ก ซึ่งเรียกชื่อวิธีนี้ว่า แคโธดิก (Cathodic)

4. การป้องกันการผุกร่อนของโลหะในระบบหล่อเย็นแบบปิดเครื่องยนต์ที่ใช้ในรถยนต์หรือเครื่องมือผลิตกระแสไฟฟ้าจะใช้ระบบหล่อเย็นแบบปิดเพื่อรักษาอุณหภูมิของเครื่องยนต์ไม่ให้สูงมากเกินไป สารหล่อเย็นที่ใช้คือน้ำซึ่งมีออกซิเจนละลายอยู่ ถ้าเครื่องยนต์มีโลหะผสมของอลูมิเนียม ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะถูกใช้ในการสร้างฟิล์มอลูมิเนียมออกไซด์ และฟิล์มนี้จะป้องกันการผุกร่อนเครื่องยนต์ได้ แต่ถ้าเครื่องยนต์มีส่วนประกอบที่เป็นโลหะผสมของเหล็ก ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ที่สัมผัสกับน้ำจะเกิดการผุกร่อนได้ เนื่องจากออกไซด์ของเหล็ก

ไม่มีสมบัติในการเป็นสารเคลือบผิวจึงต้องเติมสารยับยั้งการกัดกร่อนซึ่งประกอบด้วยสารประกอบของไนไตรต์โบแรกซ์ สารนี้จะทำให้น้ำในระบบหล่อเย็นมี pH สูงกว่า 8.5 และทำให้โลหะที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องยนต์เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ยาก การผุกร่อนของโลหะจึงลดลง นอกจากนี้การใช้ระบบปิดมีผลดีอีกประการหนึ่งคือเป็นการจำกัดปริมาณของออกซิเจนที่ละลายลงไปในน้ำจึงทำให้การผุกร่อนของโลหะลดลง

การใช้สารเคลือบผิวในการป้องกันการผุกร่อนเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากมีต้นทุนในการซ่อมต่ำกว่าการปรับปรุงการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุที่มีราคาแพง อีกทั้งสามารถทำได้ง่ายและไม่ต้องเคลื่อนย้ายเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งานแล้ว ในการใช้สารเคลือบผิวในการป้องกันการผุกร่อน ได้มีการวิจัยพัฒนาชนิดของสารเคลือบตลอดมาจนถึงปัจจุบัน มีสารเคลือบโพลีเมอร์ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันหลายกลุ่ม ได้แก่ แอลกอฮอล์ซิลิเกต อีนาเมล อะครีลิก โพลียูรีเทน โพลียูเรีย อีพอกซี โพลีเอสเทอร์ ไวนีลเอสเทอร์ ซิลิโคน และโพลีแอสปาติก เป็นต้น ส่วนสารเคลือบที่เป็นโลหะและเซรามิกก็มีใช้กันในบริเวณที่มีความจำเป็นตามชนิดของสารเคลือบผิว

ในโรงงานกลั่นแยกก๊าซ น้ำมัน ผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี และโรงงานผลิตไฟฟ้า เป็นบริเวณที่มีปัญหาการผุกร่อนเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ทั้งที่มีสาเหตุมาจากการอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่สัมผัสกับสารเคมีหลายชนิด ภูมิประเทศที่มักอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเลเพื่อความสะดวกในการนำเข้าวัตถุดิบหรือส่งออกผลิตภัณฑ์ทางเรือ และการเสื่อมสภาพตามธรรมชาติ ความสูญเสียที่อาจจะเกิดจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ชำรุดจากปัญหาการผุกร่อน ได้แก่ เครื่องจักรหยุดทำการผลิต ความเสี่ยงในการเกิดอันตรายหากเครื่องจักรและอุปกรณ์เกิดการชำรุด เกิดการรั่วไหล เกิดไฟไหม้หรือระเบิดได้ ความปลอดภัยทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนให้ผู้ประกอบการทั้งสิ้น

การให้บริการติดตั้งสารเคลือบผิวเพื่อป้องกันหรือซ่อมแซมเครื่องจักรและอุปกรณ์จึงเป็นธุรกิจหนึ่งที่มีการดำเนินธุรกิจเกี่ยวเนื่องกับโรงงานอุตสาหกรรมในกลุ่มงานเคลือบผิวดังกล่าวเสมอมา ในประเทศไทยก็มีผู้ประกอบการให้บริการติดตั้งสารเคลือบอยู่หลายราย แต่ส่วนใหญ่เป็นบริษัทขนาดเล็กซึ่งยังขาดปัจจัยสำคัญในการให้บริการหลายประการ ส่วนบริษัทที่มีขนาดใหญ่และจะเป็นที่รู้จักกันทั่วไปในวงการอุตสาหกรรมมีจำนวนน้อยราย ซึ่งมักมีคุณภาพของวัสดุที่ให้บริการที่มีคุณภาพดีกว่า แต่ก็จะมีราคาค่อนข้างสูงกว่าธุรกิจขนาดเล็กมาก ดังนั้นในการทำธุรกิจของบริษัทผู้ให้บริการขนาดใหญ่จึงเกิดการแข่งขันกันในตลาดที่ลูกค้าต้องการคุณภาพมาตรฐานของงานและด้านค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษา รวมถึงความพึงพอใจของลูกค้าในการให้บริการในกลุ่มบริษัทที่ให้บริการเคลือบผิวในเขตนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง

2.2 การสำรวจความพึงพอใจของลูกค้าและความคุ้มค่าในการลงทุน

มักมีคำถามจากฝ่ายบริหารอยู่เสมอว่า การสำรวจความพึงพอใจของลูกค้านั้นคุ้มค่าต่อการลงทุนจริงหรือเนื่องจากในการสำรวจมักก่อให้เกิดต้นทุน ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนด้านแรงงานผู้สำรวจวิจัย เวลาที่ต้องละจากงานประจำมาทำการสำรวจ ค่าใช้จ่ายในการสำรวจ เช่น ค่าเดินทาง แบบสอบถาม ค่าโทรศัพท์ ฯลฯ ต้นทุนเหล่านี้เป็นสิ่งที่องค์กรมิอาจหลีกเลี่ยงได้ จึงต้องหาทางทำให้การสำรวจความพึงพอใจนั้นคุ้มค่าต่อการลงทุน เพื่อให้การสำรวจความพึงพอใจลูกค้าประสบความสำเร็จ และคุ้มค่าต่อการลงทุน ไม่ล้มเหลวหรือเปล่าประโยชน์ มีสิ่งสำคัญ 6 ประการที่ต้องคำนึงถึง ประกอบด้วย

2.2.1 ฟังเสียงของลูกค้าเพื่อหาความต้องการ

องค์กรต้องค้นหาความต้องการของลูกค้าทั้งหมด มิใช่สอบถามเพียงรายใดรายหนึ่งโดยอาศัยวิธีการต่างๆที่เหมาะสม ซึ่งการวัดความพึงพอใจนี้สามารถวัดได้ทั้งในระดับภาพรวมขององค์กร หรือผลการให้บริการรายวัน นอกจากนี้องค์กรควรสำรวจรวมไปถึงผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆที่อาจมิใช่ลูกค้าโดยตรง เช่น ลูกค้าโดยอ้อม พนักงาน และหุ้นส่วน เป็นต้น

กระบวนการรับฟังนี้ควรครอบคลุมถึงการประเมินสินค้า บริการ ต้นทุน ภาพลักษณ์ รวมถึงปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมผู้บริโภค การรับฟังลูกค้าควรรับฟังจากลูกค้าโดยตรง อย่ายึดติดกับความเชื่อเก่าๆ ที่มีอยู่ในองค์กรว่าลูกค้าต้องการเช่นนั้น ต้องการเช่นนี้ เพราะความรู้เหล่านี้อาจไม่เป็นที่ต้องการของลูกค้าเลยก็ได้ มีเพียงลูกค้าที่จะบอกได้ว่าปัจจัยใดก่อให้เกิดความพึงพอใจ และสร้างความภักดีต่อองค์กรได้

2.2.2 มุ่งเน้นไปที่ความต้องการหลักของลูกค้าและสร้างการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง

ภายหลังจากการสำรวจความพึงพอใจลูกค้า องค์กรมักได้รับข้อมูลจำนวนมากทั้งที่สำคัญและไม่สำคัญ ดังนั้นการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาหรือความต้องการของลูกค้าเป็นกระบวนการที่สำคัญ เพื่อมิให้การดำเนินกลยุทธ์หลงทางหรือลงทุนในสิ่งที่ลูกค้ามิได้ให้ความสำคัญปัญหาที่สำคัญในลำดับต้นๆ ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขก่อน เมื่อปัญหาที่สำคัญที่สุดได้รับการแก้ไขแล้วจึงจะดำเนินการกับปัญหาที่สำคัญรองลงมา

2.2.3 ต้องเชื่อมโยงความต้องการของลูกค้าไปสู่กระบวนการภายใน

ข้อมูลป้อนกลับที่ได้จากลูกค้าควรส่งไปยังผู้บริหารเพื่อกำหนดกระบวนการภายในที่เกี่ยวข้องและก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจ ผู้บริหารควรกำหนดแบบจำลองที่เชื่อมโยงระหว่าง

ขบวนการภายในและความพึงพอใจของลูกค้า เพื่อติดตามและควบคุมกระบวนการภายในให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า รวมทั้งกำหนดตัวชี้วัดที่สามารถตรวจวัดกระบวนการก่อนที่สินค้าและบริการจะส่งถึงมือลูกค้า

2.2.4 ต้องทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

แม้ว่ากระบวนการวัดความพึงพอใจลูกค้าจะสมบูรณ์แบบเพียงใดก็ตาม แต่ผลการสำรวจอาจไร้ประโยชน์หากไม่มีการนำข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่ได้มาทำงานต่อเพื่อปรับปรุงแก้ไขปัญหา หรือนโยบายด้านลูกค้า ดังนั้น โครงการสำรวจความพึงพอใจและความภักดีของลูกค้าไม่ควรจบตรงที่ได้ข้อมูลมาเท่านั้นแต่ควรครอบคลุมถึงแผนการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงด้วย

2.2.5 ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่

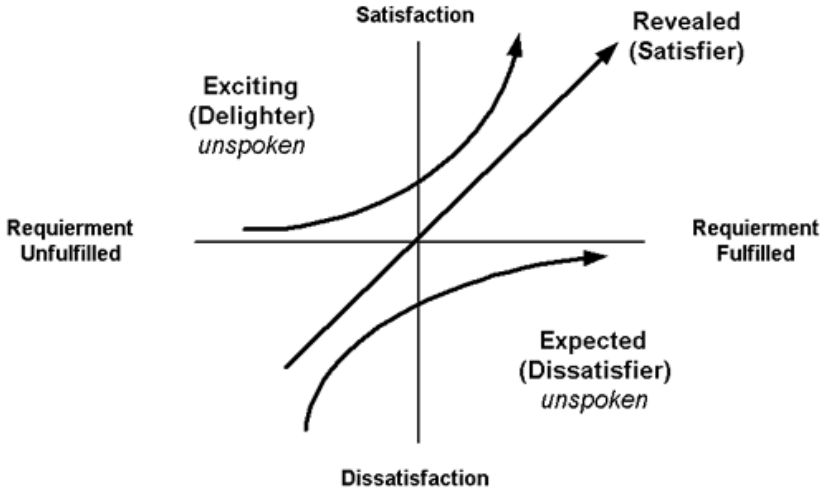
ข้อมูลจากการสำรวจความพึงพอใจลูกค้าโดยลำพังอาจไม่เพียงพอในการตัดสินใจเพื่อปรับปรุง องค์กรจึงควรพิจารณาร่วมกับข้อมูลอื่นๆ เช่น ข้อมูลภายในองค์กร กระบวนการผลิตและให้บริการเป็นต้น

2.2.6 ผนวกเข้ากับความคุ้มค่าในการลงทุน

ผู้บริหารระดับสูงมักให้ความสำคัญกับผลลัพธ์ในระดับปฏิบัติการ โดยการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความพึงพอใจของลูกค้าและผลกำไรขององค์กร เพื่อกำหนดเป้าหมายและเชื่อมโยงความพึงพอใจของลูกค้าและการจ่ายค่าตอบแทน เพื่อจูงใจพนักงาน

2.2.7 โมเดลของคาโน (Kano's Model)

ในการทำความเข้าใจถึงความต้องการของลูกค้า โมเดลหนึ่งที่ควรทำความเข้าใจคือโมเดลของคาโน ซึ่งสร้างขึ้นโดย ดร. โนริอากิ คาโน (Noriaki Kano) ที่ปรึกษาด้านคุณภาพชาวญี่ปุ่น ซึ่งกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจของลูกค้ากับคุณภาพของผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 2.1 การเข้าถึงความต้องการของลูกค้า โมเดลของคาโน

2.2.8 สิ่งที่ทำให้ลูกค้าไม่พอใจ (Dissatisfies)

เป็นคุณลักษณะทางคุณภาพที่ลูกค้าไม่ได้ให้ความสนใจ แต่ถ้าคุณลักษณะดังกล่าวขาดหายไป ลูกค้าจะเกิดความไม่พอใจทันที คุณลักษณะทางคุณภาพประเภทนี้เป็นสิ่งที่ลูกค้ามักไม่เอ่ยถึง แต่คาดหวังว่าจะมีอยู่ในตัวผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ คู่มือการใช้งาน ความน่าเชื่อถือ เป็นต้น

ดังนั้น สิ่งที่ทำให้ลูกค้าไม่พอใจจึงเป็นสมรรถนะพื้นฐานที่ต้องมีอยู่ในผลิตภัณฑ์ และอยู่ในความคาดหมายของลูกค้าโดยที่ไม่จำเป็นต้องกล่าวถึง แต่ถ้าสิ่งเหล่านี้ขาดหายไป ลูกค้าจะเกิดความไม่พึงพอใจและจะร้องเรียนทันที

2.2.9 สิ่งที่ทำให้ลูกค้าพอใจ (Satisfiers)

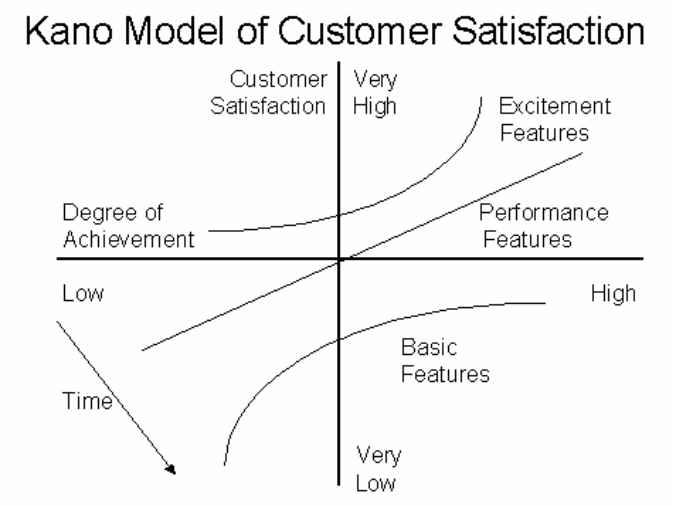
เป็นสิ่งที่ลูกค้าต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์ ถ้าคุณลักษณะเหล่านี้มีมากขึ้น จะทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ความเร็วสูงขึ้น ความจุมากขึ้น เป็นต้น สิ่งที่ทำให้ลูกค้าพอใจเป็นคุณลักษณะที่วัดได้ง่าย จึงเป็นสิ่งที่นิยมใช้ในการเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ของคู่แข่ง

2.2.10 สิ่งที่ทำให้ลูกค้าเบิกบานใจ (Delighters)

เป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ลูกค้ายินดีด้วยความประหลาดใจ คุณลักษณะทางคุณภาพเหล่านี้เป็นสิ่งที่ลูกค้าไม่สามารถเอ่ยถึงได้ เพราะเป็นสิ่งที่อยู่นอกเหนือความคาดหมาย ดังนั้นถ้าคุณสมบัติเหล่านี้ขาดหายไป ลูกค้าจะไม่รู้สึกทางลบแต่อย่างใด ตัวอย่างเช่น ที่วางแก้วน้ำ ที่ใส่เศษสตางค์ในรถยนต์ เป็นต้น

ข้อสังเกต

ถ้าผู้ผลิตรถยนต์ทุกคันก็มีที่วางแก้วน้ำ ที่ใส่เศษสตางค์เหมือน ๆ กันทุกยี่ห้อแล้ว สิ่งเหล่านี้ก็จะไม่ทำให้ลูกค้าเบิกบานใจอีกต่อไป แต่จะกลายมาเป็นสิ่งที่คาดหวังว่า จะต้องมี ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า ความต้องการของลูกค้าเป็นสิ่งที่เพิ่มขึ้นตามการเวลา ผู้ผลิตจึงจำเป็นต้องติดตามความต้องการของลูกค้าอย่างใกล้ชิดเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ความพึงพอใจของลูกค้าจะลดลง



ภาพที่ 2.2 โมเดลของคาโน แสดงความพึงพอใจที่ลดลงเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

2.2.11 เสียงเรียกร้องจากลูกค้า (Voice of customer)

เสียงเรียกร้องจากลูกค้า คือ ถ้อยคำหรือคำพูดที่ออกมาจากลูกค้าโดยตรง เสียงจากลูกค้าสามารถแบ่งได้หลายชนิด เช่น ความต้องการที่แท้จริง คุณลักษณะทางกายภาพ หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ ความน่าเชื่อถือ เป็นต้น

ข้อมูลเหล่านี้มักจะปนกันระหว่างความต้องการที่แท้จริง คุณลักษณะทางกายภาพ ข้อตำหนิ ข้อแนะนำ เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ แต่ข้อมูลหลักที่จะนำไปออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ ความต้องการที่แท้จริงจากลูกค้า ผู้ออกแบบจึงต้องรู้จักแยกแยะความต้องการของลูกค้าออกจากคำพูดอื่นและรู้จักค้นหาความต้องการของลูกค้าที่อาจซ่อนอยู่ใต้คำพูดบางอย่างด้วย

2.3 ทฤษฎี Quality Function Deployment (QFD)

Quality Function Deployment: QFD เป็นเทคนิคที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้เป็นครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่นที่อู่ต่อเรือของบริษัทมิตซูบิชิ จังหวัดโกเบ ต่อมา ใน ปี ค.ศ. 1960 บริษัทโตโยต้าประเทศญี่ปุ่นได้นำ QFD มาปรับปรุงและพัฒนาเพื่อใช้ในบริษัทโตโยต้าและบริษัทในเครือ ทำให้ QFD เป็นที่นิยมแพร่หลายในญี่ปุ่นมากขึ้น มีบริษัทยักษ์ใหญ่ในอเมริกาหลายบริษัทได้ให้ความสนใจและนำเทคนิคของ QFD ไปใช้

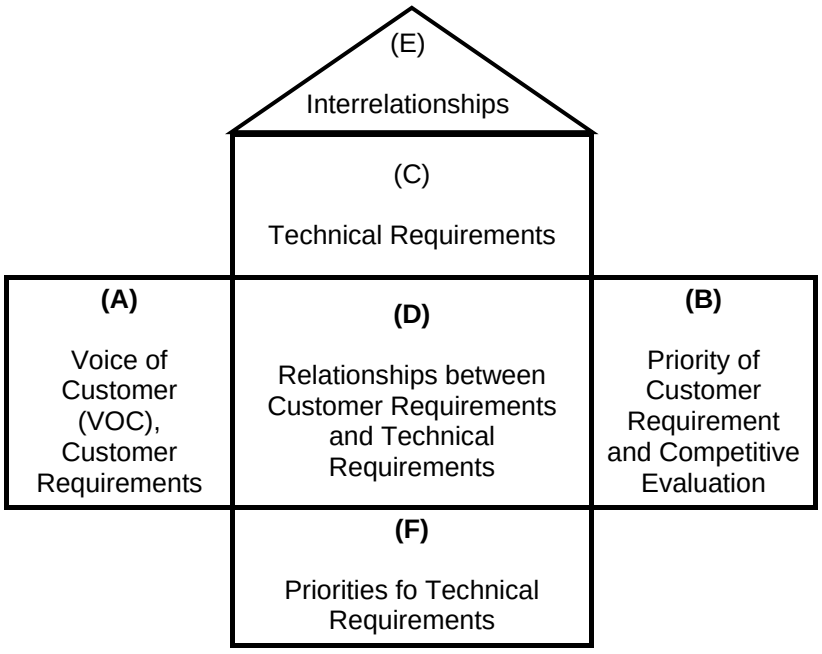
ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ปัญหาหลักที่เหมือนกันโดยทั่วไปคือ ความต้องการของลูกค้าที่แตกต่างกัน ที่รอการตอบสนอง ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วการออกแบบมักไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้หมดทุกรายเนื่องจากมีข้อจำกัดด้านเวลา เงินทุน ข้อกำหนดต่างๆ และทรัพยากรอื่นๆ

การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ หรือ Quality Function Deployment (QFD) เป็นวิธีที่ช่วยให้ฝ่ายออกแบบสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดีที่สุดตามทรัพยากรที่มีอยู่ ด้วยการเชื่อมโยงความต้องการของลูกค้ากับการตัดสินใจทางวิศวกรรม การตัดสินใจทางกระบวนการผลิต และการตัดสินใจอื่นๆ เพื่อช่วยให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างเหมาะสม วิธีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายหลาย มีประโยชน์หลายอย่าง เช่น เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์กับลูกค้า ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสื่อสารภายในองค์กร ลดความผิดพลาด ลดความสูญเสียในการทำงาน ลดเวลาในการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการ

เทคนิคบ้านคุณภาพ (House of Quality) เป็นเครื่องมือที่แสดงเป็นตารางความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของลูกค้าว่าต้องการให้ผลิตภัณฑ์สินค้า และบริการมีคุณลักษณะอย่างไร (Voice of Customer) เพื่อให้ทราบว่าลูกค้าต้องการอะไร แล้วให้น้ำหนักความสำคัญที่ลูกค้าให้ กับความต้องการแต่ละข้อ ซึ่งวิธีการรวบรวมความคิดเห็นของลูกค้านี้ทำได้หลายวิธี เช่น โดยวิธีการกรอกแบบสอบถาม การสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัว การสัมภาษณ์แบบกลุ่มเฉพาะเจาะจง เป็นต้น ซึ่งเป็นการประเมินผลความต้องการของลูกค้า หลังจากนั้นจะแปลความหมายของความต้องการของลูกค้า ให้เป็นความต้องการเชิงเทคนิค (Technical Requirement) หรือคำแทนคุณลักษณะทางคุณภาพ ซึ่งเป็นศัพท์เทคนิคหรือข้อกำหนดที่ใช้กันในองค์กร เพื่อแสดงว่าจะทำอย่างไรจึงจะทำให้ได้สิ่งที่ลูกค้าต้องการและมีความพึงพอใจสูงสุด จากนั้นทำการจัดลำดับความสำคัญของแต่ละความต้องการของลูกค้าว่าองค์กรควรเริ่มที่จะทำการพัฒนาหรือปรับปรุง

ความต้องการเชิงเทคนิคข้อใดก่อน โดยเริ่มจากข้อกำหนดเชิงเทคนิคที่มีความสำคัญมากที่สุด ในบางกรณีเป็นไปได้ที่จะมีความสัมพันธ์ระหว่างกันของแต่ละข้อกำหนดเชิงเทคนิค ซึ่งจะต้องสามารถระบุได้ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร คือขัดแย้งกัน หรือส่งเสริมกันมากน้อยเพียงใด ด้วยการวิเคราะห์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าเทคนิคการสร้างบ้านคุณภาพนี้ จำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์จากหลายฝ่ายในองค์กร นอกจากนี้การสื่อสารระหว่างกัน และการร่วมมือกันของหน่วยงานในองค์กรจึงมีความสำคัญต่อผลสำเร็จในการสร้างบ้านคุณภาพเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการให้ความสำคัญ และได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารและทุกภาคฝ่ายในองค์กรด้วย

บ้านคุณภาพเป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีการแบบ Conceptual Map ซึ่งหมายถึงการวางแผนความสัมพันธ์ของหน้าที่และการติดต่อประสานข้อมูล หรือเรียกว่าเป็นการส่งความต้องการของผู้บริโภคไปเป็นหน้าที่ต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันในเมตริกซ์ ดังภาพที่ 2.3

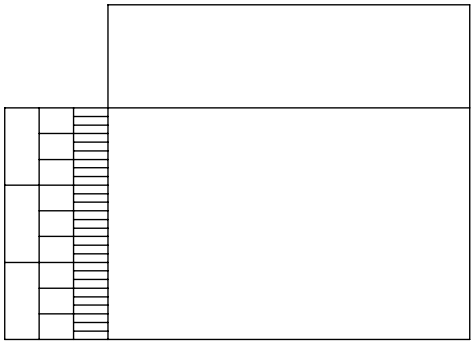


ภาพที่ 2.3 รูปรายละเอียดของบ้านคุณภาพ (House of Quality)

ส่วนประกอบหลักของบ้านคุณภาพสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ส่วนใหญ่ ดังต่อไปนี้ (ดร.มณฑลี ศาสนนันท์, การออกแบบผลิตภัณฑ์ หน้า78)

<u>ส่วน A</u> ความต้องการของลูกค้า (Customer Requirement)

จะเป็นส่วนที่ระบุความต้องการของลูกค้าซึ่งได้มาจากการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ ความต้องการของลูกค้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับชั้นโดยใช้แผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity Diagram) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.4 โดยทั่วไปในทางปฏิบัติพบว่าความต้องการระดับที่ 3 มักมีจำนวนระหว่าง 75-150 ข้อ ส่วนความต้องการระดับที่ 2 มักจะมี 20-30 ข้อและความต้องการระดับบนสุดจะมีประมาณ 3 ข้อ (มณฑลี ศาสนนันทน์ : 78 – 97)



ภาพที่ 2.4 การแบ่งความต้องการลูกค้าออกเป็น 3 ระดับชั้น

การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้สำคัญมากเพราะเป็นข้อมูลที่ป้อนเข้ากระบวนการ หากทีมออกแบบ แยกแยะความต้องการของลูกค้าได้ไม่ดี หรือไม่เหมาะสม หรือนำเสียงของลูกค้าชนิดอื่นมาปะปน เช่น หน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ การเติมส่วนต่างๆ ในตารางของบ้านคุณภาพจะเกิดความสับสนได้

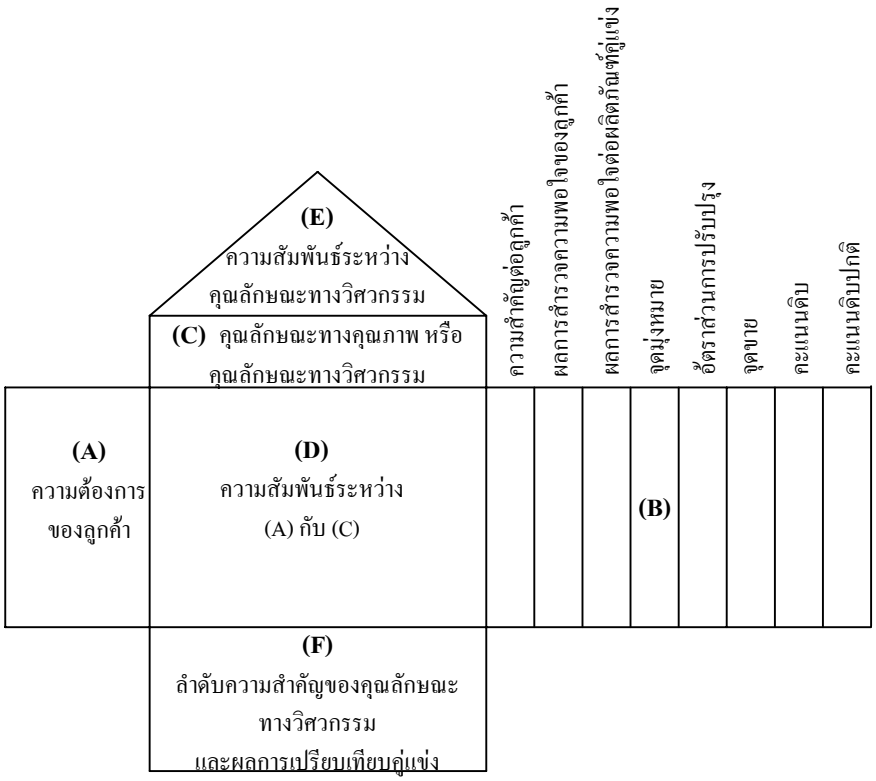
ใช้งานดี	เปิดปิดง่าย	จากด้านนอก
		คงสภาพเปิดบนเนิน
		จากด้านใน
		ไม่ดีดกลับ
	มีการแยกตัว	ไม่รั่ว
		ไม่มีเสียงจากถนน
		ไม่มีเสียงลม
		ไม่มีน้ำหยดเมื่อเปิด
		ไม่สั่น
	ที่พักแขน	อ่อนนุ่ม
		สบาย
		อยู่ในตำแหน่งเหมาะสม
มีลักษณะดี	การตกแต่งภายใน	สีไม่ซีด
		สวยงาม (ไม่ใช่พลาสติก)
	การทำความสะอาด	ทำความสะอาดง่าย
		ไม่มี grease จากประตู
	ความพอดี	มีช่องว่างสม่ำเสมอกัน

ภาพที่ 2.5 แผนภาพกลุ่มเชื่อมโยงสำหรับการจัดระดับความต้องการลูกค้าสำหรับประตูรถยนต์

<u>ส่วน B</u> ส่วนวางแผน (Planning Matrix)

ส่วนนี้อยู่ด้านขวาของตาราง เป็นส่วนที่ใช้สำหรับวางแผนทางกลยุทธ์ เพราะมีข้อมูลเกี่ยวกับการจัดอันดับความสำคัญของความต้องการลูกค้า และเปรียบเทียบผลการสำรวจความคิดเห็นของลูกค้าระหว่างผลิตภัณฑ์คู่แข่งกับผลิตภัณฑ์ของเรา (ถ้าต้องการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ ข้อมูลนี้อาจได้จากผลิตภัณฑ์ปัจจุบันที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบ) ข้อมูลดังกล่าวช่วยให้ทีมออกแบบมองเห็นว่าผลิตภัณฑ์ของเราจัดอยู่ในระดับใดเมื่อเทียบกับคู่แข่ง และเป็นแนวทางปรับปรุงในสิ่งที่คู่แข่งทำได้ดีกว่า

ส่วนวางแผนนี้ประกอบด้วยข้อมูลจำนวนมากถึงแปดคอลัมน์ ดังภาพที่ 2.6 ได้แก่ ความสำคัญต่อลูกค้า ผลการสำรวจความพอใจของลูกค้า ผลการสำรวจความพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์คู่แข่ง จุดมุ่งหมาย อัตราส่วนการปรับปรุง จุดขาย คะแนนดิบ คะแนนดิบปกติ



ภาพที่ 2.6 ส่วนวางแผน

B1 ความสำคัญต่อลูกค้า (Importance to Customer)

ส่วนนี้ใช้วัดความสำคัญของความต้องการลูกค้า เพื่อบอกว่าความต้องการข้อใดข้อหนึ่งมีความสำคัญต่อลูกค้ามากน้อยเพียงใด วิธีการทั่วไปอาจให้ทีมงานประเมินด้วยตนเอง หรือออกแบบสอบถามลูกค้าโดยใช้เกณฑ์ความต้องการที่ได้จากส่วน A (นิยมใช้ความต้องการระดับ 2 หรือ 3 ในแผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง) วิธีการให้คะแนนความสำคัญมี 3 แบบ คือ น้ำหนักสัมบูรณ์ (absolute weight) น้ำหนักสัมพัทธ์ (relative weight) และ ความสำคัญเรียงลำดับ (ordinal importance)

ค่าความสำคัญที่ได้จะนำไปคูณกับตัวเลขอื่นๆในส่วนวางแผนเพื่อการใช้งานต่อไป ในการนำค่าความสำคัญแบบต่างๆมาใช้มีข้อควรตระหนักคือ การใช้ความสำคัญแบบเรียงลำดับมาคูณกับตัวเลขอื่นๆ แม้ไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมที่สุดในทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติมีการทำเช่นนี้กันมาก และสามารถให้ภาพรวมของความสำคัญได้ดีพอสมควร

ส่วน B 2 ผลการสำรวจความพึงพอใจของลูกค้า (Customer Satisfaction Performance)

ส่วนนี้เป็นผลการสำรวจความพึงพอใจของลูกค้า ว่าผลิตภัณฑ์ปัจจุบันของเราตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดีเพียงใด ในที่นี้คำว่าผลิตภัณฑ์ปัจจุบันหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับที่กำลังออกแบบมากที่สุด ข้อมูลในส่วนนี้ได้จากการสำรวจลูกค้า โดยนำความต้องการจากส่วน A มาจัดทำเป็นแบบสอบถาม และให้ลูกค้าเลือกความพึงพอใจตามระดับคะแนนต่างๆ เช่น 5 ระดับ (1 = ไม่พอใจ, 2 = พอใจเล็กน้อย, 3 = พอใจปานกลาง, 4 = พอใจค่อนข้างมาก, 5 = พอใจมากที่สุด)

สำหรับความต้องการแต่ละข้อ ตัวเลขที่จะนำมาใส่ในตารางคือค่าเฉลี่ยโดยน้ำหนัก (Weighted average) ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.1 ซึ่งหาได้จากสูตรต่อไปนี้ (ในกรณีที่มี 5 ระดับคะแนน)

$$\text{คะแนนความพึงพอใจของลูกค้า} = \frac{\sum_{i=1}^{5} [i\,(x_i)]}{n}$$

โดย X_i = จำนวนผู้ที่เลือกระดับคะแนน i

n = จำนวนผู้ตอบทั้งหมด

ตารางที่ 2.1 การหาค่าเฉลี่ยโดยน้ำหนักของผลการสำรวจความพึงพอใจของลูกค้า

ความต้องการลูกค้า “ไม่มีน้ำรั่ว”	ระดับคะแนน	จำนวนผู้ตอบ	ระดับคะแนน x จำนวนผู้ตอบ
ไม่พอใจ	1	40	40
พอใจเล็กน้อย	2	138	276
พอใจปานกลาง	3	527	1581
พอใจค่อนข้างมาก	4	179	716
พอใจมากที่สุด	5	46	230
รวม		930	2843
คะแนนความพึงพอใจของลูกค้า			2843 / 930 = 3.06

ส่วน B3 ผลการสำรวจความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์คู่แข่ง (Competitive Satisfaction Performance)

ในการสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน ทีมออกแบบจะต้องเข้าใจคู่แข่ง วิธีสำรวจความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์คู่แข่งทำได้โดยใช้แบบสอบถามชนิดเดียวกับที่ใช้ในการสำรวจลูกค้าของเรานั่นเอง ตัวอย่างที่ได้แสดงในตารางที่ 2.2 ข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้ประโยชน์ในทางกลยุทธ์ ช่วยให้ทีมออกแบบตั้งเป้าหมายในการออกแบบได้เหมาะสม

โดยมากแล้วในส่วน B1, B2, B3 นิยมจ้างบริษัทวิจัยตลาดภายนอกทำ เพื่อจะได้มั่นใจว่าข้อมูลที่ได้จากลูกค้านั้นไม่มีความลำเอียง ถ้าบริษัทสอบถามลูกค้าเอง ลูกค้าอาจจะเกรงใจหรือมีอคติและไม่ให้ข้อมูลความพึงพอใจที่แท้จริงได้ ดังนั้นการให้ “คนกลาง” เป็นผู้เก็บข้อมูลจะช่วยลดปัญหานี้ได้

อย่างไรก็ตาม หากบริษัทต้องการดำเนินการสำรวจเอง ก็สามารถหาฐานข้อมูลลูกค้าของคู่แข่งได้หลายวิธี เช่น สำรวจลูกค้าตามงานแสดงสินค้าหรือในห้างสรรพสินค้า หรือปรึกษาบริษัทวิจัยตลาดหรือซื้อรายชื่อลูกค้าที่มีขายก็ได้

ในทางปฏิบัติเราอาจจะไม่สามารถหาข้อมูลคู่แข่งได้สมบูรณ์ กรณีเช่นนี้ทีมออกแบบควรใช้ข้อมูลที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์มากที่สุด โดยนำมาจัดให้เป็นระบบด้วยแผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง ข้อมูลที่ได้อาจไม่เหมือนกับแผนภาพกลุ่มเชื่อมโยงของความต้องการลูกค้าเนื่องจากความไม่สมบูรณ์ของข้อมูล อย่างไรก็ตามให้นำข้อมูลที่เหมาะสมมาใส่ในตาราง โดยทำเครื่องหมายในส่วนที่ไม่ทราบข้อมูลคู่แข่งด้วย (เช่น เครื่องหมายคำถาม) สำหรับข้อมูลที่ขาดหายไปนั้น ทีมออกแบบไม่จำเป็นต้องลงทุนทำโครงการวิจัยตลาดเพื่อเก็บข้อมูล แต่อาจเลือกสำรวจเพิ่มเติมเฉพาะความต้องการลูกค้าที่มีความสำคัญมากก็พอ

ตารางที่ 2.2 ผลการสำรวจความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์คู่แข่ง

ความต้องการลูกค้า	ความสำคัญต่อลูกค้า	ผลการสำรวจความพึงพอใจของลูกค้า	ผลการสำรวจความพึง-พอใจต่อผลิตภัณฑ์คู่แข่ง
ปิดง่ายจากข้างนอก	84	2.9	2.8
ปิดง่ายจากข้างใน	83	3.1	4.4
เปิดง่าย	81	4.6	3.8
ไม่ดีดกลับ	49	2.9	2.8
เปิดค้างบนเนินได้	48	3.1	4.4

ส่วน B4 จุดมุ่งหมาย (Goal)

ในส่วนนี้ ทีมออกแบบจะต้องตั้งจุดมุ่งหมายว่า สำหรับความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อ ผลิตภัณฑ์ใหม่ควรประสบผลสำเร็จในด้านความพึงพอใจของลูกค้าเป็นเท่าใด ในการตั้งจุดมุ่งหมายนั้นจะต้องให้สูงกว่าระดับที่ทำได้ในปัจจุบัน ถ้าทีมออกแบบตั้งจุดมุ่งหมายไว้ยิ่งสูงเมื่อเทียบกับคะแนนความพึงพอใจของลูกค้า ก็จะยิ่งต้องใช้ความพยายามมากในการทำให้ได้ตามเป้า

การตั้งจุดมุ่งหมายทำได้โดยเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ของเรากับคู่แข่ง ควบคู่กับการพิจารณาความสำคัญต่อลูกค้า และกำหนดตัวเลขโดยใช้ระดับคะแนนแบบเดียวกับความพึงพอใจของลูกค้า การตั้งจุดมุ่งหมายนี้จะมีผลระยะยาวต่อการให้ความสำคัญในประเด็นต่างๆของโครงการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

อย่างไรก็ตาม ทีมออกแบบบางทีมเลือกที่จะไม่ตั้งจุดมุ่งหมายของตนเอง แต่ใช้คะแนนความพึงพอใจของลูกค้าและคะแนนของคู่แข่งเป็นเกณฑ์ โดยใส่ค่าใดค่าหนึ่งลงในช่องจุดมุ่งหมายโดยตรง

ส่วน B5 อัตราส่วนการปรับปรุง (Improvement Ratios หรือ Level-up Ratios)

อัตราส่วนการปรับปรุงเปรียบเสมือนตัววัดความพยายามที่ทีมออกแบบต้องใช้เพื่อเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้าในความต้องการหนึ่งๆ อัตราส่วนการปรับปรุงสามารถหาได้จากการนำจุดมุ่งหมายมาหารด้วยผลการสำรวจความพึงพอใจของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของเรา (ช่อง B2) ดังนี้ (ตารางที่ 2.3)

อัตราส่วนการปรับปรุง = จุดมุ่งหมาย / ผลการสำรวจความพึงพอใจของลูกค้าต่อผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 2.3 อัตราส่วนการปรับปรุง

ความต้องการลูกค้า	.....	ผลการสำรวจ ความพึงพอใจของลูกค้า	...	จุดมุ่งหมาย	อัตราส่วนการปรับปรุง
ปิดง่ายจากข้างนอก	.....	2.9	...	3	1.03
ปิดง่ายจากข้างใน		3.1		4	1.29
เปิดง่าย		4.6		5	1.09
ไม่ดีดกลับ		2.9		5	1.72
เปิดค้างบนเนินได้		3.1		4	1.29

ส่วน B6 จุดขาย (Sales point)

ในส่วนนี้ทีมออกแบบจะกำหนดจุดขายขึ้น จุดขายคือสิ่งที่สามารถสร้างความได้เปรียบแก่บริษัทโดยอาศัยความสามารถในการขายผลิตภัณฑ์หรือบริการ ตัวอย่างเช่น ความต้องการลูกค้าสำหรับรถยนต์อาจเป็นการประหยัดเชื้อเพลิง ถ้าเราออกแบบรถยนต์ให้ตอบสนองความต้องการนี้ได้ บริษัทก็สามารถทำเงินจากด้านนี้ได้โดยใช้การประหยัดเชื้อเพลิงเป็นจุดขาย

โดยทั่วไปการกำหนดคะแนนของจุดขายจะใช้ค่าต่อไปนี้ 1 = ไม่ใช่จุดขาย, 1.2 = เป็นจุดขายปานกลาง 1.5 = จุดขายมาก การที่ใช้ตัวเลขน้อยเป็นเพราะจุดขายไม่ถือว่ามีความสำคัญมากเมื่อเทียบกับข้อมูลอื่นในส่วนวางแผน ทั้งนี้เพราะญี่ปุ่นถือว่าความสามารถในการขายผลิตภัณฑ์ไม่สำคัญเท่ากับความสามารถในการเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า

ถ้ามองจากโมเดลของคาโน จุดขายไม่ควรเป็นลักษณะทางคุณภาพที่ลูกค้าคาดหวังว่าต้องมีอยู่แล้ว โดยทั่วไปสิ่งที่ควรเลือกเป็นจุดขาย คือ ความต้องการที่ผลิตภัณฑ์ของเราสามารถตอบสนองได้ แต่คู่แข่งทำไม่ได้หรือทำได้ไม่ดีเท่า ตัวอย่างเช่น การประหยัดน้ำมัน (สำหรับรถยนต์) อายุยืนยาว (สำหรับหลอดไฟ) การทำให้ผ้าขาวสะอาด (สำหรับผงซักฟอก) สีที่ทาเพียงชั้นเดียว (สำหรับสีทาบ้าน) เป็นต้น

ส่วน B7 คะแนนดิบ (Raw weight)

ส่วนนี้เป็นค่าที่คำนวณจากข้อมูลซึ่งได้จากคอลัมน์ก่อนหน้านี้ โดยคิดจากความสำคัญต่อลูกค้า (B1) อัตราส่วนการปรับปรุง (B5) และจุดขาย (B6) ดังนี้

คะแนนดิบ = ความสำคัญต่อลูกค้า x อัตราส่วนการปรับปรุง x จุดขาย

ถ้าความต้องการลูกค้าข้อใดมีคะแนนดิบสูง แสดงว่าความต้องการนั้นมีความสำคัญมากต่อทีมออกแบบ ทีมออกแบบควรให้ความสำคัญกับความต้องการดังกล่าว การที่คะแนนดิบเป็นตัวเลขที่รวมความสำคัญต่อลูกค้า อัตราส่วนการปรับปรุง และจุดขายเข้าด้วยกัน จึงเป็นมุมมองทางกลยุทธ์ที่สะท้อนให้เห็นความสำคัญของความต้องการลูกค้าต่อความสำเร็จของผลิตภัณฑ์ในอนาคต

ส่วน B8 คะแนนดิบปกติ (Normalized Raw Weight)

ส่วนนี้ได้จากการเปลี่ยนคะแนนดิบให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 1 คะแนนดิบปกติของความต้องการแต่ละข้อ หาได้จากการนำคะแนนดิบของความต้องการข้อนั้น หารด้วยผลรวมของคะแนนดิบทั้งหมด

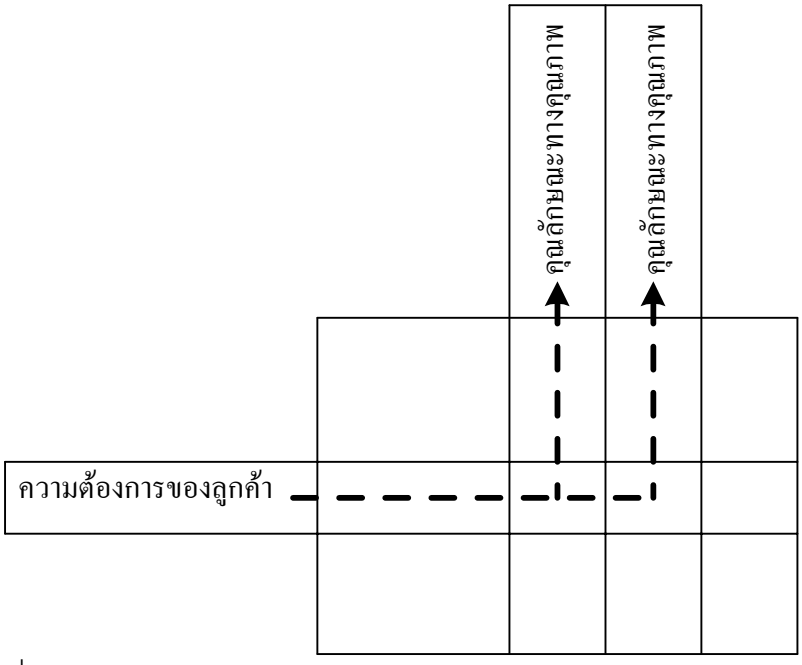
คะแนนดิบปกติ = คะแนนดิบ / (100 x ผลรวมของคะแนนดิบทั้งหมด)

คะแนนดิบปกติจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 และมีความหมายเช่นเดียวกับคะแนนดิบ คือบอกถึงความสำคัญในทางกลยุทธ์ของความต้องการลูกค้าหนึ่งๆ ตัวเลขนี้จะใช้ในการคำนวณส่วนอื่นๆ ของตารางต่อไป สาเหตุที่เราเปลี่ยนคะแนนดิบให้เป็นคะแนนดิบปกติ ก็เพื่อให้ได้ตัวเลขน้อยลง เพื่อความสะดวกในการคำนวณภายหลัง

ส่วน C คุณลักษณะทางคุณภาพ (Quality Characteristics)

ส่วนนี้เป็นการเปลี่ยนความต้องการของลูกค้าในส่วนA ให้เป็นคุณลักษณะทางคุณภาพ ซึ่งเป็นภาษาเทคนิค จากที่ผ่านมาจะเห็นว่าความต้องการของลูกค้าได้ถูกแบ่งเป็นสามระดับ ในขั้นตอนนี้เราจะเลือกความต้องการระดับที่สองหรือสามมาเปลี่ยนให้เป็นคุณลักษณะทางคุณภาพ สำหรับความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อ ให้กำหนดคุณลักษณะทางคุณภาพประมาณหนึ่งถึงสามตัว เมื่อทำสำเร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นำไปจัดระเบียบด้วยแผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง แล้วจึงเลือกระดับที่สองหรือสามมาเขียนไว้ด้านบนของตาราง QFD ดังภาพที่ 2.7

คุณลักษณะทางคุณภาพ เป็นศัพท์เทคนิคที่ใช้อธิบายผลิตภัณฑ์หรือบริการ โดยเกิดจากการแปลภาษาของลูกค้าให้เป็นภาษาทางเทคนิค คุณลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์หรือบริการมีความแตกต่างกันในอุตสาหกรรมแต่ละประเภท โดยทั่วไปสามารถแบ่งได้เป็น ตัวชี้วัดสมรรถนะ หน้าที่การทำงาน ระบบย่อยของผลิตภัณฑ์ และขั้นตอนการทำงาน



ภาพที่ 2.7 การแปลงความต้องการของลูกค้าให้เป็นคุณลักษณะทางคุณภาพ

(ก) ตัวชี้วัดสมรรถนะ (Performance measure)

ภาษาที่มีประโยชน์ที่สุดสำหรับใช้เปลี่ยนความต้องการของลูกค้าให้เป็นคุณลักษณะทางคุณภาพ คือ ตัวชี้วัดสมรรถนะ ซึ่งเป็นตัววัดที่ทีมออกแบบได้มาจากความต้องการของลูกค้าโดยตรง การกำหนดตัวชี้วัดควรใช้ภาษาซึ่งกว้างพอที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์ของเราได้ และสามารถใช้เปรียบเทียบกับคู่แข่งได้ด้วย ตัวชี้วัดสมรรถนะเป็นจุดเริ่มต้นในการหาแนวคิดใหม่ของการออกแบบโดยไม่ขึ้นกับวิธีแก้ปัญหาใดๆ

การสร้างตัวชี้วัดสมรรถนะ เริ่มจากการพิจารณาความต้องการแต่ละอย่างของลูกค้า เพื่อกำหนดตัวชี้วัด และวิธีการวัดให้สอดคล้องกัน

1. การกำหนดตัวชี้วัด

เป็นกระบวนการที่ทีมออกแบบทำการแปลงความต้องการของลูกค้าให้เป็นตัวชี้วัดสมรรถนะ โดยตัวชี้วัดแต่ละตัว ควรพิจารณาว่า

- ตัวชี้วัดนั้นสามารถวัดได้ในขณะที่ผลิตภัณฑ์หรือบริการกำลังอยู่ระหว่างการพัฒนา และก่อนที่จะถูกส่งต่อไปยังตารางอื่น โดยทั่วไปแล้ว ตัวชี้วัดควรเป็นคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่สังเกตหรือวิเคราะห์ได้โดยตรงโดยทีมออกแบบ การเลือกตัวชี้วัดที่ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษราคาหลายสิบล้านบาทในห้องแล็บที่มีเพียงแห่งเดียวในประเทศไทย ก็ถือว่าไม่เหมาะสมเท่าใดนัก
- ตัวชี้วัดนั้นสามารถควบคุมได้โดยทีมออกแบบ นั่นคือทีมออกแบบทำให้เกิดผลในทางเพิ่มหรือลดตัวชี้วัดนั้นได้ เราอาจนึกภาพตัวชี้วัดเป็นปุ่มปรับที่ทีมออกแบบจะหมุนไปทางซ้ายหรือขวาก็ได้ เพื่อปรับความพึงพอใจของลูกค้าให้มากขึ้นหรือลดลง
- ความต้องการของลูกค้าบางอย่างไม่สามารถแปลให้เป็นตัวชี้วัดเชิงปริมาณได้ ตัวอย่างเช่น “ใช้แล้วเท่ห์” อาจเป็นความต้องการที่สำคัญมากสำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่ง ในกรณีนี้ ทีมออกแบบอาจใส่ความต้องการนี้ลงไปเป็นตัวชี้วัดโดยตรง และหมายเหตุว่าตัวชี้วัดนี้เป็นนามธรรมและจำเป็นต้องประเมินโดยลูกค้า

ตัวชี้วัดที่เหมาะสมควรมีองค์ประกอบ 2 อย่างคือ หน่วยวัดและทิศทางการวัด หน่วยวัด เช่น ความต่างศักย์วัดเป็นโวลต์ เวลาวัดเป็นนาที ความซับซ้อนของกระบวนการวัดเป็นจำนวนขั้นตอนการทำงาน ความแม่นยำวัดเป็นข้อผิดพลาดต่อการให้บริการพันครั้ง เป็นต้น ทิศทางการวัด เป็นตัวบอกว่าหน่วยวัดมีค่าเป็นอย่างไรจึงจะถือว่าดี มี 3 แบบ คือ

‘ยิ่งมากยิ่งดี’ ความหมายโดยนัยคือเป็นค่าที่มากจนไม่มีที่สิ้นสุด (infinity) ตัวอย่างเช่น ความน่าเชื่อถือ สามารถวัดได้จากเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสีย (mean time between failure) ประสิทธิภาพของการใช้เชื้อเพลิง วัดได้จากระยะทางเป็นกิโลเมตรต่อปริมาณลิตรของน้ำมันที่ใช้ ความแข็งแรงของสารยึดเหนี่ยว วัดจากแรงที่รับได้เป็นปอนด์ต่อตารางนิ้วของพื้นที่ใส่สาร

‘ยิ่งน้อยยิ่งดี’ ความหมายโดยนัยคือเป็นศูนย์ ตัวอย่างเช่น

- คุณภาพของบริการ วัดจากจำนวนความผิดพลาดต่อการให้บริการหนึ่งครั้ง ความผิดพลาดอาจกำหนดโดยพิจารณาจากการให้บริการทั้งหมดหรือสุ่มมาบางตัว
- วามยากง่ายของกระบวนการ วัดจากความซับซ้อนของกระบวนการว่ามีกี่ขั้น
- ความเร็วในการเริ่มต้น วัดจากเวลาที่ใช้เรียกโปรแกรม ‘ได้เท่านี้จะดีที่สุด’ เป้าหมายที่ควรเป็นคือ ค่าใกล้เคียงที่สุดกับค่าที่ตั้งไว้ โดยให้มีความแปรปรวนต่ำสุด ตัวอย่างเช่น
- ความพอดี วัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งเหล็กที่ต้องการให้ใส่ได้พอดีกับปลอกโลหะ ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่เกินไป แท่งเหล็กจะไม่พอดีกับปลอก ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กเกินไป แท่งเหล็กจะหลวม
- ความคงที่ของอุณหภูมิภายในตู้แช่แข็ง อุณหภูมิที่เหมาะสมควรเป็น 4 $^{\circ}F$ ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้จะทำให้รสชาติอาหารเปลี่ยน และถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้อาหารบูดเน่าเร็ว

2. การกำหนดวิธีวัด

หมายถึงการอธิบายว่าวิธีวัดแต่ละอย่างกระทำอย่างไร โดยระบุข้อสันนิษฐานทั้งหมดไว้ด้วย การอธิบายวิธีการวัดเป็นขั้นตอนที่ผู้ออกแบบหลายคนละเลย เนื่องจากคิดว่าวิธีการวัดเป็นสิ่งที่ชัดเจนอยู่ในตัวแล้ว และไม่จำเป็นต้องอธิบายเพิ่มเติม อย่างไรก็ตามการละเลยขั้นตอนนี้อาจทำให้การออกแบบผลิตภัณฑ์เกิดความล่าช้าได้

ในการสร้างตัวชี้วัดที่ดีนั้น การกำหนดวิธีวัดเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง ตัวชี้วัดที่ไม่ได้กำหนดกระบวนการวัดเป็นตัวชี้วัดที่ไม่น่าเชื่อถือ เพราะทำให้เกิดความสับสน ในการพิจารณาตัวชี้วัดหนึ่งๆ ผู้ออกแบบอาจคิดถึงกระบวนการวัดต่างจากอีกคนได้ เช่น ในการพิจารณาตัวชี้วัด ‘ความเร็วในการเริ่มต้นซึ่งวัดจากเวลาที่ใช้เรียกโปรแกรม’ ผู้พัฒนาซอฟแวร์คนหนึ่งอาจสันนิษฐานวิธีการวัดที่ต่างจากผู้พัฒนาซอฟแวร์อีกคนหนึ่ง ดังตารางที่ 2.4 ซึ่งแสดงวิธีการวัดในสภาพการทำงานที่แตกต่างกัน

โดยสรุปแล้ว ตัวชี้วัดสมรรถนะเป็นสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการแปลความต้องการของลูกค้าให้ละเอียดยิ่งขึ้นเพื่อใส่ไว้ด้านบนของตาราง QFD การกำหนดตัวชี้วัดสมรรถนะทำได้โดยพิจารณาความต้องการแต่ละอย่างของลูกค้า เพื่อกำหนดตัวชี้วัดและวิธีการวัดให้สอดคล้องกัน

ตารางที่ 2.4 วิธีการวัดความเร็วในการเริ่มต้นซึ่งวัดจากเวลาที่ใช้เรียกโปรแกรม'

ข้อสันนิษฐานของผู้พัฒนาซอฟแวร์คนที่ 1	ข้อสันนิษฐานของผู้พัฒนาซอฟแวร์คนที่ 2
(1) ไม่มีการใช้โปรแกรมอื่นบนคอมพิวเตอร์	(1)มีการใช้งานโปรแกรมอื่นๆบนคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะโปรแกรม A B C และ D ซึ่งคาดว่าลูกค้าส่วนใหญ่นิยมใช้ร่วมด้วย
(2) ระบบปฏิบัติการของเครื่องเป็นรุ่น WINDOW XP ตามมาตรฐานที่ผู้ขายให้มา	(2) ต้องวัดการทำงานของโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ WINDOW XP และ WINDOW VISTA
(3) การวัดจะใช้ Maximum RAM configuration	(3) การวัดจะใช้ทั้ง Minimum RAM configuration และ Maximum RAM configuration
(4) นาฬิกาบนเครื่องเริ่มต้นเมื่อคำสั่ง 'เรียกโปรแกรม' ถูกใช้งานในระดับระบบปฏิบัติการ	(4) นาฬิกาบนเครื่องเริ่มต้นเมื่อคำสั่ง 'เรียกโปรแกรม' ถูกใช้งานในระดับระบบปฏิบัติการ
(5) นาฬิกาหยุดเดินเมื่อโปรแกรมพร้อมรับคำสั่งจากผู้ใช้	(5) นาฬิกาหยุดเดินเมื่อโปรแกรมพร้อมรับคำสั่งจากผู้ใช้
(6) ลองเรียกโปรแกรมห้าครั้งและหาค่าเฉลี่ย	(6) ลองเรียกโปรแกรมบนเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวกับการใช้พร้อมกับโปรแกรม A ถึง D และหาค่าเฉลี่ยของแต่ละเงื่อนไข

(ข) หน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ (Product Functions)

ในการกำหนดคุณลักษณะทางคุณภาพ เพื่อใส่ไว้ด้านบนของตาราง QFD นั้น นอกจากจะใช้ตัวชี้วัดสมรรถนะตามที่กล่าวในข้อ (ก) แล้วเรายังสามารถใช้หน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ได้ด้วย โดยเฉพาะในกรณีต่อไปนี้

- แนวคิด (concept) ของผลิตภัณฑ์หรือบริการได้ถูกกำหนดขึ้นแล้ว

- ทีมออกแบบขาดแคลนเวลาหรือความสนใจที่จะพัฒนาและจัดลำดับความสำคัญของตัวชี้วัด ทั้งนี้เนื่องจากการจัดอันดับตัวชี้วัดไม่ได้เป็นตัวกำหนดรูปลักษณะ (feature) ของผลิตภัณฑ์หรือบริการ กระบวนการ QFD จึงต้องถูกใช้อีกอย่างน้อยหนึ่งครั้ง เพื่อแปลงตัวชี้วัดให้เป็นรูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนนี้จะต้องใช้เวลามากและอาจไม่คุ้มค่าความพยายามเท่าใดนัก
- ผลิตภัณฑ์อาศัยเทคโนโลยีที่ค่อนข้างตายตัว หรือมีทางแก้ปัญหาไม่มากนัก

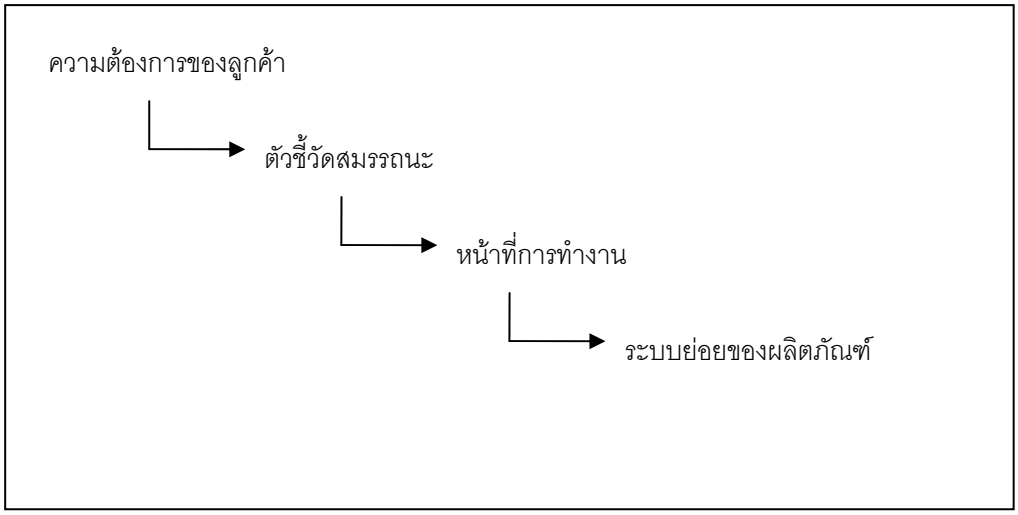
นอกจากนี้ ทีมออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์บางทีม โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ อาจไม่คุ้นกับการใช้ตัวชี้วัดสมรรถนะ ทำให้เกิดความยากลำบากในการทำงาน ดังนั้นทีมออกแบบที่ไม่เคยชินกับการใช้ตัวชี้วัด ควรแปลงความต้องการของลูกค้าให้เป็นหน้าที่การทำงานโดยตรง เพื่อให้ทำงานได้ง่ายขึ้น แม้ว่าการทำเช่นนี้ จะลดโอกาสของการเกิดความคิดสร้างสรรค์ใหม่ๆ ก็ตาม

ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีหน้าที่การทำงานเป็นจำนวนมาก จึงเป็นการยากที่จะนำทั้งหมดมาใส่ไว้ตาราง QFD ทางออกหนึ่งที่ช่วยในการตัดสินใจคือ แบ่งหน้าที่การทำงานทั้งหมดออกเป็นกลุ่มโดยใช้แผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง แล้วเลือกหน้าที่การทำงานที่ระดับใดระดับหนึ่งมาทำ QFD ต่อไป

โดยทั่วไปแล้ว ถ้าเราเลือกวิเคราะห์หน้าที่การทำงานที่ระดับหยาบ แม้จะใช้เวลาน้อย แต่ผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะไม่ลึกมาก อย่างไรก็ตามถ้าต้องการวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์ควรเลือกใช้หน้าที่การทำงานที่ระดับหยาบ เพราะผลที่ได้จะบ่งบอกว่าหน้าที่การทำงานตัวใดจำเป็นต้องวางแผนให้ละเอียดขึ้น โดยเราสามารถเน้นแยกเฉพาะส่วนออกมาวิเคราะห์ต่อไปได้ การเลือกระดับการวิเคราะห์จึงขึ้นกับวิจารณญาณของทีมออกแบบ

(ค) ระบบย่อยของผลิตภัณฑ์ (Product Subsystem)

โดยมากแล้ว กระบวนการ QFD จะแปลความต้องการของลูกค้า ให้เป็นตัวชี้วัดสมรรถนะ จากนั้นจึงแปลตัวชี้วัดสมรรถนะให้เป็นหน้าที่การทำงาน แล้วแปลหน้าที่การทำงานให้เป็นระบบย่อยของผลิตภัณฑ์ หรือแบบของผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 การแปลความต้องการของลูกค้า

ในกรณีทั่วไป เราจะแปลความต้องการของลูกค้าให้เป็นตัวชี้วัดสมรรถนะ แต่ในบางครั้งอาจแปลความต้องการของลูกค้าให้เป็นหน้าที่การทำงานได้โดยตรงดังหัวข้อ(ข) ซึ่งเหมาะกับกรณีที่ผลิตภัณฑ์อาศัยเทคโนโลยีที่ค่อนข้างตายตัว หรือมีทางแก้ปัญหาไม่มาก

หัวข้อนี้กล่าวถึงการแปลความต้องการของลูกค้าให้เป็นระบบย่อยของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นกรณีที่ใช้ไม่มากนัก การสร้างคุณสมบัติทางคุณภาพขึ้นจากแบบของผลิตภัณฑ์โดยตรง จะช่วยให้ทีมออกแบบมองเห็นว่าส่วนต่างๆของผลิตภัณฑ์มีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้าอย่างไรบ้าง

เครื่องมือหนึ่งที่นิยมใช้คือแผนภาพต้นไม้ (tree diagram) โดยขั้นแรกให้ระบุระบบย่อยที่สำคัญๆของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น กล้องถ่ายรูป มีระบบย่อยคือ

ระบบถ่ายภาพ

ระบบจัดการฟิล์ม

ระบบค้นหาวิวภาพ

ระบบจัดการเวลาของการเปิดหน้ากล้อง

การแบ่งกล้องถ่ายรูปออกเป็นระบบย่อย จะทำให้สามารถจัดชิ้นส่วนทุกอย่างให้อยู่ภายใต้ระบบต่างๆได้ ตัวอย่างเช่น ระบบถ่ายภาพอาจประกอบด้วย เลนส์ ระนาบฟิล์ม และส่วนป้องกันแสงระหว่างเลนส์กับฟิล์ม ระบบจัดการฟิล์มอาจประกอบด้วยที่กรอฟิล์ม ระบบ

เลื่อนฟิล์ม ระบบป้อนฟิล์ม เป็นต้น ระบบย่อยและองค์ประกอบเหล่านี้สามารถแตกออกเป็นรายละเอียดได้หลายระดับ ทำให้ทีมออกแบบสามารถดำเนินการวิเคราะห์ QFD ขั้นต่อไปได้

(ง) ขั้นตอนการทำงาน

ในการออกแบบงานบริการ เราสามารถแปลความต้องการของลูกค้าได้โดยใช้ตัวชี้วัดสมรรถนะ หรือหน้าที่การทำงาน

ตัวชี้วัดสมรรถนะสำหรับงานบริการจะคล้ายคลึงกับตัวชี้วัดสมรรถนะของผลิตภัณฑ์ ในแง่ที่เราสามารถควบคุมให้ดีขึ้นหรือเลวลงก็ได้ การกำหนดตัวชี้วัดสมรรถนะของงานบริการ ทำได้โดยคำนึงว่างานบริการประกอบด้วยขั้นตอนหลายขั้น ที่มีทั้งงานที่ป้อนเข้า (input) และผลงานที่ได้ (output) ทีมออกแบบสามารถกำหนดตัวชี้วัดสำหรับขั้นตอนต่างๆ โดยพิจารณาจากเวลา ต้นทุน หรือ คุณภาพของผลงาน ตัวอย่างของตัวชี้วัด เช่น เวลาวงรอบ (cycle time) ต้นทุนเฉลี่ยของกระบวนการต่อต้นทุนวัตถุดิบ จำนวนข้อผิดพลาดต่อการทำงานมาตรฐาน เป็นต้น

นอกจากนี้ เราอาจแปลความต้องการลูกค้าให้เป็นขั้นตอนการทำงาน (Process Steps) ก็ได้ โดยแบ่งงานบริการออกเป็นขั้นตอนย่อยที่มีระดับความละเอียดต่างๆกัน ตัวอย่างเช่น ‘การให้บริการลูกค้าทางโทรศัพท์’ ของธนาคารแห่งหนึ่ง อาจพิจารณาได้ดังนี้

1. โอนสายให้แก่ฝ่ายบริการลูกค้า
2. จัดแบ่งกลุ่มคำร้องของลูกค้า
3. ทำการตอบสนองคำร้องของลูกค้า

ภายในขั้นตอนเหล่านี้ ประกอบด้วยโครงสร้างที่ซับซ้อนมากมาย เช่น ขั้นตอนย่อยของการโอนสายให้พนักงานแต่ละคน การระบุชื่อลูกค้า หมายเลขบัญชี ชนิดของคำร้อง และวิธีการตอบสนองคำร้อง นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีและเครื่องมือต่างๆที่ช่วยสนับสนุนขั้นตอนย่อยอีกด้วย เช่น อุปกรณ์โทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ และฐานข้อมูลเกี่ยวกับลูกค้า ขั้นตอนย่อยเหล่านี้สามารถใช้เป็นคุณสมบัติทางคุณภาพได้ทั้งสิ้น เพราะล้วนแต่มีผลกระทบต่อความต้องการของลูกค้า

ความได้เปรียบและเสียเปรียบของการใช้ขั้นตอนการทำงาน เมื่อเทียบกับตัวชี้วัดสมรรถนะแสดงในตารางที่ 2.5

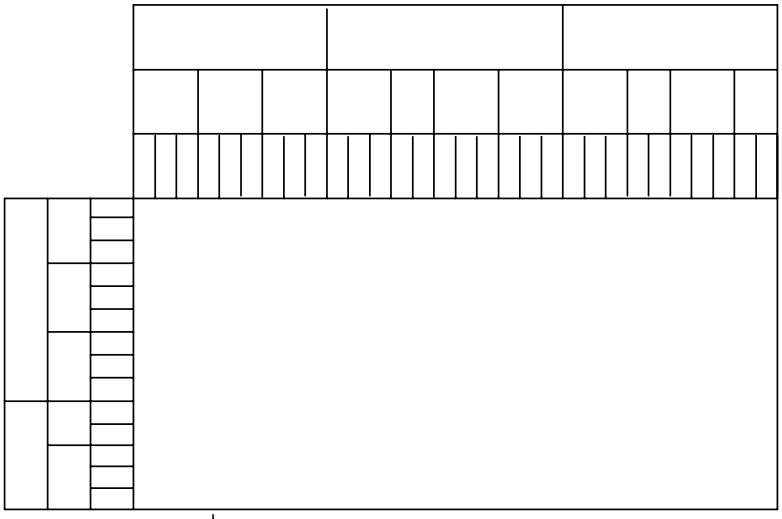
ตารางที่ 2.5 การเปรียบเทียบตัวชี้วัดสมรรถนะกับขั้นตอนการทำงาน

ตัวชี้วัดสมรรถนะ	ขั้นตอนการทำงาน
ข้อดี - เป็นอิสระจากทางออกของการแก้ปัญหาในการออกแบบ ทำให้สามารถหาทางออกที่สร้างสรรค์มากขึ้น - สามารถใช้วิธีการวัดเพื่อจัดขั้นตอนการทำงานได้ ข้อเสีย - ยากต่อการทำความเข้าใจหรือสร้างขึ้นในองค์กรที่ไม่คุ้นเคยกับการใช้ตัวชี้วัด - เสียค่าใช้จ่ายในการนำไปใช้จริง	ข้อดี - เป็นรูปธรรม สามารถเข้าใจได้ชัดเจน - สามารถใส่ในตาราง QFD ที่ระดับความละเอียดตามที่ทีมออกแบบต้องการ ข้อเสีย - ถ้ากำหนดขั้นตอนการทำงานไม่สมบูรณ์จะทำให้เกิดความสับสนในระหว่างการทำ QFD - การเน้นขั้นตอนการทำงานที่เป็นรูปธรรมมากเกินไปทำให้ลดโอกาสที่จะคิดค้นทางออกที่สร้างสรรค์

คุณลักษณะทางคุณภาพเป็นภาษาทางเทคนิคที่ใช้ภายในองค์กร เพื่ออธิบายผลิตภัณฑ์หรือบริการในลักษณะที่สามารถใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ง่ายขึ้น คุณลักษณะทางคุณภาพแปลมาจากความต้องการของลูกค้าซึ่งเป็นภาษาที่พื้นๆ

ในการแปลภาษาของลูกค้าให้เป็นคุณลักษณะทางคุณภาพนั้น ภาษาเทคนิคที่ใช้บ่อยที่สุดคือตัวชี้วัดสมรรถนะ นอกจากนี้อาจใช้หน้าที่การทำงาน ระบบย่อยของผลิตภัณฑ์ และขั้นตอนการทำงานก็ได้ ในการพิจารณาว่าจะเลือกใช้รูปแบบใด ทีมออกแบบควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการออกแบบ ลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการ ข้อจำกัดด้านต้นทุนและเวลา และความพร้อมตลอดจนความชำนาญของทีมออกแบบ นอกจากนี้ควรตระหนักถึงความเป็นนามธรรมของภาษาด้วย ถ้าเราใช้ภาษาเทคนิคที่เป็นนามธรรมมาก ความกว้างของภาษาจะเปิดโอกาสให้คิดหาคำตอบที่สร้างสรรค์หรือแปลกใหม่ได้มาก แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องใช้เวลาในการออกแบบผลิตภัณฑ์นานขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้รูปแบบของภาษาเทคนิคที่เหมาะสมจึงขึ้นกับดุลยพินิจของทีมออกแบบ และสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

เมื่อทีมออกแบบได้แปลภาษาของลูกค้าให้เป็นภาษาทางเทคนิคแล้ว ขั้นต่อไปคือนำภาษาเทคนิคไปจัดเป็นสามระดับโดยใช้แผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง ดังภาพที่ 2.9 การทำข้อมูลให้เป็นระบบจะช่วยให้การวิเคราะห์ขั้นต่อๆไปทำได้ง่ายขึ้น



ภาพที่ 2.9 การแบ่งภาษาเทคนิคเป็นสามระดับ

ส่วน D ความสัมพันธ์ (Relationships)

ส่วนนี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้า (ส่วน A) กับคุณลักษณะทางคุณภาพ (ส่วน C) ทำให้เรามองเห็นว่าลักษณะทางคุณภาพต่างๆ มีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้ามากน้อยเพียงใด โดยมากมักเลือกวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่ระดับ 2 หรือ 3

การกำหนดความสัมพันธ์กระทำโดยทีมออกแบบ ส่วนใหญ่จะใช้สัญลักษณ์สามอย่าง คือ △ (สัมพันธ์น้อย) ○ (สัมพันธ์ปานกลาง) และ ⊙ (สัมพันธ์มาก) ความสัมพันธ์เหล่านี้อาจกำหนดด้วยตัวเลขดังแสดงในตารางที่ 2.6 ในการอธิบายความสัมพันธ์ด้วยตัวเลขนั้น เราอาจเลือกใช้ค่าอื่นได้ตามที่ทีมออกแบบต้องการ เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างผลกระทบของคุณลักษณะทางคุณภาพต่อความพึงพอใจของลูกค้า อย่างไรก็ตาม ในระบบญี่ปุ่นจะใช้เลข 9 แทน 'สัมพันธ์มาก' เนื่องจากเป็นตัวคูณของ 3 ('สัมพันธ์ปานกลาง') ทำให้เกิดความแตกต่างจากระดับอื่นอย่างชัดเจน

ตารางที่ 2.6 สัญลักษณ์และตัวเลขแสดงความหมายการกำหนดความสัมพันธ์

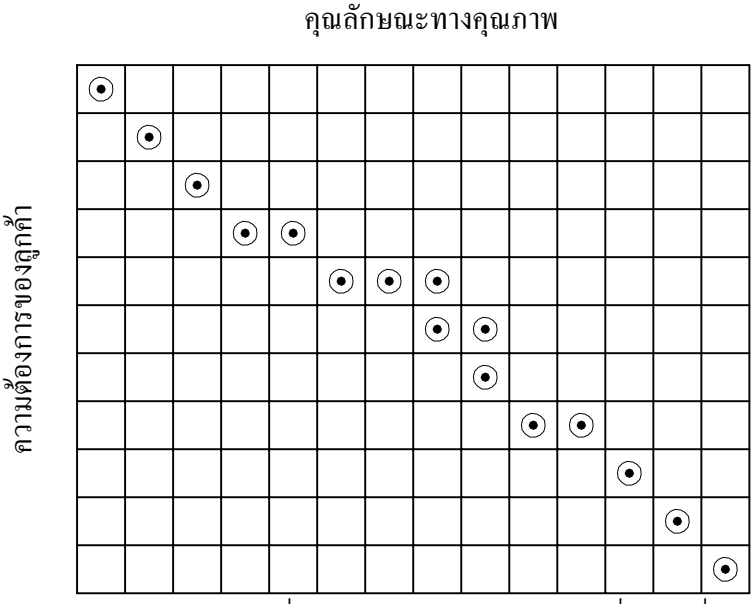
ความสัมพันธ์	สัญลักษณ์	ตัวเลข	
ไม่มีความสัมพันธ์		0	
สัมพันธ์น้อย	△	1	
สัมพันธ์ปานกลาง	○	3	
สัมพันธ์มาก	⊙	9	(หนังสือบางเล่มอาจใช้เลข 5,7 หรือ 10 ก็ได้)

ความสัมพันธ์เหล่านี้เป็นความสัมพันธ์เชิงบวก นั่นคือ ถ้าเราปรับคุณลักษณะทางคุณภาพตัวใดตัวหนึ่งให้ดีขึ้น จะทำให้ความพึงพอใจของลูกค้าเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ในบางครั้งเราอาจพบความสัมพันธ์เชิงลบ ตัวอย่างเช่น สำหรับผลิตภัณฑ์คอมพิวเตอร์ ถ้าเราเพิ่มความเร็วสัญญาณนาฬิกา จะทำให้ความพึงพอใจของลูกค้าเพิ่มขึ้นเนื่องจากสามารถทำงานได้เร็วขึ้น แต่ก็อาจส่งผลเชิงลบต่อความน่าเชื่อถือของระบบเพราะทำให้อุณหภูมิการทำงานสูงขึ้นและชิ้นส่วนต่างๆเสื่อมเร็วขึ้น

ความสัมพันธ์เชิงลบเช่นนี้จะทำให้การทำ QFD ยุ่งยาก ดังนั้นเราจึงควรหาทางเปลี่ยนให้เป็นความสัมพันธ์เชิงบวกโดยกำหนดคุณลักษณะทางคุณภาพเสียใหม่ แต่ถ้าเป็นไปไม่ได้ เราอาจกำหนดสัญลักษณ์พิเศษขึ้น เพื่อแทนผลกระทบเชิงลบ ตัวอย่างเช่น - △ - ○ และ - ⊙ (แทนด้วยตัวเลข -1 -3 -9) วิธีนี้จะทำให้การคำนวณขั้นต่อไปมีความซับซ้อนมากขึ้น นอกจากวิธีนี้แล้วยังมีอีกทางเลือกหนึ่ง คือเขียนความสัมพันธ์ทุกชนิดให้เป็นเครื่องหมายเชิงบวก และศึกษาผลกระทบเชิงลบจากหลังคาของตาราง (ส่วน E) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพชนิดต่างๆ

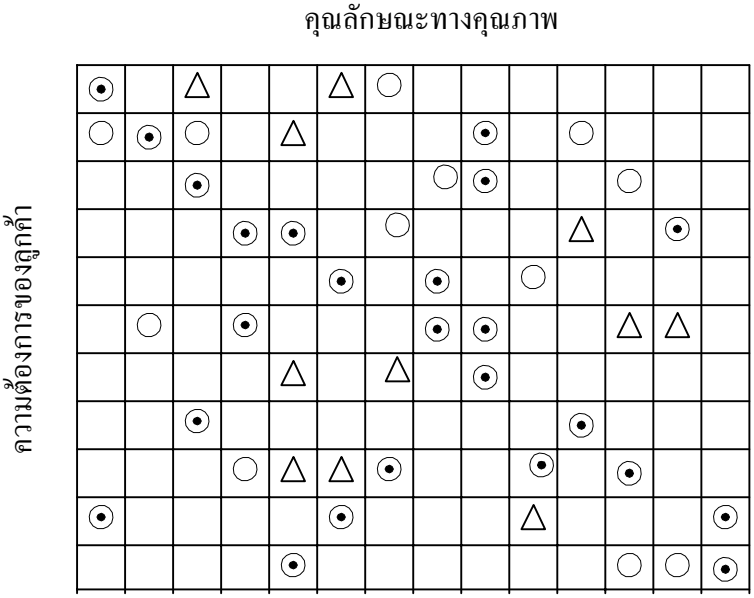
ลักษณะของความสัมพันธ์ในตาราง

เมื่ออ่านมาถึงจุดนี้ อาจมีผู้สงสัยว่าสัญลักษณ์ต่างๆในตาราง QFD จะเรียงตัวกันอย่างไร ในการสร้างตาราง QFD เรานำความต้องการของลูกค้ามาแปลงให้เป็นคุณลักษณะทางคุณภาพหนึ่งหรือหลายชนิด ดังนั้นเราอาจคาดหวังว่าจะเห็นสัญลักษณ์ ‘สัมพันธ์มาก’ ในช่องที่ตรงกับคุณลักษณะทางคุณภาพที่สร้างขึ้นจากความต้องการของลูกค้านั้นๆ นั่นคือความสัมพันธ์เป็นแบบหนึ่งต่อหนึ่งดังแสดงในภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง

อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติพบว่าคุณลักษณะทางคุณภาพมักมีความสัมพันธ์กับความต้องการอื่นๆที่ไม่ได้เป็นแม่ของมันด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเราต้องประเมินผลกระทบต่อความต้องการของลูกค้าทั้งหมด ทำให้พบความสัมพันธ์ที่ไม่คาดคิดมาก่อน ดังนั้นการเรียงตัวของสัญลักษณ์ต่างๆจะมีความหลากหลาย (ภาพที่ 2.11) นอกจากนี้การนำคุณลักษณะทางคุณภาพมาจัดเป็นกลุ่มด้วยแผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง จะทำให้ไม่ได้การเรียงตัวในแนวเฉียงเช่นภาพที่ 2.10 เสมอไป เราอาจกล่าวได้ว่าประโยชน์หลักอย่างหนึ่งของการทำ QFD คือช่วยให้ทีมออกแบบประเมินความสัมพันธ์ต่างๆได้โดยวิธีการที่เป็นระบบ โดยมีการคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าและทำให้สามารถตั้งโจทย์ในการออกแบบใหม่ๆที่อาจคาดไม่ถึงมาก่อน



ภาพที่ 2.11 การเรียงตัวของสัญลักษณ์ต่างๆในตาราง QFD

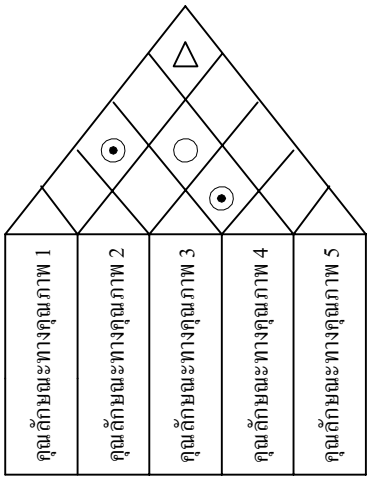
ส่วน E ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพ (Technical Correlation)

ส่วนนี้อยู่บริเวณหลังคาบ้าน เป็นบริเวณที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพประเภทต่างๆ ว่ามีส่วนช่วยส่งเสริมหรือหักล้างกันอย่างไร ประโยชน์ของส่วนนี้ช่วยให้ทีมออกแบบระบุข้อจำกัดในการออกแบบได้

โดยทั่วไปความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพ x กับ y มีได้สองชนิด คือ ความสัมพันธ์ทางบวกและความสัมพันธ์ทางลบ (ตรงข้ามกัน) ลักษณะความสัมพันธ์นี้มีผลต่อความพยายามในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คุณลักษณะทางคุณภาพที่สัมพันธ์กันในทางลบ แสดงให้เห็นถึงความขัดแย้งในการออกแบบซึ่งต้องอาศัยการวางแผนพิเศษหรือการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรมเพื่อเอาชนะข้อจำกัดนั้น การแก้ปัญหานี้อาจต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ เช่น การเพิ่มแรงสลิตที่ยึดให้ประตูรถเปิดค้างไว้ มีผลในทางลบต่อแรงที่ใช้ในการปิดประตู ทำให้ต้องใช้แรงในการปิดประตูมากขึ้น

แม้ส่วนนี้จะใช้น้อยที่สุดในตาราง QFD แต่การวิเคราะห์ส่วนนี้อาจทำให้เราเข้าใจกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ดีขึ้น ประโยชน์สำคัญอย่างหนึ่งคือแสดงให้เห็นว่าหน่วยงานใดจำเป็นต้องสื่อสารกันเป็นพิเศษในระหว่างกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่นภาพที่ 2.14 แสดงว่าถ้าหน่วยงานที่รับผิดชอบคุณลักษณะทางคุณภาพที่ 1 ประสบปัญหาหรือเปลี่ยนแผนการทำงาน ผู้ที่ถูกกระทบมากที่สุดคือหน่วยงานที่รับผิดชอบ

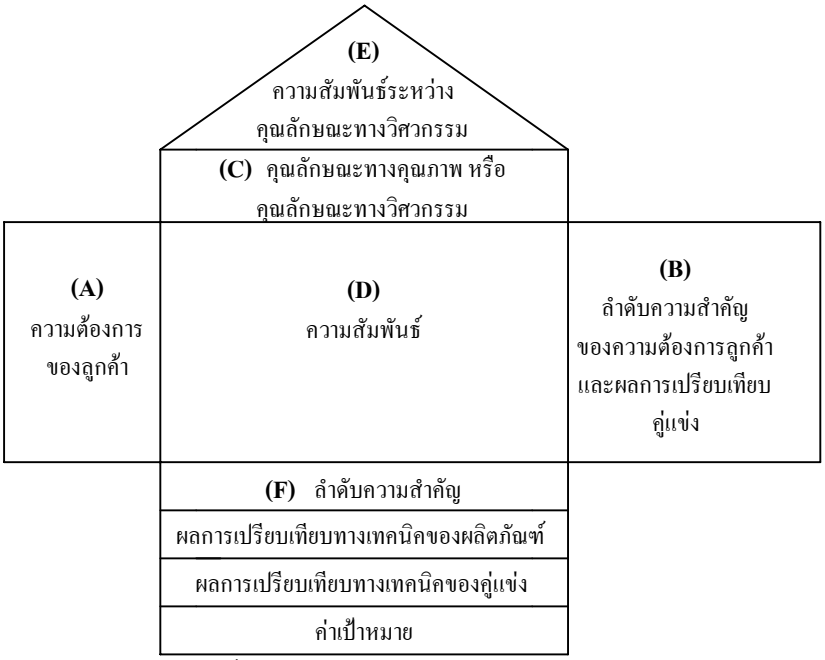
คุณลักษณะทางคุณภาพที่ 3 ส่วนหน่วยงานที่รับผิดชอบคุณลักษณะทางคุณภาพที่ 5 จะถูกกระทบเล็กน้อย



ภาพที่ 2.12 หลังคาของตาราง QFD

ส่วน F ส่วนเทคนิค (Technical Matrix)

ส่วนนี้อยู่ใต้ถุนบ้าน ประกอบด้วยสี่ส่วนย่อยคือ ลำดับความสำคัญของคุณลักษณะทางคุณภาพ การเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ของเรากับคู่แข่ง และ ค่าเป้าหมาย ดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 ส่วนเทคนิค

ส่วน F1 ความสำคัญของคุณลักษณะทางคุณภาพ

ในการหาความสำคัญของคุณลักษณะทางคุณภาพตัวใดตัวหนึ่ง ทำได้โดยนำตัวเลขที่แสดงความสัมพันธ์มาคูณกับคะแนนดิบปกติของความต้องการที่ตรงกัน (ภาพที่ 2.14) ตัวอย่างเช่น ผลกระทบของคุณลักษณะทางคุณภาพ X ที่มีต่อความต้องการ A คือ 'สัมพันธ์มาก' ดังนั้นจึงนำ 9 ไปคูณกับ 0.4 ผลที่ได้คือ 3.6 นำคะแนนที่ได้มาเขียนเหนือเส้นทแยงมุมของช่องนั้น เมื่อคำนวณเรียบร้อยทุกช่องแล้ว ให้นำคะแนนทั้งหมดมารวมกันภายใต้คุณลักษณะทางคุณภาพแต่ละชนิด แล้วใส่ในช่อง อิทธิพล (contribution) ยอดรวมเหล่านี้แสดงถึงอิทธิพลของคุณลักษณะทางคุณภาพต่อความพึงพอใจโดยรวมของลูกค้า ลักษณะทางคุณภาพใดมีค่าอิทธิพลสูง เราจะต้องให้ความสำคัญกับคุณลักษณะทางคุณภาพนั้นมากๆในตัวผลิตภัณฑ์

△ = 1
○ = 3
⊙ = 9

	คุณลักษณะทางคุณภาพ (x)	คุณลักษณะทางคุณภาพ (y)		คะแนนดิบ	คะแนนดิบปกติ
ความต้องการ A	3.6 ⊙	0.4 △		12	0.4
ความต้องการ B	1.8 ○	0		18	0.6
			รวมคะแนนดิบ	30	
ค่าอิทธิพล	5.4	0.4	รวมค่าอิทธิพล	5.8	
ค่าอิทธิพลปกติ	0.93	0.07	รวมค่าอิทธิพลปกติ	1.0	

ภาพที่ 2.14 การหาอันดับความสำคัญของคุณลักษณะทางคุณภาพ

ในกรณีที่ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะทางคุณภาพและความต้องการของลูกค้าเป็นเชิงลบ เราสามารถคำนวณอิทธิพลของคุณลักษณะทางคุณภาพได้โดยวิธีเดียวกับที่กล่าวข้างต้น แต่ในกรณีนี้ผลลัพธ์อาจติดลบก็ได้ สิ่งที่ควรทำเพิ่มเติมคือ สำหรับคุณลักษณะทางคุณภาพแต่ละชนิด ให้คำนวณผลรวมอีกประเภทหนึ่ง โดยนำค่าสัมบูรณ์ (absolute value) ของคะแนนทั้งหมดมารวมกัน แล้วใส่ในช่องผลรวมของค่าสัมบูรณ์ ถ้าผลรวมนี้แตกต่างจากค่าอิทธิพลไม่มากนัก แสดงว่าความสัมพันธ์เชิงลบมีผลน้อย และสามารถตัดทิ้งได้ (เช่น คุณลักษณะ

ทางคุณภาพ X ในภาพที่ 2.15) แต่ถ้าผลรวมนี้แตกต่างจากค่าอิทธิพลมาก แสดงว่าความสัมพันธ์เชิงลบมีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้า และเราจะเพิกเฉยเสียไม่ได้ (เช่น คุณลักษณะทางคุณภาพ Y ในภาพที่ 2.15) ในกรณีนี้ทีมออกแบบจำเป็นต้องหาคุณลักษณะทางคุณภาพที่ให้ผลกระทบด้านบวกมาแทนคุณลักษณะทางคุณภาพซึ่งให้ผลเชิงลบ วิธีหนึ่งในการแก้ปัญหานี้คือกำหนดคุณลักษณะทางคุณภาพย่อยหลายๆตัวที่ให้ผลกระทบแคบลง เพื่อกำจัดความสัมพันธ์เชิงลบออกจากตาราง QFD หรือเปลี่ยนรูปแบบให้เป็นเชิงบวก เพื่อให้สามารถทำ QFD ต่อไปได้

△ = 1
○ = 3
⊙ = 9

	คุณลักษณะทางคุณภาพ (x)	คุณลักษณะทางคุณภาพ (y)		คะแนนดิบ	คะแนนปรับ
ความต้องการ A	2.0 ⊙	0.7 ○		12	0.22
ความต้องการ B	1.0 ○	-3.0 - ⊙		18	0.33
ความต้องการ C	-0.5 - △	0.5 △		25	0.45
			รวมคะแนนดิบ	55	
ผลรวมค่าอิทธิพล	2.5	-1.8			
ผลรวมค่าสัมบูรณ์	3.5	4.2			

ภาพที่ 2.15 การจัดอันดับความสำคัญของคุณลักษณะทางคุณภาพ (กรณีมีความสัมพันธ์เชิงลบ)

ส่วน F2 และ F3 การเปรียบเทียบทางเทคนิค

การเปรียบเทียบทางเทคนิคเป็นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ของเราและคู่แข่ง เพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะทางคุณภาพที่ทีมออกแบบกำหนดขึ้นในห้องใต้หลังคาของตาราง QFD ค่าที่ใส่ในส่วนนี้มักเป็นค่าตัวเลขของคุณลักษณะทางคุณภาพ เช่น อัตราเร่งอุณหภูมิเท่ากับ 50 องศาเซลเซียสต่อนาที เป็นต้น วิธีการเปรียบเทียบทางเทคนิค อาจทำได้ในห้องปฏิบัติการหรือซื้อรายงานการแกะแบบผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาด บางทีมอาจหาข้อมูลจากนิตยสาร เช่น Consumer Reports, Popular Science หรือศึกษาข้อมูลจากแคตตาล็อกของคู่แข่ง อย่างไรก็ตาม ในบางครั้งข้อมูลจากสิ่งพิมพ์อาจไม่แม่นยำ ทีมออกแบบจึงควรศึกษาด้วยตนเองในส่วนที่

สำคัญๆ การเก็บข้อมูลเหล่านี้อาจต้องใช้เวลาเนื่องจากต้องทำการซื้อ ทดสอบ ถอดแยกชิ้นส่วน ดังนั้นทีมออกแบบควรเลือกเฉพาะคุณลักษณะทางคุณภาพที่มีความสำคัญมาก โดยไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบทุกอย่าง

ส่วน F4 การกำหนดค่าเป้าหมาย (Target Value)

การตั้งค่าเป้าหมายของคุณลักษณะทางคุณภาพเป็นไปเพื่อขับเคลื่อนกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นต่อๆไป โดยทั่วไปทีมออกแบบต้องกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อยู่แล้วไม่ว่าจะใช้ QFD หรือไม่ก็ตาม แต่เป้าหมายเหล่านั้นมักกระจัดกระจายและหาความสัมพันธ์ได้ยาก เทคนิค QFD จะช่วยเป็นกรอบให้เป้าหมายเหล่านั้น ในการตั้งค่าเป้าหมาย ทีมออกแบบควรพิจารณาจากคะแนนความสำคัญของคุณลักษณะทางคุณภาพ ร่วมกับผลการเปรียบเทียบทางเทคนิคระหว่างบริษัทกับคู่แข่ง แล้วจึงกำหนดค่าเป้าหมายที่เหมาะสม

จะเห็นว่าส่วนต่างๆของตาราง QFD ช่วยให้เรานำความต้องการลูกค้ามาจัดลำดับความสำคัญ และแปลงเป็นเป้าหมายต่างๆในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทั้งยังช่วยในการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ว่าควรเน้นอะไรในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ในการสำรวจความต้องการของลูกค้า จะมีการประเมินระดับความสำคัญของความต้องการแต่ละข้อ จากนั้นทีมงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ของบริษัทซึ่งประกอบด้วยฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ฝ่ายออกแบบ ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายผลิต ฝ่ายขาย ฝ่ายการตลาด ตลอดจนฝ่ายการวางแผน จะร่วมกันปรึกษาวิเคราะห์ เพื่อแปลงความต้องการของลูกค้าให้เป็นข้อกำหนดทางเทคนิคที่จำเป็นต้องมี เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าโดยดูจากระดับความสำคัญ ข้อมูลของคู่แข่งและความสามารถในการแข่งขัน จากนั้น จะนำข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีความสำคัญมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่

2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Chen and Weng (2004) QFD เป็นกระบวนการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่มากขึ้น โดยลักษณะเฉพาะทางวิศวกรรมส่งผลต่อประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบเพื่อให้เหมาะกับความต้องการของลูกค้า ซึ่งกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นกระทำในสภาวะที่ไม่แน่นอนและบ่อยๆ ที่มีเป้าหมายที่มากกว่า 1 เป้าหมาย 40 โดยที่เมื่อมีคลุมเครือของกระบวนการ QFD การที่ทำการประยุกต์ใช้ Fuzzy เพื่อทำการ จัดความสัมพันธ์ระหว่าง ความต้องการของลูกค้า (CRs) กับ คุณลักษณะการออกแบบ ทางวิศวกรรม (CDs) ในทางด้านความต้องการของลูกค้าเน้นที่เงิน แต่ทางการออกแบบเน้นที่เทคนิคยากๆ ซึ่งเป็น โดยที่สนใจพบ 2 เป้าหมาย ซึ่งแสดงเป็นรูปแบบภาษา โดย Fuzzy Goal Programming แสดงถึงการเติมเต็มในระดับของ DRs ที่เป็นข้อมูลที่มีความคลุมเครือและในโครงสร้างนี้ ยังได้มีความสนใจในทางด้านการแข่งขันทางธุรกิจที่กำหนดการเติมเต็มระดับ ที่น้อยสุดจอง DRs และทำการตีกรอบระดับความสำคัญระหว่างเป้าหมายและทำการหาระดับสมดุลที่สุดของทุกๆ เป้าหมาย

Erol and Ferrell (2002) งานวิจัยนี้ ได้ทำการเสนอหลักการในการทำการตัดสินใจ ในการเลือก จากทางเลือกที่มีจำกัดเมื่อมีเป้าหมายมากว่า 1 เป้าหมาย มี 2 คุณสมบัติ และ แต่ละคุณสมบัตินั้นสำคัญ โดยใช้หลักการ Fuzzy QFD เพื่อที่จะทำการแปรเปลี่ยนข้อมูล เชิงคุณสมบัติไปเป็นตัวแปร และเมื่อทำการรวมข้อมูลเข้ากับข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อเป็นตัวแปร หลากหลายเป้าหมายทางโครสร้างคณิตศาสตร์ การปรับเปลี่ยนเล็กน้อยของ Preemptive Goal Programing ใช้ในการแก้ปัญหา ในการทำการตัดสินใจเพื่อทำการเตรียมหาค่าที่ใกล้การแก้ปัญหาที่ดีที่สุดในการตัดสินใจครั้งสุดท้ายที่จะทำได

Bhattacharya, Sarkar and Mukherjee (2005) ในการเลือกใช้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมเป็นเรื่องยาก การดำเนินการที่ผิดพลาดอาจเสียเปรียบส่งผลกระทบต่ออัตราการผลิต จากการลดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งประสิทธิภาพในการเลือกหุ่นยนต์มาใช้งานนั้นมีหลากหลายตัวแปรที่ต้องสนใจ งานวิจัยนี้ได้ทำการแสดงถึงการรวม AHP/QFD เข้าด้วยกันโดยคณะวิจัยได้ทำการกำหนดความเหมาะสมในการเลือกใช้หุ่นยนต์อุตสาหกรรมช่วยในพัฒนาประสิทธิภาพจากเสียงเรียกร้องของลูกค้า โดยพิจารณารวมกับปัจจัยทางการเงิน โดยทำการบูรณาการ AHP/QFD ในการติดตั้งระบบของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมในโรงงานจากหลักเศรษฐศาสตร์ ในการนำเสนอเป็นการ

บ่งบอกเทคนิคตามความต้องการของลูกค้า ในงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาในการเลือกหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

Kim (1997) งานวิจัยนี้เป็นการหาระดับของคุณลักษณะของการออกแบบที่เหมาะสมในเทคนิค QFD ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเป็นการแสดงถึงการนำวิธีการสร้างแบบจำลองในการหาค่าเป้าหมายของ DC (Design Characteristic) หรือ Hows ในตาราง House of Quality ซึ่งเป็นเฟสแรกในการประยุกต์ QFD โดยอยู่บนพื้นฐานการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงตัวอย่างของวิธีการจำลอง เพื่อช่วยในการหาหรือออกแบบคุณลักษณะของค่าเป้าหมาย ซึ่งจะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุดภายใต้ระบบและข้อจำกัดด้านต้นทุนในระบบและลักษณะของประสิทธิภาพ ซึ่งข้อดีก็คือสามารถประยุกต์ใช้รวมกันในแผ่นงาน (Spread Sheet) ในซอฟท์แวร์ Excel ได้และสามารถประยุกต์ในปัญหา การออกแบบสินค้าและบริการได้หลากหลายได้มากขึ้น

คมกฤช อิศรานุรักษ์ (2548) การศึกษา “การออกแบบและพัฒนางานบริการหอพักนานาชาติโดยการบูรณาการแบบจำลองคุณภาพงานบริการ” มีวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบจำลองทางคุณภาพที่สามารถวัดระดับคุณภาพงานบริการได้อย่างถูกต้อง เพื่อจะนำไปพิจารณาสร้างแนวทางในการพัฒนาคุณภาพงานบริการให้ผู้ใช้บริการเกิดความพึงพอใจ งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการวัดระดับคุณภาพงานบริการ โดยใช้แบบจำลองทางคุณภาพ 2 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลองของความสัมพันธ์ระหว่างความสำคัญและความพึงพอใจ (The importance-satisfaction model) และแบบจำลองของคาโน (Kano’s model) และเพื่อที่จะทำให้เกิดในการพัฒนาคุณภาพงานบริการได้ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น จึงควรทำการวิเคราะห์ระดับคุณภาพตามแบบจำลองทั้ง 2 ควบคู่กัน ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอรูปแบบการบูรณาการแบบจำลองระหว่างแบบจำลองคุณภาพทั้งสองซึ่งเป็นแบบจำลองใหม่ มาใช้ในการวิเคราะห์ระดับคุณภาพงานบริการ ซึ่งมีข้อได้เปรียบกว่า The importance-satisfaction model คือ มีการคำนึงถึงคุณสมบัติของประเด็นคุณภาพในการทำให้เกิดความพึงพอใจ และมีข้อได้เปรียบกว่าแบบจำลองของคาโน คือ มีการคำนึงถึงความสำคัญและระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการในปัจจุบัน ทำให้สามารถวัดระดับคุณภาพงานบริการได้อย่างถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้นกว่าการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคุณภาพเพียงแบบจำลองเดียว การบูรณาการแบบจำลองที่นำเสนอ จะเป็นการนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทั้งสองมาแปลงรวมกันเป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของการบูรณาการแบบจำลอง มีเกณฑ์ที่ตั้งไว้ในการคัดเลือกประเด็นคุณภาพ คือ มากกว่า 0.8

ขึ้นไป ที่องค์กรควรจะพิจารณาให้ความสนใจในการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพ จากการนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยการบูรณาการแบบจำลองไปยืนยันกับผู้ใช้บริการแล้ว พบว่าการบูรณาการแบบจำลองสามารถที่จะวัดระดับคุณภาพงานบริการได้ถูกต้อง ตรงกับความต้องการของผู้ใช้บริการ โดยในการวิจัยนี้ได้ใช้กรณีศึกษาของหอพักนานาชาติในการทดสอบการบูรณาการแบบจำลอง ในการศึกษาการออกแบบและพัฒนางานบริการ ได้นำเทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (QFD) มาวิเคราะห์เพื่อแปลความต้องการของผู้ใช้บริการให้เป็นการดำเนินงานในเชิงงานบริการ หลังจากนั้นได้ทำการวิเคราะห์หาแนวทางต่างๆ ในการปรับปรุงและพัฒนางานบริการเป็นทางเลือก เพื่อเสนอให้กับทางผู้บริหารของหอพักได้พิจารณาเลือกแนวทางที่มีความเป็นไปได้และมีความเหมาะสมกับทางหอพักมากที่สุด เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนางานบริการหอพักต่อไป

นุชนารถ ศรีบาล (2551) ได้ทำการศึกษาถึงความพร้อมในการบริการของเทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพร้อมด้านความรู้ ทัศนคติและพฤติกรรมที่มีต่อเทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ของพนักงานผู้ให้บริการ พฤติกรรมการใช้งานด้านข้อมูลในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่และความคาดหวังในการให้บริการของเทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ของผู้ใช้บริการ และเพื่อประเมินความพร้อมในการบริการของเทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและข้อกำหนดทางเทคนิคของเทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 2 และ 3 พบว่าทั้ง 2 เทคโนโลยีมีความแตกต่างกัน ซึ่งบางข้อกำหนดทางด้านเทคนิคของเทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 2 นั้นไม่สามารถทำให้เกิดรูปแบบบริการตามที่ลูกค้าต้องการได้ แต่เทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 สามารถทำได้ ผลการศึกษานี้พบว่า เทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 มีความพร้อมในให้การบริการอันเนื่องมาจากความพร้อมของพนักงานผู้ให้บริการและความต้องการใช้งานของผู้ใช้บริการ

บุญเอก เมธาวิศาล (2548) ได้ทำการศึกษาการประเมินระดับการให้บริการของสายเรือด้วยเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการประเมินระดับการให้บริการของสายเรือที่บริษัทกรณีศึกษาใช้บริการทั้งหมด 5 สายเรือด้วยเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) ผลที่ได้จากการวิจัยจะทำให้บริษัทกรณีศึกษาสามารถเลือกใช้สายเรือได้ตรงตามความต้องการ โดยมีขั้นตอนการศึกษาที่สำคัญ 5

ขั้นตอนคือ การเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของลูกค้าที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง และการกำหนดระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยความต้องการด้วยแบบสอบถาม โดยจะพิจารณาจากลูกค้าที่เป็น Regular Customer เท่านั้น ซึ่งพบว่าลูกค้าให้ความสำคัญกับปัจจัยความตรงต่อเวลาในการส่งมอบสินค้าที่ท่าเรือปลายทาง ปัจจัยความพร้อมในการขนส่งสินค้าปริมาณมาก ปัจจัยความตรงต่อเวลาในการส่งออกสินค้าจากท่าเรือต้นทาง ปัจจัยระยะเวลาการขนส่ง ปัจจัยจำนวนวัน Free time ที่ท่าเรือปลายทาง และปัจจัยความถูกต้องของเอกสารจากสายเรือ ตามลำดับ จากนั้นจะทำการแปลงจากความต้องการของลูกค้ามาเป็นปัจจัยด้านบริการของสายเรือ และนำข้อมูลด้านบริการและข้อมูลในอดีตของสายเรือแต่ละสายที่บริษัทกรณีศึกษาใช้บริการมาทำการให้ระดับคะแนน และนำมาใส่ในตาราง House Of Quality ตามเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพที่ได้ทำการประยุกต์สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งทำการทดสอบผลด้วยการนำปัจจัยความต้องการของลูกค้าออกทีละปัจจัย เพื่อหาระดับนัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลง งานวิจัยสรุปผลได้ว่าแต่ละสายเรือมีระดับการบริการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทำการทดสอบพบว่าลำดับคะแนนการบริการของสายเรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยปัจจัยความต้องการทั้งหมดที่กล่าวข้างต้น ถือเป็นปัจจัยหลักที่ลูกค้าให้ความสำคัญในการพิจารณาเลือกใช้บริการการขนส่ง

ปฐมพงษ์ ศรัทธารัตนตรัย (2550) ศึกษาอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศไทยซึ่งเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมยุทธศาสตร์ของประเทศ ที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยได้มีการนำระบบการผลิตแบบลีน (Lean manufacturing System) มาใช้ในการผลิต แต่บริษัทชิ้นส่วนรถยนต์นั้นยังไม่สามารถบ่งบอกถึงความสามารถในการผลิตและการจัดส่งได้อย่างถูกต้อง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบตัวชี้วัดระบบการผลิตแบบลีน (Lean scorecard) ที่ตอบสนองต่อแผนกลยุทธ์และสร้างรูปแบบการบ่งบอกปริมาณและเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบการผลิตแบบลีน (Quantification and Benchmarking Lean Manufacturing) โดยทำการประยุกต์และพัฒนาเมทริกซ์ ของบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality) เป็นโครงสร้างหลัก ที่สามารถแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมุมมอง 4 ด้าน ในการวัดผลการดำเนินงานกับตัวชี้วัดประสิทธิภาพกระบวนการผลิตแบบลีน แล้วทำการแบ่งระดับความสำคัญและความสัมพันธ์ด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) จากนั้นจึงเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตแบบลีน โดยผลการออกแบบตัวชี้วัดระบบการผลิตแบบลีน มีจำนวน 18 ตัวชี้วัด ที่สามารถตอบสนองต่อแผนกลยุทธ์ และผลจากนำไปประยุกต์ใช้กับบริษัทกรณีศึกษา สามารถบ่งบอกประสิทธิภาพการผลิตแบบลีน ซึ่งมีค่าที่เป็นอัตราส่วนเชิงปริมาณเท่ากับ 0.00728 และผลจากการประยุกต์ใช้กับบริษัทเทียบเคียง มีประสิทธิภาพการผลิตแบบลีนมีค่าเท่ากับ 0.01005 จากผลลัพธ์ทำให้ทราบว่า

อัตราส่วนเชิงปริมาณที่น้อยกว่าของบริษัทกรณีศึกษา (0.00728) เป็นผลมาจากของเครื่องจักรมีประสิทธิภาพต่ำกว่าบริษัทเทียบเคียง โดยงานวิจัยนี้สามารถเปรียบเทียบได้ทั้งแบบแต่ละตัวชี้วัดและแบบการบ่งบอกประสิทธิภาพการผลิตแบบลันในเชิงปริมาณโดยรวม ภายใต้แผนกลยุทธ์ที่กำหนด

ปริญญ์ บุญกนิษฐและคณะ (2550) ได้ทำการศึกษา Integrated QFDE, DfE and AHP to Selecting Products at Conceptual Design Phase งานวิจัยนี้ได้นำเสนอกระบวนการในการเลือกผลิตภัณฑ์ที่ระดับแนวคิด เพื่อให้สามารถทำการประเมินแนวคิด การออกแบบผลิตภัณฑ์ทั้งทางด้ายเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพเพื่อสิ่งแวดล้อม (Quality Function Deployment for Environment, QFDE) และการวิเคราะห์ กระบวนการเชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process, AHP) โดยกระบวนการดำเนินการเริ่มต้นจากการศึกษารวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากเสียงจากผู้บริโภค (Voice of Customer, VOC) เพื่อมาทำการแปลงไปยังประเด็น ทางด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นในขั้นตอนที่สองจึงนำเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม (Design for Environment) มาใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการออกแบบผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ตามด้วยขั้นตอนที่สามคือ การออกแบบทางเลือกในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ใหม่บนพื้นฐานเสียงจากผู้บริโภคและเทคนิคการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม และขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการนำทุกคนที่การพิจารณาทั้งทางด้านเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เช่น ความสามารถในการผลิต ความสามารถทางด้านหน้าที่การทำงาน ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมความสวยงาม และต้นทุน มาทำการประเมินโดยรวมอีกครั้งหนึ่ง ด้วยโมเดลของการวิเคราะห์กระบวนการลำดับชั้น โดยกระบวนการที่ได้นำเสนอนี้ ผลลัพธ์จากการวิจัยแสดงให้เห็นได้ว่ากระบวนการนี้ สามารถช่วยให้ผู้ออกแบบเข้าถึงความต้องการอย่างแท้จริงของลูกค้าได้มากขึ้น นอกจากนี้วิธีการยังช่วยเพิ่มศักยภาพผลิตภัณฑ์ทางด้านสิ่งแวดล้อมในการแข่งขันได้อีกด้วย

พรหมพงษ์ ลิ้มโชคอนันธ์ (2552) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาซอฟต์แวร์การแปรหน้าที่เชิงคุณภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา QFD ซอฟต์แวร์ ที่ช่วยในกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยโปรแกรมได้ถูกเขียนขึ้นด้วยโปรแกรม Visual basic 2005 ร่วมกับระบบการจัดการฐานข้อมูลของ Microsoft Access 2007 วิธีการดำเนินงานวิจัยประกอบไปด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 6 ขั้นตอนที่สำคัญ คือ (1) การศึกษาทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐาน กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ QFD TRIZ และ ซอฟต์แวร์ (2) การสำรวจความต้องการของ QFD ซอฟต์แวร์โดย

สัมภาษณ์ผู้ใช้งาน 40 คน (3) ออกแบบผังงานการทำงานซอฟต์แวร์ และพัฒนาซอฟต์แวร์ซึ่งผลลัพธ์ในแต่ละขั้นตอนประกอบด้วย ขอบเขตโครงการ (Project charter) ใช้ในการวางแผนโครงการ บ้านแห่งคุณภาพใน QFD ที่ใช้ในการแปลงข้อมูลการระบุความต้องการของลูกค้าเป็นการตั้งเป้าหมายการออกแบบผลิตภัณฑ์ นำเทคนิค TRIZ ใช้ในเสนอแนวทางการแก้ปัญหาข้อขัดแย้งและนำการหาค่าผลรวมแบบถ่วงน้ำหนัก (WSM) มาใช้ในช่วงการเลือกแนวคิดของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดโดยผลลัพธ์ทั้งหมดแสดงผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งโปรแกรมสามารถเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลเพื่อทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์หรือต้องการทำการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ (4) การตรวจสอบความถูกต้องโดยการตรวจสอบโครงสร้าง การตรวจสอบข้อมูลโดยใช้กรณีศึกษา 2 กรณี การตรวจสอบภาษาเขียนโปรแกรม และความสมเหตุสมผลของโปรแกรมโดยสัมภาษณ์ผู้ใช้งาน 20 คน (5) การปรับปรุงโปรแกรม และ (6) การจัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม จากผลการทดสอบพบว่าโปรแกรมเทคนิคการแปรหน้าที่เชิงคุณภาพ การตรวจสอบโครงสร้าง ข้อมูล และ ภาษาเขียนโปรแกรม พบว่ามีความถูกต้อง และ การตรวจสอบความสมเหตุสมผลพบว่าโปรแกรมสามารถนำใช้งานและมีความเป็นประโยชน์สูง ผู้ใช้งานมีความ

รุจเรข (2534) ได้ทำการวิจัยปรับปรุงจุดอ่อนของเทคนิค QFD ในแง่ของการจัดลำดับความสำคัญของลักษณะความต้องการของลูกค้าผ่านอนุกรมเมทริกซ์ ซึ่งการพิจารณาลำดับความสำคัญและการให้ระดับความสัมพันธ์ จะมีผลกระทบต่อลำดับความสำคัญของแผนการปฏิบัติงานที่ได้ ซึ่งการให้คะแนนที่ใช้ใน QFD นิยมใช้การให้คะแนนเชิง Absolute คือผู้วิเคราะห์จะต้องมีฐาน (Base) ของความรู้สึกไว้ค่าหนึ่งแล้วทำการเปรียบเทียบสิ่งที่ต้องการวัดหรือให้ความสำคัญกับฐาน(Base)และเมื่อต้องการตัดสินใจให้ลำดับความสำคัญและระดับความสัมพันธ์มีจุดอ่อน เช่น ความไม่ตรงกันของฐาน (Base) ความไม่แน่นอนที่เกิดจากการตัดสินใจซึ่งสามารถวัดและจำกัดได้ ก็จะทำให้ลำดับความสำคัญที่ส่งต่อไปผิด ซึ่งสามารถปรับปรุงการให้ระดับความสำคัญและระดับความสัมพันธ์เป็นการตัดสินใจโดยใช้ AHP ซึ่ง AHP เป็นการให้คะแนนเปรียบเทียบความสำคัญเป็นคู่ ทำให้สามารถทราบได้ว่าลักษณะความต้องการแต่ละข้อที่นำมาเปรียบเทียบกันมีความสำคัญมากน้อยเพียงใด

รัตติกาล กองบุญ (2547) ได้ทำการศึกษาการประเมินศักยภาพการผลิตเซลล์เชื้อเพลิงเพื่อการพาณิชย์ในประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) ในการวิเคราะห์แนวทางการวิจัยและ

พัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงชนิดเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน (Proton exchange membrane: PEM) สำหรับยานพาหนะ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า (Customer needs) และสามารถผลิตเพื่อการพาณิชย์ในประเทศไทยได้ เริ่มแรกรวบรวมความต้องการของลูกค้า พบว่า ความต้องการที่ลูกค้าให้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความสำคัญ (Important rating: IMP) มากที่สุด คือ ความปลอดภัย มีค่าคะแนน4.65 รองลงมาคือ ความทนทานและอายุการใช้งาน มีค่าคะแนนเท่ากันคือ 4.64 อันดับที่ 3 ราคายานพาหนะ มีค่าคะแนน 4.36 จากนั้นแปลงความต้องการของลูกค้าให้เป็นคุณลักษณะทางวิศวกรรม(Engineering characteristics) ใน QFD เมตริกที่ 1 หรือเรียกว่า บ้านแห่งคุณภาพ(House of Quality: HOQ) ทำให้ทราบถึงข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical requirement) ที่สำคัญในการออกแบบเซลล์เชื้อเพลิง PEM สำหรับยานพาหนะ ซึ่งข้อกำหนดทางเทคนิคที่สำคัญ 3อันดับที่ได้จากบ้านแห่งคุณภาพ คือ วัสดุที่ใช้ในการผลิต มีน้ำหนักคะแนน ร้อยละ 15.33 อันดับสองได้แก่ การออกแบบระบบ มีน้ำหนักคะแนน ร้อยละ 11.11 อันดับที่ 3 คือ จำนวนชิ้นส่วน มีน้ำหนักคะแนน ร้อยละ 9.77 จากข้อกำหนดทางเทคนิคในบ้านแห่งคุณภาพนำไปสู่ QFD เมตริกที่ 2 คือการแปลงการออกแบบ (Design deployment) ซึ่งเป็นการถ่ายทอดคุณลักษณะทางวิศวกรรมให้เป็นคุณลักษณะของชิ้นส่วน (part characteristics) พบว่า การออกแบบกระบวนการประกอบและการทดสอบหอเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell stack) มีค่าน้ำหนักมากที่สุดคือ 19.08%อันดับสองคือ การพัฒนาไบโพลาร์เพลต (Bipolar plate) มีค่า 15.37% อันดับที่สาม คือ การพัฒนาชุดประกอบเมมเบรนอิเล็กโทรด (Membrane electrode assembly: MEA) มีค่า 14.86%จากการศึกษา QFD พบว่า บุคคลทั่วไปและบริษัทผู้ผลิตรถยนต์มีผลการวิเคราะห์ QFD ที่สอดคล้องกัน คือ การออกแบบกระบวนการประกอบและการทดสอบหอเซลล์เชื้อเพลิง PEM มีความสำคัญมากที่สุด คือ ต้องวิจัยและพัฒนาให้ได้รูปแบบการผลิตหอเซลล์เชื้อเพลิงที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Uniform) และผลิตให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนด (Specification) เพื่อลดต้นทุนการผลิตให้สามารถผลิตหอเซลล์เชื้อเพลิงเพื่อการพาณิชย์จากนั้นจึงวิจัยและพัฒนาส่วนประกอบอื่น ๆ ของหอเซลล์เชื้อเพลิง PEM ต่อไป

จากการประเมินศักยภาพการผลิต พบว่า ประเทศไทยมีความเป็นไปได้ทางการตลาดแนวโน้มความต้องการการใช้ยานพาหนะเพิ่มขึ้น แต่ยังไม่มีความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค เพราะการวิจัยและพัฒนาของไทยยังเป็นช่วงเริ่มต้น ทำให้ยังไม่ประสบผลสำเร็จ ปัจจุบันทางด้านเทคนิคจึงเป็นการลองผิดลองถูก เพื่อให้ได้เทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการผลิตในประเทศไทย ด้วยเหตุผลนี้ทำให้ทางเศรษฐศาสตร์จึงยังไม่มีความเป็นไปได้เช่นกัน เซลล์เชื้อเพลิงเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่ ที่ยังอยู่ในขั้นของการวิจัยและพัฒนา ปัจจุบันงานวิจัยและพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงของประเทศไทยนั้นยัง

ล้าหลังกว่าประเทศอื่น ๆ ด้วยเหตุนี้การกำหนดแนวทางในการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทยจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง ในการที่จะจัดสรรงบประมาณ ซึ่งควรเน้นเฉพาะส่วนที่ประเทศไทยมีศักยภาพสามารถพัฒนาได้ ดังนั้น ภาครัฐต้องให้การสนับสนุนอย่างจริงจังเพื่อให้สามารถผลิตเซลล์เชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะภายในประเทศไทยได้ซึ่งจะทำให้เกิดผลประโยชน์ต่อประเทศชาติเป็นอย่างมาก

สุดารัตน์ ตรองพาณิชย์ และอรรถกร เก่งพล (2548) กล่าวถึงการปรับปรุงคุณภาพการบริการในธุรกิจทางด้านการขนส่งเพื่อเพิ่ม ความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าปลายทางและลดข้อร้องเรียนของบริษัทลง ซึ่งในที่นี้ได้เลือกการขนส่ง สินค้าแบตเตอรี่เป็นต้นแบบเนื่องจากได้รับข้อร้องเรียนมากและเป็นสินค้าที่มีราคาแพงเมื่อ เปรียบเทียบกับสินค้าประเภทอื่นๆ ที่บริษัททำการขนส่ง โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (QFD) แบบ 4 เฟสในการปรับปรุงเพราะเป็นเทคนิคที่เน้นความสำคัญของลูกค้า การให้คะแนน ในเมทริกซ์ความสัมพันธ์ของเทคนิค QFD อาจเกิดความลำเอียงของผู้ทำการประเมินได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ซึ่งมีการคำนวณค่าความสอดคล้องของ คะแนนที่ทำการประเมินในการให้คะแนนแทน ส่วนการดำเนินงานวิจัยจะเริ่มจากการแปลงเสียง ของลูกค้า (VOC) ไปสู่ช่วงต่างๆ ของ Four-phases Model คือ 1) การวางแผนผลิตภัณฑ์ 2) การแปลง การออกแบบ 3) การวางแผนกระบวนการ และ 4) การวางแผนปฏิบัติการผลิต จนกระทั่งได้เป็น วิธีการปฏิบัติงาน ผลลัพธ์จากการวิจัยนี้คือทำการปรับปรุงความสามารถในการบริการให้ดีขึ้น ซึ่ง วัดได้จากค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นจาก 6.59 เป็น 7.83 คะแนนหรือเพิ่มขึ้น 18.82% ทำให้จำนวนข้อร้องเรียนต่อเดือนลดลงจาก 3.73 เป็น 0.33 ข้อร้องเรียนต่อเดือนหรือลดลง 91.15% นอกจากนี้ยังทำให้จำนวนข้อร้องเรียนต่อจำนวนการขนส่งต่อเดือนลดลงจาก 0.0078% เป็น 0.0007% ข้อร้องเรียนต่อการขนส่งต่อเดือนหรือลดลง 91.03% อีกด้วย

จากการค้นคว้าของผู้วิจัยพบว่าในหลายๆ ผลงานวิจัยได้มีการนำเอาเทคนิคบ้านคุณภาพมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการเชื่อมโยงความต้องการของผู้บริโภค และผู้ใช้บริการไปสู่การออกแบบผลิตภัณฑ์ การบริการ และกิจกรรมที่ควรกระทำเพื่อให้เกิดการปรับปรุง หรือพัฒนาอย่างมีประสิทธิผล