บทที่ 3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 2 ทฤษฎี ได้แก่ QFD ซึ่งเป็นทฤษฎีที่วัตถุประสงค์หลัก คือ ช่วยให้ทีมงานสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ หรือบริการ ให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า และทฤษฎี AHP ซึ่งเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการตัดสินใจ

3.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Quality Function Deployment

3.1.1 การสำรวจความต้องการของลูกค้า

ขั้นตอนแรกสุดในการทำ QFD คือการหา Input เพื่อป้อนเข้าสู่ Matrix แรกหรือก็คือการหาความต้องการของลูกค้า (The Voice of the Customers) ซึ่งมีขั้นตอนเป็น

1. ทำการระบุว่าจะทำการสำรวจความต้องการจากใคร จะเริ่มต้นด้วยการกำหนดกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจะเป็นส่วนที่บอกว่าควรไปสำรวจความคิดเห็นของใคร โดยพิจารณาถึง

1.1 Determine the target market ต้องทำการเริ่มสำรวจ เช่น ต้องการนำเสนอรถสปอร์ตผู้ชมควรจะเป็นคนที่มีหรือสนใจรถสปอร์ต คนที่เป็นเจ้าของรถขนาดใหญ่จะไม่สามารถบอกถึงความต้องการที่แท้จริงเกี่ยวกับรถสปอร์ตได้ เมื่อมีแผนการแนะนำผลิตภัณฑ์ตัวใหม่จะต้องสำรวจว่าลูกค้ากลุ่มใดที่มีผลิตภัณฑ์ตัวนั้นอยู่แล้ว รวมถึงกลุ่มที่บริษัทต้องการจะขยายตลาดไปสู่จะต้องเป็นบุคคลที่มีอำนาจในการซื้อ

1.2 Demographics need to be established การศึกษาถึงประชากรโดยสุ่มจะสามารถบอกได้ดีถึงแนวโน้มในการซื้อ ซึ่งสิ่งที่ต้องการทราบได้แก่ อายุ ระดับรายได้ ฯลฯ

1.3 Determine the geographical distribution ต้องพิจารณาถึงลักษณะทางภูมิศาสตร์ เนื่องจากลักษณะดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อความต้องการที่แตกต่างกัน เช่น คนในเขตหนาวต้องการเสื้อผ้าที่ใส่แล้วให้ความอบอุ่น ในขณะที่คนในเขตร้อนต้อการเสื้อผ้าที่ใส่แล้วเย็นสบายไม่ร้อน

1.4 Use a nonaffiliated survey organization เพื่อไม่ให้ข้อมูลที่ได้มี bias จึงไม่ควรใช้องค์กรที่มีความเกี่ยวข้องต่อกัน อาจใช้องค์กรที่ทำหน้าที่สำรวจตลาดเข้ามาทำหน้าที่ โดยจะต้องมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หรือบริการเป็นอย่างดีเพื่อให้ได้ประโยชน์จากการสัมภาษณ์สูงสุด

1.5 Survey people external to the organization การสำรวจจากบุคคลภายนอกองค์กรจะต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นองค์กรส่วนมากจะใช้คนภายในองค์กรเป็นแหล่งที่ใช้หา voice ซึ่งทำให้เกิด bias เนื่องจากคนภายในใกล้ชิดกับผลิตภัณฑ์และแนวความคิดขององค์กรมากเกินไป

1.6 Survey with or without samples of the current product การเลือกจะขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น ยาสระผม สบู่ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนการผลิตต่ำอาจสามารถที่จะทำการสำรวจความต้องการได้โดยการมีตัวอย่าง ในขณะที่รถยนต์ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนการผลิตสูงจะไม่สามารถทำได้

2. วิธีการได้มาซึ่งความต้องการของลูกค้า

2.1 Focus Groups เป็นการจัดกลุ่มสนทนา กลุ่มละประมาณ 8-12 คน เพื่อพูดคุยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ โดยมีผู้อำนวยความสะดวกทำหน้าที่อำนวยการสนทนา ซึ่งขั้นตอนนี้จะช่วยในการสร้างคำถามและวิธีการที่ใช้ในการสัมภาษณ์

2.2 Interview ใช้การคุยระบบ 1 ต่อ 1 กับลูกค้า ซึ่งอาจทำได้ทั้งทางตรงหรือทางโทรศัพท์

2.3 Mail Questionnaires วิธีนี้จะมีประสิทธิภาพค่อนข้างน้อย เนื่องจากอัตราการส่งคือต่ำ คือประมาณ 15% – 50% ของแบบสอบถามที่ส่งออกไป ทั้งนี้จะขึ้นกับความยาวของแบบสอบถามและความน่าสนใจ

2.4 Product Clinics เป็นวิธีที่จะช่วยให้เห็นถึงมุมมองที่แตกต่างออกไปจากการใช้คำถามที่เฉพาะเจาะจง

2.5 Personal Observation ให้คนทำหน้าที่ประจำอยู่ในที่แสดงสินค้าและรับฟังความคิดเห็นของลูกค้า

ผู้สัมภาษณ์จะต้องระบุความต้องการที่แท้จริง เนื่องจากบางครั้งลูกค้าจะบอกรายละเอียดว่าควรทำการผลิตอย่างไรหรือออกแบบอย่างไร

3. ความเข้าใจเกี่ยวกับความต้องการของลูกค้า

จากแบบจำลองของ Kano สามารถแบ่งกลุ่มความต้องการของลูกค้า ได้ดังต่อไปนี้

3.1 Dissatisfiers เป็น “Expected Quality” ลูกค้าจะคาดหวังว่าจะต้องมีเมื่อไม่มีจะก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจ แต่ถ้ามีจะไม่ก่อให้เกิดความพึงพอใจเพิ่มขึ้นเพราะคิดว่าเป็นสิ่งที่ต้องมีเป็นปกติ ซึ่งลูกค้าจะไม่บอกแต่อาจรู้ได้จาก Customers' Complaints เช่น รถยนต์ที่ซื้อมาใหม่จะต้องไม่มีรอยขีดข่วนที่ผิวถ้ามีรอยขีดข่วนและลูกค้าสังเกตุเห็นจะก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจ

3.2 Satisfiers เป็น “Desire Quality” เป็นสิ่งที่ลูกค้าต้องการและมักจะบอกกับผู้ผลิต ซึ่งลักษณะนี้เมื่อเพิ่มขึ้น (เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางดีขึ้น) จะก่อให้เกิดความพึงพอ

ใจของลูกค้ามากขึ้น เช่น การประหยัดน้ำมันของรถยนต์ยิ่งรถประหยัดน้ำมันมากเท่าไหร่ลูกค้าจะพึงพอใจมากขึ้นเท่านั้น

3.3 Deligthers เป็น "Exciting Quality" หรือ "Unexpected Quality" เป็นสิ่งที่ลูกค้าไม่ได้คาดหวัง แต่ถ้ามีจะก่อให้เกิดความพอใจอย่างมาก และมักจะก่อให้เกิดตลาดใหม่ เมื่อเวลาผ่านไปลักษณะของความต้องการของลูกค้าจะเปลี่ยนไป กล่าวคือ เมื่อเวลาผ่านไปคู่แข่งสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับลักษณะที่เป็น Deligthers ลูกค้าจะเกิดความรู้สึกว่าเป็นสิ่งที่ควรมีลักษณะนั้นจะเปลี่ยนเป็น Satisfiers และเมื่อลักษณะนั้นเป็นสิ่งที่ถูกคาดหวังว่าจะต้องมีก็จะเปลี่ยนไปเป็น Dissatisfiers เช่น เดิมเมื่อมีระบบ Central Lock ภายในรถยนต์ ลูกค้าจะรู้สึกพอใจอย่างมากการมีระบบ Central Lock เป็น Deligthers แต่เมื่อเวลาผ่านไปลูกค้าจะรู้สึกพอใจถ้ารถยนต์มีระบบ Central Lock ลักษณะนี้จะเปลี่ยนจาก Deligthers มาเป็น Satisfiers และต่อมาถ้ารถยนต์ไม่มีระบบ Central Lock จะก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจต่อลูกค้าในที่สุด

4. การจัดการกับความต้องการของลูกค้า

4.1 Determine root want จากการสัมภาษณ์ลูกค้ามักจะบอกถึงความต้องการโดยไม่บอกถึงเหตุผลว่าทำไมจึงต้องมีความต้องการอย่างนั้น ดังนั้นผู้สัมภาษณ์จึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เป็นอย่างดีเพื่อให้สามารถระบุถึง root want

4.2 Capture Verbatim จะต้องพยายามจัดทุกคำพูดของลูกค้าโดยอาจใช้เทปอัดเพื่อความรวดเร็ว

4.3 Abbreviate the voice as necessary ทำการย่อความต้องการโดยจะต้องพยายามให้มีใจความครบถ้วน เข้าใจง่ายโดยคนทั่วไป

4.4 Consolidate the voice ทำการรวบรวมความต้องการที่เหมือนกันแต่ใช้คำพูดคนละแบบไว้ด้วยกัน

5. การจัดกลุ่มความต้องการ หลังจากได้ความต้องการของลูกค้านำมาอภิปรายเพื่อให้สมาชิกในกลุ่มเข้าใจตรงกัน

5.1 Use one card per voice เขียนความต้องการแต่ละความต้องการลงบนกระดาษโดยใช้กระดาษ 1 ชิ้นต่อ 1 ความต้องการ

5.2 Use team action ให้สมาชิกในทีมจัดกลุ่มความต้องการที่คล้ายกันไว้ด้วยกัน แล้วให้สมาชิกคนถัดไปย้ายกลุ่มของความต้องการจนกระทั่งไม่มีการย้ายกลุ่ม ในกรณีที่มีความต้องการบางอย่างที่สมาชิกเห็นว่าควรอยู่มากกว่า 1 กลุ่มให้ทำการ์ดเพิ่ม

5.3 Develop natural groupings ใส่ชื่อกลุ่มของความต้องการที่จัดไว้

5.4 Group the groups จัดกลุ่มที่จัดไว้ในขั้นที่ 5.3 ที่คล้ายกันไว้ด้วยกัน

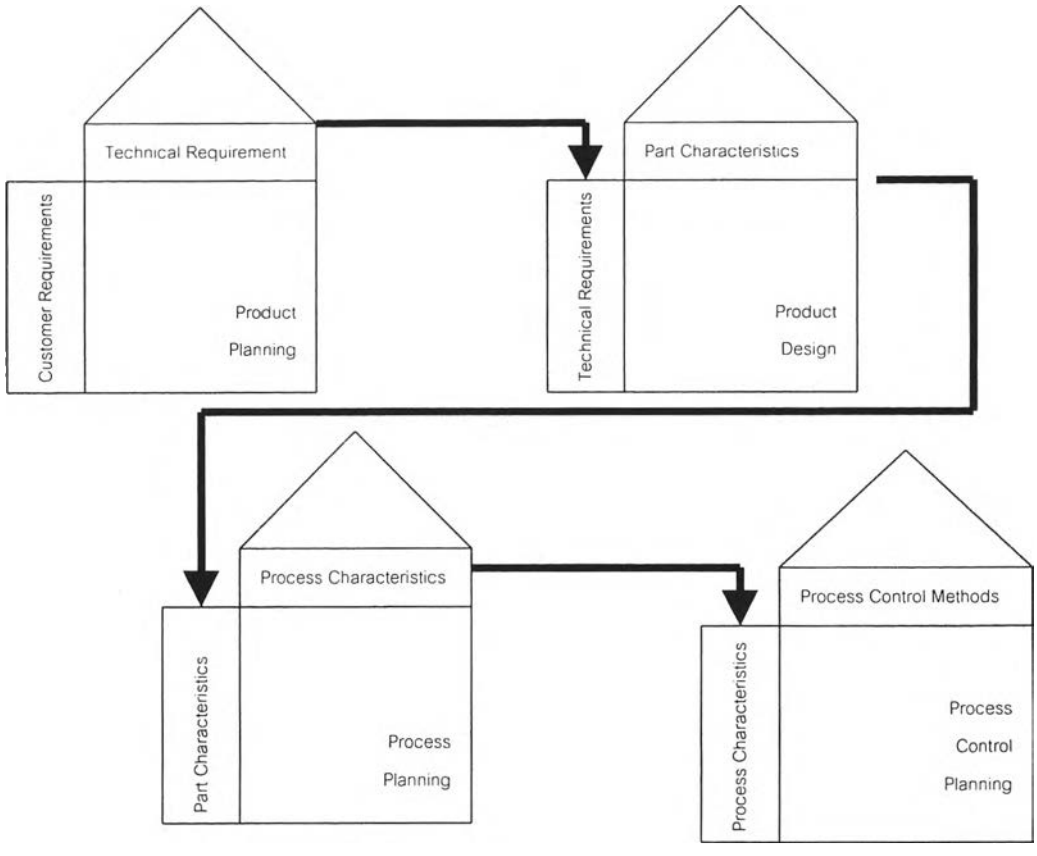
5.5 Title the groups using customer words

เมื่อได้ความต้องการของลูกค้ามาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการทำ QFD โดยการทำ QFD จะสามารถทำได้หลายวิธี (มีรายละเอียดของขั้นตอนบางส่วนแตกต่างกันไป) ในที่นี้จะนำเสนอทฤษฎีเกี่ยวกับ QFD 2 รูปแบบ ได้แก่

3.1.2 การทำ Quality Function Deployment แบบ Four Phases

เป็นการทำ QFD ซึ่งใช้อนุกรมของ Matrix ในการช่วยสร้างกิจกรรมของทีมงานโดยการสร้างเอกสารมาตรฐานในระหว่างการผลิตและกระบวนการพัฒนา ถึงแม้ว่าแต่ละองค์ประกอบของ Four-Phases จะขึ้นอยู่กับการประยุกต์ แต่โดยพื้นฐานแล้วสามารถแสดงโครงสร้างของเทคนิค QFD วิธีนี้ได้ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งจะเห็นว่า Four-Phases ประกอบไปด้วย Matrix จำนวน 4 Matrix ซึ่งได้แก่

1. Product Planning ในขั้นตอนนี้จะทำการแปลงความต้องการของลูกค้า (Customers' Needs) ที่ได้จากการทำการวิจัยทางการตลาดมาอยู่ในรูปความต้องการทางเทคนิค (Technical Requirement)
2. Product Design เป็นการแปลงความต้องการของลูกค้าให้อยู่ในรูปของคุณสมบัติและข้อกำหนดของส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ (Part Characteristics)
3. Process Planning ในขั้นตอนนี้คุณสมบัติของส่วนประกอบจะถูกแปลงให้เป็นคุณสมบัติของกระบวนการ (Process Characteristics)
4. Process Control Planning เป็น Matrix สุดท้ายในการทำ QFD แบบ Four-Phases ซึ่งเป็นการนำเอาคุณสมบัติของกระบวนการที่ได้จาก Process Planning Matrix มาใช้ในการออกแบบและกำหนดวิธีในการควบคุม



รูปที่ 3.1 *แสดงโครงสร้างพื้นฐานของ QFD แบบ Four-Phases*

รายละเอียดสำหรับแต่ละ Matrix มีดังต่อไปนี้

Matrix I Product Planning Matrix

ทำหน้าที่แปลงความต้องการของลูกค้า (Customers' Requirement) เป็นความต้องการในเชิงเทคนิค (Technical Requirement) ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ

- แนวนอน (The Customer Portion) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของลูกค้า

ลูกค้าจะบอกความต้องการออกมาในภาษาของลูกค้า เช่น ง่ายต่อการใช้งาน (TV) ภาพคมชัดดูแล้วสบายตา นอกจากความต้องการของลูกค้าแล้วยังประกอบด้วยค่าความสำคัญที่ลูกค้าให้กับความต้องการนั้นๆ (Customers' importance) การประเมินความสามารถในการแข่งขัน (Customers' Competitive Evaluation) เป็นต้น

- แนวตั้ง (The Technical Portion) เป็นข้อมูลเชิงเทคนิคที่จะตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า

ทีมงานจะทำการระบุว่าบริษัทจะสามารถตอบสนองต่อแต่ละความต้องการของลูกค้าได้อย่างไร หรือทีมงานจะต้องแปลงคำบอกดังกล่าวให้อยู่ในรูปภาษาที่สามารถเข้าใจได้ในองค์กรและวัดค่าได้ เช่น ความพยายามในการใช้งานหรือแรงที่ต้องใช้ในการใช้งานจะสามารถตอบ

I 19257344

สนองต่อความต้องการ "ง่ายต่อการใช้งาน" (TV) ความละเอียดของจอภาพ (Screen Resolution) จะตอบสนองต่อความต้องการ "ภาพคมชัดดูแล้วสบายตา"

เมื่อสามารถจัดการกับความต้องการของลูกค้าได้แล้วขั้นตอนต่อไปคือนำข้อมูลต่างๆ ใส่ใน Matrix ดังแสดงในรูปที่ 3.2 โดย Matrix ประกอบไปด้วยส่วนประกอบสำคัญ คือ

ส่วนที่ 1 Customers' Requirement จากขั้นตอนการหาความต้องการของลูกค้าที่กล่าวไว้ข้างต้น จะได้ความต้องการของลูกค้าซึ่งมีการจัดกลุ่มและลำดับ ยกตัวอย่างเช่น กาแฟสำหรับนำออกไปทานนอกร้านมีความต้องการของลูกค้าดังแสดงในรูปที่ 3.3

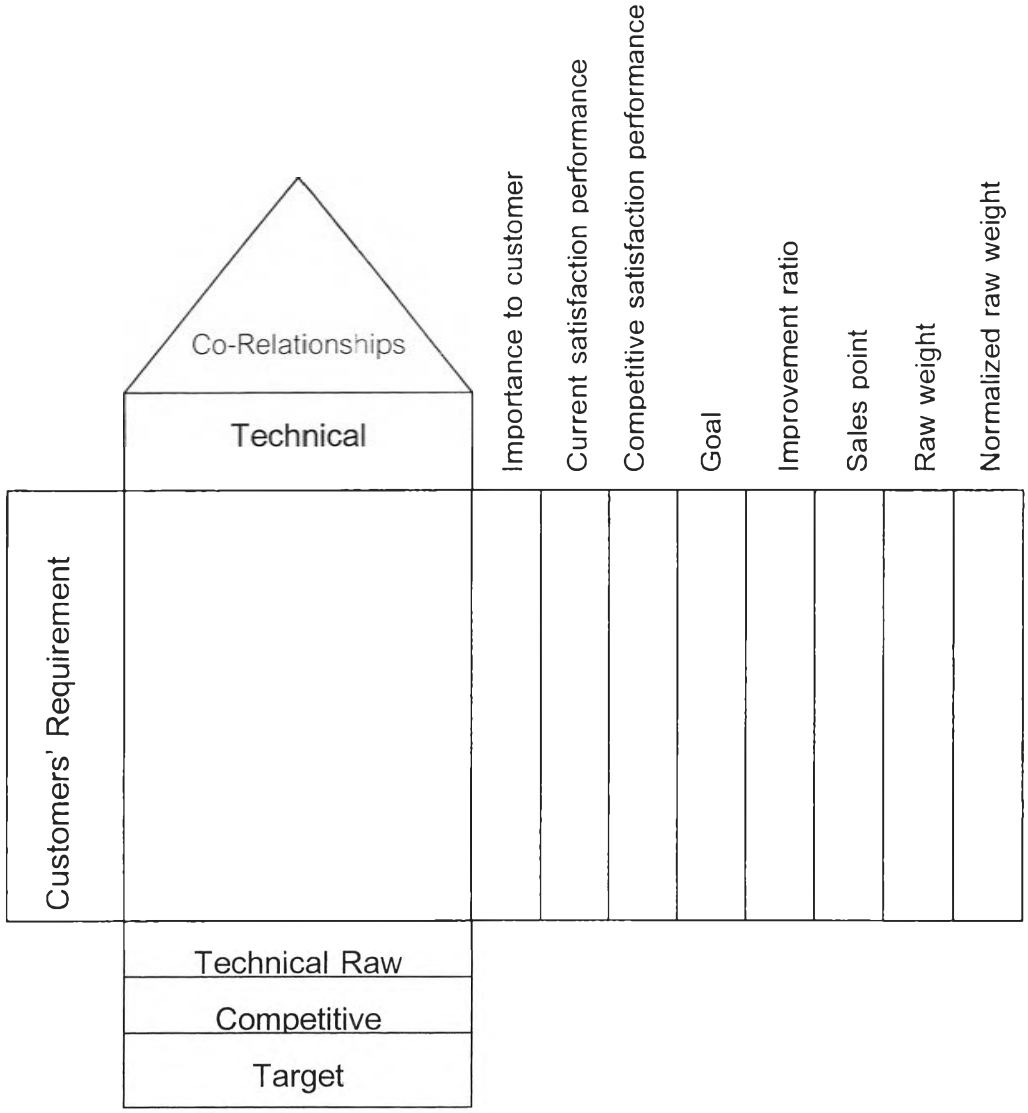
ส่วนที่ 2 Technical Requirements เป็นการแปลงความต้องการของลูกค้าให้อยู่ในรูปแบบภาษาที่บริษัทใช้ในการออกแบบ การปฏิบัติงาน และการผลิต ที่สามารถวัดค่าได้ ซึ่ง Technical Requirements ไม่ควรที่จะบอกถึงคำตอบของ Customers' Requirements วัดค่าได้ และสามารถใช้เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ซึ่งความต้องการของลูกค้า 1 อย่าง อาจแปลงเป็นความต้องการเชิงเทคนิคได้มากกว่า 1 อย่าง (QFD Product Matrix ไม่มีวัตถุประสงค์ในการให้คำตอบเกี่ยวกับการออกแบบแต่เป็นการหาความต้องการในเชิงเทคนิคที่มาตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าเท่านั้น) ยกตัวอย่างเช่น

ผลิตภัณฑ์ : ถ้วยกาแฟ

ความต้องการของลูกค้า		ความต้องการเชิงเทคนิค
1. ถ้วยไม่ร้อนลวกมือ	⟶	อุณหภูมิที่มือสัมผัส
2. กาแฟยังคงร้อนได้นาน	⟶	อัตราการถ่ายโอนความร้อนของของเหลว

ส่วนที่ 3 Importance เป็นการให้คะแนนเพื่อระบุความสำคัญของความต้องการของลูกค้าแต่ละตัว มักนิยมใช้สเกล 1-5 โดยให้คะแนน 5 สำหรับความต้องการของลูกค้าที่เห็นว่าสำคัญมาก และให้คะแนนต่ำลงสำหรับความต้องการของลูกค้าที่เห็นว่ามีความสำคัญน้อย

ส่วนที่ 4 Competitive Evaluation จะประกอบไปด้วยข้อมูลของบริษัท (Current Satisfaction Performance) และข้อมูลของบริษัทคู่แข่ง (Competitive Satisfaction Performance) เป็นค่าที่ทีมงานประเมินให้แก่บริษัทต่างๆ โดยมองถึงความสามารถในการบรรลุความต้องการของลูกค้านั้นๆ ได้มากหรือน้อยอย่างไร ใช้สเกล 1-5 โดยให้คะแนน 5 สำหรับบริษัทที่สามารถบรรลุถึงความต้องการของลูกค้าได้สูงสุด (ลูกค้ามีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ของบริษัทในความต้องการของลูกค้าข้อนั้นอย่างมาก) และให้คะแนนต่ำลงสำหรับบริษัทที่สามารถบรรลุถึงความต้องการของลูกค้าได้น้อยลง



รูปที่ 3.2 *ส่วนประกอบของ Production Planning Matrix*

Primary	Secondary	tertiary
ลักษณะทางกายภาพ	ถ้วย	ถ้วยไม่ร้อนลวกมือ
		กาแฟยังคงร้อนได้นาน
		ไม่หก
		ไม่บุบ ยุบดามรอยมือบีบ
		ไม่รั่ว ซึม
		ถืองาย
	ฝา	ฝาแน่นพอดี
		เปิดได้โดยไม่หก
		มีที่เปิดสำหรับดื่ม
		ฝา tab เปิดง่าย
		ป้องกันการหก
		ไม่มีรอยรั่วระหว่างฝากับแก้ว
กาแฟ	กาแฟ	มีทั้งแบบไม่มีคาเฟอีนและแบบมีคาเฟอีน
		รสชาติดี
		มีกลิ่นหอม
		อื่นๆ

รูปที่ 3.3 *ภาพแสดงระดับต่างๆ ของความต้องการของลูกค้าในผลิตภัณฑ์กาแฟ*

ส่วนที่ 5 Goal เป็นการตั้งเป้าหมายว่าในแต่ละความต้องการของลูกค้าบริษัทจะก้าวไปถึงความพอใจในระดับใน เช่น ความต้องการของลูกค้า "ใช้งานง่าย" ปัจจุบันบริษัทได้รับการประเมินจากทีมงานว่าสามารถบรรลุถึงความต้องการของลูกค้าได้ระดับปานกลางให้คะแนนส่วนที่ 4 เป็น 3 และทีมงานมองเห็นว่าจะสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าวได้อีกมากจึงตั้งเป้าหมายไว้ที่ 5 คือต้องการให้ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด แต่ในบางครั้งการตั้งเป้าหมายอาจดูจากค่าสูงสุดของส่วนที่ 4 เช่น บริษัทเราได้ Current Satisfaction Performance เป็น 3 ในขณะที่ Competitive Satisfaction Performance ของบริษัทคู่แข่งเป็น 5, 2 ค่าสูงสุดเป็น 5 ดังนั้นเราจะตั้งเป้าหมายเป็น 5

ส่วนที่ 6 Improvement Ratio เป็นอัตราส่วนที่ได้จากการเอาเป้าหมายที่ตั้งไว้ในส่วนที่ 5 หารด้วยค่า Current Satisfaction Performance ในส่วนที่ 4

ส่วนที่ 7 Sale Point หรือจุดขาย เป็นความต้องการของลูกค้าที่บริษัทมีความสามารถบรรลุได้มากกว่าหรือเป็นข้อเด่นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจดูจากค่า Competitive Evaluation ประกอบ เช่น บริษัทสามารถผลิตยากันยุงที่ไม่มีกลิ่นได้ในขณะที่บริษัทอื่นไม่สามารถทำได้หรือทำได้แต่ไม่ดีเท่าบริษัทเรา จุดขายก็คือ "ไม่มีกลิ่น" สำหรับการให้คะแนในส่วนนี้กรณีที่เป็นจุดขายที่เด่นมากนิยมให้ค่าเป็น 1.5 เป็นจุดขายนิยมให้ค่าเป็น 1.2 และกรณีที่ไม่ใช่จุดขายให้ค่าเป็น 1 (แต่ไม่นิยมเขียนลงในตาราง QFD)

ส่วนที่ 8 Determine Relationships คือส่วนกลางซึ่งเชื่อมระหว่างความต้องการของลูกค้าและความต้องการเชิงเทคนิค เป็นการระบุความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองส่วน โดยใช้คำถามที่ว่า "ถ้าเราสามารถควบคุม (ความต้องการเชิงเทคนิค) ได้จะส่งผลต่อ (ความต้องการของลูกค้า) (ได้น้อยมาก/ได้ปานกลาง/ได้อย่างมาก)" โดยนิยมให้ค่าระดับความสัมพันธ์แบบ มีความสัมพันธ์กันอย่างมากเป็น 9 มีความสัมพันธ์ระดับปานกลางเป็น 3 และระดับน้อยมากเป็น 1

ส่วนที่ 9 Importance Weight (Column Weight) เป็นการคำนวณหาความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิค โดย

1. คำนวณค่า Raw Weight ของความต้องการของลูกค้าแต่ละตัวจากผลคูณระหว่างส่วนที่ 3 (Importance) * ส่วนที่ 6 (Improvement Ratio) * ส่วนที่ 7 (Sale Point)
2. หาค่าความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิคแต่ละตัว จากผลรวมของ ผลคูณระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงเทคนิคและความต้องการของลูกค้ากับ Raw Weight ของความต้องการของลูกค้านั้นๆ
3. คำนวณค่า % Normalize Weight โดยทำค่าความสำคัญในขั้นที่ 2 ให้อยู่ในรูปของเปอร์เซนต์

ส่วนที่ 10 Competitive Technical Requirement Data เนื่องจากการกำหนดความต้องการเชิงเทคนิคจะต้องสามารถวัดค่าได้ ดังนั้นข้อมูลจึงเป็นตัวเลข ยกตัวอย่างเช่น ความต้องการเชิงเทคนิค "อุณหภูมิที่มือสัมผัส" จะตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า "ถ้วยไม่ร้อน" ก็จะสามารถวัดอุณหภูมิที่มือสัมผัสได้ เมื่อมีข้อมูลในส่วนนี้ (ซึ่งมักจะหาได้จากการทดลองในห้องทดลอง) จะสามารถนำมาประกอบการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

ส่วนที่ 11 Establishing Targets การตั้ง Target จะนำเอาข้อมูลในส่วนที่ 4 และส่วนที่ 10 มาวิเคราะห์ร่วมกัน ซึ่งอาจจะเกิดความเป็นไปในการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ยกตัวอย่างความต้องการของลูกค้า "ถ้วยไม่ร้อน" มีความสัมพันธ์อย่างมากกับความต้องการเชิงเทคนิค "อุณหภูมิที่มือสัมผัส" ในส่วนที่ 4 Competitive Evaluation ได้รับคะแนนดีกว่าคู่แข่ง แต่ค่าที่ได้รับมีค่าต่ำเป็น 2 (จากสเกล 1-5) ในขณะที่ข้อมูลทางด้านความต้องการเชิงเทคนิคที่หาได้จากห้องทดลองของบริษัทเป็น 158 และบริษัทคู่แข่งเป็น 172 และ 165 โดยมีการพิจารณาค่าที่เหมาะสมที่สุดเป็น 115 จะเห็นว่าค่าที่ได้จากการประเมินในส่วนที่ 4 สอดคล้องกับค่าที่ได้จากการทดลอง และมีค่าความพึงพอใจที่ต่ำ หมายความว่าลักษณะความต้องการนี้จะเป็น " Competitive Opportunity" ถ้าบริษัทใดสามารถพัฒนาความต้องการเชิง

เทคนิคในข้อนี้ให้ตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าได้สูงสุด จะได้รับประโยชน์จากการพัฒนาและอาจสามารถนำมาเป็นจุดขายได้ด้วย การตั้ง Target ในกรณีนี้อาจตั้งจากความต้องการเชิงเทคนิคที่เหมาะสมที่สุดหรือความต้องการเชิงเทคนิคที่สามารถตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าได้สูงสุด จากตัวอย่างจะตั้งเป็น 115

กรณีที่ 2 บริษัทได้รับการประเมินความต้องการของลูกค้าเป็น 4.4 และคู่แข่งได้รับการประเมินเป็น 3 และ 1.3 จากสเกล 1-5 และข้อมูลทางด้านความต้องการเชิงเทคนิคเป็น 120 (บริษัท) 172 (คู่แข่ง) และ 155 (คู่แข่ง) ซึ่งบริษัทจะดีกว่าคู่แข่งและค่าความพึงพอใจของลูกค้ามีค่าค่อนข้างสูงทั้งยังสอดคล้องกับค่าที่ได้จากห้องทดลองที่บริษัทสามารถทำได้ถึง 120 ใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสมที่สุดคือ 115 ทำให้การปรับปรุงต่อไปไม่ส่งผลอะไรมากมาย ดังนั้น Target คือ 120 (ไม่ต้องมีเพราะไม่ต้องมีการพัฒนาต่อไป)

กรณีที่ 3 บริษัทได้รับการประเมินต่ำกว่าคู่แข่งและความต้องการของลูกค้าก็สอดคล้องกับค่าที่ได้รับจากการประเมิน แสดงให้เห็นว่าบริษัทอยู่ในสภาวะ "Catch-up Position" ซึ่งจะต้องได้รับการแก้ไขอย่างรีบด่วน สิ่งที่ง่ายที่สุดที่อาจทำได้ทันที คือ สั่งซื้อแก้วจาก Supplier ของบริษัทคู่แข่งที่ดีที่สุด ในกรณีที่บริษัทคู่แข่งที่ดีที่สุดยังได้รับการประเมินระดับความสามารถเพียง 3.5 ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำทำให้ความต้องการเชิงเทคนิคเป็น " Competitive Opportunity" บริษัทควรทำการพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการสูงสุดของลูกค้าและทำการตั้งเป้าหมายไว้ที่ 115 และทำการสั่งแก้วไปจนกว่าจะสามารถพัฒนาแก้วที่ดีกว่าได้ ถ้าบริษัทคู่แข่งที่ดีที่สุดดีมากอยู่แล้วไม่มีประโยชน์ที่จะทำต่อไป (สั่งตลอด)

ในกรณีที่ข้อมูลทางด้านความต้องการเชิงเทคนิคและความต้องการของลูกค้าไม่สอดคล้องกัน เช่น บริษัท A ได้รับระดับความพึงพอใจในระดับ 4.3 บริษัท B เป็น 3.8 แต่มีค่าที่ได้จากห้องทดลองเป็น 125 และ 115 ตามลำดับ จะต้องพยายามหาสาเหตุของความขัดแย้งที่เกิดขึ้นเพราะจะช่วยให้สามารถเข้าถึงการแก้ไขปรับปรุงที่จะนำมาใช้กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ ตัวอย่างสาเหตุที่ทำให้ข้อมูลของ A และ B ขัดแย้งกันอาจเป็นเพราะอุณหภูมิของกาแฟของ A ร้อนน้อยกว่า B ทำให้ลูกค้ารู้สึกว่าแก้วของ A ร้อนน้อยกว่าแก้วของ B ในขณะที่การทดลองในห้องทดลองใช้กาแฟที่ร้อนเท่ากัน

ส่วนที่ 12 Co-relationships แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงเทคนิคแต่ละคู่ว่าความต้องการเชิงเทคนิคคู่ใดมีความสัมพันธ์กันแบบเสริม แบบขัดแย้งหรือ ไม่มีความสัมพันธ์กัน เช่น "อุณหภูมิที่มือสัมผัส" และ "อัตราการถ่ายโอนความร้อนของของเหลว" ถ้าแก้วกาแฟสามารถเก็บอุณหภูมิของของเหลวได้ดีอัตราการถ่ายโอนความร้อนของของเหลวต่ำ (ดี) จะทำให้แก้วกาแฟไม่ร้อนหรืออุณหภูมิที่มือสัมผัสต่ำ (ดี) นั้นคือความต้องการเชิงเทคนิคทั้งสองเป็นแบบเสริมกันและมีระดับความสัมพันธ์แบบมาก

หลังจากได้ส่วนประกอบต่างๆ ของ Matrix เรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปทีมงานจะต้องทำการประเมินความสมบูรณ์พร้อมและความไม่ลำเอียงของ Matrix

การตรวจสอบความสมบูรณ์ของ Matrix เนื่องจาก QFD เป็น Matrix ซึ่งใช้ในการลำดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้าและข้อกำหนดทางเทคนิค และกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ปัจจัย แต่โดยตัว QFD เองนั้นไม่ได้รับรองว่าจะมีความถูกต้องครบถ้วนในการระบุถึงความต้องการของลูกค้า เนื่องจาก QFD เป็นขั้นตอนที่ต้องทำต่อจากการสำรวจตลาด ดังนั้นทักษะทางด้านการตลาดจะต้องถูกนำมาใช้ร่วมกับทักษะทางด้านวิศวกรรม เพื่อให้สามารถรู้ได้ว่า Matrix นั้นมีความสมบูรณ์ ได้รวบรวมความต้องการของลูกค้าที่จำเป็นไว้ทั้งหมด และพิจารณาถึงข้อกำหนดทางเทคนิคทุกตัว จึงต้องมีการประเมินความสมบูรณ์พร้อม โดยพิจารณาว่ามีแถวหรือ Column ใดของ Matrix เป็นแถวว่าง

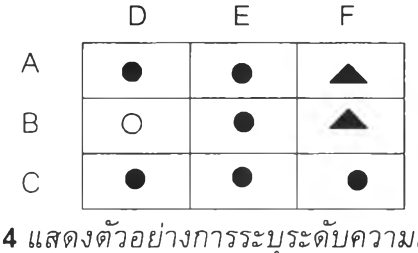
- ถ้าแถวใดว่างหรือมีแต่ความสัมพันธ์ในระดับต่ำ เป็นการเตือนว่าความต้องการของลูกค้านั้นไม่ได้รับตอบสนองหรืออาจเป็นไปได้ว่าการรับรู้ถึงความต้องการของลูกค้านั้นเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็น
- ถ้า Column ใดว่า เป็นการบอกให้ทราบว่าความต้องการเชิงเทคนิคนั้นไม่ได้ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า หรือ Matrix นั้นมีขนาดใหญ่เกินไป

เมื่อพบเหตุการณ์ข้างต้นควรย้อนกลับไปทำการพิจารณาในรายละเอียดต่อไปนี้

- มีเอกสารใดแสดงเหตุผลสนับสนุนความต้องการของลูกค้าหรือไม่ เช่น Questionnaires บัตรแสดงความต้องการของลูกค้า เป็นต้น
- Matrix มีขนาดใหญ่เกินไป เนื่องจากการระบุความต้องการเชิงเทคนิคที่ละเอียดเกินไป
- ทีมงานไม่มีความเข้าใจพื้นฐานของการให้คำจำกัดความความต้องการของลูกค้าและความต้องการเชิงเทคนิคทำให้ยากต่อการกำหนดระดับความสัมพันธ์
- การพิจารณาระดับความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการเชิงเทคนิคและความต้องการของลูกค้า โดยที่ความต้องการของลูกค้าแต่ละตัวไม่เป็นอิสระต่อกัน

และขั้นต่อไปพิจารณาว่ามีแถวใดที่มีความสัมพันธ์เหมือนกันทุกประการ อาจเกิดจากการแยกรายละเอียดของความต้องการของลูกค้ามากเกินไป พิจารณาว่าสามารถยุบรวมกันได้หรือไม่

การตรวจสอบความไม่ลำเอียง เช่น ความต้องการของลูกค้าแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กับความต้องการเชิงเทคนิคเพียง 1-2 ตัว (อาจเกิดจากการไม่เข้าใจถึงความต้องการของลูกค้า) หรือมีการจับกลุ่มของความสัมพันธ์ เช่น



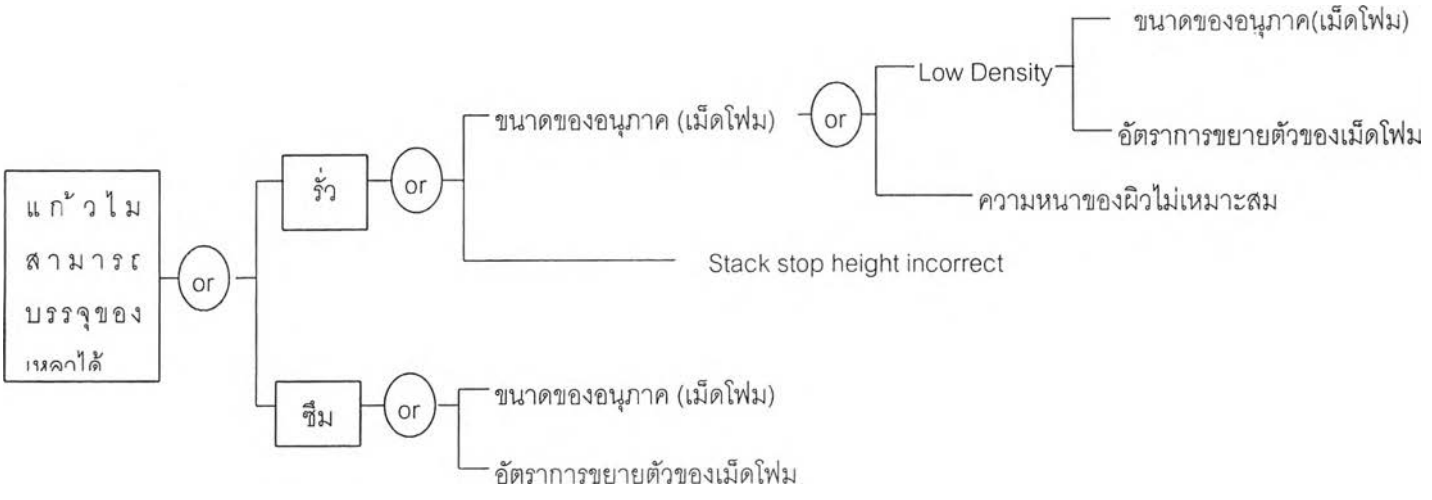
รูปที่ 3.4 *แสดงตัวอย่างการระบุระดับความสัมพันธ์ที่มีความลำเอียง*

จะเห็นว่าทุก Cell มีระดับความสัมพันธ์ปรากฏอยู่ (อาจเกิดจากความไม่เข้าใจทั้งด้านที่เกี่ยวกับความต้องการของลูกค้าและความต้องการในเชิงเทคนิค) ถ้าความต้องการของลูกค้าตัวใดตัวหนึ่งมีความสัมพันธ์กับความต้องการเชิงเทคนิคทุกตัว (อาจเกิดจากความต้องการของลูกค้าในหัวข้อดังกล่าวใหญ่เกินไปควรแยกเป็นส่วนย่อยลงไปอีกระดับหนึ่ง) กรณีความต้องการเชิงเทคนิคตัวใดมีความสัมพันธ์กับความต้องการของลูกค้าทุกตัวก็ควรแยกความต้องการเชิงเทคนิคตัวนั้นให้ย่อยลงไปอีกระดับหนึ่ง) และถ้าระดับความสัมพันธ์ในตารางมีแต่ความสัมพันธ์ในระดับต่ำควรพิจารณาว่า มีความไม่ชัดเจนในการพิจารณาความต้องการเชิงเทคนิคเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า หรือมีความไม่เข้าใจในรายละเอียดของความต้องการเชิงเทคนิคหรือไม่

หลังจากได้ทำการพิจารณาค่าต่างๆและได้ลำดับความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิคแล้วขั้นตอนต่อไปคือการทำ Part Planning Matrix แต่ในความเป็นจริงก่อนที่จะสามารถหาลักษณะหรือความต้องการของส่วนประกอบ (Part Characteristics or Part Requirements) จะต้องรู้ว่า Design Concept คืออะไร ความต้องการของส่วนประกอบของแก้วกาแฟที่ทำจากกระดาษย่อมต่างจากแก้วที่ทำจากโฟม ซึ่ง QFD โดยวิธี Four Phases ไม่ได้มีการเจาะจงวิธีการเลือกแนวความคิด (Concept) และเกณฑ์ (Criteria) ที่ใช้ในการเลือกจะมาจากลูกค้า (จาก QFD) ร่วมกับความรู้และประสบการณ์ของทีมงานหรือองค์กรโดยที่ทางเลือกในการออกแบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจะอ้างอิงกับเกณฑ์ซึ่งทำให้เกิดความพึงพอใจ แล้วทำการเลือกแนวความคิดที่ดีที่สุด ซึ่งมีวิธีมากมายในการเลือก ยกตัวอย่างเช่น วิธีของ Stuart Pugh ซึ่งมีขั้นตอนคือ

1. สร้างเกณฑ์ซึ่งอ้างอิงกับความรู้เกี่ยวกับความต้องการของลูกค้า
2. เพิ่มเกณฑ์ซึ่งเกี่ยวกับลักษณะในเชิงหน้าที่ และรวมถึงความคิดเห็นจากองค์กรซึ่งอ้างอิงถึงประสบการณ์และความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน และควรพิจารณาถึงกระบวนการผลิตประกอบไปด้วย
3. สร้างกลุ่มของ Design Concept ที่อ้างอิงถึงเกณฑ์ซึ่งทำให้เกิดความพึงพอใจ
4. ใช้ Matrix ซึ่งประกอบด้วย Column ของเกณฑ์เป็นแถวแรกสุด และต่อมาเป็น Design Concept ต่างๆ ซึ่งควรจะมีภาพแสดง Concept ต่างๆ อย่างคร่าวๆ
5. เลือก Concept 1 ตัวมาเป็น Datum
6. เปรียบเทียบ Design Concept ตัวอื่นๆ กับ Datum ถ้าดีกว่าในเกณฑ์นั้น ใส่เครื่องหมาย + แย่กว่าใส่เครื่องหมาย – และถ้าเหมือนกันใส่สัญลักษณ์ S
7. นับจำนวนเครื่องหมาย + - และ S ของแต่ละ Design Concept
8. ปรับปรุง Concept ที่มีคะแนนมากที่สุด โดยนำเอาจุดแข็งของทางเลือกอื่นๆมาช่วยในการปรับปรุง
9. ทำการวิเคราะห์โดยเปลี่ยน Datum ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ทางเลือกที่ดีที่สุด(ที่ทีมงานพอใจมากที่สุด)

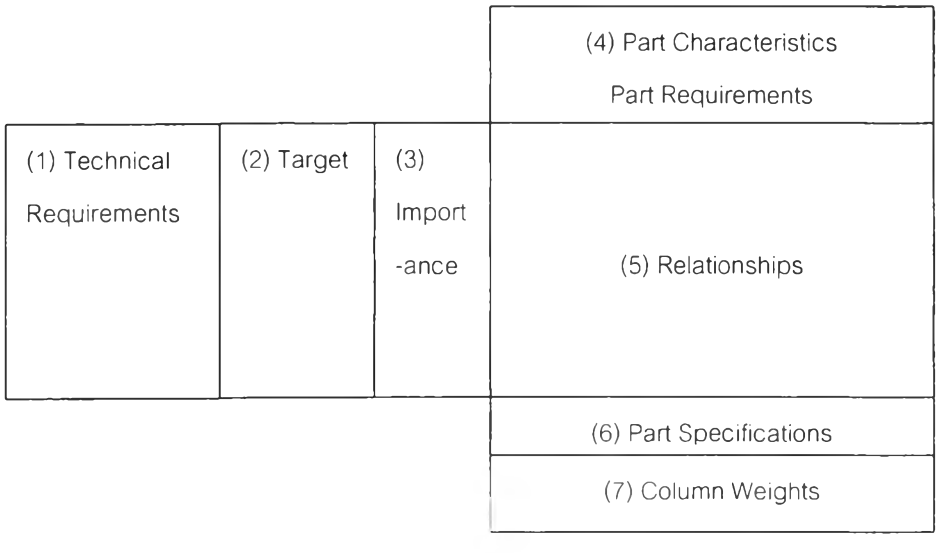
เมื่อได้ทางเลือกแล้วทำการพิจารณาหา Part Characteristics โดยอาจใช้เทคนิคต่างๆ เช่น FMEA, FTA, VE เข้ามาช่วย ยกตัวอย่างการใช้ FMEA เข้ามาช่วยในการหา Part Characteristics ของแก้วกาแฟ สมมติว่าทางเลือกที่ได้จากการทำตามวิธีของ Stuart Pugh ได้ทางเลือกคือ ทำแก้วกาแฟจากโฟม ชิ้นส่วนคือถ้วยกาแฟ ทำหน้าที่บรรจุของเหลว Failure Mode คือการซึม ผลที่สังเกตได้คือมีการรั่ว การทำ FMEA จะเริ่มจากความเสียหายเชิงหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ไปจนกระทั่งได้ลักษณะของชิ้นส่วนที่ทำให้เกิดความเสียหายเชิงหน้าที่นั้น



รูปที่ 3.5 *แสดงตัวอย่างการทำ FMEA ของแก้วกาแฟ*

หลังจากการทำ FMEA (อาจใช้เทคนิคอื่นก็ได้) จะได้ Part Characteristics แล้วนำมาเติมในส่วน Part Requirements ของ Part Planning Matrix และส่วนอื่นๆ ที่เหลือได้แก่

Matrix II Part Planning Matrix



รูปที่ 3.6 *แสดงส่วนประกอบของ Part Planning Matrix*

ส่วนที่ 1 Technical Requirements จะได้มาจากส่วนที่ 2 ของ Product Planning Matrix แต่ในบางครั้งอาจมีการเปลี่ยนความต้องการเชิงเทคนิคเมื่อ Concept เปลี่ยนไปทีมงานสามารถเพิ่มหรือลดความต้องการเชิงเทคนิคเข้าไปได้ และทำการพิจารณา Matrix ที่ 1 ใหม่

ส่วนที่ 2 Target ได้มาจากส่วนที่ 11 ของ Product Planning Matrix เมื่อทำการเพิ่ม-ลดความต้องการเชิงเทคนิคจะต้องจัดการกับ Target ด้วย

ส่วนที่ 3 Importance เป็นส่วนที่ 9 ของ Product Planning Matrix โดยทีมงานจะต้องแปลงค่าจาก % Normalize ที่หาได้มาให้อยู่ในรูปของสเกล 1-5 โดยการโวต

ส่วนที่ 4 Part Characteristics หรือ Part Requirements ก็คือลักษณะของชิ้นส่วน ซึ่งอาจได้มาจากการทำ FMEA ดังแสดงในตัวอย่างข้างต้น หรืออาจใช้การระดมสมองของสมาชิกภายในทีมงาน

ส่วนที่ 5 Relationships เป็นการระบุระดับความสัมพันธ์ระหว่าง Technical Requirement แต่ละตัวกับ Part Characteristics แต่ละตัว โดยใช้คำถามที่ว่า "ถ้าเราสามารถควบคุม (Part Characteristic) ได้จะส่งผลต่อ (Technical Requirement) (ได้น้อยมาก/ได้ปานกลาง/ได้อย่างมาก)" โดยนิยมให้ค่าระดับความสัมพันธ์แบบ มีความสัมพันธ์กันอย่างมากเป็น 9 มีความสัมพันธ์ระดับปานกลางเป็น 3 และระดับน้อยมากเป็น 1

ส่วนที่ 6 Part Specifications ทีมงานจะทำการกำหนดโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ด้านวิศวกรรมและการผลิตเป็นตัวกำหนด

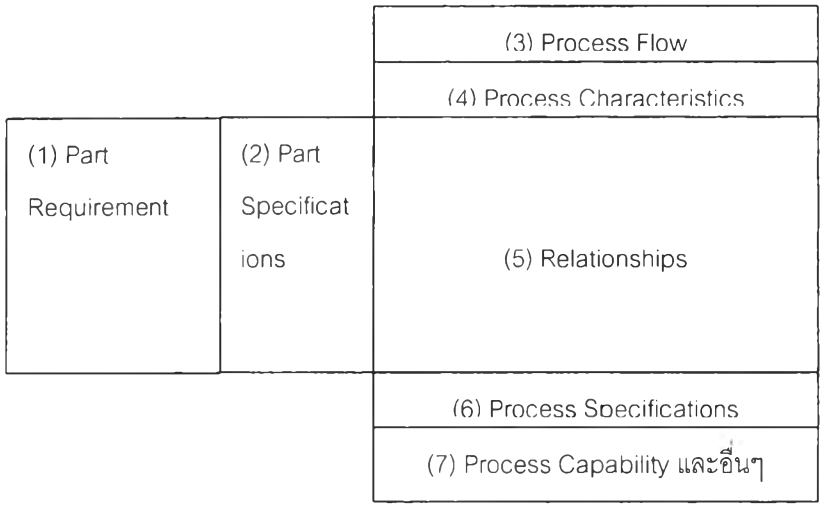
ส่วนที่ 7 Importance Weight (Column Weight) เป็นการคำนวณหาความสำคัญของ Part Characteristic แต่ละตัว โดย

1. หาค่าความสำคัญของ Part Characteristic แต่ละตัว จากผลรวมของ ผลคูณระหว่างความสัมพันธ์ระหว่าง Part Characteristic และความต้องการเชิงเทคนิคกับ Importance ของความต้องการเชิงเทคนิคนั้นๆ
2. คำนวณค่า % Normalize Weight โดยทำค่าความสำคัญในขั้นที่ 2 ให้อยู่ในรูปของเปอร์เซนต์

เมื่อดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้นจะได้ Part Characteristic และค่าความสำคัญ (Importance: ส่วนที่ 7) ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำหรับส่งผ่านไปยัง Matrix ที่ 3 หรือ Process Planning Matrix ในกรณีที่จะทำ Part Planning Matrix จะต้องทราบว่า Design Concept เป็นอย่างไรจึงจะสามารถหา Part Characteristics ได้ ในทำนองเดียวกันสำหรับ Process Planning Matrix ก็จะต้องทราบ Process ที่จะนำมาใช้ในการดำเนินการก่อนจึงจะสามารถหา Process Characteristics ได้ ซึ่งในความเป็นจริงการกำหนด Design Concept เป็นการกำหนด Process ไปในตัว ดังนั้นในขั้นตอนนี้ทีมงานที่ชำนาญด้านการผลิตจะทำการพิจารณาเกี่ยวกับ Design Concept ที่เลือกมาว่าจะสามารถทำการผลิตได้จริง สิ่งที่ต้องได้มาเพื่อเป็น Input ของ Matrix ที่ 3 นอกเหนือไปจากที่กล่าวไว้ข้างต้นคือ Process Flow ที่ใช้ในการผลิตรวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับ

การผลิต เช่น Setup-time, Maintenance, Process Variability ฯลฯ จากฝ่ายผลิต ซึ่งจะสามารถระบุ Process Characteristic และ Specifications ได้ และทีมงานควรจัดทำเอกสารเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตไว้สำหรับเป็นข้อมูลในกรณีที่มีการทบทวน ดัดแปลง และอาจใช้ FMEA ในการหาลักษณะของกระบวนการที่จะก่อให้เกิด Failure เมื่อได้ข้อมูลทั้งหมดแล้วนำมาเติมในส่วนต่างๆ ของ Matrix ที่ 3

Matrix III Process Planning Matrix



รูปที่ 3.7 *แสดงส่วนประกอบของ Process Planning Matrix*

ข้อมูลในส่วนที่ 1 ถึงส่วนที่ 4 คือข้อมูลที่กล่าวไว้แล้วในข้างต้น ส่วนที่ 5 เป็นการระบุระดับความสัมพันธ์ระหว่าง Part Requirement และ Process Characteristic โดยใช้คำถามที่ว่า "ถ้าเราสามารถควบคุม (Process Characteristic) ได้จะส่งผลต่อ (Part Characteristic) (ได้น้อยมาก/ได้ปานกลาง/ได้อย่างมาก)" โดยนิยมให้ค่าระดับความสัมพันธ์แบบ มีความสัมพันธ์กันอย่างมากเป็น 9 มีความสัมพันธ์ระดับปานกลางเป็น 3 และระดับน้อยมากเป็น 1 ในขั้นตอนนี้ไม่ต้องทำการคำนวณค่า Column Weight เนื่องจากใน Matrix 1 และ Matrix 2 จะทำการตัด Technical Requirement และ Part Requirement ที่มีลำดับความสำคัญน้อยออก (ในบางครั้งจะเก็บเอาไว้ทำในในการพัฒนา QFD รอบต่อไป) เพื่อลดระยะเวลาในการพัฒนา QFD แต่ในการส่งผ่าน Process Characteristic ถ้าเลือกทำเพียงบางส่วน (บางขั้นตอนของ Process) จะไม่ส่งผลแก่ Part Requirement เพื่อให้มั่นใจได้ว่า Part Characteristic ที่ถูกเลือกจะได้รับการตอบสนอง ทุกๆ Process Requirement จะต้องถูกควบคุม

ส่วนที่ 6 คือ Process Specification ใน Matrix สุดท้ายนี้ Specification อาจไม่สามารถวัดค่าได้ ยกตัวอย่างเช่น Specification อาจเป็น Procedure หรือ Instruction ที่เป็นแนวทางในการปฏิบัติเพื่อให้ Process เป็นไปตามที่ต้องการ และส่วนที่ 7 เป็นส่วนข้อกำหนดเพิ่มเติมของ

แต่ละกระบวนการแล้วแต่ทีมงานว่าจะใส่ค่าอะไรก็ได้ที่ทีมงานคิดว่าจำเป็น เช่น รหัสของเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Matrix IV Process Control Matrix หรือ Manufacturing Planning Matrix

เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการทำ QFD แบบ Four Phases ซึ่งจะแตกต่างจาก Matrix ที่ผ่านมา ซึ่งจะเป็นการระบุและอธิบายถึงวิธีการควบคุมกระบวนการที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ ซึ่งจะประกอบด้วยเอกสารหลายระดับ ยกตัวอย่างเช่น

1. Initial Planning Document อาจจะประกอบด้วยรายละเอียดเกี่ยวกับ
   - 1.1 Process Step: ได้มากจาก Process Flow
   - 1.2 Key Process Require: ได้มาจาก Process Planning Matrix
   - 1.3 Risk Assessment: เป็นส่วนที่ได้มาจากการทำ FMEA ซึ่งประกอบด้วย
     - 1.3.1 Occurrence: เป็นความน่าจะเป็นที่ Process จะล้มเหลว โดยใช้สเกล 1 – 5 ให้ 5 แทน Failure ที่มีความน่าจะเป็นที่จะเกิดมากที่สุด
     - 1.3.2 Seriousness: ความรุนแรงที่กระทบต่อ Product, Process ใช้สเกล 1 – 5 ให้ 5 แทน Failure ที่เมื่อเกิดขึ้นจะก่อให้เกิดความเสียหายที่รุนแรงที่สุด
     - 1.3.3 Detect Difficulty ความสามารถในการตรวจจับความบกพร่อง โดยใช้ 5 แทน Failure ที่มีความสามารถในการถูกตรวจจับได้ต่ำ
   - 1.4 Planning Needs: เป็นส่วนที่จะบอกว่าจะต้องวางแผนด้านใดบ้าง อาจแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่
     - 1.4.1 Tooling: เป็นการวางแผนเกี่ยวกับเครื่องมือต่างๆ ที่ต้องใช้ เช่น Failure Prevention Action, Mistake Proofing, Maintenance Instruction, Gauge Design
     - 1.4.2 Manufacturing: เป็นการวางแผนเกี่ยวกับการผลิต เช่น Work Analysis, Operator Instruction, Operator Training, Machine Qualification
     - 1.4.3 Quality Assurance: แผนเกี่ยวกับคุณภาพ เช่น Supplier Conference, Supplier Agreement, Gauge Requirement, Procedures

ทำการใส่เครื่องหมายในกรณีที่ Key Process Requirement นั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กับ Planning Needs ใดบ้าง เพื่อไปดูในรายละเอียดในขั้นถัดไป

และเพิ่มรายละเอียดอื่นๆ เช่น บอกถึงผู้รับผิดชอบ วันที่ เป็นต้น เมื่อได้แผนขั้นต้นแล้ว ก็ทำการกระจายรายละเอียดของแผนที่จำเป็นในขั้นถัดไป รูปที่ 3.8-1 ถึง 3.8-4 เป็นตัวอย่างของแผนงานที่ได้จาก QFD

Part Number : 7925987		Part name : rear lock pillar			Date : January 10, 1992		Sheet 1 of 8
Process Step	**Key Part** requirements	**Instruction** s procedure	**Data** Sheet	**Sample Size** And Frequency	**Tools and** fixtures	**Acceptance** Criteria	**Calibration** requirements
Check Part	**Weld strength**	**WS-211**	**WS-211A**	**4 every 2 hours**	**Ultra sound-** U.S.-4572	**Meet STD.**	**Each usage**
				1 every 2 hours	Chisel check	Pull nugget	
	Part outline And shape	PM-34	PM-34A	1 at start-up 1 at middy 1 at last piece	Fixture U.S. 5692	Outline – 1mm max Contour- 2mm max	Annually

รูปที่ 3.8-1 *แสดงตัวอย่างแผนในการประกันคุณภาพ*

Part number : 7925978 Part name : Rear lock pillar Date : January 10, 1992 sheet 1 of 6

Process Step	Key Process Requirement	Risk Assessment				Cap	Planning Needs													Notes	Responsible	Date
							Tooling				Manufacturing				Quality Assurance							
		Occurrences	Seriousness	Detect difficulty	Risk factor		FPA*required	Mistake Proofing	Maintenance instructions	Gauge design	Work analyses	Operator instructions	Operator training	Machine qualification	Supplier conference	Supplier agreement	Gauge R&R	Gauge requirements	Procedures			
1. Load pillar	Position gauge hole On gauge pin	3	5	1	15			○	○		○	○	○							Install part presence Detector and automatic Shutdown	J.Grace	3-20
2. Load inner panel	Position on magnetic holder	3	5	1	15			○	○		○		○									
3. Spot weld	Time	1	3	1	3		○	○												Try out new automatic Controllers with steppers	J.Grace	3-28
	Pressure	1	4	5	20		○	○														
	Amperage	1	4	1	4		○	○														
	Weld tip condition	4	3	1	12			○	○			○										
4. Check part	Weld strength	3	3	4	36	96%						○	○								G.Simms	6-1
	Part outline and shape	1	2	1	96	6.2%				○		○	○				○	○	○			

รูปที่ 3.8-2 *แสดงตัวอย่างของ Initial Planning Document*

Weld press number(s) : 45342 Sheet 1 of 6

Part number : 7925978 Date : 01-18-92

Part name : Rear lock pillar

Before start-up

1. Replace all tips. Use tip number CU 46
2. Check all hoses visually for wear and abrasion. Replace as necessary.
3. Check weld pressure with gauge WP22 at each tip. Must be within green area. Check calibration before use of gauge. Re-adjust when pressure is not in green range.
4. Reset all controllers to zero setting.

At midmorning and afternoon breaks

1. Dress all weld tips with blue file (Number3). Dress per standard.

At lunchtime

1. Replace all tips. Use tip number CU 46
2. Visually recheck hoses for any obvious wear.
3. Reset controllers to zero.

รูปที่ 3.8-3 *แสดงตัวอย่าง Maintenance, Setup Instruction*

When	What	How
Before Starting equipment	Check for cleanliness of equipment	Hold glass container against the light. Examine for cleanliness. Reclean if required. Use one package of A60 cleaner in one gallon of warm water. Rinse thoroughly.
	Check inventory	Check regular and decaf coffee is down to last carton reorder. See reorder instructions on inside surface of coffee/filter storage cabinet. Stock coffee and filter drawers as necessary.
Performing The Operation	1. Remove coffee and filter holder and clean	1. Grasp by handle. Pull directly toward you. Empty used filter and coffee into brown waste container under coffee unit counter. Rinse holder under hot water in sink next to coffee unit.
	2. Place new filter in holder and add coffee	2. Remove single filter from filters in filter drawer under coffee unit. Place in holder. Press against sides of holder Remove coffee package from coffee drawer. Tear at tear line. Put contents in holder on filter and place empty package in waste container.
	3. Brew coffee	3. Push switch marked "Brew" to start brewing of coffee.
	4. Place brewed coffee on auxiliary heater.	4. When coffee is brewed buzzer will sound. Remove container and place on auxiliary heater. Turn on heat for auxiliary heater. Numbers on switch panel correspond to numbers on heaters.

รูปที่ 3.8-4 *แสดงตัวอย่าง Operator Instruction*

3.1.3 การทำ Quality Function Deployment แบบ Integrated QFD Approach

เป็นเทคนิคการผลิตที่ประกอบด้วย Matrix หลัก 4 Matrix เช่นเดียวกับแบบ 4 เฟส แต่เพิ่มรายละเอียดและขั้นตอนในการทำ เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงลำดับขั้นตอนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การบริการ และการปฏิบัติการ ได้มากยิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอน 9 ขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.9 และมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

Step 1: Developing System Matrix

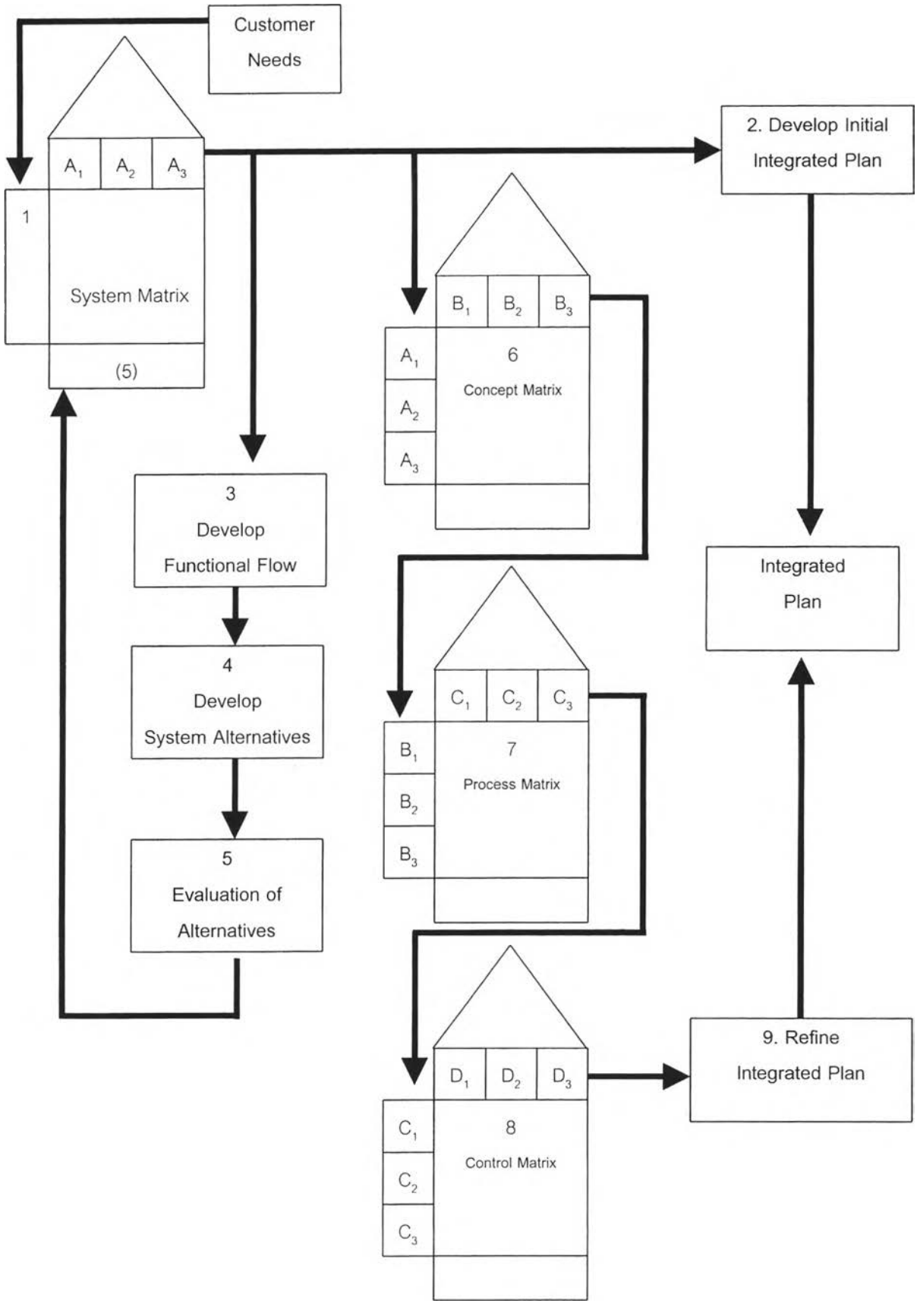
การสร้าง System Matrix จะเหมือนกับ Product Planning Matrix ที่ได้กล่าวไว้ใน Four-Phase แต่เนื่องจากมีผู้พิจารณาว่า Customers' Need ไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะ Product แต่ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มักจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องไปถึงหน้าที่ในด้านการให้บริการและโครงสร้างของกระบวนการทางธุรกิจ จึงได้รวมเอาความต้องการด้านการบริการและธุรกิจเข้าไปในส่วนของความต้องการเชิงเทคนิคด้วย ดังนั้นใน System Matrix นี้ส่วนของความต้องการเชิงเทคนิคจะแบ่งย่อยออกเป็น

1. Product Requirement เช่น ความละเอียดของจอภาพ
2. Service Requirement เช่น การให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ การซ่อมผลิตภัณฑ์ หรือบริการหลังการขาย
3. Business Requirement เช่น กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ส่วนรายละเอียดในส่วนอื่นๆ ก็เหมือนกับที่กล่าวไว้แล้วใน Product Planning Matrix ของ Four Phases

Step 2: Developing The Initial Integrated Plan

ในขั้นตอนนี้ Integrated Plan จะเป็นแนวทางสำหรับการทำ Matrix ส่วนที่เหลือและใช้ในการเชื่อมต่อส่วนต่างๆ ของโครงการ โดยการนำเอาข้อมูลลำดับความสำคัญจาก System Matrix (เรียงตามลำดับความสำคัญของความต้องการเชิงเทคนิค) ขั้นตอนต่อไปเป็นการทำการระดมความคิดและวิเคราะห์ความต้องการแต่ละตัวเพื่อสร้าง Task Sheet (รูปที่ 3.10) สำหรับสรุปถึงแผนการดำเนินการทั้งหมด โดย Task Sheet จะต้องมี ชื่องาน รายละเอียด ผู้รับผิดชอบ Input และ Output โดยที่รายละเอียดควรมีขั้นตอนการทำงานที่จะทำให้สามารถทำงานนั้นได้สำเร็จ โดยมีสมาชิกของทีมที่มีความชำนาญในด้านนั้นๆ เป็นคนใส่รายละเอียด และสามารถแบ่งงานออกเป็นงานย่อยได้ตามความเหมาะสม หลังจากนั้นทำการระบุ Input Output ใน Integrated Plan เพื่อนำมาใช้ในการเชื่อมต่องานตามลำดับก่อนหลัง ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.9 *แสดงขั้นตอนของ Integrated QFD approach ทั้ง 9 ขั้นตอน*

Task Title : Technology Development

Description:

Identify new technology developments.
Assess cost, risk and schedule.
Consider new graphics capabilities, S/W development, the ability to create new games & control systems.

Inputs:	Outputs:
Customer requirements Previous warranty claims Customer complaints	Concept & where possible Prototype for customer evaluation

Required Resources:	Skills :
- 2 486/33 MHz computers with design/cost & risk S/W - prototype lab & materials - 4 people with indicated skills	- Research - Design - Prototype craftsmanship - S/W code development

Total hours : 1,200 hrs.

Man-hour level : 5

Duration : 51/4/94 to 6/4/94

Earliest Start Date : 12/1/93

Latest Start Date : 2/3/94

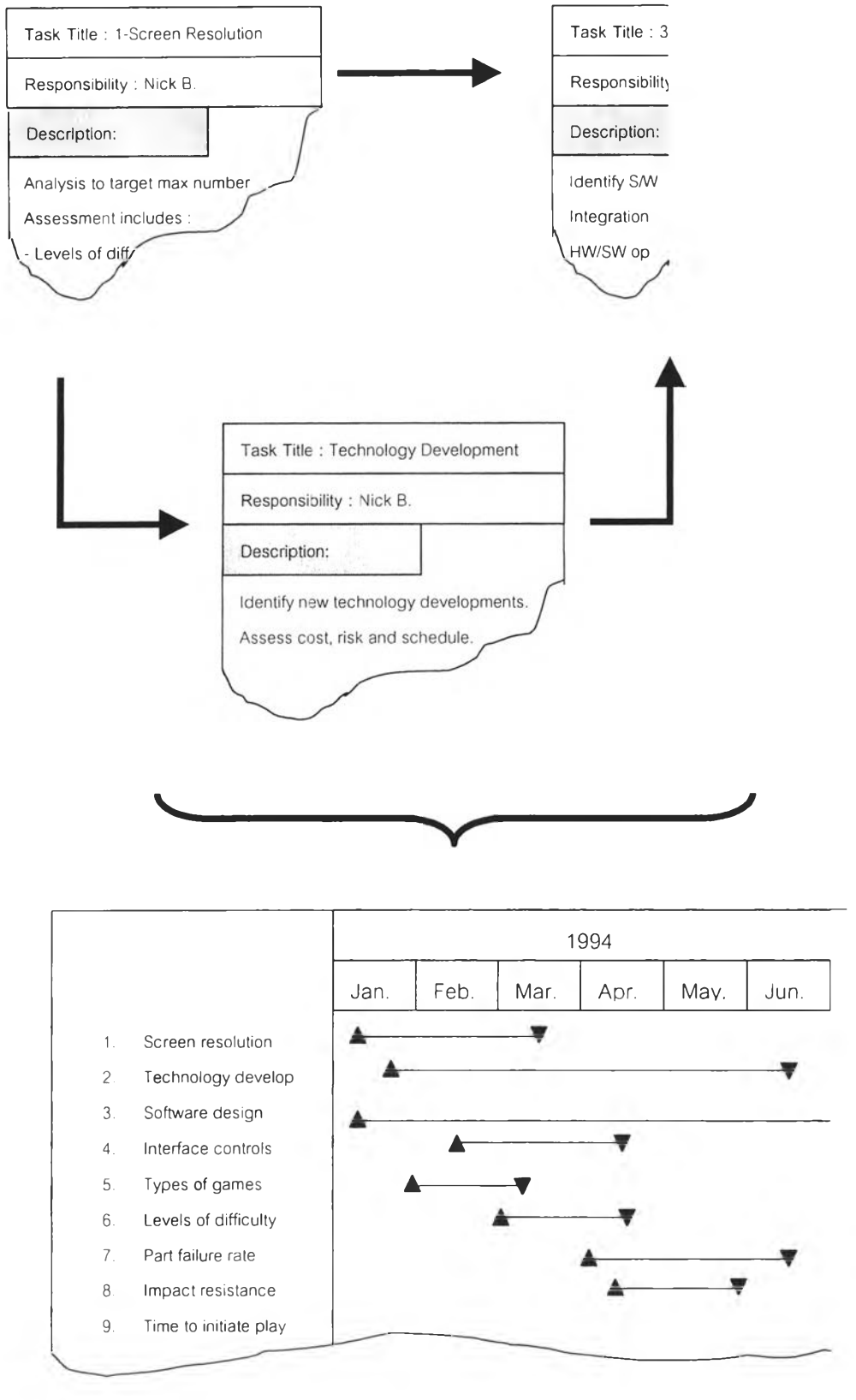
Training:

Possibly S/W case tools training

Performance Measure:

- Customer feedback
- Enjoyment or action games
- Time to initiate play
- Ergonomic factors for controls

รูปที่ 3.10 *แสดงตัวอย่างของ Task Sheet*



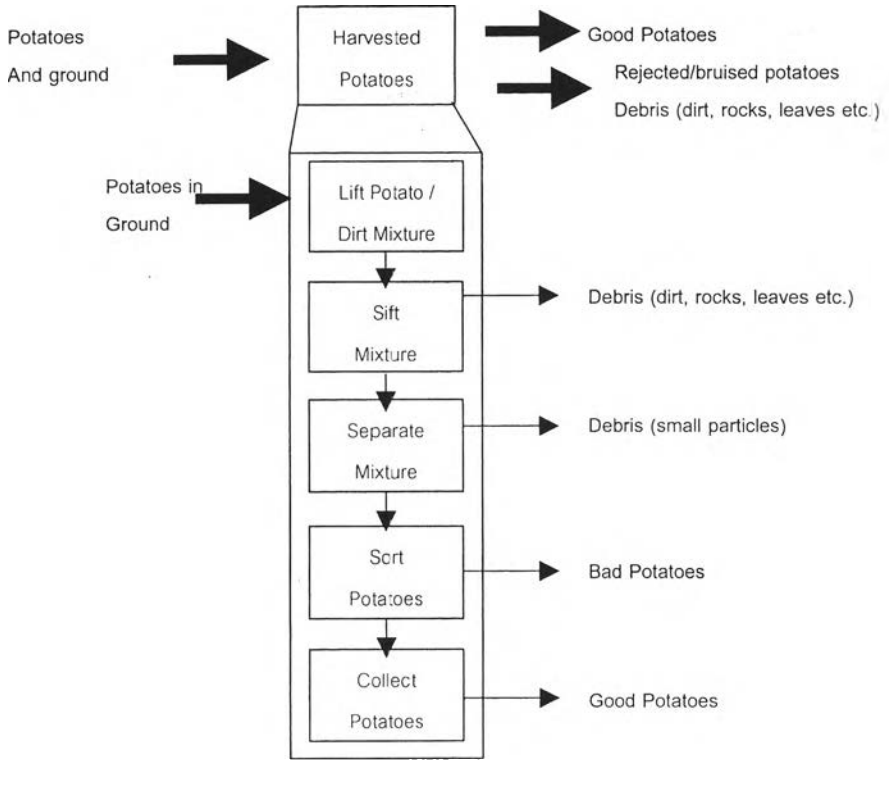
รูปที่ 3.11 *แสดงการใช้ Task Sheet ในการเชื่อมต่องานตามและการสร้างตารางการทำงาน*

Step 3 : Developing The Functional Flow

เป็นการพิจารณาถึงหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ โดย Arthur E. Mudge ให้คำจำกัดความของหน้าที่ไว้ดังต่อไปนี้ "Function คือสิ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ทำงานหรือขายได้" การวิเคราะห์เชิงหน้าที่เป็นเครื่องมือที่มีใช้มานานพอสมควร โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมด้านอากาศยาน แต่การวิเคราะห์หน้าที่จะให้ประโยชน์มากขึ้นเมื่อนำมาใช้ร่วมกับการจัดลำดับความสำคัญและการระดมสมองใน QFD ขั้นตอนของการวิเคราะห์เชิงหน้าที่ คือ

1. อธิบายหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ในรูปของคำกริยาและคำนาม ยกตัวอย่างเช่น แก้วกาแฟทำหน้าที่บรรจุของเหลว (บรรจุ เป็นกริยาซึ่งแสดงถึงหน้าที่ของแก้วกาแฟ)
2. แบ่งหน้าที่ในการทำงานและหน้าที่ในการขาย โดยที่
   2.1 หน้าที่การทำงาน เป็นคำกริยา (Active) หรือคำนามที่วัดค่าได้ เช่น บรรจุของเหลว (เป็นคำกริยาที่เป็น Active)
   2.2 หน้าที่ในการขาย เป็นคำกริยา (Passive) หรือคำนามที่วัดค่าไม่ได้ เช่น รูปร่างสวยงาม (เป็นคำนามที่วัดค่าไม่ได้)
3. แบ่งหน้าที่หลักและหน้ารอง โดยหน้าที่รองเป็นหน้าที่ที่ไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์หลักได้ แต่ทำหน้าที่สนับสนุนวัตถุประสงค์นั้น เช่น น้าที่หลักของแก้วกาแฟคือบรรจุของเหลว หน้าที่รองคือเก็บความร้อน

การทำ Functional Analysis ในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้าง Initial Concept ของผลิตภัณฑ์ไม่ควรสนใจเกี่ยวกับรายละเอียด หรือรูปร่างและวิธีการใดๆ ตัวอย่าง Functional Flow Diagram แสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 *แสดงตัวอย่าง Functional Flow Diagram ของเครื่องเก็บมันฝรั่ง*

Step 4 : Developing System Alternatives

ขั้นตอนก่อนหน้าจะช่วยให้เข้าใจถึงวัตถุประสงค์หรือคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ แต่ไม่มีการอธิบายว่าจะสร้างคุณลักษณะดังกล่าวได้อย่างไร ขั้นตอนนี้จะใช้การระดมความคิดในการสร้างทางเลือกเพื่อให้สามารถบรรลุถึงวัตถุประสงค์ ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้มีการกำหนดทางเลือกใดทางเลือกหนึ่งตายตัว ซึ่งทางเลือกดังกล่าวอาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดหรืออาจใช้งานไม่ได้เลย เช่น หน้าที่ของ Product คือ ยกวัตถุ ทางเลือกที่ได้จะเป็นไปได้หลายอย่าง เช่น 1. เป็นลอก 2. เป็นบันไดเลื่อน 3. เป็นวงล้อ 4. เป็นรถยก 5. เป็นไฮดรอลิก และอื่นๆ โดยในระหว่างการระดมสมองไม่ควรมีการละเลยแนวความคิดใดๆ ด้วยข้อกำหนดหรือความเป็นไปไม่ได้ เมื่อได้ทางเลือกมากพอแล้วจะนำมารวมเป็นแนวความคิดของทั้งระบบ (มีหลายๆหน้าที่) ความคิดสร้างสรรค์และประสบการณ์จะสามารถรวมแนวความคิดต่างๆ มาเป็นแนวความคิดของทั้งระบบได้ และในแต่ละแนวคิดของทั้งระบบจะประกอบด้วยแนวคิดย่อยในแต่ละหน้าที่แตกต่างกันไป เช่น แนวคิดระบบแบบอยู่กับที่อาจใช้บันไดเลื่อนทำหน้าที่ยกวัตถุ ในขณะที่แนวคิดระบบเป็นแบบเคลื่อนที่อาจใช้ระบบไฮดรอลิกเป็นตัวทำหน้าที่ยกวัตถุ และในทำนองเดียวกันถ้าพิจารณาถึงด้านบริการและธุรกิจ ก็สามารถใช้การวิเคราะห์เชิงหน้าที่และการพัฒนาทางเลือกเข้ามาช่วยได้ แสดงตัวอย่างการสร้างทางเลือกของระบบย่อยในรูปที่ 3.13 และรูปที่ 3.14 เป็นการเลือกระบบย่อยมารวมเป็นผลิตภัณฑ์

Function 4.0	Function 5.0	Function 6.0	Function 7.0	Function 8.0	Function 9.0	Function 10.0	Function 11.0
Jump objects	Run through terrain	Lift objects	Kick objects	Punch objects	Swing objects	Climb objects	Ride objects
Pad with height detection system Single mechanized rubber element moves according to height Multiple predetermine size & height of objects Mounted detection height system attached to rail Detection system attached to boots	Tread mill Circular path Single path power pad Tread mill / escalator mix Electrical cloth overlay on path	Pulley system Free weights Nautilus type	Boots Shoes Electrical cloth overlay	Gloves Single feature attachment	Baton with various weights Tennis racket with attachable "heads"	Escalator system Ladder with handles Step blocks	Stationary bike Attach own bike to system

รูปที่ 3.13 *ตัวอย่างตารางแสดงทางเลือกของหน้าที่ต่างๆ ของเกมออกกำลังกาย*

	Function 4.0	Function 5.0	Function 6.0	Function 7.0	Function 8.0	Function 9.0	Function 10.0	Function 11.0
	Jump objects	Run through terrain	Lift objects	Kick objects	Punch objects	Swing objects	Climb objects	Ride objects
System 1 : Stationary System	Mounted detection system	Escalator / tread mill with variable terrain	Overhead pulley system	Cloth overlay on running shoes	Finger holder	Tennis racket with attachable heads	Escalator / tread mill	Attach own bike to system
System 2 : Portable System	Detection system attached to shoes	Electrical cloth overlay	Free weights at end of route	Electrical cloth overlay	Lt. Cloth gloves with electrical impulse	Light baton with signal impulses Belt with holster when not in use	Step blocks at end of route	Attach bicycle to system resistance S/W I/F

รูปที่ 3.14 *การเลือกระบบย่อยมารวมเป็นผลิตภัณฑ์*

Step 5 : Evaluating System Alternatives

จาก System Matrix และทางเลือกของระบบที่ได้ นำทางเลือกที่ได้มาประเมินความสามารถในการบรรลุถึงความต้องการของลูกค้า โดยนำทางเลือกที่ได้มาประเมินความระดับความสัมพันธ์กับความต้องการเชิงเทคนิคทีละตัว และคำนวณถึงความสามารถในการบรรลุถึงความต้องการ จากผลรวมของผลคูณระหว่าง Importance Weight ของความต้องการเชิงเทคนิคนั้นกับค่าความสัมพันธ์ที่ให้และระดับความสัมพันธ์ที่ให้ยังสามารถบอกถึงจุดอ่อนของระบบนั้นๆ ดังนั้นใน Step 1 – Step 5 ควรทำซ้ำหลายๆ รอบเพื่อให้ได้แนวความคิดที่สามารถบรรลุถึงความต้องการของลูกค้าได้ดีที่สุด

		System 1 Stationary	System 2 Portable
Product Requirement	Screen Resolution	● New screens with active matrix projection system exceed 256 colors with 320 x 192 pixels.	Δ Holographic images are still hazy and difficult to see. - New technology required to improve visual images.
	S/W Development (1,000 lines of code)	● Estimate 9,000 lines of code to refine earlier program.	Δ Total new code development 200,000 lines of code to translate signal processing system.
Service Requirement	Information Access for Technical Information	○ Use current satellite communications system.	○ Use current satellite communications systems.
	Maintenance & Repair Time	● Current service capable on 80% of products to be delivered in 1 day, 20% in 2 days.	Δ Delivery of head gear has 5 week delay. Inventory control needs improvement.
Business Requirement	Product Development Process 6 Months	○ With design for manufacturability in place & new CAD systems running this product could be developed in 6 months.	Δ - Technology Dev. & Analysis would indicate a 2 year product dev'l process - Alliance with other companies could minimize this significantly.
	Manufacturing Operations 30% Using Statistical Process Control	● Nearly 60% of all parts to be delivered will be under SPC manuf. Ops.	Δ New manufacturing operations need to be developed. Only 10% of manuf. Ops. Anticipated to be under SPC within 6 months.

รูปที่ 3.15 *การประเมินความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของแต่ละทางเลือก*

Step 6 : The Concept Matrix

เป็น Matrix ที่ทำหน้าที่แปลงความต้องการเชิงเทคนิคไปเป็นรายละเอียดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเหมือนกับ Matrix ที่ 2 ใน Four Phases แต่มีการแบ่งรายละเอียดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ออกเป็น

- Parts/Mechanisms : จะเป็นลักษณะของชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ เช่น วัตถุดิบที่ใช้ในการทำจอภาพของโทรทัศน์
- Service Deliverable and Methods : เป็นรายละเอียดที่เกี่ยวกับการบริการ เช่น จำนวนพนักงานที่คอยให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์
- Business Task Elements : เช่น การฝึกอบรมให้ความรู้ทางด้านการผลิตที่เกี่ยวข้อง

				Part / Service Task Characteristics					
				Parts Mechanisms		Service Deliverable & Methods		Business Task Elements	
	Technical Requirement	Targets	Degree of Importance	Screen Material	S/W Planning Module	User-friendly contact instructions with codes	# of Communications Links and Personnel to Respond	Training for Design for Manufact. and CAD Systems	Definition of Manuf. Operation Steps
				P1	P2	S1	S2	B1	B2
Product Req's	Screen Resolution	256 colors, 320 x 192 pixels	5	●				○	
	S/W Design	10,000 lines of code	4		●		●		
Service Req's	Info. Access to Technical Advice	Real Time Info. Access Time < 3 min.	3			●	●		Δ
	Maintenance & Repair Time	2 day delivery time	2	○	○	○	●	●	○
Business Operations Req's	Product Development Process	6 month cycle time. DFM in place.	4	○	Δ	Δ	○	●	○
	Manufacturing Operations	50% manufacturing operations under statistical process control	3	○				●	●
	Importance Weight			288	184	148	172	372	192
	Relative Weight (%)			7.1	4.5	3.6	4.2	9.1	4.7
	Target Values			Reflectivity = .96346 of screen material	100% use of object oriented cod	Analyze amount of time it takes average user to locate & contact	3000 to 1 links / person 3 people / link	30% of team trained in DFM & CAD demonstrate capabilities on pilot	100% of Manuf. Ops defined & benchmarked in 6 month

รูปที่ 3.16 *แสดงตัวอย่างของ Concept Matrix ใน QFD สำหรับผลิตภัณฑ์วิดีโอเกม*

และควรมีส่วนที่ 10 ซึ่งจะแสดงภาพร่าง หรือภาพต่างๆ ที่จะช่วยให้ทีมงานและผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าใจถึงแนวความคิด หรือรูปแบบของชิ้นส่วนได้ง่ายขึ้น

Step 7 : The Process Matrix

เป็น Matrix ที่ทำหน้าที่แปลงรายละเอียดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไปเป็น

- Manufacturing Production Requirement : จะเป็นลักษณะของกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการเคลือบวัดถุดิบสำหรับจอภาพโทรทัศน์มีลักษณะที่ต้องควบคุม ได้แก่ ความหนาของวัดถุดิบ
- Service Production Requirement : เช่น ความสามารถในการให้บริการกับลูกค้าที่โทรเข้ามาได้ภายใน 2 นาที
- Business Operations Procedures : เช่น Training Procedure Standard

ซึ่งจะคล้ายกับ Matrix ที่ 3 ใน Four Phases ดังแสดงในรูปที่ 3.17

Step 8 : The Control Matrix

วัตถุประสงค์ของ Control Matrix คือตรวจสอบและควบคุมผลิตภัณฑ์ การบริการ และกระบวนการด้านธุรกิจ จากประสบการณ์เกี่ยวกับการผลิตจะทำให้ทีมงานสามารถรู้ถึงตัวที่จะทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.18 ซึ่งในการสนับสนุนการผลิต และการควบคุมกระบวนการมักจะประกอบด้วย Planning Requirements, Control Methods, Inspection Methods และ Test Requirements โดยการนำเอา Procedure ที่ได้จาก Process Matrix มาพิจารณาตามหัวข้อที่กล่าวไว้ข้างต้น

Step 9 : Refining the Integrated Plan

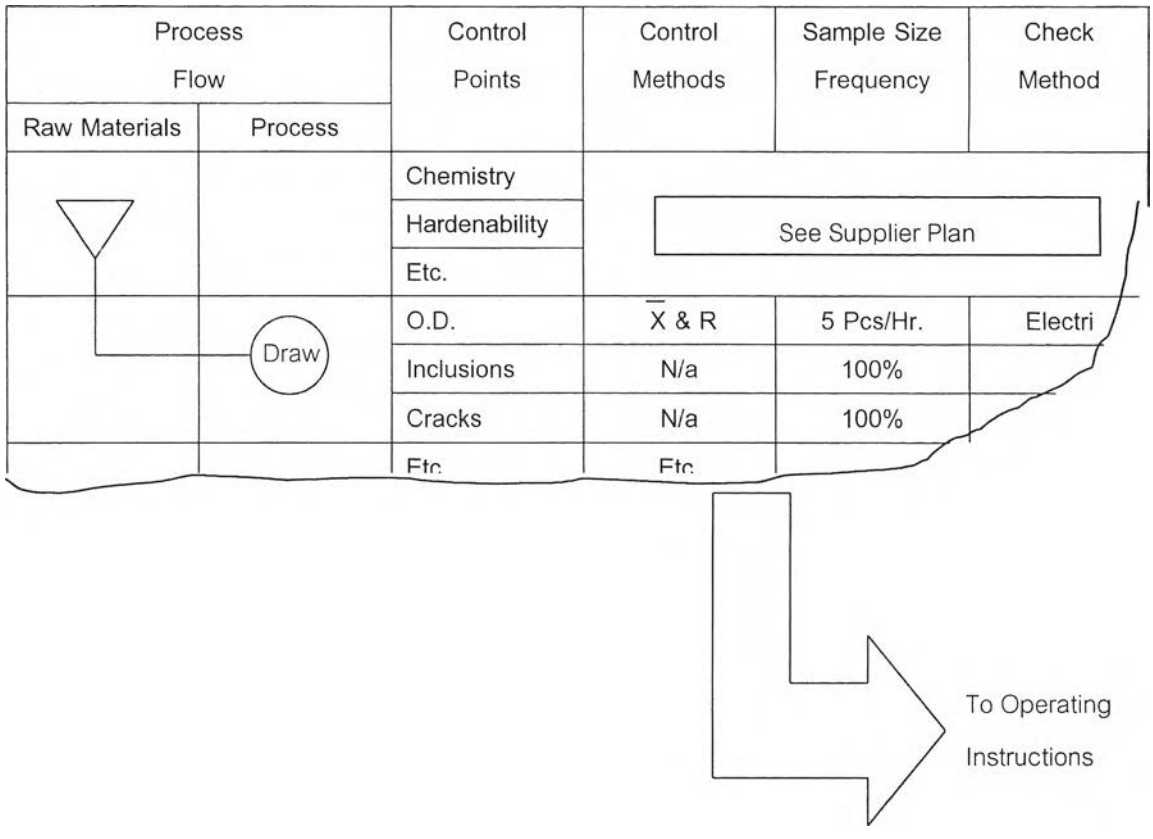
หลังจากได้ Control Matrix ในรูปที่ 3.16 ทีมงานจะสามารถใส่รายละเอียดใน Integrated Plan ที่ได้ใน Step 2 รวมถึงการเพิ่มเติมแผนอื่นๆ ที่ไม่ได้มีในเบื้องต้น เช่น Process Control Plan สำหรับส่วนการผลิตดังแสดงในรูปที่ 3.19 และรวมถึงแผนย่อยที่จะต้องรวมเข้าไปใน Integrated Plan จะทำให้ทีมงานจะสามารถเห็นได้อย่างชัดเจนในทุกขั้นตอนที่สำคัญและสามารถตัดสินใจได้อย่างดีที่สุดเมื่อแผนนั้นอยู่ในตารางการดำเนินงาน การรวมแผนทั้งหมดยังสามารถช่วยในการลำดับเหตุการณ์และการดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง

				Part / Service Task Characteristics					
				Manufacturing		Service Production		Business Operations	
	Part Requirement	Targets	Degree of Importance	Coating Process Thickness ±0.03	S?W I/F demonstration with hdw in loop	Field Operations : Respond to 98% callers within 2 min	Service Locator Systems-Contact correct dept. 1st try 99.9% time	Training Procedures Std. Method forDFM and CAD systems Validated by exam	Operational Analysis Procedures : Data collection validates statistical sampling with 95% confidence
				M1	M2	SP1	SP2	BP1	BP2
Parts Mech	Screen Material	Reflectivity = .946 of screen material	5	●					●
	S/W Running Module	100% use of objectoriented code 200 L.O.C.	4		●				Δ
Service Deliverable	User-friendly contact instructions	(5 th grade level) Analyze amount of time it takes avg. user to locate and contact. T = 3 min.	3				●		Δ
	# of Communic. Link&Personel to Respond	3000 to 1 links (user to comlink) 3 people per link	4			●			
Business Task Element	Training in DFM & CAD Systems	30% team trained in DFM&CAD with demonstrate ability	5					●	○
	Definition of Manuf. Ops. & Benchmark Performance	100% Manuf. Ops. Defined & Benchmarked in 6 months	4	○	●		○	○	●
	Importance Weight			334	192	144	124	228	412
	Relative Weight (%)			7.8	4.5	3.3	2.9	5.3	9.6
	Target Values			10 sev. Coat ±1 sec. No flaking at 180° environ.cycle test	100% of data read across system	Statistical sampling of efficiency to respond within 2 min	Pass pilot demonstration of 3000 callers with 99.99% accuracy before launch.	95% Trained Pass standard exam	Data Collection provides statistical sampling 95% confidence.

รูปที่ 3.17 *แสดงตัวอย่างของ Process Matrix ใน QFD สำหรับผลิตภัณฑ์วิดีโอเกม*

8529	PSCR55432	Part Number	
SLS	Coating Thickness = 0.003 in Adhesion/Bond strength	Part Characteristic Value	
Service Locator System	Screen System Coating Process	Process Name	
SP2	MI	Routing Sheet Number	
Correct contact on 1st try 99.9% of time	Temp variation $180^{\circ} \pm 2^{\circ}$ Roll alignment variation ± 0.001 in	Process Characteristics Value	
Phone personnel on dept. responsibilities on indiv. To contact	Process Operations Calibrate Alignment Cleaning Techniques	Training	Planning Requirements
Upkeep phone lists, training program & individual contacts on expectations	Lubrication : Every 2 month Ball bearing replacement on schedule	Maintenance	
Phone personnel exams	Guard Inspection Temp Inspection	Fail Safing	
Operator control center	Indicated on drawing 0009956	Location	Control Methods
Every 2 weeks monitor type question/correct contacts	Thickness coating/every 10 runs Flaking/every 30^{th} item	Sample/Frequenc y	
Company Best Practices	ISO	Standard	
Control Charts/ Pareto Diagrams Team meeting resolution	Control Charts Team meeting resolution	Data Evaluation	
Information Access Phone system working condition	Guards Alignment of rollers	Inspect Item	Inspection Methods
Visual system check	Visual/Each run Calibration	Method/Frequency	
Company Best Practices	OSHA requirements	Standards	
Tick sheet identifies system not operating / cause	Check sheets Control charts	Data Evaluation	
Data link indicator Signal/Noise ratio	Roll alignment wrench P3	Type	Test / Measure-tool
Signal to noise = ± 3 dB	± 0.0001 in roller alignment	Calibration requir.	
Mable Becker	Pete Jacobs	Measurement Inspection	Person Responsible
Establish new connections Contact cable company	Recalibrate as necessary	Follow-up Activities	
None	Freq. Of maintenance requires further monitoring and recommendations	Remarks	

รูปที่ 3.18 *แสดง Control Matrix ที่ต่อเนื่องจาก Process Matrix ในรูปที่ 3.15*



รูปที่ 3.19 *ตัวอย่าง Process Control Plan*

3.2 ทฤษฎี Analytical Hierarchy Process

การตัดสินใจเมื่อมีเกณฑ์การตัดสินใจหลายเกณฑ์ (Decision Involving Multiple Objectives)

โดยทั่วไปคนเราจะต้องทำการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ อยู่เป็นประจำ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเล็กหรือเรื่องใหญ่ มีความสำคัญและความซับซ้อนแตกต่างกันไป ผลของการตัดสินใจที่ได้ก็จะอ้างอิงกับความคิดของผู้ตัดสินใจเป็นหลัก แต่เมื่อปัญหามีขนาดใหญ่ มีความซับซ้อนและผลของการตัดสินใจมีผลกระทบอย่างมาก ทำให้ต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ (Objectives) จำนวนมากขึ้น การตัดสินใจก็ทำได้ยากขึ้น และในบางครั้งผลที่ได้อาจไม่ตรงกับความต้องการเนื่องจากลืมพิจารณาถึงบางส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ยกตัวอย่างปัญหาที่ต้องใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจหลายเกณฑ์ ได้แก่ ต้องการตัดถนนเส้นใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญ 2 ประการคือ ต้นทุนในการก่อสร้างต่ำ และทำลายสภาพแวดล้อมน้อยที่สุด แต่เกณฑ์ทั้ง 2 เป็นเกณฑ์ที่ขัดแย้งกัน กล่าวคือ ถ้าต้องการลดต้นทุนการก่อสร้างจะต้องตัดถนนให้ตรงที่สุด ซึ่งการตัดถนนให้ตรงที่สุดจะก่อให้เกิดการทำลายสภาพแวดล้อมต่างจากการตัดถนนอ้อมจะช่วยรักษาสภาพแวดล้อมไว้ในขณะที่ต้นทุนการก่อสร้างสูง ดังนั้นเราจะเลือกอ้างอิงจากเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งไม่ได้ การตัดสินใจโดยพิจารณาหลายเกณฑ์เป็นเทคนิคการตัดสินใจที่เข้ามาช่วยในการตัดสินใจที่ซับซ้อนหลายเกณฑ์ โดยมีแนวทางคือ แบ่งปัญหาที่ต้องตัดสินใจเป็นปัญหาส่วนย่อยๆ และพิจารณาแต่ละส่วนแยกกัน ผู้ตัดสินใจจะสามารถเข้าใจถึงปัญหาได้ดีและครบถ้วนกว่าการพิจารณาโดยมองรวมทั้งปัญหา

Objectives หมายถึง ตัววัดทิศทางของการเปลี่ยนแปลง หรือสิ่งที่เราต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลง หรือให้เข้าใกล้ค่าที่เราต้องการให้มากที่สุด เช่น ต้องการให้ต้นทุนต่ำที่สุด ต้องการให้ของเสียน้อยที่สุดหรือเข้าใกล้ศูนย์

Attributes หมายถึง ตัวที่ใช้วัดประสิทธิภาพ ซึ่งสัมพันธ์กับ Objectives เช่น ระยะทางที่รถยนต์แล่นไปได้โดยใช้น้ำมัน 1 ลิตร เป็นตัววัดประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

ขั้นตอนหลักในการวิเคราะห์การตัดสินใจ

1. ระบุว่าใครคือผู้ตัดสินใจในปัญหาที่กำลังพิจารณาอยู่ อาจเป็นคนเดียวหรือเป็นกลุ่มก็ได้
2. ระบุทางเลือกที่จะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหา
3. ระบุ Attributes ของปัญหา
4. ให้ค่าความพอใจ ของทุกทางเลือกในแต่ละ Attribute
5. ให้ความสำคัญกับแต่ละ Attribute
6. หาผลคูณของความสำคัญกับค่าความพอใจของแต่ละทางเลือก
7. พิจารณาผล
8. วิเคราะห์ความไว

การพิจารณาความเหมาะสมของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ โดย Keeney and Raiffa

1. Completeness : Attribute ที่ผู้ตัดสินใจให้ความสนใจทุกตัวถูกรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจทุกตัว
2. Operationality : เป็น Attribute ที่ผู้ตัดสินใจสามารถประเมินและเปรียบเทียบทางเลือกได้จริง
3. Decomposability : Attribute แต่ละตัวสามารถแยกพิจารณาได้อย่างเป็นอิสระจาก Attribute ตัวอื่น
4. Absence of Redundancy : ไม่มีการซ้ำซ้อนของ Attribute
5. Minimum Size : ถ้า Attribute มากจะทำให้วิเคราะห์ได้ยาก ดังนั้นควรกำจัด Attribute ที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างของทางเลือกได้ เช่น ต้องการซื้อผลิตภัณฑ์ A ซึ่งมี 3 รุ่นให้เลือก ทุกรุ่นราคาเท่ากันหมด ดังนั้นราคาจึงเป็น Attribute ที่ไม่ควรจะนำมาพิจารณา

3.2.1 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytic Hierarchy Process (AHP) เป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นที่ Wharton School of Business โดย Thomas Saaty และถูกนำมาใช้กับการวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจระดับสูง ซึ่ง AHP จะเข้ามาช่วยขจัดปัญหาที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสีย และการให้น้ำหนักความสำคัญ โดยใช้โครงสร้างแบบเป็นลำดับขั้น (Hierarchical Structure) ของปัญหาการตัดสินใจ ทำการเปรียบเทียบแบบสัมพันธ์กับแต่ละคู่ขององค์ประกอบแต่ละตัวในขั้นนั้นๆ และใช้การตัดสินใจจากคำพูด (Verbal Judgement) แทนการกำหนดตัวเลขเฉพาะ ทำให้สามารถหาค่าลำดับความสำคัญที่เป็นสเกลอัตราส่วนซึ่งสามารถนำมาใช้กับการวิเคราะห์ได้ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ

ขั้นตอนในการพัฒนา AHP

1. สร้างแบบจำลอง AHP คือการแยกปัญหาออกมา เป็นลำดับขั้น ซึ่งอาจเป็นได้หลายรูปแบบคือ
   1.1 Goal, Criteria, Alternatives
   1.2 Goal, Criteria, Subcriteria, Alternatives
   1.3 Goal, Criteria, Subcriteria, Scenarios, Alternatives
   1.4 Goal, Criteria, Levels of intensities, Many Alternatives
2. ทำการตัดสินใจเกี่ยวกับ Criteria และ Alternatives โดยการประเมิน AHP จะขึ้นกับการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเกณฑ์แต่ละตัวที่จะส่ง

ผลต่อ Goal ทั้งหมดรวมทั้ง Preference ของผู้ตัดสินใจเกี่ยวกับทางเลือกต่างๆที่เกี่ยวกับ Alternative แต่ละตัวด้วย

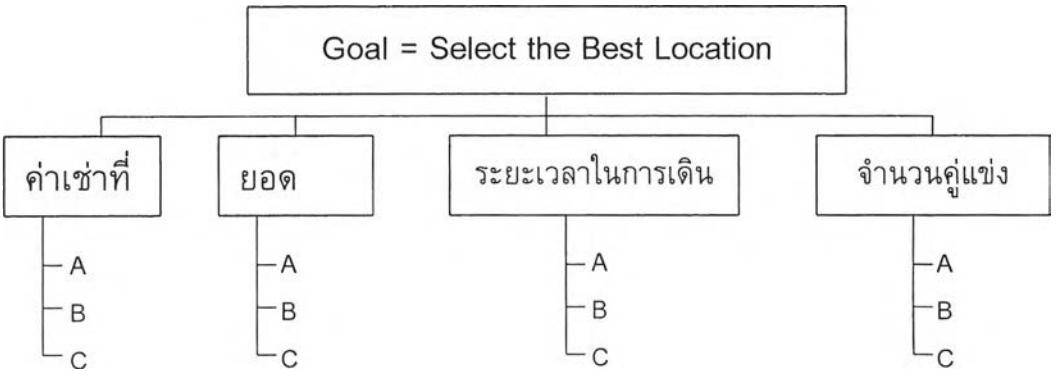
ข้อดีของ AHP คือ เป็น Multiple – Criteria ซึ่งสามารถพิจารณาได้ทั้งในเชิง Objective (ค่าที่วัดเป็นตัวเลขได้) และในเชิง Subjective (เชิงความรู้สึก)

AHP เป็นกระบวนการที่ง่ายใช้สำหรับการวิเคราะห์ปัญหาที่ซับซ้อน โดยแบ่งลำดับความสำคัญสำหรับ Criteria และ Alternatives จากการเปรียบเทียบเป็นคู่แทนการให้ค่าเป็นตัวเลขตามความรู้สึกซึ่งทำให้ตัดสินใจได้ยาก

เพื่อให้สามารถเข้าใจถึงกระบวนการ AHP ได้ง่ายขึ้น จะขอยกตัวอย่างกรณีการตัดสินใจเลือกสถานที่ตั้งร้านขายไอศกรีม โดยมี Criteria คือ

1. ราคาค่าเช่าที่ต่อเดือน
2. ปริมาณลูกค้า (ยอดขาย)
3. ความใกล้บ้าน (ระยะเวลาในการเดินทางจากที่พักไปยังจุดขาย)
4. ปริมาณคู่แข่ง
5. สภาพร้าน

และทำการพิจารณาทางเลือกเป็นห้างสรรพสินค้า 3 แห่ง ได้แก่ ห้าง A ,B ,และ C ซึ่งมีค่าเช่าเป็น 15,000 บาท/เดือน 12,000 บาท/เดือน และ 19,000 บาท/เดือน ตามลำดับ แต่ละที่มีผู้ดำเนินการขายไอศกรีมอยู่เดิม 3, 2, และ 5 เจ้าตามลำดับ ต้องใช้ระยะเวลาในการเดินทางไป – กลับ โดยเฉลี่ย 90 นาที, 60 นาที และ 75 นาทีตามลำดับ และประมาณการยอดขายเป็น 31,000 บาท/เดือน 20,000 บาท/เดือน และ 28,000 บาท/เดือน ตามลำดับ จะมีโครงสร้างของปัญหาคือ



รูปที่ 3.20 *แสดงโครงสร้างของปัญหาการตัดสินใจเลือกทำเลขายไอศกรีม*

วิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ (Pairwise Comparisons) เป็นการเปรียบเทียบเป็นคู่ระหว่างทางเลือกเมื่อพิจารณาถึงเกณฑ์ตัดสินใจเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง ยกตัวอย่างเช่น สำหรับเกณฑ์ “ค่า

เช่าที่" ผู้ตัดสินใจชอบทางเลือกใดมากกว่า โดยมีวิธีการคือ เปรียบเทียบระหว่างทางเลือก A และทางเลือก B ว่าชอบทางเลือกใดมากกว่า เปรียบเทียบระหว่างทางเลือก A และทางเลือก C ว่าชอบทางเลือกใดมากกว่า และสุดท้ายทำการเปรียบเทียบระหว่างทางเลือก B และทางเลือก C ว่าชอบทางเลือกใดมากกว่า สำหรับการให้คะแนนมีผู้ศึกษาพบว่า Nine – Point Scale เป็นการแบ่งระดับคะแนนที่เหมาะสมที่สุด (Saaty, 1977) โดยระดับคะแนนทั้ง 9 ประกอบด้วย

1. Extremely เป็นความรู้สึกที่ชอบทางเลือกหนึ่งมากกว่าอีกทางเลือกหนึ่งอย่างที่สุด หรืออาจกล่าวได้ว่าชอบทางเลือกหนึ่งมากกว่าอีกทางเลือกหนึ่งเป็นสิบๆ เท่า ให้คะแนนแทนความรู้สึกเป็น 9
2. Very Strongly เป็นความรู้สึกที่ชอบทางเลือกหนึ่งมากกว่าอีกทางเลือกหนึ่งอย่างโดยเด่น ให้คะแนนแทนความรู้สึกเป็น 7
3. Strongly เป็นความรู้สึกที่ชอบทางเลือกหนึ่งมากกว่าอีกทางเลือกหนึ่งอย่างมาก มีคะแนนแทนความรู้สึกเป็น 5
4. Moderately เป็นความรู้สึกที่ชอบทางเลือกหนึ่งมากกว่าอีกทางเลือกหนึ่ง มีคะแนนแทนความรู้สึกเป็น 3
5. Equally เป็นความรู้สึกที่ชอบทั้งสองทางเลือกเท่าๆ กัน มีค่าแทนความรู้สึกเป็น 1
6. Very Strongly to Extremely เป็นความรู้สึกที่ชอบทางเลือกหนึ่งมากกว่าอีกทางเลือกหนึ่งอย่างมากอย่างโดดแต่ไม่ถึงกับมากที่สุด มีค่าแทนความรู้สึกเป็น 8
7. Strongly to Very Strongly มีค่าแทนระดับความรู้สึกเป็น 6
8. Moderately to Strongly มีค่าแทนระดับความรู้สึกเป็น 4
9. Equally to Moderately มีค่าแทนระดับความรู้สึกเป็น 2

3.2.2 การคำนวณโดยใช้ Pairwise – Comparison Matrix

สมมติต้องการตัดสินใจเลือกซื้อรถยนต์โดยมีทางเลือกเป็น A, B, และ C โดยนำเกณฑ์ทางด้านความสะดวกสบายมาพิจารณา พบว่าผู้ตัดสินใจเห็นว่ารถยนต์ A มีความสะดวกสบายมากกว่ารถยนต์ B อย่าง Equally to Moderately (ค่าเป็น 2) รถยนต์ A มีความสะดวกสบายมากกว่ารถยนต์ C อย่าง Very Strongly to Extremely (ค่าเป็น 8) และรถยนต์ B มีความสะดวกสบายมากกว่ารถยนต์ C อย่าง Strongly to Very Strongly (ค่าเป็น 6) จากข้อมูลข้างต้นจะได้ Matrix ที่ต้องการโดยมีขั้นตอนคือ

1. นำค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบใส่ลงใน Matrix

	Car A	Car B	Car C
Car A		2	8
Car B			6
Car C			

2. เติม Matrix ให้สมบูรณ์ โดยเส้นทแยงมุมทุกตัวเป็น 1 และส่วนที่เหลือเป็นส่วนกลับของค่าใน Matrix ในข้อ 1 ($C_{ij} = 1/C_{ji}$)

	Car A	Car B	Car C
Car A	1	2	8
Car B	½	1	6
Car C	1/8	1/6	1

3. หาผลรวมของแต่ละ Column

	Car A	Car B	Car C
Car A	1	2	8
Car B	½	1	6
Car C	1/8	1/6	1
Column Total	13/8	19/6	15

4. เอา Column Total ในแต่ละ Column ไปหารสมาชิกทุกตัวใน Column นั้น

	Car A	Car B	Car C
Car A	8/13	12/19	8/15
Car B	4/13	6/19	6/15
Car C	1/13	1/19	1/15
Column Total	1.0	1.0	1.0

5. หาค่าเฉลี่ยของแต่ละ Row

$$\text{Car A} = \frac{8/13 + 12/19 + 8/15}{3} = 0.593$$

$$\text{Car B} = \frac{4/13 + 6/19 + 6/15}{3} = 0.341$$

$$\text{Car C} = \frac{1/13 + 1/19 + 1/15}{3} = 0.066$$

$$= 1.000$$

ค่าที่ได้เป็นความชอบมากน้อยที่ผู้ตัดสินใจให้แก่แต่ละทางเลือกในเกณฑ์หนึ่งๆ (ค่ามากหมายความว่าชอบทางเลือกนั้นมาก)

ในทำนองเดียวกันเมื่อพิจารณาถึงเกณฑ์อื่นๆ รวมถึงความสำคัญที่ผู้ตัดสินใจให้แก่แต่ละเกณฑ์ และทำการคำนวณค่าความชอบและความสำคัญออกมา จากตัวอย่างการตัดสินใจซื้อรถสมมติว่ามีเกณฑ์การตัดสินใจทั้งสิ้น 4 เกณฑ์ คือ ความสะดวกสบาย ราคา การประหยัดน้ำมัน ความสวยงาม และทำการคำนวณจากการตัดสินใจในทำนองเดียวกับความสะดวกสบายได้ค่าความชอบในแต่ละเกณฑ์เป็น

รถยนต์	ราคา	ความประหยัดน้ำมัน	ความสวยงาม
A	0.123	0.087	0.265
B	0.320	0.274	0.655
C	0.557	0.639	0.080

และทำการเปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ โดยทำเหมือนกับการเปรียบเทียบทางเลือกแต่นำเอาเกณฑ์แต่ละตัวมาเปรียบเทียบโดยมองในแง่ของความสำคัญที่ผู้ตัดสินใจให้แต่ละเกณฑ์ เช่น ผู้ตัดสินใจอาจจะเห็นว่าเกณฑ์ทางด้านราคามีความสำคัญกว่าเกณฑ์ทางด้านความสวยงามแบบ Equally to Moderately (ค่าเป็น 2) ฯลฯ แล้วนำค่าไปคำนวณเช่นเดียวกับการเปรียบเทียบทางเลือก สมมติว่าการคำนวณให้ค่าความสำคัญของแต่ละเกณฑ์เป็น

ราคา	0.398
ความประหยัดน้ำมัน	0.085
ความสะดวกสบาย	0.218
ความสวยงาม	0.299

จากโครงสร้างแบบจำลองปัญหาจะสามารถคำนวณความชอบโดยรวมของแต่ละทางเลือกเป็น

Car A = 0.398(0.123) + 0.085(0.087) + 0.218(0.593) + 0.299(0.265) = 0.265

Car B = 0.398(0.320) + 0.085(0.274) + 0.218(0.341) + 0.299(0.655) = 0.421

Car B = 0.398(0.557) + 0.085(0.639) + 0.218(0.066) + 0.299(0.080) = 0.314

จะสรุปได้ว่าทางเลือกที่ผู้ตัดสินใจชอบมากที่สุดได้แก่รถยนต์ B ซึ่งมีค่าความชอบโดยรวมมากที่สุด

3.2.3 การคำนวณความไม่สม่ำเสมอ

จากที่ได้กล่าวถึงข้อเสียของการให้คะแนนแบบ Absolute คือไม่สามารถจัดการกับความไม่แน่นอนได้ ในขณะที่การตัดสินใจที่กระทำโดยมนุษย์จะมีความไม่สม่ำเสมอ (Inconsistency) เกิดขึ้นอยู่เสมอ ซึ่งความไม่สม่ำเสมออาจเกิดจาก ความไม่เหมาะสมของแนวคิดของลำดับขั้น การขาดข้อมูล การละเลยไม่ใส่ใจ การใช้การเปรียบเทียบแบบ Pairwise Comparison หรือการเปรียบเทียบแบบเป็นคู่จะสามารถคำนวณค่าความไม่สม่ำเสมอได้ ดังต่อไปนี้

1. จาก Matrix ในขั้นตอนที่ 2 ของการคำนวณ Pairwise – Comparison Matrix นำทุก Column คูณกับค่าเฉลี่ยของแต่ละทางเลือกที่ได้ในขั้นตอนที่ 5

	Car A	Car B	Car C
Car A	1*0.593	2*0.341	8*0.066
Car B	½*0.593	1*0.341	6*0.066
Car C	1/8*0.593	1/6*0.341	1*0.066

2. รวมผลคูณที่ได้ในแต่ละแถว

   Car A = 1(0.593) + 2(0.341) + 8(0.066) = 1.803

   Car B = 0.5(0.593) + 1(0.341) + 6(0.066) = 1.034

   Car C = 1/8(0.593) + 1/6(0.341) + 1(0.066) = 0.197

   เอาผลรวมที่ได้ตั้งแล้วหารด้วยค่าความชอบของแต่ละทางเลือกได้เป็น

   Car A = 1.803/0.593 = 3.040

   Car B = 1.034/0.341 = 3.032

   Car C = 0.197/0.066 = 2.985

3. หา Lmax จากค่าเฉลี่ยของผลหารที่ได้ในข้อ 2

   Lmax = (3.040 + 3.032 + 2.985)/3 = 3.019

4. หาค่า CI จาก

   CI = (Lmax – n)/(n – 1) เมื่อ n เป็นจำนวนทางเลือกที่นำมาเปรียบเทียบในที่นี้มีค่าเป็น 3

   CI = (3.019 – 3)/(3 – 1) = 0.0095

5. หาค่า CR จาก

   CR = CI/RI

โดยที่ RI เป็นค่า Random Index ที่ได้จากการสร้างค่าที่ใส่ในเปรียบเทียบเป็นคู่โดยการ Random ซึ่งค่าที่ได้จะขึ้นกับค่า n หรือจำนวนทางเลือกในการเปรียบเทียบ เช่น

n	RI
2	0.00
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41

ค่า CR หรือ Consistency Ratio ควรน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10

3.3 บทสรุป

QFD ช่วยให้สามารถสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าได้อย่างเป็นระบบ โดยอ้างอิงตามความคิดเห็น ความรู้สึก ซึ่งมาจากลูกค้าและทีมงานเป็นหลัก พบว่าการให้คะแนนที่ใช้อยู่ใน QFD มีจุดอ่อน ข้อด้อยเกี่ยวกับการตัดสินใจอยู่มาก ในขณะที่ AHP เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการตัดสินใจ ซึ่งน่าจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการตัดสินใจให้คะแนนที่ใช้ใน QFD ได้อย่างเหมาะสม