ECQFD เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพที่ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์

อาจารย์ลลิลธร มะระกานนท์[1], อาจารย์รัชนีกร ด่านศิริชัยสวัสดิ์[2]

[1]**สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี**

[2]**สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี**

บทคัดย่อ

เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (QFD) ช่วยสร้างความเชื่อมโยงทางคุณภาพระหว่างลูกค้าและผู้ผลิตได้อย่างมีระบบ โดยสร้างความเชื่อมั่นว่าการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ตรงประเด็นหรือเกินความคาดหวังของลูกค้า ช่วยลดเวลาในการดำเนินการ และต้นทุนดำเนินการโดยรวมต่ำ อีกทั้ง ปัจจุบันแนวคิดด้านการรักษาสิ่งแวดล้อมเป็นประเด็นสำคัญ โดยเฉพาะกระบวนการผลิตที่มีปริมาณการผลิตจำนวนมาก มีส่วนทำให้เกิดคาร์บอน มลพิษ และของเสียที่ต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการบูรณาการเทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพที่ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม (ECQFD) เป็นสิ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างมาก สามารถนำไปศึกษาหรือวิจัยได้ ว่ามีความเป็นไปได้เพียงใด ทั้งในด้านการตอบสนองจากลูกค้า และด้านต้นทุนที่เกิดขึ้น

คำสืบค้น

เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ, เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพที่ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม Quality function deployment (QFD), Environmentally conscious Quality function deployment (ECQFD)

บทนำ

เนื่องจากการนำเทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (Quality function deployment ; QFD) มาใช้นั้น เป็นการให้ความสำคัญกับลูกค้าเพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้ตรงตามความต้องการมากที่สุด เพราะในสภาวะปัจจุบัน มีสินค้าต่างๆ มากมายหลายประเภท และมีความหลากหลายอย่างมาก การที่สินค้าประเภทหนึ่งที่มีหลายตราสินค้าย่อมทำให้ต้องหากลยุทธ์ในการแข่งขันเพื่อที่จะอยู่รอดทางธุรกิจ ดังนั้น ลูกค้าจึงเป็นผู้ที่สำคัญสำหรับองค์กรเป็นอย่างมาก การนำเทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (QFD) มาประยุกต์ใช้ในงานทางเทคนิค จึงสามารถที่จะเป็นการตอบสนองความต้องการของลูกค้านั้นได้ เพราะเทคนิคนี้เป็นการรวบรวมความต้องการของลูกค้ามาแล้วทำการจัดการกับความต้องการของลูกค้านั้น โดยใช้เทคนิคทางวิศวกรรม มาระบุวิธีการผลิตในกระบวนการต่างๆ หรือสิ่งที่กำลังจะพัฒนา เพื่อช่วยตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้มากที่สุด และตรงประเด็นที่สุด

ดังนั้น ในการบูรณาการแนวคิดทางด้านการรักษาสิ่งแวดล้อมเข้าไปใช้ควบคู่กับเทคนิค QFD นี้ ปัจจุบันจึงเรียกว่าเป็น เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพที่ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม หรือกล่าวโดยย่อว่า ECQFD นั่นเอง ซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทความนี้ว่ามีขั้นตอนการนำไปบูรณาการใช้กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้อย่างไรกันบ้าง

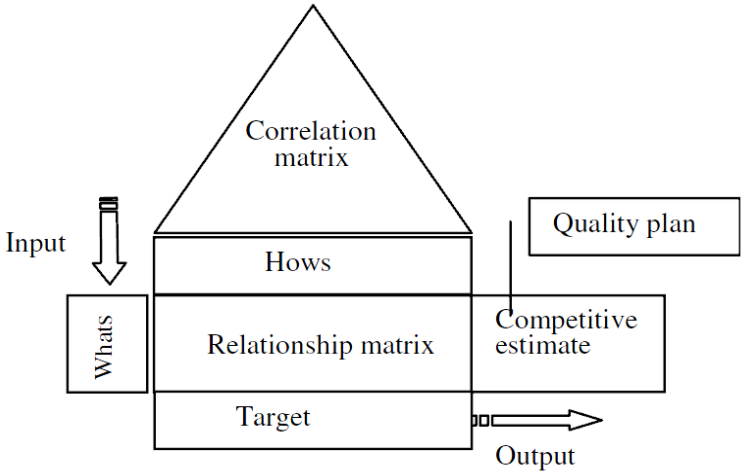
เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพ (QFD)

ก่อนอื่น ขอกล่าวถึงประวัติความเป็นมาของ QFD และการนำเทคนิค QFD ไปประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นการทำความรู้จักในเบื้องต้นเสียก่อนที่จะมีการกล่าวไปถึงส่วนของ ECQFD

QFD ได้เริ่มพัฒนาขึ้นครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่น ช่วงปลาย ค.ศ. 1960s ถึงต้นค.ศ.1970 และมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วในสหรัฐอเมริกาในปีค.ศ. 1980 (Lai-Kow Chan and Ming-Lu Wu, 2002) ซึ่งเป็นเทคนิคการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้ตรงตามความต้องการของลูกค้ามากที่สุด โดยมีการนำข้อมูลของลูกค้า ข้อมูลการตลาด ข้อมูลทางเทคนิคการวิจัยพัฒนาและการผลิตมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รวมทั้งส่งเสริมการแลกเปลี่ยนข้อมูลและการสื่อสารระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะนำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการผลิต (Lai-Kow Chan and Ming-Lu Wu, 2002) เช่น

- กลยุทธ์ทางการตลาด (marketing strategies)
- การวางแผน (planning)
- วิศวกรรมและการออกแบบผลิตภัณฑ์ (product design and engineering)
- การประเมินผลตัวต้นแบบ (prototype evaluation)
- การพัฒนากระบวนการผลิต (production process development)
- การผลิต (production)
- การขาย (sales)

แล้วนำเมตริก House of quality (HoQ) เป็นเทคนิคในการแปลงความต้องการลูกค้า เป็นความต้องการทางเทคนิค แล้วแปลงเป็นกระบวนการและความต้องการของการผลิต



รูปที่ 1 บ้านคุณภาพ (House of Quality ; HoQ) (Ming Lei et.al., 2007)

จากรูปที่ 1 หากกล่าวถึงขั้นตอนการทำ QFD ตามเมตริกซ์ของบ้านคุณภาพโดยสรุป (Ming Lei et.al., 2007, วิเชียร เบญจวัฒนาผล) มีดังนี้

Step 1 : ระบุความต้องการของลูกค้า (Voice of Customer) หรือคุณภาพที่ลูกค้าต้องการ (Required Quality) โดยการสัมภาษณ์ หรือ ออกแบบสอบถาม หรือ จากข้อมูลการร้องเรียนของลูกค้า ในช่อง “Whats” ซึ่งเป็น level 1 ของ HoQ

Step 2 : ระบุข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Characteristics) หรือองค์ประกอบคุณภาพ (Quality Element) ที่จะตอบสนองข้อมูลความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อ เพื่อให้ได้ซึ่ง “Hows”

Step 3 : วิเคราะห์ “whats” และ “hows” เพื่อแสดงถึงเมตริกซ์ความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงในเมตริกซ์ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละข้อ การหาข้อจำกัดหรือจุดคอขวดของการออกแบบ และการระบุว่าส่วนสำคัญที่สุดใน Hows ตรงนี้เพื่อให้ผู้ออกแบบเข้าใจว่า ถ้าเรามีการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดทางเทคนิคข้อใดข้อหนึ่งแล้วจะมีผลกระทบต่อ ข้อกำหนดทางเทคนิคข้ออื่นอย่างไรมากน้อยแค่ไหน

Step 4: เปรียบเทียบระหว่างเทคโนโลยี กับคู่แข่งขันในตลาด และ target values

Step 5: กำหนดข้อกำหนดทางเทคนิคที่จะนำไปใช้ออกแบบผลิตภัณฑ์ในขั้นสุดท้ายอันเป็นเป้าหมายการดำเนินงาน ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 1-4 เพื่อการแยกแยะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความต้องการในแต่ละหน้าที่งาน เครื่องมือ อุปกรณ์ ชิ้นส่วน และการผลิต

ผู้อ่านสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากงานวิจัยต่างๆ ที่ผู้เขียนได้อ้างอิงไว้ จะมีตัวอย่างที่ระบุขั้นตอนการดำเนินการในเชิงปฏิบัติจริง เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเห็นภาพได้ชัดเจนและเป็นตัวอย่างนำไปประยุกต์ใช้ได้

การวางแผนกลยุทธ์การใช้ QFD นั้น (QFD strategic planning) มี 2 ขั้นตอนหลัก คือ

(1) การพัฒนากลยุทธ์ลูกค้า (Customer strategies) และ

(2) การพัฒนา Enabling strategies

การนำเทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพมาใช้ในการวางแผนกลยุทธ์ จึงเป็นกระบวนการที่สามารถนำมาใช้ในการระบุและเพิ่มประสิทธิภาพด้านความสามารถภายในให้เหมาะสมและค้นหาโอกาสทางด้านกลยุทธ์ที่สำคัญของลูกค้า ผู้ถือหุ้น และส่วนแบ่งทางด้านการตลาดด้วย (Catherine P. Killen, Mike Walker, Robert A. Hunt, 2005)

QFD เป็นเทคนิคที่ช่วยสร้างความเชื่อมโยงทางคุณภาพระหว่างลูกค้าและผู้ผลิตได้อย่างมีระบบ โดยสร้างความเชื่อมั่นว่าการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product development process) สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ตรงประเด็นหรือเกินความคาดหวังของลูกค้า ช่วยลดเวลาในการดำเนินการ และต้นทุนการดำเนินการโดยรวมต่ำการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพมีพื้นฐานมาจากการแปลงความต้องการของลูกค้า (Customer need) จากเสียงของลูกค้า (Voice of customer ; VOC) มาเป็นความต้องการทางด้านเทคนิคของผลิตภัณฑ์ไปสู่คุณลักษณะทางด้านวิศวกรรม (อรรคเจตต์ อภิชจรศิลป์, 2555. http://www.ecodesignconsult.com)

เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพที่ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม (ECQFD)

แนวคิดด้านการรักษาสิ่งแวดล้อมจัดเป็นประเด็นสำคัญที่มีการกล่าวถึงกันมากขึ้น ดังที่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ.2555-2559) (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2553 : 24-25) ได้กล่าวไว้ โดยได้ให้ความสำคัญกับกระบวนการผลิตที่มีส่วนในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สร้างมลภาวะที่เป็นพิษ และของเสียอันตรายซึ่งผลกระทบต่อสมดุลทางสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะกระบวนการผลิตที่มีปริมาณการผลิตจำนวนมาก จึงมีส่วนทำให้เกิดคาร์บอน มลพิษ และของเสียที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

นิยามความหมายของ ECQFD

เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพที่ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม (Environmentally conscious quality function deployment ; ECQFD) ได้แก่

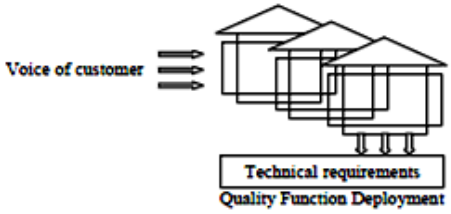
1. กระบวนการรับฟังเสียงจากลูกค้าที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental voice of customer ; VOC)

2. ตัวชี้วัดทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental engineering metrics ; EM)

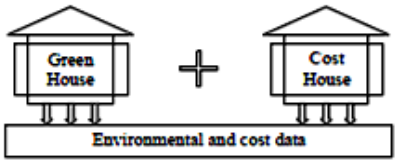
3. เป้าหมายสำหรับการปรับปรุงการออกแบบ (Target for design improvement) โดยแบ่งออกเป็น 4 phase ตามระดับของ ECQFD ได้แก่

- Phase I การประยุกต์ใช้ ECQFD ในการออกแบบผลิตภัณฑ์
- Phase II การปรับใช้ตัวชี้วัดทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อม
- Phase III ประเมินผลของเทคนิคในเชิงของผลกระทบที่มีต่อรูปแบบการเปลี่ยนแปลงการออกแบบผลิตภัณฑ์
- Phase IV การแปลงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในตัวชี้วัดทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อมมาเป็นความต้องการเชิงคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อม

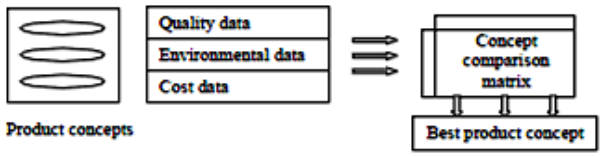
หรืออาจมีการแบ่ง Phase ของ GREEN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (GQFD) ตามแต่ความเหมาะสมในเชิงปฏิบัติ ซึ่ง Chensong Dong et.al. (2003) ได้กล่าวไว้ ว่าแบ่งออกเป็น 4 Phase ดังแสดงในรูปที่ 2



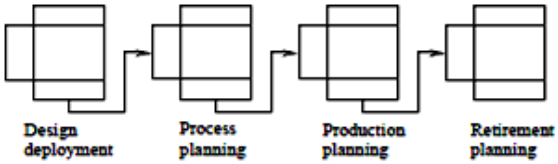
Phase I: Technical requirements identification



Phase II: Environmental and cost data establishment



Phase III: Products concepts comparison



Phase IV: Product/process design

รูปที่ 2 GREEN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (GQFD) Chensong Dong et.al. (2003)

แนวคิดของ ECQFD

โดยส่วนใหญ่วิธีการออกแบบผลิตภัณฑ์จะตั้งอยู่บนพื้นฐานของโมเดลดั้งเดิม โดยพิจารณาจากต้นทุนต่อกำไรที่เกิดขึ้น กล่าวคือ มุ่งเน้นที่คุณภาพสูง ต้นทุนต่ำและกำไรสูง ส่วนข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อมผู้ผลิตมักเห็นว่าก่อให้เกิดข้อจำกัดด้านการออกแบบและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น (Kaebernick et al., 2002) การออกแบบผลิตภัณฑ์ทั่วๆ ไป มักตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมเป็นลำดับสุดท้ายในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และไม่นำมาบูรณาการร่วมกับกิจกรรมที่มีอยู่ หากผู้ผลิตสามารถบูรณาการข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อมเข้ากับทุกขั้นตอนของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้จะทำให้การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในปัจจุบัน ได้มีผู้ที่นำแนวคิดตรงนี้ไปใช้ในการวิจัย เพื่อศึกษาแนวทางการบูรณาการ รวมถึงการวัดผลที่เกิดขึ้น ทั้งในแค่ความพึงพอใจของลูกค้า ด้านคุณภาพที่ได้ ตลอดจนต้นทุนการดำเนินการ ซึ่งในบางครั้ง อาจมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไป แต่ยังอยู่บนพื้นฐานแนวคิดเดียวกัน อาทิเช่น Environmental QFD, Green QFD เป็นต้น

ยกตัวอย่าง เช่น S. Vinodh and Gopinath Rathod (2011) ได้ทำการประยุกต์ใช้เทคนิค ECQFD สำหรับการออกแบบที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนและการพัฒนาอย่างยั่งยืนในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งได้นำเสนอว่า ECQFD ประกอบด้วย 4 Phase โดย Phase I และ II ประกอบด้วยของการระบุส่วนที่สำคัญของผลิตภัณฑ์สำหรับการปรับปรุงที่ใส่ใจต้องสิ่งแวดล้อม ส่วนใน Phase III และ IV สำหรับนำไปใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงในการออกแบบของผลิตภัณฑ์ซึ่งส่งผลต่อการปรับปรุงทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากการศึกษาได้ชี้ให้เห็นถึงการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และขั้นตอนการพัฒนาเพื่อสร้างความมั่นใจในการพัฒนาที่ยั่งยืน

Kato and Kimura (2003) ได้กล่าวไว้ว่า การพัฒนา QFD ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental QFD) ซึ่งเป็นระบบหนึ่งทางสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี สามารถแบ่งความต้องการด้านคุณภาพออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

- ผู้ใช้
- สังคมและองค์กร
- ความต้องการทางด้านสิ่งแวดล้อม

ซึ่งลักษณะทางคุณภาพสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มๆ และมีความเกี่ยวข้องกับวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่ วัตถุดิบ การออกแบบ การผลิต การขาย การใช้งาน การนำกลับมาใช้ใหม่ และการขนส่งย้อนกลับ

การนำ ECQFD ไปใช้ในเชิงปฏิบัติ

ECQFD เพื่อการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งผู้เขียนได้รวบรวมจากงานวิจัยต่างๆ จึงจะนำมาสรุปให้เข้าใจถึงกันตอนการนำ ECQFD ไปใช้ในเชิงปฏิบัติ

เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพที่ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม (Environmentally conscious quality function deployment ; ECQFD) ซึ่งผู้เขียนได้สรุปข้อมูลเบื้องต้นจากงานวิจัยของ S. Vinodh and Gopinath Rathod (2010), Bevilacqua et al. (2007) และ S. Vinodh and Gopinath Rathod (2011) ดังนี้

1. กระบวนการรับฟังเสียงจากลูกค้าที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental voice of customer ; VOC) ได้แก่ การใช้วัสดุลดลง การขนส่งและเก็บรักษาได้ง่าย การใช้พลังงานลดลง ความทนทานเพิ่มขึ้น ง่ายต่อการแยกประเภทผลิตภัณฑ์ ง่ายต่อการนำไปใช้ซ้ำ และไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ทั้งระหว่างการผลิตและใช้งาน

2. ตัวชี้วัดทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental engineering metrics ; EM) ได้แก่ จำนวนชนิดของวัสดุ อายุการใช้งานทางกายภาพ อัตราของวัสดุรีไซเคิล biodegradability และ toxicity ของวัสดุ

3. เป้าหมายสำหรับการปรับปรุงการออกแบบ (Target for design improvement) โดยแบ่งออกเป็น 4 phase ตามระดับของ ECQFD ได้แก่

Phase I การประยุกต์ใช้ ECQFD ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ให้คะแนนน้ำหนักในการสำรวจตลาดจากลูกค้า โดยอาจแบ่งคะแนนออกเป็น คะแนน 9 หมายถึง มีความสำคัญมาก คะแนน 3 หมายถึง มีความสำคัญ และคะแนน 1 หมายถึง ค่อนข้างสำคัญ

Phase II การปรับใช้ตัวชี้วัดทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อมในส่วนขององค์ประกอบต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเกณฑ์คะแนนในการลงแต่ละเมตริกเหมือน Phase I

Phase III ประเมินผลของเทคนิคในเชิงของผลกระทบที่มีต่อรูปแบบการเปลี่ยนแปลงการออกแบบผลิตภัณฑ์ในเมตริกของตัวชี้วัดทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อม

Phase IV จุดประสงค์ของระดับนี้ คือการแปลงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในตัวชี้วัดทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อมมาเป็นความต้องการเชิงคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องอาศัยการประเมินค่าคะแนนทั้งประเด็นของกระบวนการรับฟังเสียงจากลูกค้า และ ตัวชี้วัดทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกัน

ในส่วนที่กล่าวมาข้างต้นนี้ อาจกล่าวโดยสรุป ได้คือ

1. Environmental voice of customer ; VOC
2. Environmental engineering metrics ; EM
3. Target for design improvement by ECQFD

จากการนำแนวคิด QFD และ ECQFD ไปใช้ ตลอดจนเทคนิครายละเอียดต่างๆ ของขั้นตอนการดำเนินงาน คิดว่าท่านผู้อ่านคงได้ทำความรู้จักหรือมองเห็นภาพชัดเจนขึ้น ว่าในปัจจุบันมีแนวคิดที่สามารถนำมาบูรณาการร่วมกันได้ให้ทันกับยุคสมัย ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งในการมุ่งไปสู่ความสำเร็จ เพื่อให้ทันต่อเวลาและสถานการณ์ของการแข่งขัน สามารถนำไปเป็นเครื่องมือต่อสู้กับคู่แข่งขันทางธุรกิจได้

ท้ายที่สุดนี้ ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผู้อ่านจะได้รับสาระอย่างครบถ้วนทั้งด้านความรู้การบริหารจัดการด้านการผลิต รวมถึงด้านกลยุทธ์ทางธุรกิจ ผู้เขียนคงต้องขอกล่าวคำลาสำหรับบทความฉบับนี้ไว้เพียงเท่านี้ และหวังว่าทุกท่านจะติดตามบทความอื่นๆ ในวารสารฉบับต่อไปนะคะ.....☺

บรรณานุกรม

[1] Lai-Kow Chan, Ming-Lu Wu (2002). Quality function deployment : A literature review., European Journal of Operational Research 143 (2002) 463–497.

[2] Catherine P. Killen, Mike Walker and (2005). Strategic planning using QFD. International Journal of Quality & Reliability Management Vol. 22 No. 1, 2005 pp. 17-29.

[3] ผศ.วิเชียร เบญจวัฒนาผล, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้ TRIZ, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

[4] อรรคเจตต์ อภิขจรศิลป์, 2555 คู่มือการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. http://www.ecodesignconsult.com. 9 มีนาคม.

[5] Kaebernick, H., Anityasari, M., Kara, S., 2002. Technical and economic model for end-of-life options of industrial products. International Journal on Environmental Sustainable Development 1 (2), 171–183.

[6] S. Vinodh, Gopinath Rathod, 2011. Application of ECQFD for enabling environmentally conscious design and sustainable development in an electric vehicle. Clean Technology Environment Policy (2011) 13 : 381–396.

[7] Kato S., Kimura F., 2003. Systematization of Product Life Cycle Technology Utilizing the QFD Method. International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, 3., Tokyo, Japan. Proceedings Tokyo: IEEE.

[8] S. Vinodh, Gopinath Rathod, 2010. Integration of ECQFD and LCA for sustainable product design. Journal of Cleaner Production 18 (2010), 833–842.

[9] Bevilacqua M., Ciarapica F.E., Giacchetta G., 2007. Development of a sustainable product lifecycle in manufacturing firms : a case study. International Journal of Production Research 45 (18–19), 4073–4098.

[10] Chengsong Dong, Chuck Zhang, Ben Wang, 2003. Integration of green quality function deployment and fuzzy multi-attribute utility theory-based cost estimation for environmentally conscious product development. International Journal of Environmentally Conscious Design & Manufacturing, Vol. 11, No. 1, 2003.