

กิจกรรมการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ด้วยเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ: กรณีศึกษาการบรรทุกกึ่งพ่วง Activities of Design and Product Development Using Quality Function Deployment (QFD): A Case Study of Semi Trailer

ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี^{1*} สุรศักดิ์ สุรนนท์ชัย² นฤมล พินเนียม ชนะไพฑูรย์³ และ กุสุมา ผลาพรหม⁴

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาปัญหาที่เกิดจากคุณภาพของรถบรรทุกกึ่งพ่วงที่ส่งมอบให้กับลูกค้าแล้ว เมื่อปีที่แล้วในโรงงานผลิตรถบรรทุกกึ่งพ่วงตัวอย่างมีรถ จำนวน 40 คันที่มีปัญหาคุณภาพหลังส่งรถให้กับลูกค้าแล้ว และมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมประมาณ 20,000 บาทต่อคันเมื่อใช้หลักการวิศวกรรมแบบมีส่วนร่วมในการหาสาเหตุของปัญหา พบว่ากิจกรรมการออกแบบ และการใช้เทคโนโลยีเป็นสาเหตุสำคัญ เมื่อนำหัวข้อปัญหามาแปลงเป็นข้อความทางวิศวกรรมด้วยเทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) แล้วผลจากการแปลงจะทำให้ได้ข้อความทางวิศวกรรม การดำเนินงาน และกิจกรรมการออกแบบ งานวิจัยได้พิจารณาข้อมูลเบื้องต้นด้วยการเปรียบเทียบกิจกรรมการออกแบบระบบเดิมกับระบบใหม่ ซึ่งการดำเนินการออกแบบที่สำคัญ ได้แก่ การเขียนชิ้นงาน 3D การประกอบชิ้นงาน 3D การใช้งานข้อมูลที่ได้จาก CAD มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ผลลัพธ์ของกิจกรรมการออกแบบ

ได้แก่ รายงานข้อมูลความแข็งแรง การติดตามความพึงพอใจหลังการขาย คำนวณอัตราบรรทุกต่อต้นทุน และคำนวณอัตราบรรทุกต่อน้ำหนักโครงสร้าง มีค่าน้ำหนักความสำคัญร้อยละ 17.46, 11.65, 11.53, 11.53 ตามลำดับ ผลจากการวิจัยได้กิจกรรมการออกแบบ และค่าเป้าหมายที่สามารถเปรียบเทียบกับค่าชี้วัดคุณภาพ ทำให้เกิดความปลอดภัย และลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง

คำสำคัญ: กิจกรรมการออกแบบ การแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) วิศวกรรมแบบมีส่วนร่วม

Abstract

This research studied quality problems of semi-trailers that already submitted to the customers. Last year, a factory producing semi-trailers faced a big quality problem when 40 new semi-trailers were sent back to be

¹ นักศึกษา สาขาการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

² รองศาสตราจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

³ รองศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

⁴ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

* ผู้พิมพ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-2913-2500 ต่อ 8639 E-mail: spv@kmutnb.ac.th

repaired with the cost of around 20,000 baht per trailer. When utilizing concurrent engineering principle to seek for the causes of the problem, they were found that design and using of technology activities were the main causes. Then, the problems were transformed to utilizing quality function deployment (QFD) to get the engineering messages, operations, and design activities. This work considered basic information by comparing existing design procedure with the new system. The important design operations: 3-D drawing, 3-D assembly and using of data form CAD were different significantly ($p < 0.05$). The results of design activities: report on strength data, following after sale satisfaction, rate of load per investment calculation and rate of load per structural weight calculation had important weight of 17.46, 11.65, 11.53 and 11.53, respectively. As the results of this work, design activities and target values that can compare with quality index were found. Finally, the results lead to safety and decrease maintenance costs.

Keywords: Design Activity, Quality Function Deployment (QFD), Concurrent Engineering (CE)

1. บทนำ

จากการศึกษาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ที่ประกอบธุรกิจด้านการต่อเติมตัวถังรถยนต์ และรับจ้างผลิตรถยนต์ตามความต้องการของลูกค้า ผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้ามีความต้องการมาก ได้แก่ รถบรรทุก รถบรรทุกแบบยกเท รถพ่วง และรถกึ่งพ่วง ในงานวิจัยได้เลือกผลิตภัณฑ์รถกึ่งพ่วงมาทำวิจัย เนื่องจากเป็น

ผลิตภัณฑ์ที่มีการแข่งขันสูง อีกทั้งเกิดปัญหาผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ ทำให้ลูกค้าคืนสินค้า สร้างปัญหาให้กับบริษัทเป็นอย่างมาก เมื่อโครงสร้างรถบรรทุกกึ่งพ่วงเกิดรอยแตกร้าวหลังจากใช้งาน จำนวน 40 คัน คิดเป็นความเสียหายร้อยละ 65 ของจำนวนรถที่ส่งมอบให้ลูกค้า ส่งผลให้บริษัทต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมให้กับลูกค้า คันละประมาณ 20,000 บาท รวมทั้งหมด 800,000 บาท และยังส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นในคุณภาพผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัยใช้หลักการวิศวกรรมแบบมีส่วนร่วม (Concurrent Engineering) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เช่น ปัญหาจากการเลือกใช้เครื่องมือที่ไม่เหมาะสมในการออกแบบ และการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD/CAE) การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่รวดเร็ว ทำให้บุคคลปรับตัวไม่ทัน ปัญหาจากการยอมรับเทคโนโลยีช่วงที่เปลี่ยนแปลงระบบ และปัญหาจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีในการออกแบบ ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นปัญหาจากการออกแบบ และปัญหาของการใช้เทคโนโลยีในส่วนของกิจกรรมการออกแบบ ผู้วิจัยได้แปลงสาเหตุของปัญหาให้เป็นข้อความทางวิศวกรรม การดำเนินงาน และกิจกรรมสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) [1] เพื่อให้สามารถตรวจวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพแปลงค่าข้อความทางวิศวกรรมเป็นค่าตัวแปรชี้วัดคุณภาพ

งานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตในการศึกษาค้นคว้าดังต่อไปนี้

1. ประชากรที่ทำการศึกษาเป็นตัวแทนลูกค้าในภาคกลาง

2. ตัวแปรที่จะศึกษา

2.1 คณะดำเนินงานในกลุ่มวิศวกรรมแบบมีส่วนร่วมมาจากตัวแทนทั้ง 5 ฝ่าย ได้แก่ ฝ่ายการตลาด ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายวางแผนการผลิต ฝ่ายผลิต และฝ่ายนำส่ง [2]

2.2 ประเมินค่าชี้วัดความสำเร็จกระบวนการ

ออกแบบด้วยคุณภาพผลิตภัณฑ์ เวลาในการออกแบบ [3] และต้นทุน [4]

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

เครื่องมือในการวิจัย ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) ในการแปลงความต้องการของลูกค้า และปัญหาจากการออกแบบ ให้เป็นข้อความทางวิศวกรรมแล้วแปลงเป็นกิจกรรมการออกแบบ

เริ่มจากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง แล้วดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

2.1 ใช้หลักการประชุมวิศวกรรมแบบมีส่วนร่วม เพื่อหาสาเหตุของปัญหาและจัดเรียงลำดับความสำคัญ และใช้วิธีการให้คะแนนน้ำหนักแล้ววิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [3]

2.2 ใช้แบบสำรวจตรวจสอบสภาพการดำเนินงาน และการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD/CAE) จากคู่แข่ง 2 บริษัท และนำไปใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้าในบ้านคุณภาพ (HOQ) ในแบบสำรวจแบ่งระดับการใช้งานเทคโนโลยี CAD/CAE ออกแบบ 3 ระดับ [4] ได้แก่ ขั้นพื้นฐาน (Basic) ขั้นกลาง (Intermediate) และขั้นสูง (Comprehensive) โดยแบ่งการสำรวจข้อมูลออกเป็นส่วนๆ ในการพิจารณาน้ำหนักความสำคัญของการใช้เทคโนโลยี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ที่แบ่งเครื่องมือออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับการใช้งานเทคโนโลยี CAD/CAE

ตอนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับความต้องการใช้งานเทคโนโลยี CAD/CAE ในอนาคต ได้แก่ การเขียนชิ้นงาน 3D การประกอบชิ้นงาน 3D การใช้งานข้อมูลที่ได้จาก CAD การเชื่อมโยงไฟล์ CAD การใช้งานข้อมูลวิเคราะห์ค่าทางวิศวกรรม (CAE): ด้านความปลอดภัย การใช้งานข้อมูลวิเคราะห์ค่าทางวิศวกรรม (CAE): ด้านความแข็งแรงโครงสร้าง การใช้งานข้อมูลที่ได้จาก CAE และการเชื่อมโยงไฟล์ CAE

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

ประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ซึ่งข้อคำถามจะเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยี CAD/CAE วิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) และแปลผลด้วยการบรรยาย

2.3 สร้างบ้านคุณภาพ (HOQ) เพื่อประมวลผลตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการออกแบบ เพื่อให้ได้กิจกรรมสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์

2.4 การสำรวจสภาพปัญหาด้วยการประชุมวิศวกรรมแบบมีส่วนร่วม เพื่อจับประเด็นปัญหาจากการใช้เทคโนโลยี CAD/CAE และตรวจสอบสภาพโดยการศึกษาความแตกต่าง ระหว่างสภาพการใช้งานปัจจุบันกับความต้องการใช้งานเทคโนโลยี CAD/CAE [5]

2.5 การสำรวจความต้องการของลูกค้า แล้วนำมาผลมาสรุปในการประชุมวิศวกรรมแบบมีส่วนร่วม โดยแบ่งระดับคะแนนออกเป็น 9 ช่วงคะแนน ตามลำดับต่อไปนี้

ระดับที่ 1 คือ น้อยที่สุด (1.00-1.88)

ระดับที่ 2 คือ น้อยถึงน้อยที่สุด (1.89-2.77)

ระดับที่ 3 คือ น้อย (2.78-3.66)

ระดับที่ 4 คือ ปานกลางถึงน้อย (3.67-4.55)

ระดับที่ 5 คือ ปานกลาง (4.56-5.44)

ระดับที่ 6 คือ ปานกลางถึงมาก (5.45-6.33)

ระดับที่ 7 คือ มาก (6.34-7.22)

ระดับที่ 8 คือ มากถึงมากที่สุด (7.23-8.11)

ระดับที่ 9 คือ มากที่สุด (8.12-9.00)

ซึ่งการเปรียบเทียบการใช้เทคโนโลยีในการออกแบบระหว่างบริษัทที่ศึกษากับบริษัทคู่แข่ง และหาค่าความต้องการของลูกค้า โดยแบ่งช่วงคะแนนออกเป็น 5 คะแนน

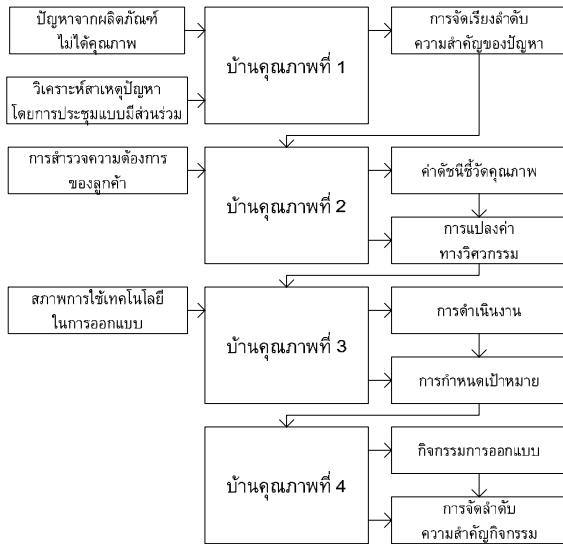
5 หมายถึง ระดับความพอใจ มากที่สุด

4 หมายถึง ระดับความพอใจ มาก

3 หมายถึง ระดับความพอใจ ปานกลาง

2 หมายถึง ระดับความพอใจ น้อย

1 หมายถึง ระดับความพอใจ น้อยที่สุด



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3. ผลการวิจัย

ผลของการดำเนินงานวิจัย เริ่มจากการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาสาเหตุโดยใช้หลักการวิศวกรรมแบบมีส่วนร่วม แล้วใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพในการจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหา ดังแสดงในรูปที่ 1 ผลลัพธ์ที่ได้จากบ้านคุณภาพที่ 1 เป็นการจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหา ส่วนในบ้านคุณภาพที่ 2 จะได้ผลการแปลงค่าทางวิศวกรรมและคำดัชนีชี้วัดคุณภาพ บ้านคุณภาพที่ 3 จะให้ผลลัพธ์การดำเนินงานและการกำหนดเป้าหมาย บ้านคุณภาพที่ 4 ผลลัพธ์ที่ได้เป็นกิจกรรมการออกแบบ และการจัดลำดับความสำคัญกิจกรรม ดังแสดงในรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 ผลลัพธ์การจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหา จากการใช้หลักการวิศวกรรมแบบมีส่วนร่วม (Concurrent Engineering) วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ที่สำคัญคือปัญหาจากการออกแบบ และเทคโนโลยี

3.2 ผลลัพธ์การจัดลำดับความสำคัญในหัวข้อความต้องการของลูกค้า จากการใช้วิศวกรรมแบบมีส่วนร่วมพบว่า หัวข้อราคามีน้ำหนักความสำคัญมาก

ที่สุด 8.7 คะแนน ส่วนความทนทาน น้ำหนักเบา และความแข็งแรง มีน้ำหนักความสำคัญ 8.3, 8.3 และ 8.2 คะแนน ตามลำดับจากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการจัดลำดับความสำคัญ และการเปรียบเทียบน้ำหนักคะแนนผลิตภัณฑ์

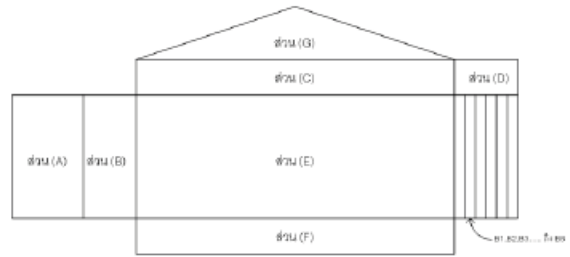
หัวข้อความต้องการ	น้ำหนักความสำคัญ	กรณีศึกษา	คู่แข่ง A	คู่แข่ง B
1) ราคา	8.7	2.8	3.8	3.8
2) ความทนทาน	8.3	3.2	4.4	3.8
3) น้ำหนักเบา	8.3	3	3.8	3.8
4) ความแข็งแรง	8.2	3.2	4.6	4.2
5) การบริการหลังการขาย	7.5	3.8	2.8	4.2
6) เวลาในการส่งมอบ	7.3	3.4	3.2	4.2
7) อุปกรณ์เสริมไม่มีปัญหา	5.2	3.6	3	3.4
8) วัสดุที่ใช้ในการผลิต	4.8	2.4	3.8	3
9) เสียงรบกวน	4.7	2.4	3.8	2.8
10) ความสวยงาม ทำสี	4.5	3.4	2.2	4.2

การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ของกรณีศึกษากับบริษัทคู่แข่ง A และ B จะถูกนำไปป้อนเข้าในบ้านคุณภาพ แต่ก็แสดงให้เห็นว่าในหัวข้อของราคา บริษัทกรณีศึกษามีคะแนนความพึงพอใจเพียง 2.8 คะแนน เป็นค่าที่น้อยกว่าบริษัทคู่แข่ง A และ B ที่มีคะแนน 3.8 เท่ากัน จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน จากนั้นหัวข้อความต้องการของลูกค้ามาแปลงเป็นข้อความทางวิศวกรรมตามข้อย่อย เช่น ด้านความแข็งแรงสามารถแปลงค่าทางวิศวกรรม เป็นน้ำหนักบรรทุกรวม ระยะการโก่งสูงสุด และขีดความสามารถบรรทุกต่อราคาต้นทุน ดังสรุปในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแปลค่าทางวิศวกรรม

รายการสำรวจความต้องการ	หัวข้อตัวแปลงทางวิศวกรรม	หน่วย
ความสวยงามและการทำสี	1) ออกแบบให้มีหลายสีสวย	จำนวนสี
	2) ระยะเวลาในการทำสี	ชั่วโมงงาน
	3) ต้นทุนในการทำสี	บาท
อุปกรณ์เสริมไม่มีปัญหา	4) ลดข้อร้องเรียนลูกค้าด้านอุปกรณ์เสียหาย	จำนวนครั้ง
	5) ระยะเวลาในการซ่อมบำรุง	ชั่วโมงงาน
	6) ต้นทุนอุปกรณ์ซ่อมบำรุง	บาท
วัสดุที่ใช้ในการผลิต	7) มีวัสดุให้ลูกค้าเลือก	จำนวน
	8) ระยะเวลาในการประกอบ	ชั่วโมงงาน
	9) ราคาต้นทุนในการเปลี่ยนวัสดุ	บาท
ความแข็งแรง	10) น้ำหนักบรรทุกรวม	กิโลกรัม
	11) ระยะการโก่งงอสูงสุด	มิลลิเมตร
	12) ชีตความสามารถบรรทุกต่อราคาต้นทุน	กิโลกรัม/บาท
ความทนทาน	13) ค่าความปลอดภัย	เท่า
	14) อายุการใช้งาน	ปี
	15) น้ำหนักบรรทุกทุกเปล่า	กิโลกรัม
น้ำหนักเบา	16) น้ำหนักโครงสร้าง	กิโลกรัม
	17) ชีตความสามารถบรรทุกต่อน้ำหนักโครงสร้าง	ตัน/ตัน
	18) น้ำหนักโครงสร้างต่อต้นทุน	กิโลกรัม/บาท
การบริการหลังการขาย	19) ความพึงพอใจในการบริการหลังการขาย	-
	20) ต้นทุนการให้บริการ	บาท
	21) ระยะเวลาในการผลิตส่วนดัดแปลง	ชั่วโมงงาน
เวลาในการส่งมอบราคา	22) ระยะเวลาในการผลิต	ชั่วโมงงาน
	23) ระยะเวลาในการสรุปแบบ	ชั่วโมงงาน
	24) อัตราการเปรียบเทียบราคากับกรณีคู่แข่ง	ร้อยละ

3.3 ผลการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า จากการใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ เมื่อพิจารณาในรายละเอียดของบ้านคุณภาพ จะมีส่วนประกอบ 7 ส่วน [6] ดังแสดงในรูปที่ 2 ส่วน (A) หัวข้อความต้องการของลูกค้า (Customer Requirements) ส่วน (B) ลำดับความสำคัญของหัวข้อความต้องการของลูกค้า



รูปที่ 2 โครงสร้างของบ้านคุณภาพ

(Requirement Degree of Importance) จะเป็นการสำรวจเพื่อเรียงลำดับความสำคัญ ส่วน (C) การแปลงค่าความต้องการลูกค้า มาเป็นข้อความทางวิศวกรรม ส่วน (D) เป็นค่าตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบกับคู่แข่ง (Competitive Benchmarking Assessment) ส่วน (E) เป็นเมตริกที่ใช้ในการกำหนดค่าตัวเลขน้ำหนักความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้องการลูกค้ากับตัวแปลงค่าทางวิศวกรรม (Relationship Matrix) ส่วน (F) เป็นการจัดลำดับความสำคัญทางวิศวกรรม (Technical Importance Ranking) และส่วน (G) ค่าความสัมพันธ์ (Correlation Matrix) ที่เกี่ยวเนื่องของตัวแปรค่าทางวิศวกรรม โดยเน้นไปที่ค่าการส่งเสริมของตัวแปร [7]

ผลการใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ เพื่อนำความต้องการของลูกค้ามาแปลงเป็นข้อความเทคนิค ถูกจัดลำดับความสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า ข้อร้องเรียนอุปกรณ์เสียหายมีน้ำหนักร้อยละ 9.03 ระยะการโก่งงอสูงสุดร้อยละ 7.43 ชีตความสามารถในการบรรทุกต่อน้ำหนักโครงสร้างร้อยละ 6.81 ค่าความปลอดภัยร้อยละ 6.59 และราคาต้นทุนในการเปลี่ยนวัสดุร้อยละ 5.78 เป็นต้น

3.4 การตรวจสอบภาพการใช้เทคโนโลยี CAD/ CAE พบว่าสถานะปัจจุบันระดับการใช้งานน้อย คือการเขียนชิ้นงานในระบบ 3D การประกอบชิ้นงาน 3D การเชื่อมโยงไฟล์ CAD การใช้ข้อมูลวิเคราะห์ด้านความปลอดภัยและการเชื่อมโยงไฟล์ CAE ส่วนระดับการใช้งานระดับปานกลางคือ การใช้งานข้อมูลที่ได้จาก CAD และการใช้งานข้อมูลวิเคราะห์ด้านความแข็งแรงโครงสร้าง จาก

ค่าเฉลี่ยในตารางที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการใช้งานในอนาคตพบมีความแตกต่างกัน โดยพิจารณา ค่า Sig-(2-tailed) < 0.05 เป็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ การเขียนชิ้นงานในระบบ 3D (0.01) การประกอบชิ้นงานในระบบ 3D (0.01) การใช้งานข้อมูล

ที่ได้จาก CAD (0.02) และการเชื่อมโยงไฟล์ CAD (0.01) เนื่องจากการเขียนชิ้นงานในระบบ 3D ในปัจจุบันมีน้อยค่าระดับ 1.95 คะแนน แต่ความต้องการใช้ในอนาคตมีมากค่าระดับ 3.80 คะแนน เป็นต้น

ตารางที่ 3 การเรียงลำดับคะแนนความสำคัญจากตัวแปลงทางวิศวกรรม

คุณลักษณะทางคุณภาพ	แนวโน้มลดลง (▼) เพิ่มขึ้น (▼) หรือค่าเป้าหมาย (⊗)	น้ำหนักรวม (W_{total})	น้ำหนักความสำคัญ (ร้อยละ)
1) ลดข้อร้องเรียนลูกค้าด้านอุปกรณ์เสียหาย	▼	380.89	9.03
2) ระยะการโค้งงอสูงสุด	▼	313.33	7.43
3) ขีดความสามารถบรรทุกทุกต่อน้ำหนัก	▲	287.56	6.81
4) ค่าความปลอดภัย	▲	278.22	6.59
5) ราคาต้นทุนในการเปลี่ยนวัสดุ	▼	244.00	5.78
6) ความพึงพอใจในการบริการหลังการขาย	⊗	238.67	5.66
7) มีวัสดุให้ลูกค้าเลือก	▲	217.78	5.16
8) น้ำหนักบรรทุกรวม	▲	204.44	4.84
9) ระยะเวลาในการสรุปแบบ	▼	179.56	4.26
10) ระยะเวลาในการผลิต	▼	177.33	4.20

หมายเหตุ น้ำหนักรวม (W_{total}) หมายถึง คะแนนน้ำหนักความสำคัญรวม จากคะแนนที่กำหนดในการประชุมร่วมทั้ง 5 ฝ่าย

ตารางที่ 4 สำนวนสภาพการใช้งานเทคโนโลยี CAD/CAE กรณีศึกษาพิจารณาความมีนัยสำคัญ

สำนวนสภาพการใช้งานเทคโนโลยี CAD/CAE กรณีศึกษา	ระดับการใช้งานในปัจจุบัน		ระดับการใช้งาน	ระดับความต้องการใช้ในอนาคต		ระดับการใช้งาน	T-Test	Sig. (2-tailed)
	Mean	SD.		Mean	SD.			
1) การเขียนชิ้นงาน 3D	1.95	0.74	น้อย	3.80	0.84	มาก	-3.71	0.01*
2) การประกอบชิ้นงาน 3D	1.65	0.74	น้อย	3.35	0.80	มาก	-3.48	0.01*
3) การใช้งานข้อมูลที่ได้จาก CAD	2.45	0.76	ปานกลาง	3.90	0.78	มาก	-2.98	0.02*
4) การเชื่อมโยงไฟล์ CAD	1.90	0.74	น้อย	3.45	0.84	มาก	-3.10	0.01*
5) การใช้ข้อมูลวิเคราะห์ด้านความปลอดภัย	1.85	0.74	น้อย	2.70	0.72	ปานกลาง	-1.84	0.10
6) การใช้ข้อมูลวิเคราะห์ด้านความแข็งแรงโครงสร้าง	2.10	0.78	ปานกลาง	2.50	0.79	ปานกลาง	-0.80	0.44
7) การใช้งานข้อมูลที่ได้จาก CAE	1.85	0.80	น้อย	2.85	0.76	ปานกลาง	-2.02	0.08
8) การเชื่อมโยงไฟล์ CAE	1.95	0.78	น้อย	2.45	0.87	ปานกลาง	-0.96	0.37
ภาพรวม	1.96	0.75	น้อย	3.13	0.79	มาก	-2.39	0.04*

หมายเหตุ : ระดับความต้องการมีคะแนน 4.00-5.00 หมายถึง มากที่สุด 3.00-4.00 หมายถึง มาก 2.00-3.00 หมายถึง ปานกลาง 1.00-2.00 หมายถึง น้อย 0.00-1.00 หมายถึง น้อยที่สุด

* หมายถึง ค่า $p < 0.05$ คือเกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ



ตารางที่ 5 การกำหนดเป้าหมาย

หัวข้อทางวิศวกรรม	หน่วยวัด	เป้าหมาย (ของเดิม)	ค่าแนวโน้ม ▲▼⊗	รายละเอียด
1) ออกแบบให้มีหลายสี	จำนวนสี	3(-)	▲	ตามความต้องการลูกค้า
2) ระยะเวลาในการทำสี	ชั่วโมงงาน	16 ชั่วโมง (16 ชั่วโมง)	▼	ไม่ต้องใช้ฝีมือละเอียด เพราะเป็นรถบรรทุก ทำสีพื้น 1 วัน และจริง 1 วัน
3) ต้นทุนในการทำสี	บาท	5000+MD*N (5000+MD*N)	▼	ค่าสี 5,000 บาท + ค่าแรง 4 คน
4) ลดข้อร้องเรียนลูกค้าด้านอุปกรณ์เสียหาย	จำนวนครั้ง	-	⊗	ข้อมูลได้หลังการส่งมอบ (แผนกบริการมี การบันทึก) แจ้งการบริการติดตาม
5) ระยะเวลาในการซ่อมบำรุง	ชั่วโมง	-	⊗	ปริมาณจะขึ้นอยู่กับอาการที่ไม่สามารถวัดเชิง ปริมาณ
6) ต้นทุนการซ่อมบำรุง และจากความเสียหาย	-	-	▼	การรับประกัน 2 ปี ตามจุดสำคัญ ระบบถูกลบรับประกัน 1 ปี
7) มีวัสดุให้ลูกค้าเลือก	จำนวน	3 (2)	▲	เป็นโครงเชื่อมเหล็กวัสดุที่ใช้มี AISI1045 ส่วนประกอบอื่นใช้ AISI 1015
8) ระยะเวลาในการประกอบ	วัน	5 (5)	▼	5 วันทั้งหมด ประกอบ 0.5 วัน เชื่อม 0.5 วัน
9) ราคาต้นทุนในการเปลี่ยนวัสดุ	บาท/ กิโลกรัม	- (9)	▼	AISI1045 มีราคาแพงกว่า AISI 1015 ประมาณ 9 บาท/กิโลกรัม (ต้นทุนวัตถุดิบ AISI 1015 23 บาท/กิโลกรัม SM 490 YA 32 บาท/ กิโลกรัม) ราคาแปรรูป 4 บาท/กิโลกรัม
10) น้ำหนักบรรทุก (น้ำหนักบรรทุก = น้ำหนักรวม - น้ำหนักหัวลาก - น้ำหนักรถ)	ตัน	- (36.2)	▲	ตามกฎหมาย 50.5 ตัน (การออกแบบจะ เผื่อ 10 ตัน) น้ำหนักหัวลาก 9 ตัน น้ำหนัก รถ 5.8 ตัน (แบบ 3 เพลา) ดังนั้น น้ำหนัก บรรทุก = 50.5 - 9 - 5.8 = 36.2 ตัน
11) ระยะการโก่งงอสูงสุด	มิลลิเมตร	10 (10)	▼	ค่าในการออกแบบที่เคยทำการทดสอบ 10 mm ระหว่างล้อกับสลักพวง
12) ชีตความสามารถบรรทุกต่อราคาต้นทุนโครงสร้าง	บาท/ กิโลกรัม	- (3.315)	▲	ชีตความสามารถในการบรรทุก 36.2 ตัน และต้นทุนโครงสร้าง ราคา 120,000 บาท
13) ค่าความปลอดภัย	เท่า	2.6 (2.6)	▲	ค่าความปลอดภัยในการคำนวณเมื่อ เทียบค่า $S_u = 4$ เท่า ส่วน $S_y = 2.6$ เท่า
14) อายุการใช้งาน และช่วงเวลากการซ่อมบำรุง	ชั่วโมง	-	▲	ส่วนใหญ่การซ่อมบำรุงจะเป็นส่วนหัวลาก และเป็นไปตามคู่มือประจำรถ
15) น้ำหนักรถบรรทุกเปล่า	ตัน	(5.8)	▼	น้ำหนักรถบรรทุกเปล่า 5.8 ตัน
16) น้ำหนักโครงสร้าง	ตัน	(3.1)	▼	รถเปล่าไม่รวมหัว ประมาณ 5.8 น้ำหนัก เพลาทัน 3 ประมาณ 2.7 ตัน โครงสร้าง 3.1 ตัน
17) ชีตความสามารถบรรทุกต่อน้ำหนักโครงสร้าง	ตัน/ตัน	(11.68)	▲	คำนวณสัดส่วนจากชีตความสามารถบรรทุก 36.2 ตันต่อน้ำหนักโครงสร้าง 3.1 ตัน
18) น้ำหนักโครงสร้างต่อราคาต้นทุนโครงสร้าง	กิโลกรัม/ พันบาท	(25.83)	▼	น้ำหนักโครงสร้าง 3.1 ตันต่อราคาต้นทุน โครงสร้าง 120,000 บาท
19) ความพึงพอใจในการบริการหลังการขาย	-	-	⊗	ฝ่ายการตลาดส่งข้อมูลให้แผนกบริการ
20) ต้นทุนการให้บริการ	บาท	-	▼	ไม่มีความชัดเจน

ตารางที่ 5 การกำหนดเป้าหมาย (ต่อ)

หัวข้อทางวิศวกรรม	หน่วยวัด	เป้าหมาย (ของเดิม)	ค่าแนวโน้ม ▲▼⊗	รายละเอียด
21) เวลาในการผลิตส่วนดัดแปลง	วัน	(2)	▼	ไม่ชัดเจนประมาณ 1 - 2 วัน
22) ระยะเวลาในการผลิต	วัน	(7 วัน)	▼	5 - 7 วัน ต่อคัน
23) ระยะเวลาในการสรุปแบบ	วัน	- (4,30)	▼	เวลา 3 ถึง 4 วัน ในการดำเนินการปรับแบบ และใช้เวลา 1 เดือน กรณีการออกแบบใหม่
24) อัตราการเปรียบเทียบราคากับกรณีคู่แข่ง	%	- (8.51)	⊗	แพงกว่า 30,000 - 40,000 บาทต่อคัน ราคาขาย 470,000 บาท

หมายเหตุ ▲ = แนวโน้มเพิ่มขึ้น ▼ = แนวโน้มลดลง ⊗ = ค่าเป้าหมาย: น้ำหนักบรรทุกออกแบบ 48 ตัน
สูตรมาตรฐาน 24 ตัน MD = Man Day หมายถึง ค่าแรงที่คิดเหมาวัน N = จำนวนวันทำงาน

ผลที่ได้จากการนำค่าความต้องการลูกค้า มาแปลงเป็นข้อความทางวิศวกรรม โดยในการประชุมวิศวกรรมแบบมีส่วนร่วมจะกำหนดเป้าหมาย และพิจารณาแนวโน้มของการออกแบบ ซึ่งในที่ประชุมได้ทำการกำหนดรายละเอียดของข้อความทางวิศวกรรม เช่น การออกแบบให้มีหลายสีสวยงาม ค่าแนวโน้มเพิ่มขึ้น หมายถึง ควรมีจำนวนสีให้ลูกค้าเลือกมากขึ้น การตั้งเป้าหมาย 3 สีเมื่อเทียบกับระบบเดิมไม่มีการกำหนดค่าเป้าหมายหรือหัวข้อการเลือกใช้วัสดุจากเดิมเลือกได้เพียง 2 ชนิด ส่วนค่าเป้าหมายต้องการทำให้เป็น 3 ชนิด ได้แก่ AISI 1045 AISI 1015 และ AISI 1035 จากแนวความคิดเดิมใช้วัสดุ AISI 1045 สร้างคานหลัก และใช้ AISI 1015 สร้างคานย่อย หัวข้อการหาค่าความปลอดภัย 4 เท่าเมื่อเทียบกับค่าความเค้นประลัย (S_u) หรือมีค่า 2.6 เท่าเมื่อเทียบค่าความเค้นคลาก (S_y) เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 5

3.5 ข้อความทางวิศวกรรมเมื่อใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพเป็นกิจกรรมการออกแบบ สามารถพิจารณาจากตารางที่ 6 มีกิจกรรม 11 รายการ แล้วหาระดับค่าความสำคัญ ได้แก่ รายงานข้อมูลความแข็งแรงการติดตามความพึงพอใจหลังการขาย คำนวนอัตราบรรทุกต่อน้ำหนักโครงสร้าง คำนวนอัตราบรรทุกต่อน้ำหนัก รายงานข้อมูลน้ำหนักโครงสร้าง ซึ่งน้ำหนักความสำคัญคิดเป็นร้อยละ 17.46, 11.65, 11.53, 11.53 และ 11.43 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ลำดับความสำคัญกิจกรรม

กิจกรรมการออกแบบ	น้ำหนักความสำคัญ (ร้อยละ)
1) จัดทำภาพจำลองสีชิ้นงาน	1.94
2) จัดทำรายงานข้อร้องเรียนลูกค้า และผลการปรับปรุง	6.47
3) ทำรายงานเปรียบเทียบคุณสมบัติวัสดุและเปรียบเทียบราคาดำเนินทุน	10.18
4) รายงานข้อมูลความแข็งแรง ได้แก่ น้ำหนักบรรทุกรวม ระยะการโก่งงอ	17.46
5) คำนวนอัตราบรรทุกต่อน้ำหนัก	11.53
6) รายงานค่าความปลอดภัย ด้านความเค้นและระยะการโก่งที่ยอมรับได้	9.19
7) รายงานข้อมูลน้ำหนักโครงสร้าง	11.43
8) คำนวนอัตราบรรทุกต่อน้ำหนักโครงสร้าง อัตราราคาดำเนินทุนต่อน้ำหนักโครงสร้าง และระยะเวลาคัดต่อน้ำหนักโครงสร้าง	11.53
9) ติดตามความพึงพอใจหลังการขาย	11.65
10) รายงานการวางแผนด้านเวลาในการผลิต	5.92
11) รายงานการเปรียบเทียบด้านราคากับบริษัทคู่แข่ง	2.69

4. สรุป

กิจกรรมการออกแบบ และการกำหนดค่าดัชนีชี้วัดคุณภาพ เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้หลักการประชุม

ร่วมทางวิศวกรรม เพื่อการหาสาเหตุของปัญหา และนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจความต้องการของลูกค้า แล้วใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพช่วยเรียงลำดับความสำคัญ และใช้ข้อมูลสำรวจการใช้งานเทคโนโลยี CAD/CAE มาแปลงเป็นการดำเนินงาน

ในการออกแบบ และพัฒนาผลิตภัณฑ์จะต้องวัดคุณภาพที่น่าสนใจ เช่น การออกแบบให้มีหลายสี 3 สี ระยะเวลาในการทำสีไม่เกิน 16 ชั่วโมง ต้นทุนในการทำสีคันละ 5,000 บาท (ไม่รวมค่าแรง) ลดข้อร้องเรียนลูกค้าด้านอุปกรณ์เสียหาย มีวัสดุให้เลือกกว่า 3 ชนิด ใช้เวลาในการประกอบไม่เกิน 5 วัน ระยะการโค้งงอสูงสุดไม่เกิน 10 มิลลิเมตร ค่าความปลอดภัย 2.6 เท่า น้ำหนักบรรทุกทุกเพล่า 5.8 ตัน น้ำหนักโครงสร้าง 3.1 ตัน ระยะเวลาในการผลิต 7 วัน อัตราการเปรียบเทียบราคากับบริษัทคู่แข่งร้อยละ 8.51

การดำเนินงานออกแบบด้วยการใช้เทคโนโลยี CAD/CAE ควรเขียนชิ้นงาน 3D ซึ่งมีความสำคัญมาก จากระดับการใช้งานมีคะแนนเฉลี่ย 1.95 คะแนน ส่วนความต้องการใช้ในอนาคต 3.80 คะแนน เป็นความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ $p < 0.05$ เป็นอันดับที่ 1

กิจกรรมการออกแบบเรียงตามลำดับความสำคัญ ได้แก่ รายงานข้อมูลความแข็งแรง ได้แก่ น้ำหนักบรรทุกรวม และระยะการโค้งงอ ร้อยละ 17.46 การติดตามความพึงพอใจหลังการขาย ร้อยละ 11.65 จำนวนอัตราบรรทุกต่อต้นทุน และจำนวนอัตราบรรทุกต่อน้ำหนักโครงสร้าง ร้อยละ 11.53 รายงานข้อมูลน้ำหนักโครงสร้าง ร้อยละ 11.43

การนำปัญหาการออกแบบ และข้อมูลการสำรวจความต้องการของลูกค้า มาพิจารณาพร้อมกับข้อมูลจากการใช้เทคโนโลยี CAD/CAE ทำให้สามารถจัดกิจกรรมการออกแบบ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวจะช่วยลดความผิดพลาดจากการออกแบบ และสามารถชี้วัดคุณภาพของรถบรรทุกที่พึงพอใจให้เกิดความปลอดภัยมากขึ้น และลดค่าใช้จ่ายในการซ่อม

เอกสารอ้างอิง

- [1] Jong-Seok Shin and Kwang-Jae KIM, "Complexity Reduction of a Design Problem in QFD Using Decomposition," *Journal of Intelligent Manufacturing*, Springer, pp 339-354, October 2004.
- [2] C J. Anumba and Baron, "Communications Issues in Concurrent Life-Cycle Design and Construction," *BT Techno*, vol. 15, no. 1, January 1997.
- [3] G. Janez and S. Marko, "How to Reduce New Product Development Time," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, pp. 1-15, 2004.
- [4] Yuo-Tern Tsai and Yu-Min Chang, "Function Based Cost Estimation Integrating Quality Function Deployment to Support System Design," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, pp 514-522, 2004.
- [5] Chong Leng Tan and Mark A. Vonderembse, "Mediating Effects of Computer Aided Design Usage," *Journal of Computers in Human Behavior*, pp 443-451, 2005.
- [6] Ibo Van De Poel, "Methodological Problems in QFD and Direction for Future Development," *Journal Research in Engineering Design*, Springer, pp 21-36 April 2007.
- [7] สุธารัตน์ ครอบพาณิชย์, "การปรับปรุงคุณภาพในการบริการของธุรกิจทางด้านการขนส่งโดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพและกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์: กรณีศึกษาการขนส่งแบตเตอรี่," วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.