



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม)

ปริญญา

การจัดการวิศวกรรม

วิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา

สาขา

คณะ

เรื่อง การบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่าและซิกซ์ ซิกม่า สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์

Integration of Value Engineering and Six Sigma for Automotive Seat Industry

นามผู้วิจัย นายจิรายุ จิตเจือจุน

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์กิตติคุณอัมพิกา ไกรฤทธิ, M.S.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ปรณัฐ วิสุวรรณ, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(อาจารย์เพ็ญสุดา พันฤทธิดำ, D.Eng.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่

เดือน

พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่า และซิกซ์ ซิกม่า สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์

Integration of Value Engineering and Six Sigma for Automotive Seat Industry

โดย

นายจิรายุ จิตเจื้อจุน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม)

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จิรายุ จิตเจือจุน 2555: การบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่า และซิกซ์ ซิกม่า สำหรับ
อุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการ
วิศวกรรม) สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา อาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศาสตราจารย์กิติคุณอัมพิกา ไกรฤทธิ์, M.S. 117 หน้า

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางที่เกิดจากการบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่า-
ซิกซ์ ซิกม่า สำหรับการออกแบบและลดต้นทุนในอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์ โดยนำเสนอ
การใช้เครื่องมือตามแนวทางของวิศวกรรมคุณค่า ร่วมกับขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาแบบ
DMAIC ของซิกซ์ ซิกม่า และประเมินผลจาก การลดต้นทุน, การคงไว้ซึ่งหน้าที่หลัก และคุณภาพ
ของผลิตภัณฑ์ โดยเรียกเทคนิคใหม่นี้ว่าการบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่า และซิกซ์ ซิกม่า
(IVESS) ซึ่งเทคนิคใหม่สามารถนำมาใช้กับบริษัทตัวอย่างในการลดต้นทุนและเพิ่มคุณภาพให้กับ
อุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์ในกรณีศึกษาที่ 1 เป็นเงิน 8.48 บาทต่อชิ้น หรือ 932,800 บาท
ต่อปี และในกรณีศึกษาที่ 2 เป็นเงิน 3.45 บาทต่อชิ้น หรือ 758,450 บาทต่อปี

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Chirayu Chitchurchun 2012: Integration of Value Engineering and Six Sigma for Automotive Seat Industry. Master of Engineering (Engineering Management), Major Field: Engineering Management, Faculty of Engineering Sri Racha. Thesis Advisor: Professor Emeritus Ampika Krairit, M.S. 117 pages.

This research presents an integrated Value Engineering - Six Sigma framework in studying the design and cost reduction in automotive seat industry. The proposed model focuses on cost reduction, function and quality of a product simultaneously by integrating appropriate tools of Value Engineering in the DMAIC methodology of the Six Sigma. This new process is called Integration of Value Engineering and Six Sigma (IVESS). The proposed model was applied to a case study in automotive seat industry and led to a cost saving in the first case study of 8.48 baht/piece or 932,800 baht/year and in the second case study of 3.45 baht/piece or 758,450 baht/year.

Student's Signature

Thesis Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์กิติคุณอัมพิกา ไกรฤทธิ อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ปรณัฐ วิสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้
คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จ
สมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้
ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและ
มอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณ
คุณณิชาภัทร คุ่มสุข นักวิชาการศึกษา คุณสุกัญญา สีเขียว นักวิชาการศึกษา และเจ้าหน้าที่ภาควิชา
วิศวกรรมศาสตร์ศรีราชาทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ที่
ได้อบรมและให้กำลังใจผู้วิจัยมาตลอดในทุกเรื่อง

จิรายุ จิตเจริญ
มีนาคม 2555

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	31
อุปกรณ์	31
วิธีการ	31
ผลและวิจารณ์	108
ผล	108
วิจารณ์	110
สรุปและข้อเสนอแนะ	111
สรุป	111
ข้อเสนอแนะ	112
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	113
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	117

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สถิติที่ใช้สำหรับการทดสอบสมมติฐาน	23
2	ชนิดของแผนภูมิควบคุม (Control Chart)	25
3	แสดงชิ้นส่วนหลักในการประกอบเบาะรถยนต์	37
4	แสดงการวิเคราะห์ SWOT ในขั้นตอนการดำเนินงานในเทคนิควิศวกรรมคุณค่า	39
5	แสดงการวิเคราะห์ SWOT ในขั้นตอนการดำเนินงานในเทคนิคซิกซ์ ซิกมา	40
6	แสดงทีมงานในการจัดทำ IVESS ของการลดต้นทุนชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์	46
7	แสดงความต้องการของลูกค้าเทียบกับผลิตภัณฑ์ (กรณีศึกษาที่ 1)	46
8	“Functional Analysis Diagram” ของชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์บริเวณพนักพิง	48
9	แสดงการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานเทียบกับจำนวนชิ้นส่วนของชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์	53
10	ตารางแสดงทางเลือกที่จะนำไปสู่การลดต้นทุน	54
11	ตารางแสดงจำนวนชิ้นงานที่ทำการเปลี่ยนแปลงของชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์บริเวณพนักพิง	54
12	แสดงผลการทดสอบด้วย “Attribute Gage R&R” ที่ความเชื่อมั่น 100% (กรณีศึกษาที่ 1)	56
13	แสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ด้วย “Variable Gage R&R” (กรณีศึกษาที่ 1)	57
14	แสดงราคาผลิตภัณฑ์หลังจากใช้ IVESS (กรณีศึกษาที่ 1)	62
15	แสดงทีมงานในการจัดทำ IVESS ของการลดต้นทุนชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์	68
16	แสดงความต้องการของลูกค้าเทียบกับผลิตภัณฑ์ (กรณีศึกษาที่ 2)	68
17	“Functional Analysis Diagram” ของชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์	70
18	แสดงการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานเทียบกับจำนวนชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์	74
19	ตารางแสดงทางเลือกที่จะนำไปสู่การลดต้นทุน (กรณีศึกษาที่ 2)	75
20	ตารางแสดงจำนวนที่ใช้ชิ้นส่วนพลาสติก (Hing Cover Assy)	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	ตารางแสดงข้อมูลการวัดของชุดบ้านพับที่ทำจากพรม ชุดที่ 1	77
22	ตารางแสดงข้อมูลการวัดของชุดบ้านพับที่ทำจากพรม ชุดที่ 2	78
23	ตารางแสดงข้อมูลการวัดของชุดบ้านพับที่ทำจากพรม ชุดที่ 3	79
24	ตารางแสดงข้อมูลการวัดของชุดบ้านพับที่ทำจากหนัง ชุดที่ 1	80
25	ตารางแสดงข้อมูลการวัดของชุดบ้านพับที่ทำจากหนัง ชุดที่ 2	81
26	ตารางแสดงข้อมูลการวัดของชุดบ้านพับที่ทำจากหนัง ชุดที่ 3	82
27	ตารางแสดงสรุปข้อมูลการเปรียบเทียบขนาดของชิ้นงานชุดบ้านพับ	104
28	แสดงราคาผลิตภัณฑ์หลังจากใช้ IVESS ของชุดบ้านพับ	107
29	แสดงผลการวิจัยในกรณีศึกษาที่ 1 เทียบกับขั้นตอนของเทคนิค IVESS	108
30	แสดงผลการวิจัยในกรณีศึกษาที่ 2 เทียบกับขั้นตอนของเทคนิค IVESS	109
31	แสดงการสรุปผลราคาที่เปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์หลังจากใช้เทคนิค IVESS	112

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เบาะรถยนต์ “Mitsubishi Pajero Sport”	5
2	แสดงคุณภาพระดับซีกซ์ ซีกม่า	9
3	การประสานงานระหว่างบทบาทต่าง ๆ กับโครงการ	10
4	ตัวอย่างตารางเมตริกซ์ของมูลเหตุและผลที่เกิดขึ้น (Cause and Effect Matrix)	20
5	ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต	22
6	ตัวอย่างแผนภูมิฮิสโตแกรม	22
7	แสดงขั้นตอนในการวิจัย	32
8	แสดงแผนงานของซีกซ์ ซีกม่า และ วิศวกรรมคุณค่า	33
9	แสดงสภาพปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง	34
10	แสดงลูกค้าหลัก และผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่าง	35
11	แสดงขั้นตอนการออกแบบเบาะรถยนต์	35
12	แสดงเบาะหน้า (Front Seat) และเบาะหลัง (Rear Seat)	36
13	แสดงขั้นตอนการสร้างโมเดลที่ผสมผสานระหว่างเทคนิควิศวกรรมคุณค่าและซีกซ์ ซีกม่า	38
14	แสดงการเปรียบเทียบและความเชื่อมโยงของแผนงาน IVESS Model เทียบกับแผนงานของเทคนิควิศวกรรมคุณค่า และ ซีกซ์ ซีกม่า	41
15	แสดงขั้นตอนของแผนงานต้นแบบ IVESS Model	42
16	แสดงบริเวณเป้าหมายในการทำ IVESS ของชิ้นงานตัวอย่าง (กรณีศึกษาที่ 1)	45
17	แสดงชิ้นส่วนของชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์บริเวณพนักพิง	47
18	แสดงแผนภูมิพาเรโตของการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์	53
19	แสดงบริเวณที่จะทำการลดต้นทุนของแนวคิดที่ 1 ด้วยเทคนิค IVESS	55
20	แสดงบริเวณที่ทำการลดต้นทุนของแนวคิดที่ 1 หลังจากใช้เทคนิค IVESS	55
21	แสดงกราฟเปรียบเทียบด้วย “Range Chart” (กรณีศึกษาที่ 1)	58
22	แสดงกราฟเปรียบเทียบด้วย “Average Chart” (กรณีศึกษาที่ 1)	59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
23	แสดงผลที่ได้ในการวิเคราะห์ด้วย “Variable Gage R&R” (กรณีศึกษาที่ 1)	60
24	แสดงผลการทดสอบหลังจากเปลี่ยนมีการใช้ IVESS ในการลดต้นทุน (กรณีศึกษาที่ 1)	61
25	แสดงชิ้นส่วนของชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์บริเวณพนักพิงหลังจากใช้เทคนิค IVESS	62
26	วันที่เริ่มมีการใช้งานจริง(กรณีศึกษาที่ 1)	63
27	เอกสารแสดงการเปลี่ยนแปลงของบริษัท MM	63
28	แสดงกราฟการควบคุมรอยย่น (Wrinkle) ของผลิตภัณฑ์หลังจากมีการเปลี่ยนแปลง (กรณีศึกษาที่ 1)	64
29	การปรับปรุงขั้นตอนของแผนงาน IVESS Model หลังจากใช้งานจริง	66
30	แสดงบริเวณที่ใช้เทคนิค IVESS ในกรณีศึกษาการลดต้นทุนชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์	67
31	แสดงชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์	69
32	แสดงแผนภูมิพาเรโตของการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์	74
33	แสดงการออกแบบใหม่สำหรับการเปลี่ยนแปลงวัสดุของ “Hing Cover Assy”	76
34	แสดงขั้นตอนการเปรียบเทียบขนาดของชิ้นงาน (กรณีศึกษาที่ 2)	83
35	แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 1 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)	84
36	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 1 ของชุดบานพับที่ทำจากพรม	85
37	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 1 ของชุดบานพับที่ทำจากหนัง	85
38	แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 2 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)	86

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
39	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 2 ของชุด บานพับที่ทำจากพรม	87
40	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 2 ของชุด บานพับที่ทำจากหนัง	87
41	แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 3 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)	88
42	แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 4 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)	89
43	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 4 ของชุด บานพับที่ทำจากพรม	90
44	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 4 ของชุด บานพับที่ทำจากหนัง	90
45	แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 5 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)	91
46	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 5 ของชุด บานพับที่ทำจากพรม	92
47	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 5 ของชุด บานพับที่ทำจากหนัง	92
48	แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 6 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)	93
49	แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 7 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)	94
50	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 7 ของชุด บานพับที่ทำจากพรม	95
51	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 7 ของชุด บานพับที่ทำจากหนัง	95

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
52	แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 8 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)	96
53	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 8 ของชุดบานพับที่ทำจากพรม	97
54	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 8 ของชุดบานพับที่ทำจากหนัง	97
55	แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 9 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T	98
56	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 9 ของชุดบานพับที่ทำจากพรม	99
57	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 9 ของชุดบานพับที่ทำจากหนัง	99
58	แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 10 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T	100
59	แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 11 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T	101
60	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 11 ของชุดบานพับที่ทำจากพรม	102
61	แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 11 ของชุดบานพับที่ทำจากหนัง	103
62	แสดงคุณสมบัติของพรม (Carpet)	105
63	แสดงการเปรียบเทียบชิ้นงานก่อนและหลังการทดสอบ (กรณีศึกษาที่ 2)	106
64	แสดงชิ้นส่วนของชุดบานพับหลังจากใช้เทคนิค IVESS	107
65	แสดงขั้นตอนของ IVESS Model	111

การบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์ ซิกม่า สำหรับอุตสาหกรรมการผลิต เบาะรถยนต์

Integration of Value Engineering and Six Sigma for Automotive Seat Industry

คำนำ

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ของไทยได้มีการขยายการลงทุนและมุ่งพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนสามารถผลิตชิ้นส่วนที่มีความหลากหลายตลอดจนมีคุณภาพและมาตรฐานการผลิตอยู่ในระดับที่ผู้ผลิตรถยนต์ยอมรับมูลค่าการส่งออกชิ้นส่วนรถยนต์ทั้งหมดโดยที่ตลาดส่งออกที่สำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย และอินเดีย อย่างไรก็ตามปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นการขยายตัวได้แก่ การแข็งค่าของเงินบาท ซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้ผลิตชิ้นส่วนโดยเฉพาะตลาดอะไหล่ทดแทน อันจะทำให้ไม่สามารถปรับเพิ่มราคาจำหน่ายขึ้นได้ เพราะอาจจะส่งผลต่อการเปลี่ยนคู่ค้าในตลาดต่างประเทศ ในขณะที่เดียวกันยังต้องเผชิญกับสภาวะการแข่งขันด้านราคาที่มีความรุนแรงมากขึ้นจากประเทศคู่แข่งรายใหม่ que เริ่มเข้ามามีบทบาทในตลาดมากขึ้น อย่างเช่น ประเทศเวียดนาม นอกเหนือจากคู่แข่งหลักอย่างจีนและอินเดีย ซึ่งมีแหล่งวัตถุดิบและต้นทุนแรงงานที่ถูกกว่าแม้ว่าคุณภาพการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของจีนและอินเดียยังไม่สามารถเทียบกับคุณภาพชิ้นส่วนยานยนต์ของไทย แต่ก็สามารถช่วงชิงส่วนแบ่งของตลาดไปบางส่วน และมีแนวโน้มขยายตัวในตลาดสูงขึ้นได้อีกในอนาคตอันใกล้

ดังนั้น ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของไทยจึงต้องมีการปรับตัว โดยเน้นการเสริมสร้างศักยภาพในการดำเนินงานโดยนำเทคนิค “วิศวกรรมคุณค่า และเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า” มาช่วยในการดำเนินงานเพื่อช่วยในการลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์ แต่คงไว้ซึ่งประสิทธิภาพและคุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการและเป็นการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้ กับองค์กร กับคู่แข่งในธุรกิจเดียวกัน

บริษัทตัวอย่างเป็นโรงงานประกอบชิ้นส่วนภายในรถยนต์ โดยสินค้าหลักเป็นการผลิตเบาะรถยนต์ และทำการผลิตแบบ “Just in sequence” กล่าวคือผลิตตามรุ่นและจัดเรียงรุ่นของ

ชิ้นงานตามสายการผลิตของลูกค้า และในการผลิตชิ้นส่วนเบาะรถยนต์ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนที่มีความหลากหลายแยกชิ้นส่วนหลักได้ดังนี้

- ชิ้นส่วนพลาสติก
- ชิ้นส่วนหนัง
- ชิ้นส่วนผ้า
- ชิ้นส่วนโฟม
- ชิ้นส่วนโลหะ
- ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
- ชิ้นส่วนพิเศษ (Airbag)

จากความหลากหลายของชิ้นส่วนจึงทำให้การลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์เป็นเรื่องยากเพราะชิ้นส่วนทุกชิ้นต้องนำเข้ามาประกอบรวมกันซึ่งการเปลี่ยนแปลงในบางชิ้นส่วนอาจส่งผลกระทบต่ออีกชิ้นส่วนได้

จากปัญหาที่เกิดขึ้นทางผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำผลิตภัณฑ์เบาะรถยนต์มาวิจัยเพื่อลดต้นทุนโดยการใช้เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า เพื่อหาวัสดุทดแทนหรือกำจัดสิ่งที่ไม่จำเป็นต่อผลิตภัณฑ์ และใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่าในการตัดสินใจว่าสิ่งที่ได้ออกมามีความเป็นไปได้และส่งผลกระทบต่อหน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์หรือไม่

วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดต้นทุนการผลิตของเบาะรถยนต์โดยที่ไม่สูญเสียหน้าที่การทำงานหลัก
2. เพื่อศึกษาวิธีการใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าร่วมกับเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า ในอุตสาหกรรมผลิตเบาะรถยนต์

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะทำการศึกษาเพื่อลดต้นทุนในเบาะรถยนต์ของบริษัทตัวอย่างซึ่งมีขอบเขตดังนี้

1. ศึกษาที่ขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์เบาะรถยนต์
2. ศึกษาข้อกำหนดทางกฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัยและสารปนเปื้อนในอุตสาหกรรมรถยนต์
3. ศึกษาที่ชิ้นส่วนเบาะรถยนต์ “3E45 Pajaro Sport”
4. ศึกษาภายใต้ข้อกำหนดและมาตรฐานของมิตซูบิชิมอเตอร์ (Mitsubishi Motor)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดต้นทุนของเบาะรถยนต์ได้โดยที่ไม่สูญเสียหน้าที่การทำงานหลักและได้คุณภาพตามความต้องการของลูกค้า
2. สามารถแข่งขันกับบริษัทในธุรกิจเดียวกันได้มากขึ้น
3. สามารถขยายผลสู่ผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันได้

การตรวจเอกสาร

ในส่วนนี้จะได้ทราบถึงความรู้เบื้องต้นของเบาะรถยนต์ ซึ่งเป็นกรณีศึกษาของการผสมผสาน วิศวกรรมคุณค่า และซิกซ์ ซิกม่า ในอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์ ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า ทฤษฎีซิกซ์ ซิกม่า ผลงานวิจัย บทความ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและบทสรุปสาระสำคัญ ทั้งหมดประกอบด้วยเนื้อหา 5 ข้อดังนี้

1. เบาะรถยนต์ (Automotive วิศวกรรมคุณค่า Seat)
2. ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)
3. ทฤษฎีซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma)
4. การวัดผลของการผสมผสาน วิศวกรรมคุณค่า และซิกซ์ ซิกม่า ในอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์
5. ผลงานวิจัย บทความ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. เบาะรถยนต์ (Automotive วิศวกรรมคุณค่า Seat)

เบาะรถยนต์ (Automotive วิศวกรรมคุณค่า Seat) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับนั่งในรถยนต์ จัดเป็นชิ้นส่วนที่เกี่ยวกับความปลอดภัยของผู้ขับ หรือผู้โดยสาร กล่าวคือตัวเบาะเป็นส่วนที่ใกล้ชิดกับคนมากที่สุดในขณะที่ขับขี่ ตัวเบาะนั้น มีลักษณะแตกต่างกันไปตาม แนวคิดในการออกแบบภายในตัวรถยนต์ แต่คุณสมบัติหลัก คือความสวยงาม ความสบายของผู้นั่ง และความปลอดภัยของผู้นั่ง โดยเบาะรถยนต์ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนหลัก ดังนี้

- ชิ้นส่วนพลาสติก (Plastic Part)
- ชิ้นส่วนหนัง (Leather Co วิศวกรรมคุณค่า ring)
- ชิ้นส่วนผ้า (Fabric Co วิศวกรรมคุณค่า ring)
- ชิ้นส่วนโฟม (Foam)
- ชิ้นส่วนโลหะ (Metal Frame)
- ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Part)
- ชิ้นส่วนพิเศษ (Mechanism, Airbag)



ภาพที่ 1 เบาะรถยนต์ “Mitsubishi Pajero Sport”

2. ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)

2.1 ประวัติของวิศวกรรมคุณค่า

วิศวกรรมคุณค่าเกิดขึ้นจากการขาดแคลนวัตถุดิบ อันเนื่องมาจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ดังนั้น ความคิดที่จะนำวัตถุดิบชนิดใหม่หรือวัตถุดิบทางเลือกที่ราคาถูกลงหรือใกล้เคียงของเดิมมาใช้ จึงเป็นจุดเริ่มต้นของวิศวกรรมคุณค่า ต่อมาในปี 1975 กองทัพเรือของสหรัฐฯ ได้นำเทคนิคการวิเคราะห์คุณค่ามาใช้ และตั้งชื่อว่า “วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)” (James P. Wade, Jr., 1986: 3)

2.2 ความหมายของวิศวกรรมคุณค่า

วิศวกรรมคุณค่า คือ การประยุกต์เทคนิคที่มีระบบ โดยเน้นการทำงานของผลิตภัณฑ์หรือบริการเป็นหลักใหญ่ ด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุดและคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือ โดยจุดมุ่งหมายของวิศวกรรมคุณค่า คือ การลดต้นทุนการผลิตหรือการขจัดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็น หรือค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นออกไป โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพ และความน่าเชื่อถือไว้คงเดิม (อัมพิกา, 2540: 13)

2.3 ขอบข่ายของวิศวกรรมคุณค่า

แผนงานวิศวกรรมคุณค่า จะถูกกำหนดขึ้นตอนอย่างมีระบบ โดยแนวทางแต่ละขั้นตอนการวิเคราะห์จะมีลักษณะคล้ายกับขั้นตอนการวินิจฉัยโรคของวงการแพทย์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า วิศวกรรมคุณค่าจะถูกนำไปใช้พิจารณา ในทุกแง่มุมของกิจกรรมรวมทั้งหมดของบริษัท ด้วยการมอง

หน้าที่ที่จำเป็นโดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุดชี้ให้เห็นว่า หน้าที่ใดของผลิตภัณฑ์หรือระบบที่มีความจำเป็น เพื่อที่จะสามารถตัดค่าใช้จ่ายของหน้าที่ซึ่งไม่จำเป็นออกได้

2.4 คำจำกัดความของวิศวกรรมคุณค่า

1. หน้าที่การทำงาน (Function) หมายถึง ความต้องการ หรือ วิธีการทำงานที่ต้องการให้เกิดขึ้น

2. คุณค่าต้นทุน (Worth) หมายถึง ความต้องการที่จะทำให้ สินค้าหรือการบริการมีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และ มีการทำงานตามที่ต้องการ

3. ค่าใช้จ่ายหรือต้นทุน (Cost) หมายถึง ผลรวมของเงินที่ต้องการทำให้สินค้าหรือการบริการมีการทำงานตามที่ต้องการ

4. คุณค่า (Value) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าต้นทุน (Worth) และค่าใช้จ่าย (Cost)

โดยคุณค่าทางวิศวกรรมแบ่งออกเป็น 7 ประการดังนี้

1. คุณค่าด้านเศรษฐศาสตร์

- คุณค่าการใช้งาน
- คุณค่าในจุดเด่น
- คุณค่าในการแลกเปลี่ยน
- คุณค่าทางด้านต้นทุน

2. คุณค่าด้านศีลธรรม

3. คุณค่าด้านความงดงาม

4. คุณค่าด้านสังคม

5. คุณค่าด้านการเมือง

6. คุณค่าด้านศาสนา

7. คุณค่าด้านการพิจารณาทางกฎหมาย

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่า (Value) หน้าที่การทำงาน (Function) และต้นทุน (Cost) สำหรับวิศวกรรมคุณค่านั้น เราถือว่าคุณค่าในจุดเด่น เป็นสัดส่วนหรือดุลยภาพระหว่างหน้าที่การทำงาน (Function) กับต้นทุน (Cost) ซึ่งสามารถแทนกันได้

$$V (\text{Value}) = \frac{F (\text{Function})}{C (\text{Cost})}$$

(ทั้งนี้ไม่ใช่สูตรการคำนวณ แต่เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V, F และ C เท่านั้น)

ถ้าหน้าที่การทำงานเพิ่มขึ้น และต้นทุนเพิ่ม ไม่อาจกล่าวได้ว่าคุณค่า (Value) เพิ่มขึ้น แต่ถ้าผลของหน้าที่การทำงานที่เท่ากัน และสามารถลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นออกได้ถือว่าคุณค่ามากขึ้น

2.5 ขั้นตอนในวิศวกรรมคุณค่า (วิศวกรรมคุณค่า Job Plan)

ขั้นตอนการกำหนดเป้าหมาย (Orientation Phase)

ในขั้นตอนของการกำหนดเป้าหมายนั้นเป็นขั้นตอนแรกในการจัดทำการวิเคราะห์คุณค่าโดยเริ่มจากการเตรียมทีมงาน, รวบรวมข้อมูล, กำหนดเป้าหมาย และเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาทำการวิเคราะห์คุณค่า (Rich, 2000: 10-16)

ขั้นตอนการวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน (Functional Analysis)

ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดหน้าที่การทำงานที่สำคัญที่สุดของสินค้าหรือการบริการ (Rich, 2000: 18-21)

ขั้นตอนการสร้างสรรค์ความคิดและระดมสมอง (Creative Brainstorming)

ในขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมแนวความคิดของทีมงาน โดยการใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อเพิ่มทางเลือกในการลดลงของต้นทุนแต่ยังคงไว้ซึ่งหน้าที่การทำงานหลักของผลิตภัณฑ์ โดยไม่จำกัดแนวคิดว่าจะเป็นไปได้มากน้อยแค่ไหน (Rich, 2000: 21-22)

ขั้นตอนการวิเคราะห์และประเมินผล (Analysis and Evaluation)

ในขั้นตอนนี้เป็นการประเมิน “ต้นทุน” (Cost) และ “คุณค่าต้นทุน” (Worth) ของแนวคิดที่ได้เสนอมานี้ในขั้นตอนการสร้างสรรค์ความคิดและระดมสมองเพื่อหาแนวคิดที่ทำให้ต้นทุนต่ำที่สุดและยังคงไว้ซึ่งหน้าที่การทำงานหลักของผลิตภัณฑ์ (Rich, 2000: 21-23)

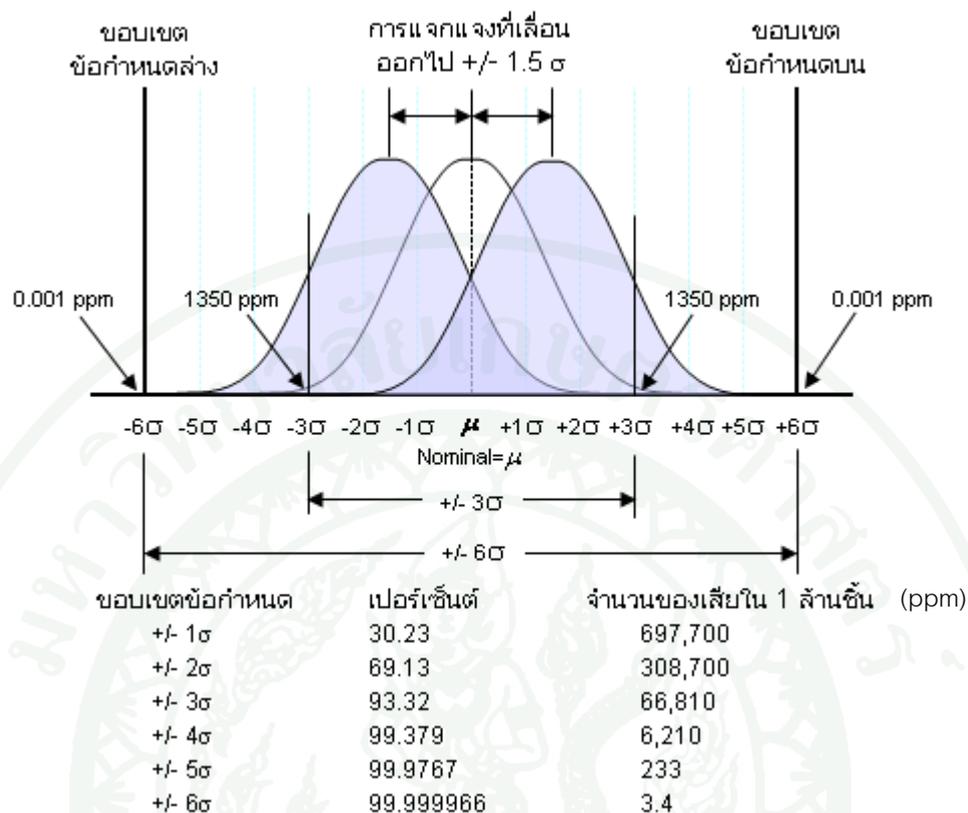
ขั้นตอนการนำไปปฏิบัติ (Implementation)

ขั้นตอนสุดท้ายของการวิเคราะห์วิศวกรรมคุณค่า คือการรายงานผลไปยังทีมผู้บริหารระดับสูงเพื่อให้ได้รับสิทธิ์ในการใช้ผลการวิจัยสร้างเป็นสินค้าใหม่หรือวิธีการใหม่ในการผลิตสินค้า ที่สร้างผลกำไรให้กับองค์กร (Rich, 2000: 23-24)

3. ทฤษฎีซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma)

3.1 ความเป็นมาและหลักการซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma)

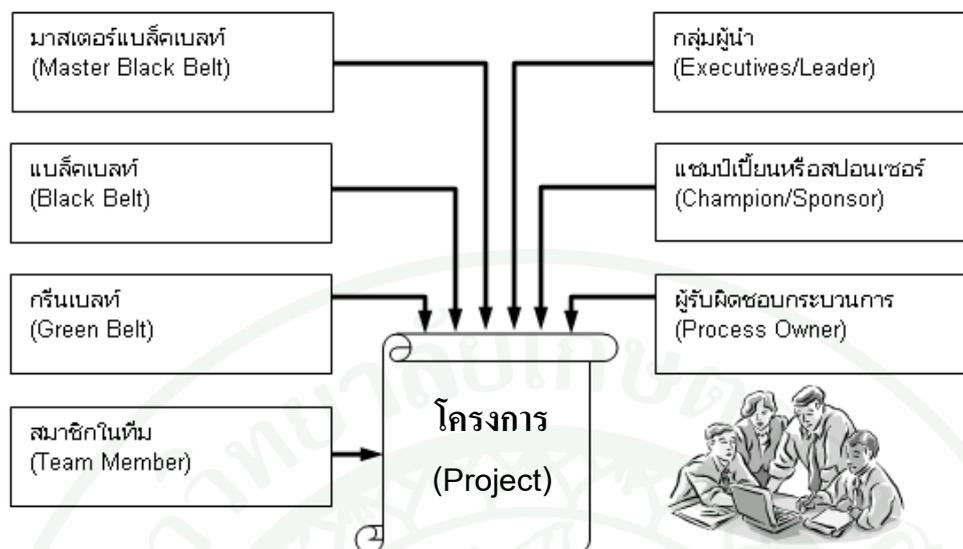
วิธีการซิกซ์ ซิกม่า ได้รับการพัฒนาโดยบริษัทโมโตโรลา จำกัด ซึ่งมี Dr. Mikel Harry เป็นหัวหน้าทีม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการปรับปรุงคุณภาพในระยะยาวสำหรับกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยผ่านการประเมินผลถึงโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง ที่ผ่านการคำนวณดัชนีความสามารถ C_p และ C_{pk} (Folaron and Morgan, 2003: 42) โดยคำว่า ซิกซ์ ซิกม่า มาจากระดับคุณภาพที่สามารถลดความผันแปรในระยะยาวจนทำให้มีโอกาสเกิดข้อบกพร่อง 3.4 ppm ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงคุณภาพระดับซิกซ์ ซิกม่า

3.2 บทบาทและหน้าที่สำคัญในซิกซ์ ซิกม่า

วิทยา และ ก้องเดชา (2545) กล่าวว่าสิ่งสำคัญที่ช่วยสนับสนุนการดำเนินการซิกซ์ ซิกม่า ให้ประสบผลสำเร็จ คือการได้รับความสนับสนุนจากผู้นำในองค์กรและการมีส่วนร่วมของพนักงานทุกระดับ ซึ่งจะเป็นแรงผลักดันให้โครงการซิกซ์ ซิกม่า ดำเนินไปและยังคงอยู่ในองค์กร นี่จึงเป็นเหตุผลที่การหวังผลสำเร็จในระยะยาวของซิกซ์ ซิกม่า ต้องอาศัยการดำเนินงานแบบเต็มเวลาและอาศัยคนที่มิบบทบาทต่าง ๆ ซึ่งสามารถกล่าวได้เลยว่าความสำเร็จและการคงอยู่ต่อไปของโครงการซิกซ์ ซิกม่า ขึ้นอยู่กับบุคคลเหล่านี้เลยทีเดียว บทบาทสำคัญในซิกซ์ ซิกม่า บุคคลที่มีบทบาทสำคัญในการดำเนินโครงการซิกซ์ ซิกม่านั้น นอกจากจะรับผิดชอบงานประจำเดิมอยู่แล้วยังต้องมีบทบาทหน้าที่สำคัญที่เพิ่มขึ้นมาในการดำเนินงานด้านซิกซ์ ซิกม่า และมีชื่อเรียกของบทบาทที่เพิ่มขึ้นมา ซึ่งชื่อเหล่านี้ถูกแต่งตั้งขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญของโมโตโรลาที่หลงใหลในคาราเต้ จึงตั้งชื่อบทบาทในซิกซ์ ซิกม่า คล้ายกับศัพท์ที่ใช้ในคาราเต้ ดังภาพที่ 3 การประสานงานระหว่างบทบาทต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยดังนี้



ภาพที่ 3 การประสานงานระหว่างบทบาทต่าง ๆ กับโครงการ

กลุ่มผู้นำ (Executives/Leader) หน้าที่สำคัญยิ่งอันดับแรกของผู้นำก็คือ การตัดสินใจว่าจะดำเนินโครงการซิกซ์ ซิกม่า หรือไม แล้วเป็นผู้กำหนด สนับสนุนและตั้งขอบเขตการดำเนินการ อภิปราย วางแผน แนะนำและเรียนรู้เพื่อให้เกิดการคิดอย่างซิกซ์ ซิกม่า นอกจากนี้หน้าที่ของกลุ่มผู้บริหารระดับสูงยังประกอบไปด้วย

- กำหนดบทบาทและ โครงสร้างพื้นฐานของการเริ่มต้นการดำเนินการซิกซ์ ซิกม่า
- เลือกโครงการและจัดสรรทรัพยากร
- ทบทวนตรวจสอบความก้าวหน้าของโครงการตามระยะเวลา ช่วยเสนอความคิด

และความช่วยเหลือ

- ใ้การสนับสนุน โครงการซิกซ์ ซิกม่า
- กำหนดผลกระทบของซิกซ์ ซิกม่า ต่อด้านกลางขององค์กร
- ประเมินความก้าวหน้า ระบุถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของความพยายามในการดำเนินงาน
- แบนงปันข้อปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practice) ไปทั่วทั้งองค์กรรวมไปถึงผู้จัดส่ง

วัตถุดิบและลูกค้าอย่างเหมาะสม

- ช่วยจัดสิ่งกีดขวางที่เป็นอุปสรรคต่อการทำงาน
- ประยุกต์ใช้การเรียนรู้เข้ากับรูปแบบการบริหารของตนเอง

แชมป์เปียนหรือสปอนเซอร์ (Champion/Sponsor) คือ ผู้จัดการหรือผู้บริหารที่มีความอาวุโสทำการควบคุมดูแลโครงการปรับปรุงและให้การสนับสนุนแบล็คเบลท์หรือโครงการของทีม เป็นภาระหน้าที่ที่ต้องการความสมดุลเพราะทีมต้องการความอิสระที่จะทำการตัดสินใจด้วยตนเองแต่ก็ยังคงต้องการแนวทางจากผู้นำเพื่อกำหนดทิศทางของงานที่ทำ โดยปกติแล้วแชมป์เปียนหรือสปอนเซอร์มักเป็นสมาชิกของ “Leadership Council” หรือ “Steering Committee” ซึ่งภาระหน้าที่ ดังนี้

- เป็นผู้เลือกโครงการและตรวจสอบสมรรถนะ
- กำหนดและรักษาเป้าหมายของโครงการที่อยู่ภายใต้การดูแลและต้องแน่ใจว่างานที่ทำสอดคล้องกับการจัดความสำคัญในระดับธุรกิจและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์โดยรวม
- ให้อำนาจและรับรองการเปลี่ยนแปลงในทิศทางและขอบเขตของโครงการ
- แจงข่าวสารความคืบหน้าของโครงการต่อทีมผู้นำ
- จัดหาและเจรจาต่อรองทรัพยากรมาสนับสนุนโครงการ
- เป็นตัวแทนของทีมที่จะนำเสนอต่อกลุ่มผู้นำ
- ช่วยจัดสรรงานอย่างเหมาะสม จากทั้งในและนอกทีม
- ทำงานร่วมกับผู้รับผิดชอบกระบวนการเพื่อความราบรื่นในขั้นตอนสรุปโครงการ
- เจรจาความขัดแย้ง การทำงานเหลื่อมซ้อนกันและความเชื่อมโยงกับโครงการซิกซ์ซิกม่า อื่น ๆ

มาสเตอร์แบล็คเบลท์ (Master Black Belt) คือ ผู้ทำหน้าที่เป็นโค้ชดูแลและเป็นที่ปรึกษาให้กับแบล็คเบลท์ เป็นผู้ช่วยในการเป็นผู้อบรม ตรวจสอบและแนะนำ นอกจากนี้ยังช่วยในการเลือกโครงการ และคนในการทำงาน เมื่อมีการเริ่มโครงการซิกซ์ซิกม่า ขึ้นมา จะต้องมีการกำหนดสวนประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็นทั้งหมด การกำหนดและฝกอบรมพนักงานในบทบาทต่าง ๆ ของตัวเอง การเริ่มต้นโครงการและการเก็บรวบรวมข้อมูล โครงการซิกซ์ซิกม่า มีกลไกในตัวเองที่ช่วยให้การริเริ่มดำเนินโครงการนั้นกลายเป็นสู่การคงอยู่ถาวรได้ ด้วยการที่สมาชิกของทีมจะได้รับการสนับสนุน และมีบางคนที่สามารถพัฒนาไปเป็นมาสเตอร์แบล็คเบลท์ได้ ซึ่งมาสเตอร์แบล็คเบลท์จะเป็นผู้เชี่ยวชาญ ด้านเครื่องมือต่าง ๆ ของซิกซ์ซิกม่า และโดยปกติมักจะต้องมีพื้นฐานความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ รวมถึงเทคนิคต่าง ๆ ของซิกซ์ซิกม่า ถือเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าในความสำเร็จด้านเทคนิคและประสบการณ์ เป็นผู้สอน ตรวจสอบและ

เป็นผู้ดำเนินการเปลี่ยนแปลง จนไปถึงการเป็นผู้ฝึกอบรมซิกซ์ ซิกม่า ทำให้มั่นใจได้ว่าแบล็คเบลท์ และทีมงานทำงานไปในทิศทางที่ถูกต้อง

แบล็คเบลท์ (Black Belt) คือ ผู้ทำงานแบบเต็มเวลาให้กับโครงการซิกซ์ ซิกม่า ซึ่งถือได้ว่าเป็นตำแหน่งที่มีบทบาทสำคัญที่สุดหรือถือเป็นกระดูกสันหลังของวัฒนธรรมในซิกซ์ ซิกม่าเลยก็ว่าได้ แบล็คเบลท์มีหน้าที่เป็นผู้นำของทีมและโครงการเป็นผู้ที่ได้รับการเข้าฝึกอบรมจนมีความเชี่ยวชาญในเรื่องเครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ ของซิกซ์ ซิกม่าและอุทิศตนเพื่อคิดถึงการเปลี่ยนแปลง โดยมีเป้าหมายสำคัญคือ การลด/กำจัดข้อบกพร่องของเสียในกระบวนการ แบล็คเบลท์จะเป็นผู้ที่ผลักดันทฤษฎีให้ไปสู่ภาคปฏิบัติ โดยปฏิบัติตามขั้นตอน DMAIC แบล็คเบลท์จะทำงานเคียงข้างทีมในการทำโครงการซิกซ์ ซิกม่า มีความรับผิดชอบเบื้องต้นในการทำให้ทีมเริ่มทำงานสร้างความมั่นใจให้สมาชิกในทีม สังเกตการณ์และเข้าฝึกอบรม บริหารการเปลี่ยนแปลงภายในทีม และผลักดัน โครงการ ไปสู่ความสำเร็จ ซึ่งแบล็คเบลท์จะต้องมีทักษะในหลาย ๆ ด้าน มีความสามารถในการแก้ไขปัญหา ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล ความเข้าใจอย่างเป็นระบบ ความเป็นผู้นำ ประสิทธิภาพในการเป็นโค้ชและมีความเชี่ยวชาญด้านการบริหารโครงการ ทักษะของแบล็คเบลท์ที่จำเป็น

กรีนเบลท์ (Green Belt) คือ ผู้ที่ได้รับการฝึกฝนทักษะของ ซิกซ์ ซิกม่า ซึ่งโดยปกติแล้วจะอยู่ในระดับเดียวกับแบล็คเบลท์ แต่ทำงานแบบไม่เต็มเวลา (Part Time) โดยจะเป็นผู้ช่วยแบล็คเบลท์ ในการประยุกต์ใช้เครื่องมือซิกซ์ ซิกม่า เพื่อตรวจสอบและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในโครงการภายในงานที่ดำเนินอยู่ เป็นปกติประจำวัน ช่วยในการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ การทดสอบการทดลอง หรือนำไปสู่งานสำคัญอื่น ๆ ในโครงการ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ ช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันและถูกนำไปใช้

ผู้รับผิดชอบกระบวนการ (Process Owner) คือ แชมป์เปียนหรือสปอนเซอร์ที่ต้องรับผิดชอบงานตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ แต่จะไม่เข้าไปยุ่งกับทีมที่ทำการปรับปรุงแต่จะคอยดูแลช่วยเหลืออยู่ ขางบน ผู้นำทีม/ผู้นำโครงการ (Project Leader) ความรับผิดชอบหลัก คือ การทำงานและประเมินของโครงการ ส่วนมากผู้นำทีมจะมุ่งความสนใจไปที่การปรับปรุงกระบวนการหรือการออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า การดำเนินการวัดและการบริหารกระบวนการ จะต้องเป็นผู้ที่ประทับประคองโครงการให้มีทิศทางที่ถูกต้อง มีความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้แล้วหน้าที่สำคัญอื่นๆ คือ

- ทบทวนและแจ้งเหตุผลของโครงการให้ชัดเจนกับสปอนเซอร์
- จัดทำและปรับแผนการปฏิบัติงานให้ทันต่อเหตุการณ์
- เลือกที่จะช่วยเหลือลูกทีมที่จำเป็น
- ระบุและจัดหาทรัพยากรและสารสนเทศที่ต้องใช้
- ติดตามโครงการให้เป็นไปตามกำหนดการที่ควรจะเป็น รักษาทิศทางความก้าวหน้าให้ไปถึงเป้าหมาย

หน้าให้ไปถึงเป้าหมาย

- ทำงานร่วมกับผู้จัดการของแต่ละแผนกหรือผู้รับผิดชอบกระบวนการนั้น ๆ
- จัดทำเอกสารผลการทำงานและนำเสนอโครงการ

สมาชิกในทีม (Team Member) ทีมจะเป็นตัวผลักดันโครงการให้ดำเนินไป สมาชิกของทีมเป็นผู้ที่ใช้ความคิดและลงมือทำอยู่เบื้องหลังการวัด การวิเคราะห์และการปรับปรุงกระบวนการ สมาชิกของทีมยังเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้โครงการ ชิกซ์ ซิกม่า มีความแข็งแกร่ง

หน้าที่/ตำแหน่งสำคัญในชิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma) นอกจากจะต้องมีบทบาทที่เพิ่มขึ้นมาใหม่ดังที่กล่าวไปแล้วนั้น การดำเนินโครงการ ชิกซ์ ซิกม่า จะต้องมีการตั้งทีมในการดำเนินโครงการในเรื่องที่เลือกมา จำนวนสมาชิกที่เหมาะสมในการจัดตั้งทีมในการดำเนินงานนั้นคือ 5-6 คน แต่ทั้งนี้ก็แล้วแต่ความเหมาะสมของขนาดองค์กรด้วย ซึ่งการตั้งทีมขึ้นมาดำเนินโครงการ ชิกซ์ ซิกม่า จึงทำให้เกิดตำแหน่งหรือหน้าที่ความรับผิดชอบขึ้นมา ได้แก่ โค้ชชิกซ์ ซิกม่า, ผู้รับผิดชอบกระบวนการ (Process Owner), ผู้นำทีม/ผู้นำโครงการ (Project Leader) และสมาชิกในทีม (Team Member)

โค้ชชิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma Coach) เป็นผู้เตรียมคำแนะนำและความช่วยเหลือทีมที่ทำหน้าที่ปรับปรุงงานของโค้ชเริ่มตั้งแต่ด้านสถิติไปจนถึงการบริหาร รวมถึงกลยุทธ์ในการออกแบบกระบวนการ โค้ชจะเป็นผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคและมีประสบการณ์ในระดับธุรกิจ การกำหนดบทบาทและการแก้ปัญหาในระดับที่ซับซ้อน นอกจากความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคแล้ว โค้ชยังมีหน้าที่ ดังนี้

- การสื่อสารระหว่างสปอนเซอร์ของโครงการและกลุ่มผู้นำ
- จัดทำตารางกำหนดการของโครงการ

- จัดการกับการต่อต้านและการขาดการประสานงานของคนในองค์กร
- ประเมินศักยภาพและพิสูจน์ผลลัพธ์ที่ได้
- แก้ไขปัญหาความขัดแย้งและอคติของสมาชิกในทีม
- รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลของกิจกรรมของทีม

3.3 ขั้นตอนในการจัดทำซิกซ์ ซิกม่า

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของตัวแบบ ซิกซ์ ซิกม่า ในระยะแรก Harry และ Lawson แห่ง โมโตโรลา ได้เสนอแนวทางแก้ปัญหาโดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ๆ

- การนิยามพารามิเตอร์ของผลิตภัณฑ์ (D-define)
- การวิเคราะห์พารามิเตอร์ของผลิตภัณฑ์ (A-analyze)
- การหาความเหมาะสมของพารามิเตอร์ของผลิตภัณฑ์ (O-optimization)
- การควบคุมค่าพารามิเตอร์ของผลิตภัณฑ์ (C-control)

ในเวลาต่อมาบริษัท IBM ได้ทำการจำแนกนิยาม (D) ออกเป็น “D – Define” เพื่อสร้างความมั่นใจว่าปัญหาได้ถูกนิยามอย่างถูกต้องตั้งแต่เริ่มแรก และ “M – Measure” สำหรับการกำหนดหัวข้อปัญหา (Folaron and Morgan, 2003: 42) และ “Harry” ได้แบ่งขั้นตอนการหาความเหมาะสมของพารามิเตอร์ (O) เป็นขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพ (I) ดังนั้น กระบวนการแก้ปัญหาแบบซิกซ์ ซิกม่า จึงได้รับการพิจารณาออกเป็น 5 ขั้นตอนดังปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนและหน้าที่ดังนี้

- ขั้นตอนการนิยาม (D-Define) ในขั้นตอนแรกของกระบวนการแก้ปัญหาแบบ ซิกซ์ ซิกม่า เป็นการกำหนดปัญหาทางธุรกิจโดยการใช้แนวความคิดของการมองภาพองค์รวม ในการนิยามปัญหาจากตัววัด แล้วมองปัญหาในภาพองค์รวมโดยอาศัยตัววัดทางธุรกิจ เพื่อกำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไขโดยอาศัยตัววัดของโครงการ และเมื่อได้ปัญหาแล้วจะดำเนินการกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากการเทียบเคียงเชิงแข่งขันและผลงานที่เคยทำได้ดีที่สุดในอดีต เพื่อการตัดสินใจบนพื้นฐานของระดับคุณภาพที่สามารถทำได้ในสภาพปัจจุบัน

- ขั้นตอนการวัด (M-Measure) ในขั้นตอนนี้จะเริ่มจากการกำหนดระบบการวัดหรือ เกจ เพื่อป้องกันผลิตภัณฑ์บกพร่องไม่ให้ออกไปถึงลูกค้า จากนั้นทำการทวนสอบความผันแปรจาก

ระบบการวัดว่ามาจากแหล่งใดเพื่อการกำจัดหรือลดความผันแปรดังกล่าว และอาจเรียกกระบวนการนี้ว่า การวิเคราะห์ระบบการวัด จากนั้นทำการเลือกพารามิเตอร์ที่คาดว่าจะน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหา ผ่านการวิเคราะห์หน้าที่กระบวนการ

- ขั้นตอนการวิเคราะห์ (A-Analyze) เมื่อทราบถึงพารามิเตอร์ที่คาดว่าจะน่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาแล้ว ในขั้นตอนนี้จะดำเนินการพิสูจน์ว่าสาเหตุดังกล่าวเป็นสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา โดยการพิสูจน์สามารถใช้ได้ทั้งวิธีอุปนัย (inductive) และวิธีการนิรนัย (deductive) ซึ่งจากการดำเนินงานในขั้นตอนนี้ จะทำให้เข้าใจกระบวนการมากขึ้นและมาตรฐานการทำงานต่าง ๆ จะถูกทบทวนและปรับปรุงใหม่ ตัวแปรต่าง ๆ จะถูกกำหนดและศึกษาและทำให้ทราบวาปัจจัยใดที่มีผล ต่อตัวแปรตอบสนองของกระบวนการอย่างมาก ซึ่งจะเป็ปัจจัยที่เหมาะสมที่จะนำไปทำการแก้ไขต่อไป

- ขั้นตอนการปรับปรุง (I-Improve) เมื่อทราบถึงพารามิเตอร์ของกระบวนการที่เป็นสาเหตุแท้จริงของปัญหาแล้ว ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนในการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของพารามิเตอร์ โดยคำนึงถึงเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันรวมถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ของกระบวนการ โดยเป็นการออกแบบและทำการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ที่แท้จริงระหว่างตัวแปรตอบสนองของกระบวนการกับปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อตัวแปรตอบสนองของกระบวนการนั้น ๆ และหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละปัจจัยที่จะทำให้ได้ค่าตัวแปรตอบสนองของกระบวนการที่ดีที่สุด

- ขั้นตอนการควบคุม (C-Control) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนในการควบคุมกระบวนการด้วยการออกแบบหรือหาวิธีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ เพื่อให้พนักงานสามารถควบคุมได้ด้วยตนเองแล้วทำการประเมินความสามารถของกระบวนการผลิตอีกครั้ง เพื่อความหลังจากปรับปรุงแล้วสามารถทำได้ตามเป้าหมายหรือไม่ หากความสามารถของกระบวนการยังไม่ดี ก็จะต้องย้อนกลับไปทำตามขั้นตอนก่อนหน้านี้อีกครั้ง นอกจากนี้แล้วจะต้องมีการประเมินผลการดำเนินงาน โดยวัดจากระดับคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงไป และประเมินความสามารถในการลดต้นทุน หรือความพึงพอใจของลูกค้าที่เปลี่ยนไปหลังการปรับปรุงกระบวนการ

3.4 ขั้นตอนในการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยซิกซ์ ซิกม่า (Design for Six Sigma)

ขั้นตอนการออกแบบของตัวแบบ ซิกซ์ ซิกม่า เป็นการประยุกต์แนวความคิดวางแผนคุณภาพและการกำหนดเป้าหมายเชิงคุณภาพเพื่อที่จะสนองตอบความต้องการของลูกค้าในด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการออกแบบของตัวแบบซิกซ์ ซิกม่า เป็นเครื่องมือและแนวทางหนึ่งของ ซิกซ์ ซิกม่าที่สนับสนุนกลยุทธ์การพัฒนานวัตกรรมขององค์กรในช่วงการ ออกแบบผลิตภัณฑ์หรือบริการรูปแบบใหม่ ซึ่งกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์จะถูกบูรณาการกับแนวทาง ซิกซ์ ซิกม่าให้สอดคล้องกับข้อกำหนดทางวิศวกรรมและกลยุทธ์ธุรกิจที่มุ่งตอบสนองความต้องการของตลาด องค์กรส่วนใหญ่จะเริ่มโครงการปรับปรุงด้วยแนวทางซิกซ์ ซิกม่าตามกระบวนการ DMAIC ที่มุ่งปรับปรุงกระบวนการให้สอดคล้องกับระดับความสามารถกระบวนการ (Process Capability)

เป้าหมายหลักของการพัฒนานวัตกรรมตามกระบวนการซิกซ์ ซิกม่าเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความต้องการลูกค้า โดยเป้าหมายดังกล่าวสามารถบรรลุได้จะต้องศึกษาความคาดหวังของลูกค้าและสมรรถนะหรือความสามารถกระบวนการขององค์กร ผลผลิตจากกระบวนการดังกล่าว เรียกว่า “Six Sigma Product” สำหรับการพัฒนานวัตกรรมตามกระบวนการออกแบบของตัวแบบ ซิกซ์ ซิกม่า (DFSS) ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

- กำหนดเป้าหมาย (D-Define) เป็นช่วงที่มีการกำหนดแนวคิด เป้าหมาย และรายละเอียดโครงการ ซึ่งมีความร่วมมือระหว่างฝ่ายบริหารกับทีมงานข้ามสายงานและทีมออกแบบ โดยทีมงานบริหารมีบทบาทกำหนดปัญหาจากการออกแบบเพื่อระบุว่าอะไรบ้างที่ควรปรับปรุงหรือออกแบบใหม่และเสนอให้ “Black Belt” เป็นผู้นำการดำเนินโครงการออกแบบ ซึ่งโครงการที่ถูกรับรองจะต้องสอดคล้องกับกลยุทธ์องค์กร ประกอบไปด้วย การสำรวจลูกค้า การสำรวจตลาด การประเมินเทคโนโลยี โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ SWOT และกระบวนการนวัตกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic Innovation Process หรือ SIP) ผลลัพธ์การดำเนินการช่วงนี้ คือ แนวโน้มการตลาด, แนวคิดออกแบบผลิตภัณฑ์หรือการให้บริการ, การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนและความเสี่ยง, แผนงานดำเนินโครงการ ประกอบด้วย แนวคิดผลิตภัณฑ์, ขอบเขตโครงการ, หัวข้อรายละเอียดการดำเนินโครงการตามช่วงเวลา, จัดสรรทรัพยากรและงบประมาณ โดยแผนงานจะถูกทบทวนและอนุมัติจากทีมงานวิจัยพัฒนาร่วมกับฝ่ายบริหาร

- การวัด (M-Measure) ช่วงนี้มีการประเมินศักยภาพตลาดทั้งในด้านความต้องการและความสามารถในการแข่งขัน โดยจำแนกกลุ่มลูกค้าหลักและระบุปัจจัยหลักทางคุณภาพ (Critical-to-Quality :CTQ) เพื่อสร้างความแตกต่างผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองตามกลุ่มลูกค้า โดยทีมงานจะเริ่มจากการประเมินตลาดและจำแนกส่วนลูกค้า (Customer Segmentation) หรือเสียงของลูกค้า (Voice of the Customer) รวมทั้งวิเคราะห์การแข่งขัน โดยทั่วไปการประเมินจะดำเนินการเสร็จสิ้นจากฝ่ายการตลาด ซึ่งถูกทบทวนด้วยทีมงานออกแบบ เพื่อวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของความต้องการลูกค้าที่ถูกแปลงเป็นความต้องการหลักของลูกค้าและสามารถวัดผลได้ตามมุมมองการออกแบบ (Design Perspective) ส่วนเครื่องมือสนับสนุนการดำเนินการช่วงนี้คือ การกระจายหน้าที่ทางคุณภาพ, การวิเคราะห์คาโน, การบริหารความสัมพันธ์ลูกค้า (CRM), การวิเคราะห์ส่วนลูกค้า, การวิเคราะห์ความต้องการลูกค้าสำหรับผลการศึกษาดูแลจะถูกนำมาจัดทำเอกสารและกำหนด CTQ โดยการออกแบบขั้นสุดท้ายให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดเพื่อจัดทำข้อกำหนดทางเทคนิคและเมื่อทีมงานได้ลำดับความสำคัญแต่ละ CTQ แล้วก็จะดำเนินการประเมินสมรรถนะ (Baseline Performance) ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต ด้วยความสามารถกระบวนการและระดับซิกมา ของกระบวนการรวมถึงการวิเคราะห์ระบบการวัดผล (Measurement System Analysis หรือ MSA) เพื่อสร้างความเชื่อมั่นระบบจัดเก็บข้อมูลและประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ผลกระทบรูปแบบความเสียหาย (Failure Mode & Effect Analysis หรือ FMEA) นอกจากนี้ทีมงานพัฒนาผลิตภัณฑ์อาจใช้การเทียบเคียงกับคู่แข่งเพื่อวิเคราะห์จุดอ่อน-จุดแข็งของสมรรถนะการออกแบบปัจจุบันซึ่งแสดงด้วยช่องว่าง (Gap) หรือเป้าหมายที่ทีมงานจะต้องดำเนินการปรับปรุงให้สามารถแข่งขันได้ในตลาด

- วิเคราะห์ (Analyze) ช่วงนี้จะมีการแปลงแนวคิดผลิตภัณฑ์ (Product Concept) เข้าสู่กระบวนการออกแบบระดับสูง (High-Level Design) จากทางเลือกต่าง ๆ เพื่อระบุรายละเอียดการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมและประเมินความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เช่น ความเสี่ยงจากความเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ความเสี่ยงทางธุรกิจ เป็นต้น โดยทีมงานจะเริ่มดำเนินการด้วยการวิเคราะห์หน้าที่การใช้งานแต่ละ CTQ ที่จัดทำในช่วงนี้จะถูกใช้ระบุเกณฑ์ประเมิน (Evaluation Criteria) เทคนิคและเครื่องมือสนับสนุนช่วงนี้ ประกอบด้วยเทคนิคระบบวิเคราะห์หน้าที่การใช้งาน (Function Analysis System Technique หรือ FAST), ทฤษฎีการแก้ปัญหาแบบสร้างสรรค์ (TRIZ), การวิเคราะห์ผลกระทบรูปแบบความเสียหายของระบบ, การกระจายหน้าที่ทางคุณภาพ และคอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบ (CAD) ผลลัพธ์ช่วงนี้คือ การออกแบบผลิตภัณฑ์ระดับสูง (Product High-Level Design) โดยรวมถึงรายละเอียดทาง

วิศวกรรม แผนพัฒนาการตลาด และการบริหารโครงการ

- ออกแบบ (D-Design) โดยระบุรายละเอียดผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับหน้าที่การใช้งานด้วยการใช้พารามิเตอร์การออกแบบ ที่ระบุไว้ในช่วงวิเคราะห์หรือการออกแบบระดับสูงเพื่อใช้ออกแบบพิคัดเพื่อ (Tolerance Design) ที่มุ่งลดความผันแปรและความสูญเสียทางคุณภาพ (Quality Loss) รวมทั้งประเมินประสิทธิภาพกระบวนการและดัชนีความสามารถกระบวนการ นอกจากนี้ยังจัดทำแผนควบคุมซึ่งเป็นการจัดเตรียมก่อนเข้าสู่การผลิต โดยใช้เทคนิคและเครื่องมือสนับสนุนช่วงการออกแบบ สำหรับผลิตภัณฑ์การดำเนินการช่วงนี้ คือ รายละเอียดการออกแบบทางวิศวกรรม, ผลการทดสอบต้นแบบผลิตภัณฑ์เพื่อทดสอบแบบเบต้า (Beta Testing), แผนการออกตัวผลิตภัณฑ์ (New Product Launch Plan), แผนภาพเมตริกซ์การกระจายหน้าที่ทางคุณภาพ

- การยืนยัน (V-Verify/Validate) เพื่อสร้างความเชื่อมั่นว่าการออกแบบใหม่มีความเป็นไปได้ในช่วงการผลิต โดยใช้ผลิตภัณฑ์ช่วงทดสอบเพื่อยืนยันการออกแบบ ประกอบด้วย การทดสอบการใช้งานและทดสอบเพื่อยืนยันหรือทวนสอบการผลิต (Manufacturing rification Test) ด้วยเครื่องมือสำคัญคือ วิเคราะห์ผลกระทบรูปแบบความเสียหายระดับกระบวนการ (FMEA–Process Leวิศวกรรมคุณค่า), เทคนิคป้องกันความผิดพลาด (Poka-Yoke), วิเคราะห์ระบบการวัด (MSA), การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (SPC), วิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ, กิจกรรมหลักช่วงนี้จะมีการบันทึกเพื่อจัดทำเอกสารรายละเอียดการออกแบบและแผนควบคุมกระบวนการ โดยรายละเอียดครอบคลุมถึงขอบเขตพิคัดเพื่อและการควบคุมด้วยมาตรฐานวิธีปฏิบัติงาน (Standard of Procedure) อย่างเช่น วิธีการทดสอบ, เกณฑ์การยอมรับ, นอกจากนี้ยังมีการฝึกอบรมและรายงานสรุปผลการดำเนินโครงการเพื่อดำเนินการปิดโครงการ DFSS

3.5 เครื่องมือที่สำคัญสำหรับซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma Tools)

ซิกซ์ ซิกม่าจำเป็นจะต้องอาศัยการคิดอย่างเป็นระบบ (Systematic Thinking) ตัดสินใจบนพื้นฐานข้อมูลที่ต้องการและ เชื่อถือได้ โดยที่ข้อมูลเหล่านี้จะอยู่ในรูปของ สารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information) ที่เป็นประโยชน์ในการตัดสินใจทั้งด้วยวิธีทางตรรกะหรือทางสถิติสำหรับเครื่องมือที่สำคัญและ จำเป็นมีอยู่จำนวนมาก ทีมงานสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานวิจัยนั้น ๆ ในที่นี้จะขอแนะนำเสนอเครื่องมือที่เห็นว่าจำเป็นในการทำวิจัยนี้ดังต่อไปนี้

- การระดมสมอง (Brainstorming) จุดเริ่มต้นของการทำกิจกรรมซิกซ์ ซิกม่า มักจะเริ่มจากการระดมสมองหรือ การสร้างให้เกิดแนวความคิด วัตถุประสงค์พื้นฐานของการระดมสมอง คือ การทำรายการทางเลือกของงานหรือทางแก้ไขตามปกติ คือ จะเป็นการย่อรายการที่ตอนแรกจัดทำไว้ยาวมาก เช่น ทีมอาจระดมสมองว่าลูกค้าแบบใดที่ พวกเขาจะทำการสัมภาษณ์ หรือคำถามใดที่จะใช้ถามต่อมาทีมอาจใช้การระดมสมองอีกครั้งเพื่อเขียนรายการมาตรการที่เป็นไปได้ ผลที่จะตามมาจะได้แนวทางแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ปัญหาของการทำการระดมสมอง คือ ทุกคนมักจะคิดว่าทุกคนแสดงความคิดเห็นได้เป็นอย่างดี ในความเป็นจริงแล้วการทำการระดมสมองนั้นจำเป็นต้องมีการทำงานและมีวินัยเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการทำอย่างแท้จริง

- แผนผังความสัมพันธ์ (Affinity Diagramming) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการระดมความคิดถึงเรื่องหัวข้อปัญหาใด ๆ อันหนึ่งอย่างอิสระความคิดต่าง ๆ จะถูกเขียนลงบนแผ่นกระดาษเล็ก ๆ แล้วจับมาเรียงรวบรวมใหม่ให้เป็นหมวดหมู่ เพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงความหมายที่มีอยู่ร่วมกัน หรือการมีความสัมพันธ์กันเป็นหมวดหมู่ หรือเรื่องราวเดียวกัน ดังเช่นความหมายของคำว่า “Affinity” ที่แปลว่า Natural Liking

- ตารางเมตริกซ์ของมูลเหตุและผลที่เกิดขึ้น (Cause and Effect Matrix) เป็นวิธีการระดมสมองอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้ในการจัดเรียงรายการของสาเหตุ (Causes) ตามลำดับที่ต้องการจะเน้น ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักจะวัดเรียงไปตามลำดับความสำคัญที่จะมีผลต่อผลผลิตที่จะเกิดขึ้นซึ่งตารางเมตริกซ์ของมูลเหตุและผล ทำโดยผลลัพธ์ที่ต้องการอยู่แถวบน ตัวเลขที่สูงจะแสดงถึงความสำคัญที่มาก ในแต่ละแถวจะแสดงตัวแปรจากผังกระบวนการ หรือสาเหตุจากแผนภูมิแกงปลา ส่วนจุดตัดของแต่ละแถวกับแต่ละคอลัมน์ จะใช้สำหรับป้อนค่าระดับความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อยู่ในแถว (นอน) และคอลัมน์ ถ้าหากมีความสัมพันธ์กันมาก ผู้นำนักที่ให้นี้ก็จะมีค่าสูงขึ้น อาทิเช่น

- 0 = ไม่มีความสัมพันธ์
- 1 = มีความสัมพันธ์น้อย
- 3 = มีความสัมพันธ์ปานกลาง
- 9 = มีความสัมพันธ์สูง

จำนวนค่าของความสัมพันธ์ที่ป้อน (0, 1, 3 หรือ 9) ในแต่ละช่องตามแถวบน เมื่อนำมาคูณกับค่าความสำคัญในแถวบน รวมผลคูณที่ได้ไว้ในช่องขวามือสุด ก็จะเป็นการบ่งบอกถึงความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อผลผลิต ค่าที่มีคะแนนในระดับสูงสุด จะเป็นตัวแปรหลักที่จะนำเข้าสู่กระบวนการผลิต (KPIVs) ดังภาพที่ 4

ตารางเมตริกซ์ของมูลเหตุและผลที่เกิดขึ้น (Cause and Effect Matrix)								
สาเหตุ (causes) KPIVs		ผลกระทบ (Effect) KPOVs					Total	
		1 Connection Resistance	2 Components Aligned	3 Correct Components	4 Contam.-free PCB	5 Solder Joint Reliability		
		Customer Priority						
Process Step	Process Input	6	7	9	5	8		
1	Clean and Reg. Mask	Alignment Features	0	3	0	0	0	21
2		Alignment Method	0	9	0	0	0	63
3								
4	Register PCB	Alignment Features	0	3	0	0	0	21
5		Alignment Method	0	9	0	0	0	63
6								
7	Print Solder Paste	Paste Viscosity	3	0	0	3	9	105
8		Room Humidity	1	0	0	0	1	14
9		Squeegee Material	1	0	0	0	1	14
10		Squeegee Speed	3	0	0	0	9	90
11		Screen Cleanliness	3	0	0	2	3	52
12		Screen Registration	0	3	0	0	0	21
13		PCB Registration	0	9	0	0	0	63

ภาพที่ 4 ตัวอย่างตารางเมตริกซ์ของมูลเหตุและผลที่เกิดขึ้น (Cause and Effect Matrix)

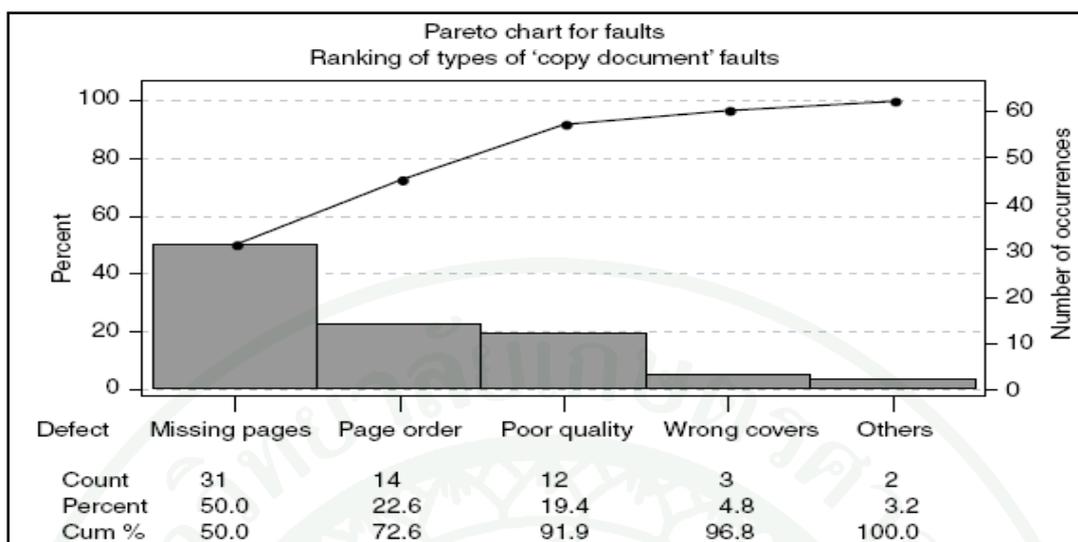
- การนิยามวิธีการปฏิบัติการ (Operational Definition) คือ การกำหนดคำอธิบายที่ชัดเจนอย่างละเอียดและสามารถเข้าใจได้ของวิธีการที่จะตีความข้อมูลหรือเหตุการณ์ในกระบวนการทำให้สามารถรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องตรงกันและไม่จบการทำงานลงด้วยการเปรียบเทียบ สิ่งที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ในการวัดเวลาที่ใช้ในการรอในสายการผลิตการนิยามวิธีการปฏิบัติการจะบอกได้อย่างถูกต้องว่าเมื่อใดที่จะเริ่มหรือหยุดนาฬิกา ดังนั้นจึงทำให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายชัดเจนไม่คลุมเครือ

- วิธีการฟังเสียงของลูกค้า (Voice of Customer) คือเมื่อมีลูกค้าเป็นจุดรวมของกิจกรรม และวัตถุประสงค์ของ ซิกซ์ ซิกม่าเทคนิคต่าง ๆ ในแง่มุมที่กว้างขวาง ทำให้องค์กรสามารถรวบรวมปัจจัยนำเข้าของลูกค้าภายนอกสามารถประเมินและจัดลำดับความสำคัญของความต้องการ และจัดหาข้อมูลตอบรับกลับมาสู่องค์กรที่ต่อเนื่อง เครื่องมือแบบเสียงของลูกค้าจะ

รวมถึงกลุ่มตัวอย่างหลาย ๆ กลุ่ม วิธีการทำการวิจัยการตลาดที่ซับซ้อน แนวความคิดในการวิเคราะห์ความต้องการและเทคโนโลยีที่ใหม่กว่า เช่น คลังเก็บข้อมูล (Data Ware-House) และ ดาต้าไมนิง (Data Mining)

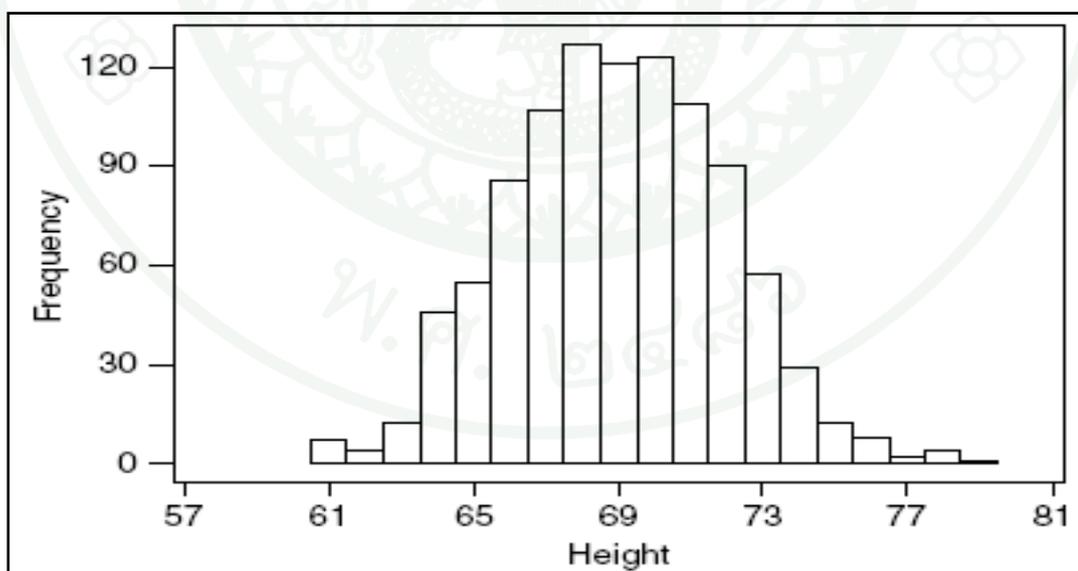
- การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis) ขั้นตอนนี้ถือเป็นขั้นตอนที่ใหญ่ครอบคลุมวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อให้มั่นใจว่าการวัดนั้นมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ เราได้ตั้งข้อสังเกตไว้ว่าการวัด โดยตัวของมันเองสามารถเป็นเหตุของประเด็นต่าง ๆ ในกระบวนการ วิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement Systems Analysis: MSA) จะช่วยในการบ่งชี้และขจัดปัญหาในการวัด เช่น วิธีการแบบการวิเคราะห์ระบบการวัด วิธีการหนึ่งเรียกว่าการวัดความสามารถในการทำซ้ำและความสามารถในการผลิตซ้ำ หรือเรียกว่าเกจอาร์แอนด์อาร์ (Gage R&R) วิธีการแบบการวิเคราะห์ระบบการวัดวิธีนี้ ช่วยในการวัดความมีประสิทธิภาพของเครื่องวัดหรือไม้บรรทัดและเครื่องมือในการวัดแบบอื่น ๆ การตรวจสอบ ผู้ที่ทำการวัดถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของวิธีการแบบการวิเคราะห์ระบบ ๆ การวัดด้วย (กิตติศักดิ์, 2542)

- แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) พาเรโตเป็นแผนภูมิแท่งที่มีลักษณะพิเศษสามารถแบ่งกลุ่มโดยแยกตามประเภทและมีการเปรียบเทียบข้อมูลจากส่วนที่มากที่สุดไปยังส่วนที่น้อยที่สุด ส่วนมากจะใช้ในการมองให้เห็นถึงส่วนที่ใหญ่ที่สุดของปัญหาหรือในส่วนของประเภทข้อบกพร่องแผนภูมิพาเรโต ดังภาพที่ 2-8 จะช่วยในการแสดงให้เห็นว่าประเด็นหรือปัญหาเพียงไม่กี่อย่าง อาจจะก่อให้เกิดผลกระทบที่มากที่สุด ทำให้สามารถที่จะมุ่งเน้น โครงการและแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่อยู่ในส่วนเล็กน้อยแต่เป็นประเด็นที่มีผลกระทบที่มากที่สุด แผนภูมิพาเรโตจะใช้หลักการที่เรียกว่า กฎ 80-20 คือ 80% ของปัญหาทั้งหมด จะเกิดขึ้นมาจากสาเหตุเพียงเล็กน้อย คือ 20% จากสาเหตุทั้งหมด ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ตัวอย่างแผนภูมิพารेटอ

ฮิสโตแกรมหรือกราฟความถี่ (Histogram/Frequency Plot) เป็น อีกประเภทหนึ่งของกราฟแท่ง แสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวหรือความแตกต่างของข้อมูลโดยดูเป็นช่วง ๆ และช่วงเหล่านี้อาจจะแบ่งตามอายุ ขนาด ราคา ระยะเวลา น้ำหนักหรืออื่น ๆ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ตัวอย่างแผนภูมิฮิสโตแกรม

- การทดสอบสมมติฐาน (Test of Hypothesis) การทดสอบสมมติฐานคือการนำค่าทางสถิติที่คำนวณได้มาประยุกต์ใช้ช่วยในการพิจารณาตัดสินใจเลือกทางเลือก หรือหาข้อสรุปในกรณีที่มีปัญหาที่ต้องทำการตัดสินใจ เพื่อใช้ในการยืนยันความเชื่ออย่างใดอย่างหนึ่งสามารถดำเนินการโดยใช้ตัวแบบการตัดสินใจที่เรียกว่า การทดสอบสมมติฐาน โดยผู้ทำการทดลองจะทำการตั้งสมมติฐาน โดยอาจจะใช้ประสบการณ์ในอดีต จากทฤษฎีตัวแบบของกระบวนการที่ทำการศึกษา หรือพิจารณาจากข้อกำหนดเฉพาะทางวิศวกรรม โดยสมมติฐานที่จะทำการทดสอบ อาจจะเป็นแบบสองด้านหรือด้านเดียว (กิตติศักดิ์, 2540)

การกำหนด H_0 สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis): ใช้ตัวย่อว่า H_0 โดยทั่วไป H_0 จะเป็นการระบุถึง การไม่มีผล หรือ ไม่มีความแตกต่าง หรือ เหมือนเดิม จะปฏิเสธ หรือ ไม่สามารถปฏิเสธ H_0 นั้น ขึ้นกับหลักฐานทางสถิติที่ได้มา

การกำหนด H_1 สมมติฐานอื่น (Alternative Hypothesis): ใช้ตัวย่อว่า H_1 เป็นการพูดถึงพารามิเตอร์ของประชากรที่เราสงสัยว่า “น่าจะเป็นจริง” หรือ คิดว่าน่าจะเป็นอย่างนี้

ตารางที่ 1 สถิติที่ใช้สำหรับการทดสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ทดสอบ	H_0	H_1
t-Test		
1. ทดสอบความแปรปรวนของ P	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$	$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$
2. ทดสอบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม P	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 \neq \mu_2, \mu_1 > \mu_2, \mu_1 < \mu_2$
Paired t-Test		
ทดสอบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม P	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 \neq \mu_2, \mu_1 > \mu_2, \mu_1 < \mu_2$
One-way ANOVA		
1. ทดสอบความแปรปรวนของ P	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$	$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$
2. ทดสอบความแปรปรวนของ P_1 กับ P_2	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 \neq \mu_2, \mu_1 > \mu_2, \mu_1 < \mu_2$
3. ทดสอบความแปรปรวนของ P_1 กับ P_3	$\mu_1 = \mu_3$	$\mu_1 \neq \mu_3, \mu_1 > \mu_3, \mu_1 < \mu_3$

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สถิติที่ใช้ทดสอบ	H_0	H_1
4. ทดสอบความแปรปรวนของ P_2 กับ P_4	$\mu_2 = \mu_4$	$\mu_2 \neq \mu_4, \mu_2 > \mu_4, \mu_2 < \mu_4$
Correlation		
ทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปร	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 \neq \mu_2, \mu_1 > \mu_2, \mu_1 < \mu_2$
Regression		
ทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปร	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 \neq \mu_2, \mu_1 > \mu_2, \mu_1 < \mu_2$

ขั้นแรกของการทดสอบสมมติฐานจะต้องกำหนดค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ I (α) การออกแบบการทดลองควรให้ค่าความเสี่ยง β มีค่าต่ำตามที่กำหนด จากนั้นดำเนินการทดลองและทำการตัดสินใจตามที่ได้กำหนดไว้ คือ หากค่าของตัวสถิติ หรือข้อมูลอยู่ในช่วงการยอมรับสมมติฐานอันเป็นผลเนื่องมาจากความผันแปรที่เกิดจากสาเหตุด้านรีโพรดิวซิเบิลของการทดลอง ให้ทำการยอมรับสมมติฐาน แต่ถ้าหากค่าของตัวสถิติอยู่บริเวณแห่งการปฏิเสธ ให้ทำการปฏิเสธสมมติฐานและการยืนยันว่า สมมติฐานที่กำหนดไว้ไม่ถูกต้อง ดังตารางที่ 1

- การควบคุมกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control) โดยแผนภูมิควบคุม (Control Chart) ซึ่งการควบคุมกระบวนการทางสถิติ เป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ใช้สังเกตความผันแปรและใช้สัญญาณทางสถิติในการเฝ้าพิทักษ์ หรือปรับปรุงสมรรถนะของกระบวนการ แผนภูมิควบคุม (Control Plan) เป็นแผนภูมิที่เขียนขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลจากข้อมูลเชิงเทคนิค หรือสเปค (Specification) ที่สามารถระบุคุณสมบัติทางคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งของชิ้นงาน ทั้งนี้เพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการติดตามผลงานของกระบวนการผลิต โดยที่องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุมประกอบด้วย

- ตัวข้อมูลที่เกิดจากการวัดหรือจากการนับ
- เส้นค่ากลาง (Central Line, CL)
- เส้นแสดงขอบเขตควบคุมสูง (Upper Control Limit - UCL)
- เส้นแสดงขอบเขตควบคุมต่ำ (Lower Control Limit - LCL)

แผนภูมิควบคุมแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามคุณสมบัติของตัวแปรที่ใช้เขียนแผนภูมิคือ แผนภูมิชนิดข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่อง หรือเป็นข้อมูลที่เกิดจากการวัด และแผนภูมิชนิดข้อมูลที่มีค่าไม่ต่อเนื่อง หรือเป็นข้อมูลที่เกิดจากการนับดังแสดงในตารางที่ 2 ชนิดของแผนภูมิควบคุม (Control Chart)

ตารางที่ 2 ชนิดของแผนภูมิควบคุม (Control Chart)

ชนิดของข้อมูล	ชื่อแผนภูมิที่ใช้	
ข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่อง	X-R Chart	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย
	X-R Chart	แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ข้อมูลที่มีค่าไม่ต่อเนื่อง	pn Chart	แผนภูมิควบคุมจำนวนที่เป็นของเสีย
	p Chart	แผนภูมิควบคุมจำนวนที่เป็นของเสีย
	c Chart	แผนภูมิควบคุมจำนวนตำหนิ
	u Chart	แผนภูมิควบคุมตำหนิต่อชิ้น

4. การวัดผลของการผสมผสาน วิศวกรรมคุณค่า และซิกซ์ ซิกม่า ในอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์

จากทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) และทฤษฎีซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma) เราสามารถใช้การลดต้นทุน, การคงไว้ซึ่งหน้าที่หลัก และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นตัวชี้วัด

5. ผลงานวิจัย บทความ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จุฬากาญจน์ และ อิศรา (2551) ประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตเทียนหอมโดยนำเอาเศษเทียนและสีที่เหลือใช้จากกระบวนการนำมาทำการ

หลอมรวมใช้ใหม่ที่อัตราส่วน 5% นอกจากนี้ในกรณีที่มีการสั่งผลิตสินค้าเข้ามามาก หรือพนักงานไม่เพียงพอได้มีการเสนอแนะให้ปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตจากผลิตเองทั้งหมดเป็นการผลิตสินค้าตัวอย่าง และส่งให้กับบริษัทผู้รับเหมาเพื่อผลิต ปรับเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ เป็นวัสดุที่สามารถเก็บความร้อนไว้ได้นานขึ้น เพื่อลดการอุ่นเทียนซ้ำ และสร้างมาตรการอนุรักษ์พลังงานซึ่งคาดว่าโรงงานผู้ผลิตจะมีการประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานประมาณ 10% ต่อปี

ฉรพล (2550) ได้ทำการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตสลักเกลียวและเป็นเกลียวในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนจักรยานยนต์ โดยประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า วิเคราะห์หน้าที่การทำงานในแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานส่วน Make พบว่ามีกระบวนการที่ทำให้เกินหน้าที่เดียวกันใน 2 กระบวนการคือกระบวนการปั๊มขึ้นรูป และ กระบวนการกลึง โดยในการปรับปรุงได้รวมกระบวนการเข้าด้วยกัน จากการลดกระบวนการดังกล่าวสามารถลดต้นทุนในกระบวนการผลิตจาก 6.57 บาท/ตัว เป็น 1.53 บาท/ตัว หรือลดลง 23.28 เปอร์เซ็นต์

อำนาจ (2541) เสนอแนวทางในการเลือกและพัฒนาแม่พิมพ์ข้อต่อสายไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่เดิมให้สามารถผลิตชิ้นงานข้อต่อสายไฟฟ้าในรูปแบบใหม่ โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า ในการออกแบบและแก้ไขแม่พิมพ์เดิมให้สามารถผลิตชิ้นงานแบบใหม่ จากการใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าในการออกแบบแม่พิมพ์ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนในการผลิตแม่พิมพ์ลงได้ร้อยละ 84

Sharma and Srivastava (2011) ได้เสนอขั้นตอนการดำเนินงานทางวิศวกรรมคุณค่าสำหรับการลดต้นทุนในอุตสาหกรรมการผลิตลิ้นปิดเปิดสุกัณฑ์ โดยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงาน ออกเป็น 7 ขั้นตอนซึ่งจากกรณีศึกษาพบว่าสามารถลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์ได้ 2,80,000 Rs.

Huber and Mazur (2005) ได้เสนอแนวทางในการใช้เทคนิค QFD และเทคนิคการออกแบบด้วย ซิกซ์ ซิกม่า (DFSS-Design for Six Sigma) ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ของบริษัท Seagate Technology โดยทำการเชื่อมโยงเทคนิค QFD และ DFSS ซึ่งได้ออกมาเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้ 1. Identify 2. Design/Define 3. Optimize 4. Validate ซึ่งมีชื่อเรียกว่าวิธีการ IDOV และใช้เป็นวิธีการและเป้าหมายในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ของบริษัท

Borsic and Volante (1999) ได้เสนอแนวทางในการใช้ขั้นตอนและแนวคิดของวิศวกรรมคุณค่าในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยนำเสนอผ่านกรณีตัวอย่างการพัฒนารถยนต์รุ่น

ใหม่ของบริษัท Fiat group company ซึ่งใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าในการดำเนินงานทั้งหมด 11 ขั้นตอน ผลลัพธ์ที่ได้คือบริษัทสามารถลดต้นทุนในการผลิตของรถยนต์ “Platform X” ได้ 22% และ “Platform Y” ได้ 12%

Gerhardt (2006) เสนอการใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นไปตามความต้องการของลูกค้าและบริษัท ได้รับผลตอบแทนมากที่สุด โดยผลลัพธ์ที่ออกมาสามารถสรุปได้ว่าการเทคนิควิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) สามารถช่วยให้ต้นทุนในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ลดลงได้

Dose *et al.* (2002) เสนอการวิจัยเปรียบเทียบระหว่างการนำแนวคิดซิกซ์ ซิกมาไปประยุกต์ใช้ในงานการผลิต (Traditional Manufacturing) กับงานที่ไม่ใช่การผลิต (Non-manufacturing) โดยที่มีการจัดทำโครงการซิกซ์ ซิกมาโดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 3 โครงการ แล้วทำการเปรียบเทียบแบบขั้นตอนต่อขั้นตอนกับงานที่ไม่ใช่การผลิต 5 โครงการ พบว่าในขั้นตอนนิยามปัญหา (Define) ในงานที่ไม่ใช่การผลิตจะมีฟังก์ชันการที่ไม่ชัดเจน ซึ่งแตกต่างจากในงานการผลิตและในขั้นตอนการวัด (Measure) ในงานการผลิตจะมีตัวชี้วัดที่ชัดเจน แต่ในงานที่ไม่ใช่การผลิตไม่มีตัววัดที่ชัดเจน

Algase *et al.* (2000) เสนอแนวทางที่เกิดจากการใช้แนวคิดทางวิศวกรรมคุณค่า (Value Methodology) ร่วมกับกฎหมายสิทธิบัตร (Patent Law) สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์และได้สร้างโมเดลต้นแบบซึ่งให้คำนิยามว่า “Design Around Value Engineer (DAVE)” โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน 6 ขั้นตอนเพื่อช่วยในการออกแบบหรือลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ และไม่ทำให้เกิดปัญหาการละเมิดลิขสิทธิ์เนื่องจากการออกแบบ

Jariri and Zegordi (2008) เสนอโมเดลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างจากการรวมกันของ “QFD, Value Engineering และ Target Costing” โดยการแปลความต้องการของลูกค้า (Voice of Customer) ให้อยู่ในรูปกำหนดการไม่เป็นเชิงเส้นศูนย์หนึ่ง (Zero-One Non liner Programming) เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดในการออกแบบผลิตภัณฑ์

Kelly *et al.* (2003) เสนอการใช้เทคนิคการออกแบบด้วย ซิกซ์ ซิกมา (DFSS-Design for Six Sigma) ในการปรับปรุงการถ่ายเทความร้อนในแบตเตอรี่สำหรับรถยนต์ “Hybrid” โดยตัว

แปรที่ส่งผลต่อความร้อนของเบตเตอร์คือ 1. ความกว้างของช่องถ่ายเทความร้อน 2. ค่าความต้านทานของเบตเตอร์ และ 3. อัตราการไหลของอากาศ (Flow Rate) จากการใช้เทคนิค DFSS ทำให้ทราบถึงค่าเฉลี่ยที่เหมาะสมที่สุดในการออกแบบตัวแปรแต่ละตัว คือ ความกว้างของช่องถ่ายเทความร้อนค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุดเท่ากับ 2.0 มิลลิเมตร ค่าความต้านทานของเบตเตอร์ค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุดเท่ากับ 0.01 โอห์ม และ อัตราการไหลของอากาศ (Flow Rate) ค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุดเท่ากับ 1 scfm

Lee *et al.* (2009) เสนอแนวทางในการนำ วิศวกรรมคุณค่าและซิกซ์ ซิกมา มาใช้ในการจัดทำ ERP โดยการใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า 5 ขั้นตอนเป็นพื้นฐานในการสร้างโมเดลใหม่และใช้เครื่องมือจากเทคนิค ซิกซ์ ซิกมา ในการหาทางเลือกที่ดีที่สุดและนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบระบบ ERP

Cook *et al.* (2003) เสนอแนวทางที่ทำให้บริษัทที่ใช้ ซิกซ์ ซิกมา ในการออกแบบผลิตภัณฑ์มาใช้เทคนิคการบริหารแบบวิศวกรรมคุณค่า (Value Management) ในการออกแบบร่วมกับกล่าวคือการนำเทคนิควิศวกรรมคุณค่า (Value Management) มาใช้ในการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานหลักและหาแนวทางที่จะทำให้อัตนทุนต่ำที่สุด

Mladjenovic and Fletcher (2009) เสนอแนวทางในการรวมเทคนิควิศวกรรมคุณค่าและเทคนิคซิกซ์ ซิกมา โดยการใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า 6 ขั้นตอนเป็นพื้นฐานในการสร้างโมเดลใหม่และใช้เทคนิค ซิกซ์ ซิกมา 5 ขั้นตอนมาใช้ในการสร้าง โมเดลใหม่ที่เกิดจากการรวมกันของทั้งสองเทคนิคเพื่อทำให้ขั้นตอนในการออกแบบผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการง่ายขึ้น

Mendoza *et al.* (2003) เสนอแนวทางในการรวมกันของ “QFD, Value Engineering และ DFMEA” ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผ่านกรณีศึกษา 5 แบบ โดยเริ่มจากการใช้ QFD ในการรวมรวมความต้องการของลูกค้ามาแปลงเป็นข้อกำหนดหรือข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์ และใช้ วิศวกรรมคุณค่าในการช่วยวิเคราะห์ถึงหน้าที่การทำงานหลักของผลิตภัณฑ์เพื่อให้คงไว้ซึ่งความต้องการของลูกค้าและต้นทุนต่ำที่สุด สุดท้ายใช้เทคนิค DFMEA วิเคราะห์ถึงความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์ว่าจะสามารถผลิตได้จริงหรือไม่เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นในขั้นตอนการออกแบบและผลิต

Yaghoubi and Banihashemi (2010) เสนอแบบจำลองในการรวมกันของ “Lean Manufacturing, Agile Manufacturing, ซิกซ์ ซิกม่า และ Design for Six Sigma (DFSS)” ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน, คุณภาพของผลิตภัณฑ์, หน้าที่ความรับผิดชอบ และนวัตกรรม โดยเริ่มจากการใช้เทคนิค “Lean Manufacturing” และ “Six Sigma” ในการออกแบบขั้นตอนการผลิตและควบคุมคุณภาพ หลังจากนั้นจึงใช้เทคนิค “Agile Manufacturing” ในการสร้างวัฒนธรรมให้กับองค์กรเพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิต และใช้เทคนิค “Design for Six Sigma(DFSS)” ความคู่กันไปเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์เกิด หรือขั้นตอนการผลิตมีคุณภาพและประสิทธิภาพมากที่สุด

Subramaniyam *et al.* (2011) เสนอแบบจำลองในการรวมกันของ “Lean และ Six Sigma” ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยแบบจำลองที่สร้างออกมามี 10 ขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้ “1. Problem Statement 2. Gathering information/ Relationship with expertise 3. Brainstorming 4. Selection of concept base on design criteria 5. Digital mock up 6. Interaction analysis 7. Initial Design 3D Modeling 8. Shape Optimization Initial Layout design 9. Final design 3D Modeling 10. Analyzing stress distribution” โดยขั้นตอนดังกล่าวจะช่วยให้การออกแบบผลิตภัณฑ์มีความสอดคล้องหรือง่ายกับการผลิต ซึ่งส่งผลให้ชิ้นงานเกิดคุณภาพและ เวลาในการผลิตลดลง

Ramakrishnan *et al.* (2008) เสนอการใช้เทคนิคการออกแบบด้วย ซิกซ์ ซิกม่า (DFSS- Design for Six Sigma) และเทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation Modeling) ในกรณีศึกษา “Server manufacturing environment” ซึ่งทำการศึกษาโดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ในการสร้างแบบจำลองหรือขั้นตอนการผลิต ณ ปัจจุบันและใช้กรอบแนวคิดของเทคนิคการออกแบบด้วย ซิกซ์ ซิกม่าในการช่วยออกแบบชิ้นงานหรือขั้นตอนขึ้นมาใหม่ แล้วจึงนำมาทำการเปรียบเทียบกับแบบจำลองหรือขั้นตอนการผลิต ณ ปัจจุบันด้วยเทคนิคการจำลองสถานการณ์เพื่อหาตัวเลือกที่ดีที่สุด โดยแนวทางใหม่ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์บนกรอบแนวคิดของการออกแบบด้วย ซิกซ์ ซิกม่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้มากกว่าเดิมคิดเป็น 5%

Samsung (2000) ได้ทำการศึกษาโดยสร้างทีมงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ซึ่งอาศัยแนวทาง R&D ซิกซ์ ซิกม่าในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีขั้นตอน 5 ขั้นตอนดังนี้ การสังเกตและจำกัดความ (Recognize and Define) การระบุปัญหา (Identify) การออกแบบ (Design)

การทำให้เหมาะสม (Optimize) และการทำให้มีเหตุผล (Validate) พบว่าหลังจากใช้ขั้นซิกซ์ ซิกม่า ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ สามารถลดต้นทุนสินค้าได้ \$0.2 ต่อเรือนหรือ \$0.25 ลานตอป

Sastri (2008) เสนอการใช้เทคนิคการออกแบบด้วย ซิกซ์ ซิกม่า (DFSS-Design for Six Sigma) ในการออกแบบและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมการผลิตพลาสติกจาก กรณีศึกษา ได้มีการนำเทคนิคการออกแบบด้วย ซิกซ์ ซิกม่ามาใช้ในการเลือกสัดส่วนของเม็ด พลาสติกที่เหมาะสมที่สุดเพื่อทำให้การผลิตชิ้นงานมีคุณภาพและราคาถูกมากที่สุดโดยใช้การวัด ประสิทธิภาพเป็นตัวชี้วัด ($C_{pk} > 1.75$) ซึ่งผลที่ได้ออกมาสรุปได้ว่าการใช้เทคนิคการออกแบบด้วย ซิกซ์ ซิกม่า สามารถช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและทำให้บริษัทมีผลกำไรเพิ่มขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

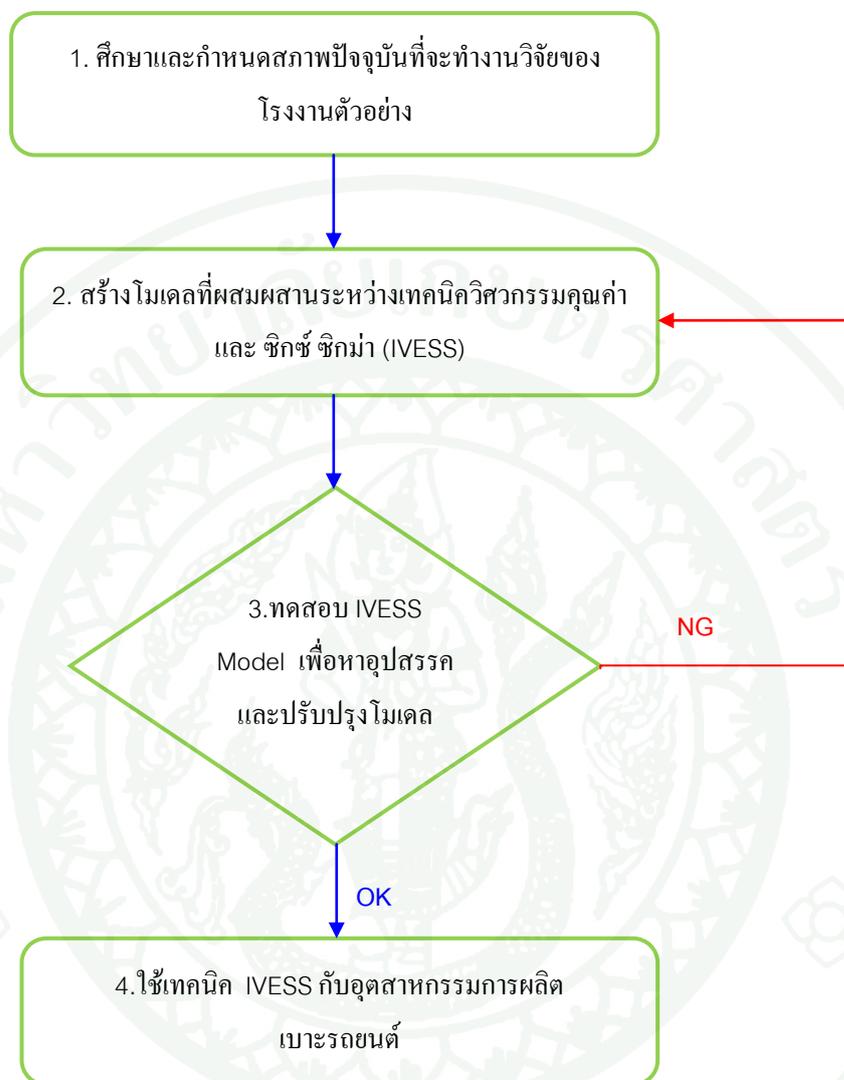
อุปกรณ์

1. Computer, Program Mini Tab 15
2. เครื่องมือ QC 7 Tools
3. เครื่องมือทางสถิติ

วิธีการ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการบูรณาการระหว่างเทคนิควิศวกรรมคุณค่า และ ชิکش ชิคม่า เพื่อนำมาสร้างเป็นเทคนิคใหม่ที่รวมข้อดีของวิศวกรรมคุณค่า และ เทคนิคชิکش ชิคม่าโดยในส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ๆ และสามารถอธิบายขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังภาพที่ 7

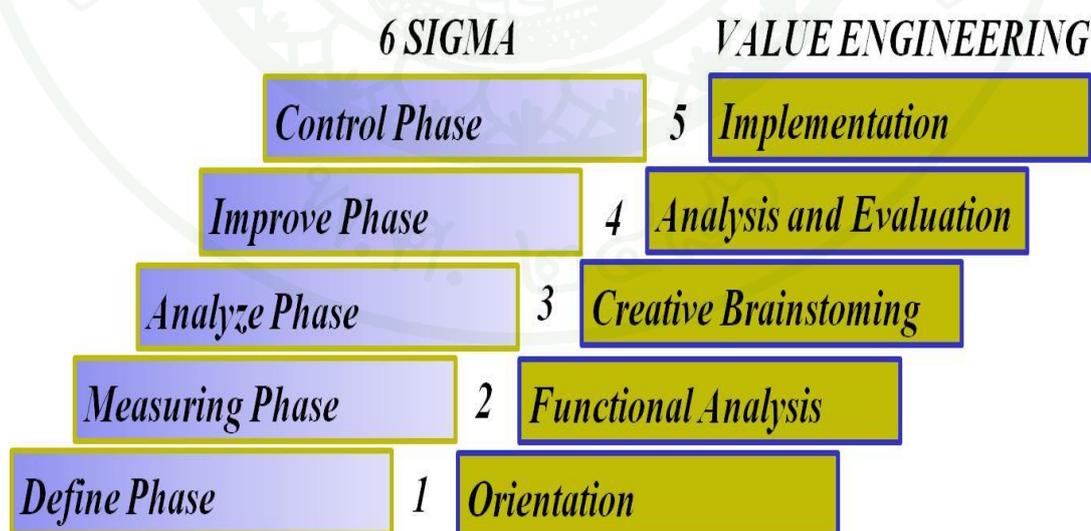
1. ศึกษาสภาพปัจจุบันและกำหนดการทำงานวิจัยของโรงงานตัวอย่าง
2. สร้าง Model ที่ผสมผสานระหว่างเทคนิควิศวกรรมคุณค่า และ ชิکش ชิคม่า Integration of Value Engineering and Six Sigma Model (IVESS Model)
3. ทดสอบ IVESS Model เพื่อหาอุปสรรคและปรับปรุงโมเดล
4. ใช้เทคนิค IVESS (Integration of Value Engineering and Six Sigma) กับอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์



ภาพที่ 7 แสดงขั้นตอนในการวิจัย

1. ศึกษาและกำหนดสภาพปัจจุบันที่จะทำงานวิจัยของโรงงานตัวอย่าง

จากการที่องค์กรธุรกิจยุคใหม่ เล็งผลทางด้านต้นทุน คุณภาพของกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ โดยต้องการลดต้นทุน เพิ่มคุณภาพอันจะส่งผลต่อความสามารถในการทำกำไร การประยุกต์แนวทางหรือเทคนิคต่าง ๆ จึงมีความจำเป็น โดยเฉพาะ วิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์ ซิกม่า ซึ่งเป็น 2 แนวทางการลดต้นทุน และการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จึงเป็นที่ได้รับความสนใจอย่างยิ่งจากอุตสาหกรรม โดยวิศวกรรมคุณค่ามุ่งเน้นการหาความสัมพันธ์ ของหน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ และการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ เพื่อลดต้นทุน แต่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์เชิงสถิติ เพื่อควบคุมและลดความผันแปรในกระบวนการออกแบบ และกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อย่างเพียงพอ เหมือนกับซิกซ์ ซิกม่า อย่างไรก็ตาม ซิกซ์ ซิกม่า ไม่มุ่งเน้นกับการออกแบบหรือการนำวัสดุใหม่มาทดแทนวัสดุเดิม ในกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างครบถ้วนดังนั้นแนวทางหรือเทคนิค วิศวกรรมคุณค่า หรือ ซิกซ์ ซิกม่าแบบใดแบบหนึ่ง จึงไม่สามารถนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ด้านการลดต้นทุน และเพิ่มคุณภาพของกระบวนการและผลิตภัณฑ์ได้อย่างสมบูรณ์แบบ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอตัวแบบ การผสมผสานแนวทางของ วิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์ ซิกม่าในการลดต้นทุนของเบาะรถยนต์ โดยการวิเคราะห์ที่มุ่งเน้นทั้งด้านการออกแบบ การลดต้นทุน การหาความสัมพันธ์ของผลิตภัณฑ์ การนำวัสดุใหม่มาใช้ และใช้การวิเคราะห์เชิงสถิติในการควบคุมการดำเนินงาน



ภาพที่ 8 แสดงแผนงานของซิกซ์ ซิกม่า และ วิศวกรรมคุณค่า

โครงสร้างของบริษัท

ก่อตั้ง	:	JUNE 29, 1999
พื้นที่	:	41,304 ตารางเมตร
พนักงาน	:	800 คน
ลูกค้าหลัก	:	ISUZU, GM, BENZ, BMW, TATA, VOLVO, FORD และ MITSUBISHI
ผลิตภัณฑ์	:	Seat and Interior Products



ภาพที่ 9 แสดงสภาพปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง



ภาพที่ 10 แสดงลูกค้าหลัก และผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่าง

ขั้นตอนการออกแบบของเบาะรถยนต์

ขั้นตอนการออกแบบเบาะรถยนต์แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แสดงขั้นตอนการออกแบบเบาะรถยนต์

1. ออกแบบตามคำแนะนำ (Design Recommendations) คือ การนำความต้องการของลูกค้าใช้ในการออกแบบ

2. ศึกษาลักษณะของผู้ใช้งาน (Anthropometry and Biomechanics) คือ การศึกษาลักษณะของผู้ใช้งานเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ

3. จำลองลักษณะของมนุษย์ ในรูปแบบ 3D (3D human modeling CAD Systems) คือ การสร้างแบบจำลอง 3 มิติ เพื่อหาข้อจำกัด ในการใช้งานของมนุษย์

4. สร้างแบบจำลองและกาทดลองใช้งานจริง (Mock-ups and Fitting trials) คือ การสร้างชิ้นงานจำลองเพื่อทดสอบหาจุดที่เหมาะสมที่สุด

5. ประเมินผลจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ (Owner Questionnaires and Interviews) คือ การประเมินผลจากลูกค้าหรือผู้ใช้งานหลังจากสร้างแบบจำลองว่าเป็นไปตามการออกแบบ 3 มิติหรือไม่

6. ทดลองใช้งาน (User trials and road trials) คือ การทดสอบโดยผู้ใช้งานจริงว่าเมื่อใช้งานแล้วมีอุปสรรคใดบ้าง

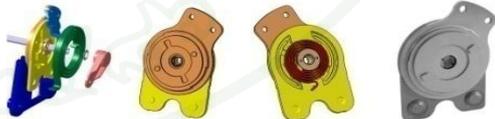
ส่วนประกอบหลักของเบาะรถยนต์

เบาะรถยนต์แบ่งออกเป็นเบาะหน้าและเบาะหลัง โดยเบาะรถยนต์มีชิ้นส่วนหลักในการประกอบดังตารางที่ 3



ภาพที่ 12 แสดงเบาะหน้า (Front Seat) และเบาะหลัง (Rear Seat)

ตารางที่ 3 แสดงชิ้นส่วนหลักในการประกอบเบาะรถยนต์

รายการ	อุปกรณ์
1. ชิ้นส่วนพลาสติก (Plastic Part)	
2. ชิ้นส่วนหนัง (Leather Covering)	
3. ชิ้นส่วนผ้า (Fabric Covering)	
4. ชิ้นส่วนโฟม (Foam)	
5. ชิ้นส่วนโลหะ (Metal Frame)	
6. ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Part)	
7. ชิ้นส่วนพิเศษ (Mechanism, Airbag)	

2. สร้างโมเดลที่ผสมผสานระหว่างเทคนิควิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์ ซิกมา

การสร้างเทคนิคใหม่เกิดจากการใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าในการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ (Value Engineering) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่า (Value) หน้าที่การทำงาน (Function) และต้นทุน (Cost) โดยอยู่บนพื้นฐานของข้อจำกัด หรือมาตรฐานของผลิตภัณฑ์

เพื่อหาชิ้นส่วนหรือ ขั้นตอนการผลิต ที่มีความเป็นไปได้ในการลดต้นทุน โดยไม่กระทบกับหน้าที่การทำงานหลักของผลิตภัณฑ์และ ใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่าในการพิสูจน์ วิเคราะห์เพื่อเพิ่มคุณภาพ และแก้ปัญหาในการผลิตโดยมีขั้นตอนการออกแบบหรือโมเดลใหม่ดังนี้

2.1 วิเคราะห์ขั้นตอนและเป้าหมายของเทคนิควิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์ ซิกม่า ด้วยเทคนิค SWOT Analysis

2.2 นำเป้าหมายและจุดแข็งจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SWOT Analysis มาจัดสร้างเป็น โมเดลต้นแบบ

ภาพที่ 13 แสดงขั้นตอนการสร้างโมเดลที่ผสมผสานระหว่างเทคนิควิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์ ซิกม่า

2.1 วิเคราะห์ขั้นตอนและเป้าหมายของเทคนิควิศวกรรมคุณค่า และซิกซ์ ซิกม่า ด้วยเทคนิค SWOT Analysis

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ SWOT ในขั้นตอนการดำเนินงานในเทคนิควิศวกรรมคุณค่า

ขั้นตอน	การวิเคราะห์ SWOT ในขั้นตอนการดำเนินงานในเทคนิควิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)				
	เป้าหมาย	จุดแข็ง (Strength)	จุดอ่อน (Weakness)	โอกาส (Opportunity)	อุปสรรค (Threat)
Orientation Phase	เพื่อกำหนดเป้าหมาย	- ทำให้รู้หน้าที่และขอบเขตการทำงาน	- ใช้เวลานานในการเตรียมการ	- ความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนไป	- ความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนไป
Functional Analysis	เพื่อวิเคราะห์หน้าที่การทำงานหลัก	- จำแนกหน้าที่การทำงานได้ชัดเจน	- วิเคราะห์จากประสบการณ์ของทีมงานเป็นหลัก	- ความต้องการของตลาดและลูกค้าที่เปลี่ยนไป	- ความต้องการของตลาดและลูกค้าที่เปลี่ยนไป
Creative Brainstorming	เพื่อรวบรวมแนวคิด	- มีแนวคิดใหม่ๆที่หลากหลาย	- แนวคิดมีมากเกินไป - แนวคิดบางอย่างเป็นไปได้	- เทคโนโลยีใหม่ที่สามารถทำให้แนวคิดเป็นจริง	- เทคโนโลยีที่มีอยู่ไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นได้
Analysis and Evaluation	เพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจ	- สามารถประเมิน “ต้นทุน” (Cost) และ “คุณค่าต้นทุน” (Worth)	- ใช้เวลาในการวิเคราะห์นาน	- การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี	- ความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนไป
Implementation	การนำไปใช้จริง	- ต้นทุนลดลงทันทีหลังจากใช้งาน	- ไม่มีการติดตามผลหลังจากการนำไปใช้	- ความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนไป	- ความต้องการของตลาดและลูกค้าที่เปลี่ยนไป

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ SWOT ในขั้นตอนการดำเนินงานในเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า

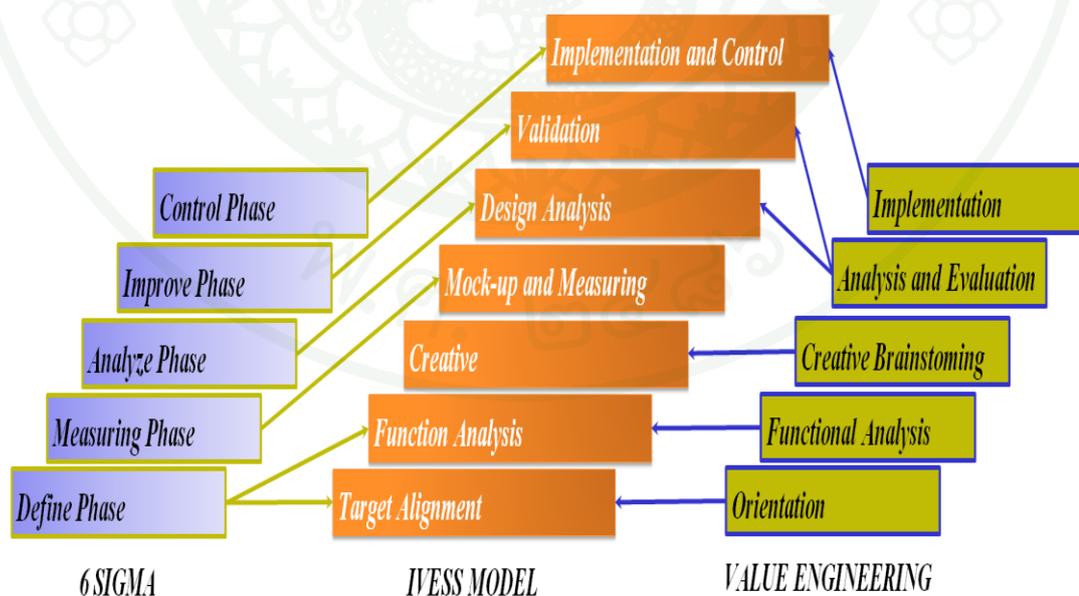
ขั้นตอน	การวิเคราะห์ SWOT ในขั้นตอนการดำเนินงานในเทคนิควิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)				
	เป้าหมาย	จุดแข็ง (Strength)	จุดอ่อน (Weakness)	โอกาส (Opportunity)	อุปสรรค (Threat)
Define Phase	เพื่อเลือกปัญหาและจัดตั้งทีมในการดำเนินงาน	- แบ่งหน้าที่ชัดเจน - ระบุเป้าหมายชัดเจน	- ใช้เวลานาน - ลงทุนสูงในการสร้างทีมงาน	- ความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนไป	- ความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนไป
Measure Phase	เพื่อแสดงสภาพในปัจจุบัน	- รู้ข้อมูลปัจจุบันในเชิงตัวเลข	- ใช้เครื่องมือในการวัดไม่ถูกวิธี	- เทคโนโลยีใหม่ในการวัด	- ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีใหม่ในการวัดไม่เพียงพอ
Analyze Phase	เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา	- ใช้เทคนิคทางสถิติในการหาที่มาของปัญหา	- ใช้เวลานานในการหาที่มาของปัญหา	- ได้เทคนิคใหม่ในการหาที่มาของปัญหา	- การเปลี่ยนแปลงของเทคนิคที่ใช้
Improve Phase	เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา	- สนใจด้านคุณภาพ - วิธีแก้ปัญหามีความน่าเชื่อถือจากการใช้เทคนิคทางสถิติ	- คำนึงถึง Cost ที่จะตามมาน้อย	- เกิดเทคนิคใหม่ในการแก้ปัญหา	- การเปลี่ยนแปลงของเทคนิคที่ใช้
Control Phase	เพื่อติดตามผลหลังจากแก้ปัญหา	- มีการติดตามผลด้วยเทคนิคทางสถิติ	- ใช้เครื่องมือไม่เหมาะสมในการควบคุมกระบวนการ	- เทคนิคใหม่ในการควบคุมกระบวนการ	- แรงดันจากการเปลี่ยนแปลง

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เลือกขั้นตอนการดำเนินงานวิศวกรรมคุณค่าของ (Nick Rich, 2000) และขั้นตอนการดำเนินงาน DMAIC ในเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SWOT Analysis เพื่อใช้ในการวิจัยสามารถสร้างเป็นโมเดลต้นแบบการบูรณาการของวิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์ ซิกม่า (Integration of Value Engineering and Six Sigma: IVESS) ดังตารางที่ 4 และ 5

จากการทำ SWOT Analysis สามารถสรุปได้ว่าในขั้นตอนนี้ของเทคนิควิศวกรรมคุณค่ามีจุดอ่อนที่ใช้ประสพการณ์ของทีมงานเป็นหลักในการลดต้นทุนและไม่มีการวิเคราะห์เชิงสถิติเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังจากมีการเปลี่ยนแปลง และจากขั้นตอนนี้ของเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า จะเห็นได้ว่ามีการใช้เทคนิคเชิงสถิติในการวิเคราะห์เป็นหลักแต่ไม่คำนึงถึงต้นทุนที่จะตามมาเป็นต้น

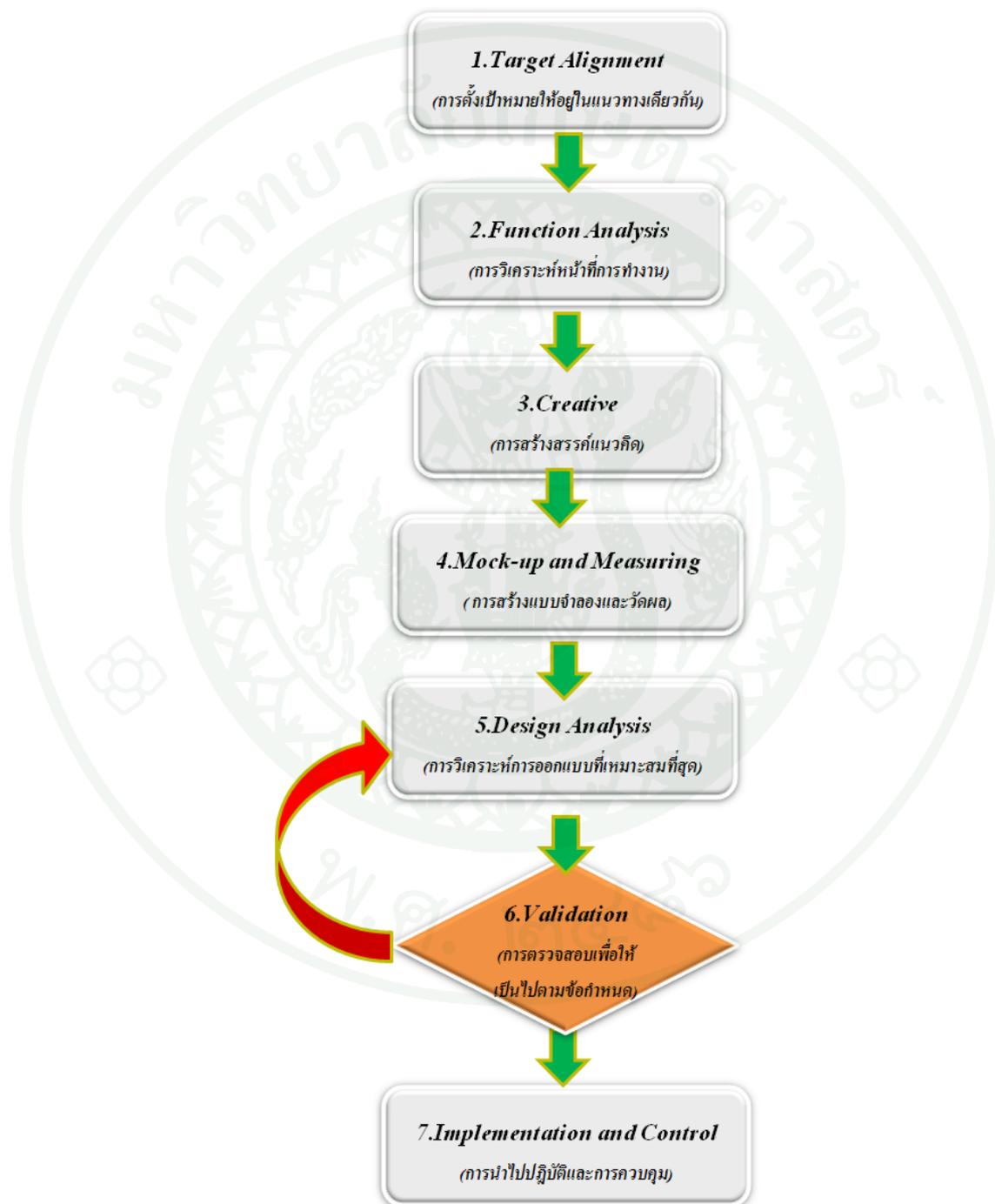
2.2 นำเป้าหมายและจุดแข็งจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SWOT Analysis มาจัดสร้างเป็นโมเดลต้นแบบ

จากการวิเคราะห์ SWOT Analysis ผู้วิจัยได้นำเป้าหมายตลอดจนจุดแข็งจุดอ่อนของเทคนิควิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์ ซิกม่า มาจัดสร้างเป็นโมเดล โดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบและความเชื่อมโยงของแผนงาน IVESS Model เทียบกับแผนงานของเทคนิควิศวกรรมคุณค่า และซิกซ์ ซิกม่า

IVESS Model มีเป้าหมายอยู่ที่การลดต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์ ซิกมา เป็นส่วนประกอบเพื่อจะได้ต้นทุนต่ำที่สุดและเกิดความสุขเปล่าน้อยที่สุดโดยแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอนดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 แสดงขั้นตอนของแผนงานต้นแบบ IVESS Model

1. Target Aligement เป็นขั้นตอนในการสร้างเป้าหมายและกำหนดหน้าที่การทำงาน โดย แบ่งขั้นตอนออกได้ดังนี้

- การตั้งเป้าหมาย (Set Goal)
- การตั้งทีมงาน (Set Team)
- การหาความต้องการของลูกค้า (Customer Needs)

2. Functional Analysis เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์การทำงานที่สามารถนำมาใช้เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถนำไปสู่การปรับปรุงมูลค่าของผลิตภัณฑ์โดยไม่ลดหน้าที่การทำงานหลักของผลิตภัณฑ์นั้น โดยสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

- สร้างรายการส่วนประกอบ (Create a list of Component)
- กำหนดคุณค่าของแต่ละองค์ประกอบ (Determine the value of each component)
- พิจารณาคุณค่าของหน้าที่การทำงาน (Consider the value of function)

3. Creative เป็นขั้นตอนในการสร้างทางเลือกที่จะนำไปสู่การลดต้นทุน หรือการสร้างมูลค่าที่เพิ่มขึ้นซึ่งในขั้นตอนนี้อาจจะใช้ การระดมสมองหรือการสร้างแบบประเมินผลในการหาแนวคิดในการลดต้นทุน โดยแนวคิดในการลดต้นทุนมีดังนี้

3.1 การทำให้ลดลง (Reduction)

- ลดจำนวนชิ้นส่วน (Reduce the number of components) ที่ทำหน้าที่ซ้ำซ้อนกัน
- การใช้ร่วมกันของชิ้นส่วน (Combine components)
- การลดสเปค (Reduce Specifications)
- การลดหรือเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ (Reduce or Change packaging)

3.2 การตัดออก (Elimination)

- การกำจัดชิ้นส่วนที่ซ้ำซ้อนหรือไม่จำเป็น (Eliminate redundant or unnecessary components)

3.3 การทำให้ง่าย (Simplification)

- การออกแบบที่เรียบง่าย (Simple Design)
- รูปร่างเรียบง่าย (Simple shape)
- ขั้นตอนหรือลำดับการประกอบที่ง่าย (Simple assembly process or sequence)

3.3 การดัดแปลง (Modification)

- ใช้วัสดุราคาถูกลง (Less expensive materials)
- เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต (More efficient manufacturing)
- ใช้การขนส่งทางเลือก (Use alternative transportation methods)

4. Mock-up and Measuring เป็นขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองและรวบรวมข้อมูลหลังจากสร้างแบบจำลองโดยมีขั้นตอนดังนี้

- สร้างแบบจำลองชิ้นส่วนที่เปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ (Component Design)
- การรวบรวมข้อมูลของชิ้นส่วนที่เปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์
- สร้างแบบจำลองการผลิตผลิตภัณฑ์
- การรวบรวมข้อมูลของสายการผลิตจากการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์

5. Design Analysis เป็นขั้นตอนในการหาการออกแบบที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้เทคนิคการออกแบบทดลอง (Design of Experiment : DOE) และหลักการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การตรวจสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing) ผังการกระจาย (Scattering Diagram) การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

6. Validation เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์เป็นไปตามเป้าหมายและข้อกำหนดของลูกค้าหรือไม่

7. Implementation and Control ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการนำไปใช้และการควบคุมหลังจากการใช้ผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องดำเนินการออกแบบระบบควบคุมคุณภาพของกระบวนการเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่ากระบวนการหรือผลิตภัณฑ์ จะไม่สร้างปัญหาขึ้นมา

3. ทดสอบ IVESS Model (Integration of Value Engineering and Six Sigma Model) เพื่อหาอุปสรรคและปรับปรุงโมเดล

ในขั้นตอนนี้เป็นการใช้กรณีศึกษาทดลองใช้เทคนิค IVESS เพื่อหาข้อบกพร่อง

3.1. Target Alignment

3.1.1 เป้าหมาย: ลดต้นทุนชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์บริเวณพนักพิง



ภาพที่ 16 แสดงบริเวณเป้าหมายในการทำ IVESS ของชิ้นงานตัวอย่าง (กรณีศึกษาที่ 1)

3.1.2 ทีมงานและหน้าที่ความรับผิดชอบ:

ตารางที่ 6 แสดงทีมงานในการจัดทำ IVESS ของการลดต้นทุนชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์

หน้าที่รับผิดชอบ	ความชำนาญ
หัวหน้าทีม (Team Leader)	Program Management
ทีมงาน	Cost Analysis
ทีมงาน	Purchasing
ทีมงาน	Trim Product Design
ทีมงาน	Trim Quality
ทีมงาน	Trim Manufacturing

3.1.3 การหาความต้องการของลูกค้า (Customer Needs)

ตารางที่ 7 แสดงความต้องการของลูกค้าเทียบกับผลิตภัณฑ์ (กรณีศึกษาที่ 1)

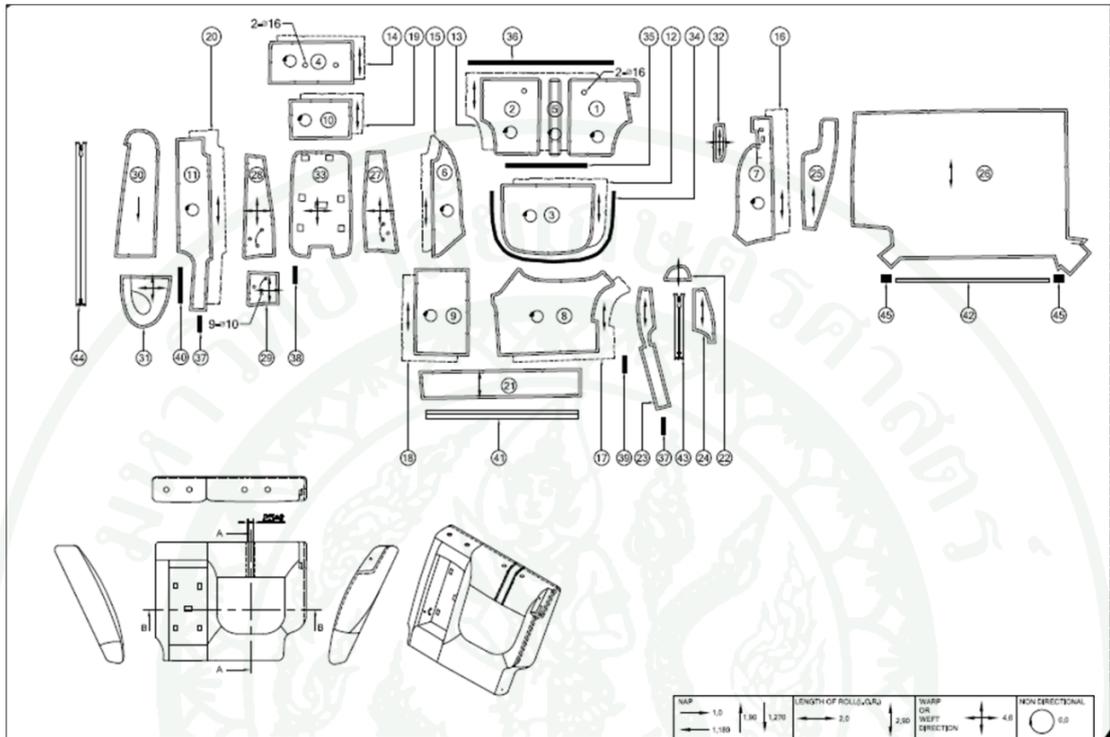
WHAT	ความต้องการของลูกค้า	HOW		
		การประกอบ	หน้าที่	ความปลอดภัย
		Assembly	Function	Safety
				ความสวยงาม
				Appearance
	- ไม่ย่นหลังการประกอบ	/		/
	- ประกอบง่าย	/		
	- ไม่มีขีดขาดหลังจากใช้งาน		/	/

3.2 Functional Analysis

3.2.1 สร้างรายการส่วนประกอบ (Create a list of Component)

3.2.2 กำหนดคุณค่าของแต่ละองค์ประกอบ (Determine the value of each component)

3.2.3 พิจารณาคูณค่าของหน้าที่การทำงาน (Consider the value of function)



ภาพที่ 17 แสดงชิ้นส่วนของชุดหนังสือพิมพ์เบาะรถยนต์บริเวณพนักพิง

ตารางที่ 8 “Functional Analysis Diagram” ของชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์บริเวณพนักพิง

Item No.	Part No.	Part Description	Material Description	Function			
				Support Assembly	Protect Wrinkle	Attach Covering	Touch User
1	JSI 16693	Leather Insert Bottom Back 60%	Leather Perforate				1
2	JSI 17645N	Insert Upper Left Back 60% Leather	Leather Perforate				1
3	JSI 17646N	Insert Upper Right Back 60% Leather	Leather Perforate				1
4	JSI 16691	Leather Insert AR TOP Back 60%	Leather Perforate				1
5	JSI 17647N	Insert Upper Center Back 60% Leather	Leather NON Perforate				1
6	JSI16696	Leather Bolster AR Inner Back 60%	Leather NON Perforate				1
7	JSI 16699	Leather Bolster Outher Back 60%	Leather NON Perforate				1
8	JSI 16698	Leather Bolster Bottom Back 60%	Leather NON Perforate				1
9	JSI 16694	Leather Bolster AR Bottom Back 60%	Leather NON Perforate				1
10	JSI 16695	Leather Bolster AR TOP Back 60%	Leather NON Perforate				1

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Component/Assembly				Function			
Item No.	Part No.	Part Description	Material Description	Support Assembly	Protect Wrinkle	Attach Covering	Touch User
11	JSI 16697	Leather Bolster AR OUT Back 60%	Leather NON Perforate				
12	P12605N	Insert Lower PAD	SLAB Foam 5MM,	1	1		
13	P12601N	Insert Upper PAD	SLAB Foam 5MM,	1	1		
14	P12599N	Insert Upper Left PAD	SLAB Foam 5MM,	1	1		
15	P12602N	Bolster Center PAD	SLAB Foam 5MM,	1	1		
16	P12598N	Bolster Outer PAD	SLAB Foam 5MM,	1	1		
17	P12597N	Bolster Bottom PAD	SLAB Foam 5MM,	1	1		
18	P12640N	Panel Center Lower PAD	SLAB Foam 5MM,	1	1		
19	P12604N	Panel Center Upper PAD	SLAB Foam 5MM,	1	1		
20	P12600N	Bolster Inner PAD	SLAB Foam 5MM,	1	1		

ตารางที่ 8 (ต่อ)

		Component/Assembly		Function			
Item No.	Part No.	Part Description	Material Description	Support Assembly	Protect Wrinkle	Attach Covering	Touch User
21	P12630N	Facing Bottom Right	Vinyl 2MM Lamination				1
22	P13084	Facing Bottom Left	Vinyl 2MM Lamination				1
23	P12634N	Facing Bottom Center	Vinyl NON Lamination				1
24	P12635N	Panel Rear	Vinyl NON Lamination	1	1		1
25	P13185N	Armrest Cavity Left	Fabric Raised Laminate 1.3 MM	1			
26	P13184N	Armrest Cavity Upper Right	Fabric Raised Laminate 1.3 MM	1			
27	P13183N	Armrest Cavity Lower Right	Fabric Raised Laminate 1.3 MM	1			
28	P12648N	Facing Side Inner Lower	Fabric Raised Laminate 1.3 MM	1			
29	P12649N	Facing Side Inner Upper	Fabric Raised Laminate 1.3 MM	1			
30	P12647N	Bolster Left Gusset	Fabric Raised Laminate 1.3 MM	1			

ตารางที่ 8 (ต่อ)

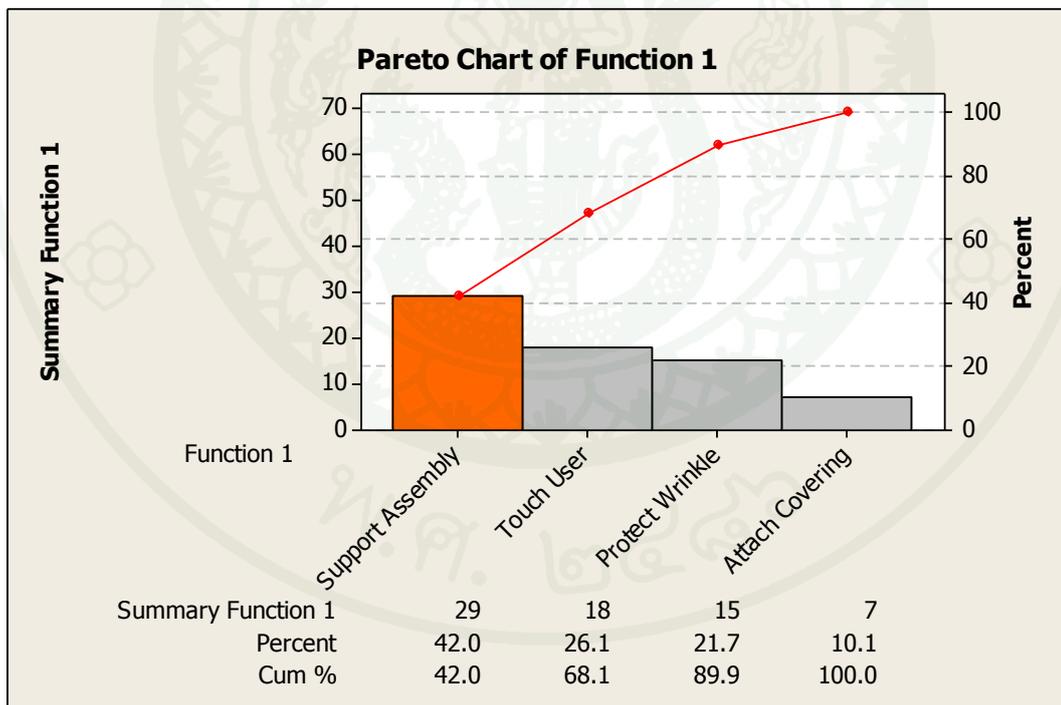
		Component/Assembly			Function		
Item No.	Part No.	Part Description	Material Description	Support Assembly	Protect Wrinkle	Attach Covering	Touch User
31	P12561N	Armrest Cavity Center	Carpet	1	1	1	
32	FP8193-60	Pocket Listing Polyester W=60 MM,	Polyester	1			1
33	FP8193-60	Pocket Listing Polyester W=60 MM,	Polyester	1			1
34	JSI 15762	Elastic W=13MM L=100MM	PES & Rubber	1	1		
35	JSI 15761	Elastic W=13MM L=80MM	PES & Rubber	1	1		
36	JSI 15763	Elastic W=13MM L=120MM	PES & Rubber	1	1		
37	JSI 16938	Plastic Flat (ETT007) L=260MM	PP	1		1	
38	JSI 14726	J-Retainer D721 L=530 MM,	PP	1		1	
39	JSI 14722	Arrow-Retainer D687=530 MM,	PP	1		1	
40	JSI 1473X	Zipper#5 L560mm,	Nylon/Polyester	1		1	

ตารางที่ 8 (ต่อ)

Component/Assembly				Function			
Item No.	Part No.	Part Description	Material Description	Support Assembly	Protect Wrinkle	Attach Covering	Touch User
41	JSI 1538X	Zipper#5 L220mm,	Nylon/Polyester	1		1	
42	JSI 15756	Nylon Adhesive Tape W=20 MM,	-	1			
43	JSI 140XX	Tread 30/3	Polyester Continuous	1	1	1	1
Summary Function				29	15	7	18
Function Sequence				1	3	4	2
Value of Function				High	Medium	Low	Medium

ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานเทียบกับจำนวนชิ้นส่วนของชุดหนังสือแบบรถยนต์

Component/Assembly 43 Part	Part VS Function	Function			
		Support Assembly	Protect Wrinkle	Attach Covering	Touch User
Summary Function		29	15	7	18
Function Sequence		1	3	4	2
Value of Function		H	M	L	M



ภาพที่ 18 แสดงแผนภูมิพารेटอของการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของชุดหนังสือแบบรถยนต์

จากการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานและแผนภูมิพารेटอในภาพที่ 18 เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนประกอบทำให้สามารถเลือกหน้าที่การทำงานที่จะนำมาทำการลดต้นทุนในที่นี้คือ ช่วยในการ

ประกอบ (Support Assembly) เพราะหน้าที่การทำงานนี้มีชิ้นส่วนที่นำมาประกอบกันมากที่สุดคิดเป็น 42.0% ของหน้าที่การทำงานทั้งหมดซึ่งอาจจะมีชิ้นส่วนที่ชำรุดหรือสามารถเปลี่ยนแปลงได้

3.3 Creative วิศวกรรมคุณค่า

ตารางที่ 10 ตารางแสดงทางเลือกที่จะนำไปสู่การลดต้นทุน

Idea #	Area	Picture	Idea
1	zip for leather seat (JSI 1538X)		- Eliminate Zipper

ตารางที่ 11 ตารางแสดงจำนวนชิ้นงานที่ทำการเปลี่ยนแปลงของชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์บริเวณพนักพิง

IVESSIdea	Part Name	Part No.	Seat Type	Q'ty/Car
Delete Zip Back LH/RH		JSI1538X (Black)		2
	L=22mm. Black	JSI1538X	Leather	2
	RH/LH	(Beige)		2
		JSI1538X (Grey)		2

3.4 Mock-up and Measuring



ภาพที่ 19 แสดงบริเวณที่จะทำการลดต้นทุนของแนวคิดที่ 1 ด้วยเทคนิค IVESS



ภาพที่ 20 แสดงบริเวณที่ทำการลดต้นทุนของแนวคิดที่ 1 หลังจากใช้เทคนิค IVESS

ตารางที่ 12 แสดงผลการทดสอบด้วย “Attribute Gage R&R” ที่ความเชื่อมั่น 100% (กรณีศึกษาที่ 1)

Attribute Gage R&R: Data / Calculation sheet					
Gage Name:	Visual Inspection Wrinkle	Part Name:	2nd Leather Seat	Date:	5/23/2011
Gage Number:	MMTC 3E45 VAVE06	Part Number:	XXXX	Performed By:	Kobkaew
Gage Type:	Go/NoGo Visual check	Characteristic:	Wrinkle	Phone #:	
Accept Criteria - GO:	G	Reject Criteria - NOGO:	NG	Units:	mm
<u>ATTRIBUTE GAGE R and R RESULTS</u>					
<u>PASS</u>					
PART	APPRAISER A		APPRAISER B		
	Chirayu		Vareerat		
	TRIAL 1	TRIAL 2	TRIAL 1	TRIAL 2	
1	g	g	g	g	
2	g	g	g	g	
3	g	g	g	g	
4	ng	ng	ng	ng	
5	g	g	g	g	
6	g	g	g	g	
7	ng	ng	ng	ng	
8	g	g	g	g	
9	g	g	g	g	
10	ng	ng	ng	ng	
11	g	g	g	g	
12	g	g	g	g	
13	ng	ng	ng	ng	
14	ng	ng	ng	ng	
15	g	g	g	g	
16	ng	ng	ng	ng	
17	g	g	g	g	
18	g	g	g	g	
19	ng	ng	ng	ng	
20	g	g	g	g	

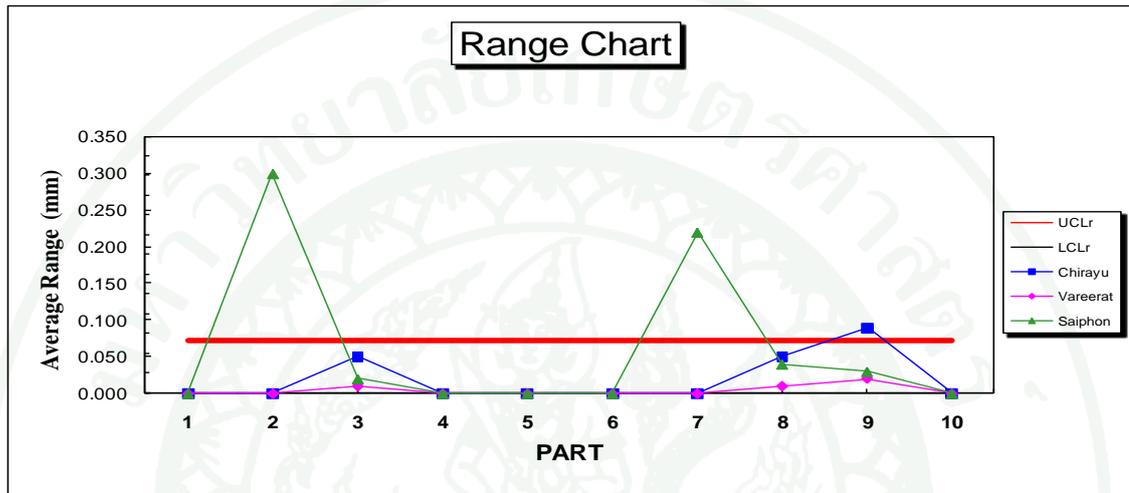
ในขั้นตอนการ “Measuring” ในกรณีศึกษานี้ใช้เทคนิคการวัดด้วย “Gage R&R” แบบ “Attribute” เพราะว่าตัวชิ้นงานเป็นการเป็นการเปลี่ยนแปลงที่กระทบกับความรู้สึกหรือความสวยงามซึ่งไม่สามารถแสดงเป็นตัวเลขได้ ดังนั้นจะวัดผลเป็น g และ ng โดย g มีความหมายว่า ชิ้นงานไม่มีรอยย่น และ ng แสดงว่าชิ้นงานมีรอยย่นเกินกว่าจะยอมรับได้ และใช้พนักงาน 2 คนใน

การเปรียบเทียบชิ้นงานตัวอย่าง 20 ชิ้นเพื่อทดสอบว่าการประเมินผลของบุคคล 2 คนกับชิ้นงานมีความน่าเชื่อถือหรือไม่

ตารางที่ 13 แสดงข้อมูลในการวิเคราะห์ด้วย “Variable Gage R&R” (กรณีศึกษาที่ 1)

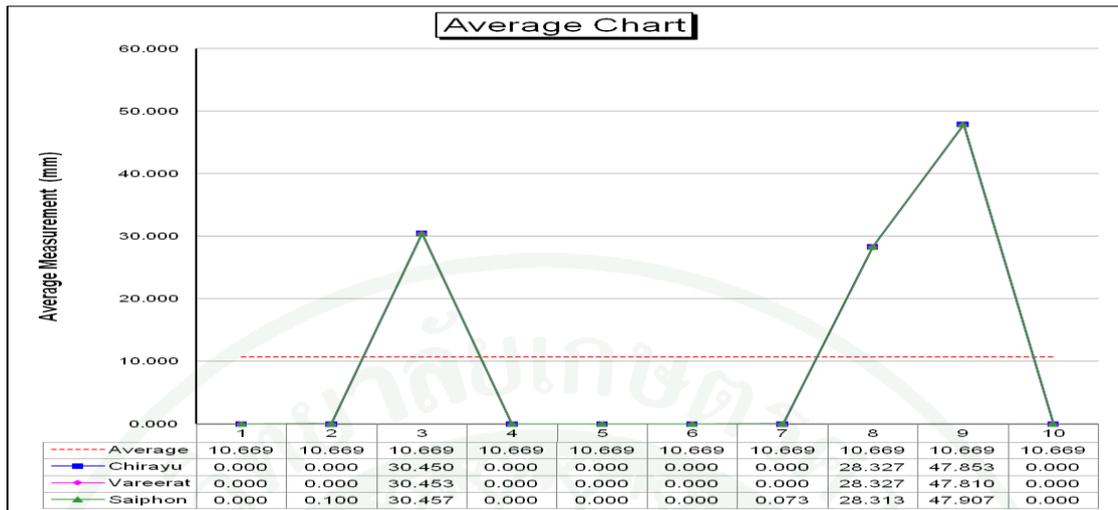
Variable Gage R&R: Data Sheet												
OPERATOR NAME	TRIAL #	PART										AVERAGE
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Chirayu	1	0.000	0.000	30.440	0.000	0.000	0.000	0.000	28.300	47.820	0.000	10.656
	2	0.000	0.000	30.480	0.000	0.000	0.000	0.000	28.350	47.910	0.000	10.674
	3	0.000	0.000	30.430	0.000	0.000	0.000	0.000	28.330	47.830	0.000	10.659
	AVG.	0.000	0.000	30.450	0.000	0.000	0.000	0.000	28.327	47.853	0.000	$\bar{X}_a = 10.663$
	RNG.	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.09	0.00	$R_a = 0.019$
Vareerat	1	0.000	0.000	30.460	0.000	0.000	0.000	0.000	28.320	47.820	0.000	10.660
	2	0.000	0.000	30.450	0.000	0.000	0.000	0.000	28.330	47.810	0.000	10.659
	3	0.000	0.000	30.450	0.000	0.000	0.000	0.000	28.330	47.800	0.000	10.658
	AVG.	0.000	0.000	30.453	0.000	0.000	0.000	0.000	28.327	47.810	0.000	$\bar{X}_b = 10.659$
	RNG.	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	$R_b = 0.004$
Saiphon	1	0.000	0.000	30.450	0.000	0.000	0.000	0.000	28.300	47.920	0.000	10.667
	2	0.000	0.300	30.450	0.000	0.000	0.000	0.220	28.340	47.910	0.000	10.722
	3	0.000	0.000	30.470	0.000	0.000	0.000	0.000	28.300	47.890	0.000	10.666
	AVG.	0.000	0.100	30.457	0.000	0.000	0.000	0.073	28.313	47.907	0.000	$\bar{X}_c = 10.685$
	RNG.	0.00	0.30	0.02	0.00	0.00	0.00	0.22	0.04	0.03	0.00	$R_c = 0.061$
	PART											$\bar{X} = 10.669$
	AVG (\bar{X}_p)	0.000	0.033	30.453	0.000	0.000	0.000	0.024	28.322	47.857	0.000	$R_p = 47.857$
	$\left(\bar{R}_a + \bar{R}_b + \bar{R}_c \right) / \left(\# \text{ of Operators} \right) =$ $\left(0.019 + 0.004 + 0.061 \right) / 3 = R = 0.028$											
	$\text{Max } \bar{X} - \text{Min } \bar{X} = \bar{X}_{\text{Diff}}$ $10.6850 - 10.6590 = \bar{X}_{\text{Diff}} = 0.0260$											
	$\bar{R} \times \bar{X} \times D_4^* = UCL_r$ $0.0280 \times 10.669 \times 2.58 = UCL_r = 0.0722$											
$\bar{R} \times \bar{X} \times D_3^* = LCL_r$ $0.028 \times 10.669 \times 0 = LCL_r = 0.0000$												
<p>*D₄ = 3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials. UCL_r represents the limit of individual R's. Circle those that are beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute "R double bar" and the limiting value from the remaining observations.</p>												
NOTES:												

จากตารางที่ 13 เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี “Variable Gage R&R” โดยใช้พนักงาน 3 คนในการเปรียบเทียบชิ้นงานตัวอย่าง 10 ชิ้นเพื่อทดสอบดูว่าการประเมินผลของบุคคล 3 คนกับชิ้นงานตัวอย่างมีการวัดผลออกมาในทิศทางเดียวกันหรือไม่ ในที่นี้เป็นการวัดผลว่าชิ้นงานตัวอย่างที่เกิดจากการใช้ IVESS Model เป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่



ภาพที่ 21 แสดงกราฟเปรียบเทียบด้วย “Range Chart” (กรณีศึกษาที่ 1)

จากภาพที่ 21 แสดงการเปรียบเทียบพนักงาน 3 คนกับค่าพิสัยในการวัดเพื่อตรวจสอบว่าชิ้นงานตัวอย่างเป็นตามข้อกำหนดของลูกค้าหรือไม่ โดยจากกราฟจะเห็นว่าพนักงานคนที่ 3 (Saiphon) มีความแตกต่างในด้านของการตรวจสอบผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับพนักงานคนที่ 1 และ 2



ภาพที่ 22 แสดงกราฟเปรียบเทียบด้วย “Average Chart” (กรณีศึกษาที่ 1)

จากภาพที่ 22 แสดงการเปรียบเทียบพนักงาน 3 คนกับค่าเฉลี่ยในการวัดเพื่อตรวจสอบว่า
 ชิ้นงานตัวอย่างเป็นตามข้อกำหนดของลูกค้าหรือไม่ และเพิ่มความน่าเชื่อถือในการวัดผลด้วยการ
 เปรียบเทียบพนักงาน 3 คน โดยจากกราฟจะเห็นได้ว่าพนักงานตรวจสอบทั้ง 3 คนมีการวัดผลออกมา
 ในทิศทางเดียวกัน

Variable Gage R&R: Calculation Sheet

Gage Name: Wrinkle Inspection Gage No: XXX Gage Type: SPC Gage Specification: 0-40 mm	Part Name: 2nd Leather Seat Part No#: XXXX Characteristic: Wrinkle Length Tolerance Range: 40.00 Units: mm	Date: 5/23/2011 Performed By: Kobkaew Ph. #:
--	--	--

From data sheet: $R = 0.028$ $\bar{X}_{Diff} = 0.026$ $R_p = 47.857$

Measurement Unit Analysis	% TOTAL VARIATION																				
Repeatability - Equipment Variation (EV) $EV = R \times K_1$ $= 0.028 \times 0.591$ $= 0.017$ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><th>Trials</th><th>K₁</th></tr> <tr><td>2</td><td>0.886</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.591</td></tr> </table>	Trials	K ₁	2	0.886	3	0.591	$\% EV = 100 \left[\frac{EV}{TOL / 5.15\sigma} \right]$ $= 100 \left[\frac{0.017}{7.767} \right]$ $= 7.57\%$														
Trials	K ₁																				
2	0.886																				
3	0.591																				
Reproducibility - Appraiser Variation (AV) $AV = \sqrt{\left(\bar{X}_{Diff} \times K_2 \right)^2 - \left(EV^2 / (n \times r) \right)}$ $= \sqrt{\left(0.026 \times 0.523 \right)^2 - \left(0.017^2 / (10 \times 3) \right)}$ $= 0.013$ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><th>APPRAISERS</th><th>2</th><th>3</th></tr> <tr><th>K₂</th><td>0.707</td><td>0.523</td></tr> </table>	APPRAISERS	2	3	K ₂	0.707	0.523	$\% AV = 100 \left[\frac{AV}{TOL / 5.15\sigma} \right]$ $= 100 \left[\frac{0.013}{7.767} \right]$ $= 6.51\%$ <p><small>n = number of parts r = number of trials</small></p>														
APPRAISERS	2	3																			
K ₂	0.707	0.523																			
Repeatability & Reproducibility (R & R) $R\&R = \sqrt{EV^2 + AV^2}$ $= \sqrt{0.017^2 + 0.013^2}$ $= 0.021$ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><th>PARTS</th><th>K₃</th></tr> <tr><td>2</td><td>0.707</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.523</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.447</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.403</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.374</td></tr> <tr><td>7</td><td>0.353</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.338</td></tr> <tr><td>9</td><td>0.325</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.315</td></tr> </table>	PARTS	K ₃	2	0.707	3	0.523	4	0.447	5	0.403	6	0.374	7	0.353	8	0.338	9	0.325	10	0.315	$\% R\&R = 100 \left[\frac{R\&R}{TOL / 5.15\sigma} \right]$ $= 100 \left[\frac{0.021}{7.767} \right]$ <div style="background-color: cyan; padding: 5px; text-align: center; width: fit-content; margin: 0 auto;"> = 9.98% </div>
PARTS	K ₃																				
2	0.707																				
3	0.523																				
4	0.447																				
5	0.403																				
6	0.374																				
7	0.353																				
8	0.338																				
9	0.325																				
10	0.315																				
Part Variation (PV) $PV = \bar{R}_p \times K_3$ $= 47.857 \times 0.315$ $= 15.056$	$\% PV = 100 \left[\frac{PV}{TOL / 5.15\sigma} \right]$ $= 100 \left[\frac{15.056}{6.667} \right]$ $= 225.84\%$																				
Total Variation (TV) $TV = \sqrt{R\&R^2 + PV^2}$ $= \sqrt{0.021^2 + 15.056^2}$ $= 15.076$	$ndc = 1.41 \left[\frac{PV}{GRR} \right]$ $= 1.41 \left[\frac{15.056}{0.775} \right]$ $= 27.377 \sim 27$																				

For information on the theory and constraints used in the form see *MSA Reference Manual*, Third edition.

Criteria for acceptance of Gage R&R are:

- * **Under 10% error** - The system is considered to be acceptable.
- * **10% to 30% error** - MAY BE ACCEPTABLE, based upon the importance of application, cost of the gauge, cost of repair, etc.
- * **Above 30% error** - The measurement system is considered UNACCEPTABLE, and needs improvement.
- * **The number of distinct categories (ndc) the process can be divided into by the measurement system should be ≥ 5**

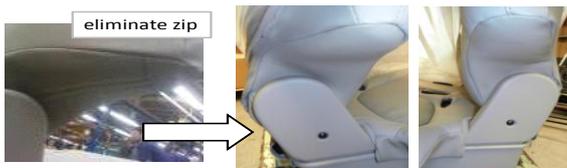
ภาพที่ 23 แสดงผลที่ได้ในการวิเคราะห์ด้วย “Variable Gage R&R” (กรณีศึกษาที่ 1)

จากการใช้ “Variable Gage R&R” ในการวิเคราะห์ข้อมูลผลที่ได้คือค่า %R&R เป็น 9.98% ซึ่งน้อยกว่า 10 % สรุปได้ว่าจากการที่พนักงาน 3 คนทำการวัดรอยย่นที่บริเวณที่ใช้เทคนิค IVESS มีความน่าเชื่อถือโดยจากการเปรียบเทียบพนักงานทั้ง 3 คนจะเห็นได้ว่าทั้ง 3 คนมีทิศทางในการตรวจสอบรอยย่นหรือมองปัญหาในทิศทางเดียวกัน และเป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้าที่มีการย่นได้ไม่เกิน 40 มิลลิเมตร

3.5 Design Analysis

ไม่สามารถวิเคราะห์ได้เนื่องจากการตัดชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นออกทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกระบวนการได้เนื่องจากการตัดออกทำให้กระบวนการทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยตรงจึงไม่มีความจำเป็นในการวิเคราะห์หาความเหมาะสมของกระบวนการ

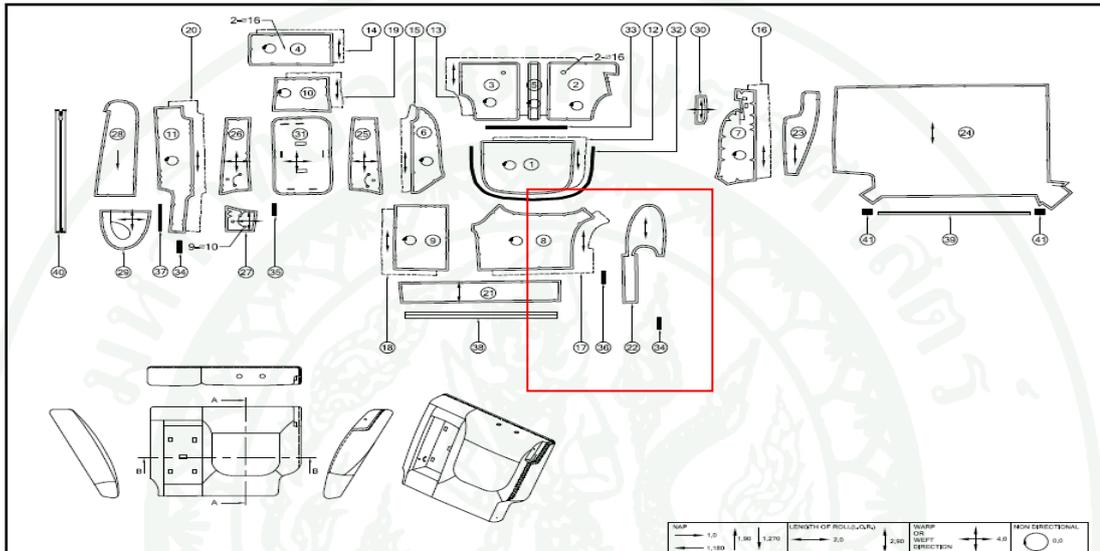
3.6 Validation

Line trial / Test report				
Line Trial No.	3E45-TR-002	Brief Description: SEAT ASSY, 2ND		
Date:	26-May-2011	Part Description:	Trim Cover Leather	Reference documents:
Dept./Initiator	Engineering	IR No.		Names of attendees:
Part No./level:	See Table	DA No.		Production:
Program:	3E45	LTR No.		Process:
Part Quantity:	3	Plants affected:	JSI	Quality:
		Material:		Engineering:
				Yiem / Chatchapong
Purpose of Trial Run:		Start Seq.		
Part trim cover VA/VE for 3E45 eliminate zip. Delete ribbon at french seam. Check appearance.		End Seq.		
		PN#	RV.	Description
		JSI15384	00	Zipper #5 Color 235 L=220 mm. (Beige)
		JSI15383	00	Zipper #5 Color 222 L=220 mm. (Grey)
		JSI15385	00	Zipper #5 Color 560 L=220 mm. (Black)
Trial Run and Part description:				
Trial run description:				
Trim Cover Back : eliminate Zip.				
Description of tested parts if different than current production:				
Same processing line.				
Attention! Have parts been verified for part quality prior to line trial?		Yes	<input type="checkbox"/>	No
Results:		After Build complete seat and eliminate zip, Then check the appearance result is passed.		
Picture(s):				
				

ภาพที่ 24 แสดงผลการทดสอบหลังจากเปลี่ยนมีการใช้ IVESS ในการลดต้นทุน (กรณีศึกษาที่ 1)

ในขั้นตอนนี้เป็นการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ใหม่กับการผลิตจริงเพื่อตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์เป็นไปตามเป้าหมายและข้อกำหนดของลูกค้าหรือไม่ดังภาพที่ 24

3.7 Implementation and Control



ภาพที่ 25 แสดงชิ้นส่วนของชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์บริเวณพนักพิงหลังจากใช้เทคนิค IVESS

ตารางที่ 14 แสดงราคาผลิตภัณฑ์หลังจากใช้ IVESS (กรณีศึกษาที่ 1)

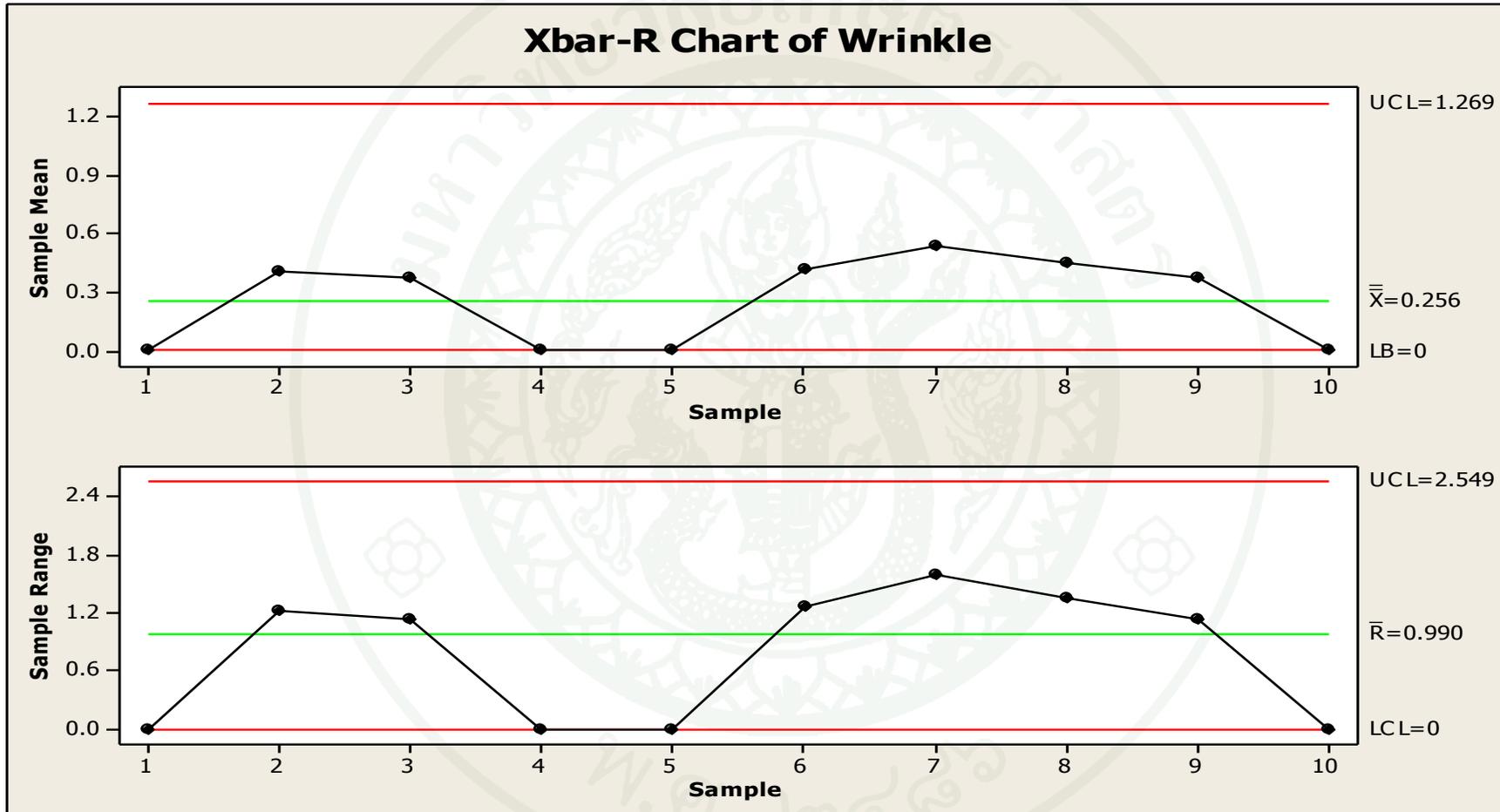
IVESS Idea	Part Name	Part No.	Seat Type	Q'ty/Car
Delete Zip Back LH/RH	Zipper#5	JSI1538X(Black)		2
	L=22mm. Black	JSI1538X (Beige)	G-Leather	2
	RH/LH	JSI1538X (Grey)		2
Current Price/pc	8.48 ฿			
New Price/pc	0 ฿			
Merit/Pc	8.48 ฿			
Merit/Carset	16.96 ฿			
Est. Volume/Year	55,000			
Amount/Year	932,800 ฿			

MODEL							
*Model Series	*Destination	Engine	T/M	Group Part	*UPG	*Model Year	Later: Revise Forms From PO#
3E45	BU (ALL)				M60A52	2012	LC3E45H- LC3E4511-04 0473 52
EFFECTIVE TIMING							
MMC PROD : -							
MSC PROD Around : <input type="checkbox"/> Not fixed effective date							
MSC Effective Timing Description :							
1. Eliminate zipper at shorter side mid June 2011 ==> 1st 10day of Jul'11 2. Change carpet to polyester at armrest area mid June 2011 ==> 1st 10day of Jul'11 3. Cancel ribbon(leather only) mid June 2011 ==> 1st 10day of Jul'11 4. Change to simple hinge cover 13 May 2011 ==> 20 May'11							
Effective Timing Detail : ● 1 ○ 5 ○ 10 ○ 15 ○ 20							
Effective Date				Effective Description			
PO INFORMATION							
*Subject : Rev#1 Change DWG Change of DWG of SEAT ASSY,2ND							
*Description :							

ภาพที่ 26 วันที่เริ่มมีการใช้งานจริง (กรณีศึกษาที่ 1)

ENGINEERING ORDER (A)-1	
CHANGE DWG. AS FOLLOW(6900B231)	
① Eliminate zipper at shorter side ② Change carpet to polyester at armrest area ③ Cancel ribbon(leather only) ④ Change to simple hinge cover	
MM CORPORATION	EN 圖号: ED NO. PAGE 3/E

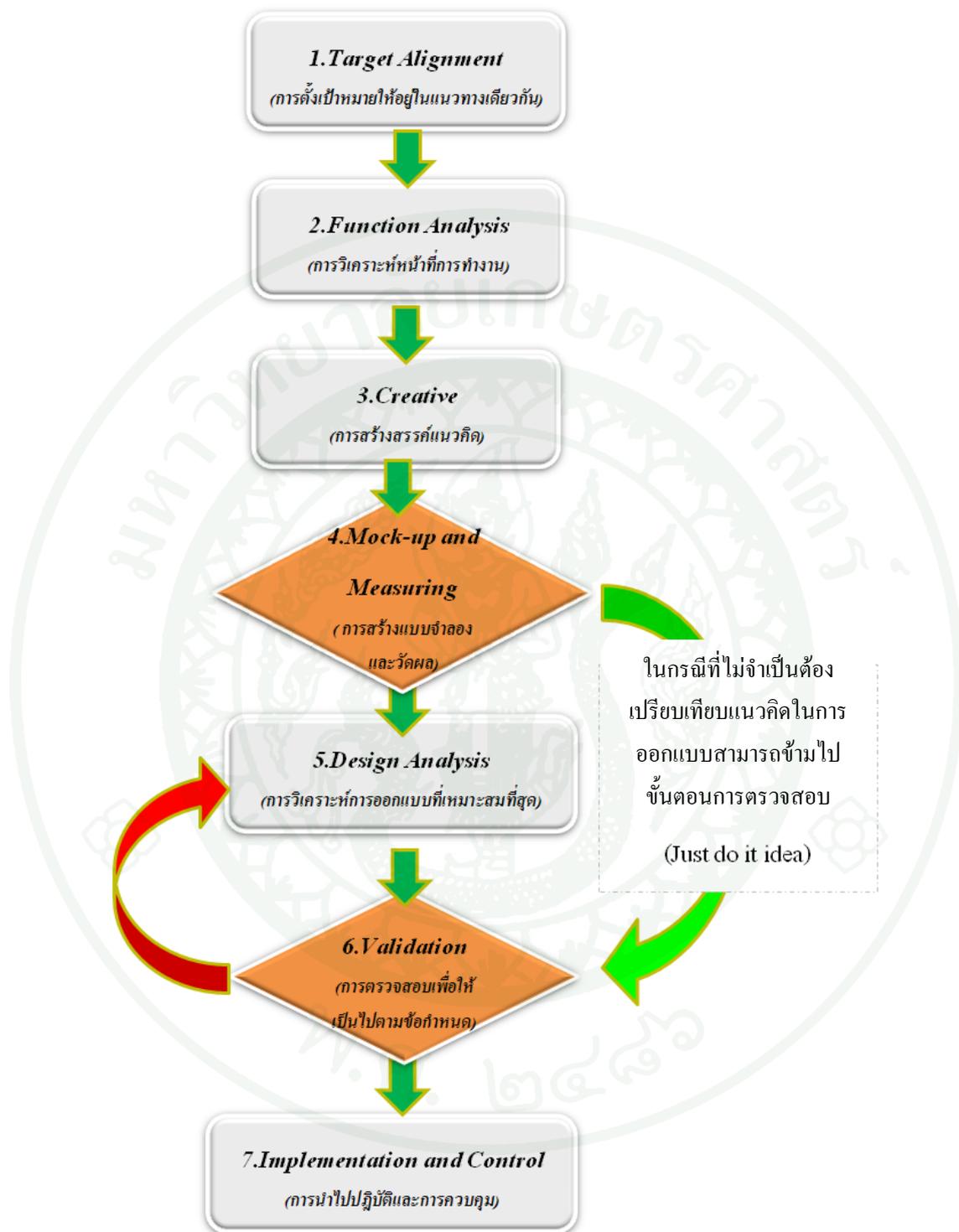
ภาพที่ 27 เอกสารแสดงการเปลี่ยนแปลงของบริษัท MM



ภาพที่ 28 แสดงกราฟการควบคุมรอยข่น (Wrinkle) ของผลิตภัณฑ์หลังจากมีการเปลี่ยนแปลง (กรณีศึกษาที่ 1)

จากภาพที่ 28 แสดงการควบคุม (Control) ในขั้นตอนนี้เป็นการควบคุมหลังจากการใช้ผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งแสดงผ่าน X bar R Chart ซึ่งสามารถบอกได้ว่ามีการเกิดรอยย่นบริเวณที่เปลี่ยนแปลงเฉลี่ย 0.256 mm และค่าพิสัยเฉลี่ย 0.990 mm ให้เห็นว่าระดับรอยย่นของผลิตภัณฑ์หลังจากการเปลี่ยนแปลงเป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้าแต่จากกราฟจะเห็นว่าข้อมูลมีการกระจายตัวแบบขึ้นลงไม่แน่นอน เนื่องมาจากการประกอบเบาะรถยนต์เป็นการใช้พนักงานในการประกอบรอยย่นที่เกิดขึ้นเกิดจากความเมื่อยล้าของพนักงาน

จากการทดลองใช้ทำให้เห็นว่าบางแนวคิดไม่สามารถดำเนินการบนโมเดล IVESS ได้เนื่องจากในบางแนวคิดเป็นการตัดชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นออก เราจึงไม่จำเป็นต้องทดสอบในขั้นตอนที่ 5 ดังนั้นจึงได้มีการปรับปรุงโมเดลโดยมีการเพิ่มการไหลของเทคนิคใหม่ภาพที่ 29



ภาพที่ 29 การปรับปรุงขั้นตอนของแผนงาน IVESS Model หลังจากใช้งานจริง

4. ใช้เทคนิค IVESS (Integration of Value Engineering and Six Sigma) กับอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์ (กรณีศึกษาที่ 2)

ในขั้นตอนนี้เป็นการใช้เทคนิค IVESS หลังจากปรับปรุงกับกรณีศึกษาในอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์

4.1 Target Alignment

4.1.1 เป้าหมาย: ลดต้นทุนชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์



ภาพที่ 30 แสดงบริเวณที่ใช้เทคนิค IVESS ในกรณีศึกษาการลดต้นทุนชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์

4.1.2 ทีมงานและหน้าที่ความรับผิดชอบ :

ตารางที่ 15 แสดงทีมงานในการจัดทำ IVESSของการลดต้นทุนชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์

หน้าที่รับผิดชอบ	ความชำนาญ
หัวหน้าทีม(Team Leader)	Program Management
ทีมงาน	Cost Analysis
ทีมงาน	Purchasing
ทีมงาน	Product Design
ทีมงาน	Quality

4.1.3 การหาความต้องการของลูกค้า (Customer Needs)

ตารางที่ 16 แสดงความต้องการของลูกค้าเทียบกับผลิตภัณฑ์ (กรณีศึกษาที่ 2)

WHAT	ความต้องการของลูกค้า	HOW			
		การประกอบ Assembly	หน้าที่ Function	ความปลอดภัย Safety	ความสวยงาม Appearance
	- ป้องกันชิ้นส่วน โลหะ	/	/	/	/
	- ประกอบง่าย	/			
	- ทนทาน		/	/	

4.2 Functional Analysis

4.2.1 สร้างรายการส่วนประกอบ (Create a list of Component)

4.2.2 กำหนดคุณค่าของแต่ละองค์ประกอบ (Determine the value of each component)

4.2.3 พิจารณาคุณค่าของหน้าที่การทำงาน (Consider the value of function)



ภาพที่ 31 แสดงชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์

ตารางที่ 17 “Functional Analysis Diagram” ของชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์

Component/Assembly				Function			
Item No.	Part No.	Part Description	Material Description	Support Assembly	Protect Wrinkle	Attach Covering	Touch User
1	JSI14088	HINGE COVER ASSY	PE		1	1	
2	JSI13725	RECLINER COVER INR RH	PP		1		
3	JSI13667	RECLINER COVER INR LH	PP		1		
4	JSI13981	CAP RECLINER HANDLE RH	PP	1	1		
5	JSI13724	RECLINER HANDLE FINISHER RH	PP	1	1	1	1
6	JSI13723	RECLINER HANDLE RH	PP	1	1	1	1
7	JSI13980	CAP RECLINER HANDLE LH	PP	1	1		
8	JSI13666	RECLINER HANDLE FINISHER LH	PP	1	1	1	1

ตารางที่ 17 (ต่อ)

Component/Assembly					Function			
Item No.	Part No.	Part Description	Material Description	Support Assembly	Protect Wrinkle	Attach Covering	Touch User	
9	JSI13665	RECLINER HANDLE LH	PP	1	1	1	1	
10	JSI13928	COVER SHIELD S/S RH	PP	1	1	1		
11	JSI13927	COVER SHIELD S/S RH	PP	1	1	1		
12	JSI13906	TRACK LEVER COVER RH	PP		1	1		
13	JSI13848	TRACK LEVER COVER LH	PP		1	1		
14	JSI13913	HINGE COVER	PP	1	1	1		
15	JSI13904	INNER SUPORTER BRACKET COVER ,CUSH RR NO.2 RH	PE + ELASTOMER		1	1		

ตารางที่ 17 (ต่อ)

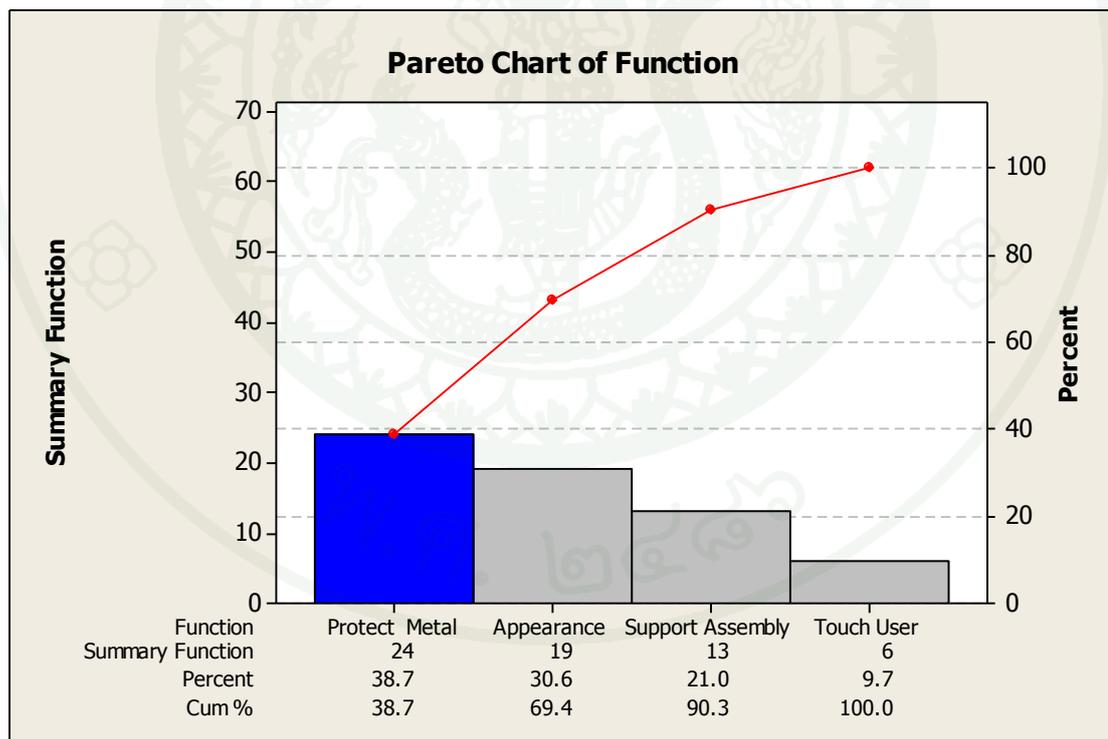
Component/Assembly							Function		
Item No.	Part No.	Part Description			Material Description	Support Assembly	Protect Wrinkle	Attach Covering	Touch User
16	JSI13846	INNER SUPORTER BRACKET COVER			PE + ELASTOMER		1	1	
		,CUSH RR NO.2 LH							
17	JSI13845	INNER SUPORTER BRACKET COVER			PE + ELASTOMER		1	1	
		,CUSH RR NO.2 CTR							
18	JSI13847	UNDER COVER LH			PP		1	1	
19	JSI13905	UNDER COVER RH			PP		1	1	
20	JSI13929	COVER, SHIELD B/B LH			PP	1	1	1	1
21	JSI13760	CUP HOLDER			PP		1	1	1

ตารางที่ 17 (ต่อ)

		Component/Assembly				Function		
Item No.	Part No.	Part Description	Material Description	Support Assembly	Protect Wrinkle	Attach Covering	Touch User	
22	JSI13669	BOARD ARMREST	PP	1	1			
23	JSI14095	LATCH COVER LH S/S	PP	1	1	1		
24	JSI14101	LATCH COVER RH	PP	1	1	1		
Summary Function				13	24	19	6	
Function Sequence				3	1	2	4	
Value of Function				Medium	High	Medium	Low	

ตารางที่ 18 แสดงการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานเทียบกับจำนวนชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์

Component/Assembly 43 Part	Part VS Function	Function			
		Support Assembly	Protect Wrinkle	Attach Covering	Touch User
Summary Function (Pcs.)		13	24	19	6
Function Sequence		3	1	2	4
Value of Function		M	H	M	L



ภาพที่ 32 แสดงแผนภูมิพาร์โตของการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์

จากการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานและแผนภูมิพาเรโตในภาพที่ 32 เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนประกอบทำให้สามารถเลือกหน้าที่การทำงานที่จะนำมาทำการลดต้นทุนในที่นี่คือ Protect Metal เพราะหน้าที่การทำงานนี้มีชิ้นส่วนที่นำมาประกอบกันมากที่สุดคิดเป็น 38.7 % ของหน้าที่การทำงานทั้งหมดซึ่งอาจจะมีชิ้นส่วนที่ชำรุดหรือสามารถเปลี่ยนแปลงได้

4.3 Creative วิศวกรรมคุณค่า

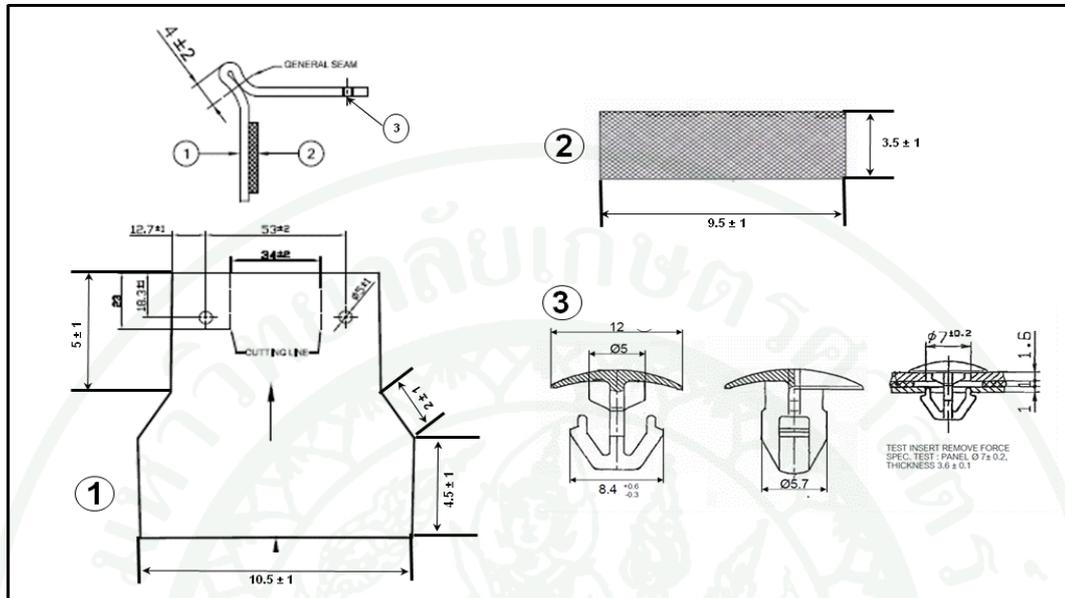
ตารางที่ 19 ตารางแสดงทางเลือกที่จะนำไปสู่การลดต้นทุน (กรณีศึกษาที่ 2)

Idea #	Area	Picture	Idea
1	HINGE COVER ASSY		<ul style="list-style-type: none"> - Change Material to Carpet - Change Material to Leather

ตารางที่ 20 ตารางแสดงจำนวนที่ใช้ชิ้นส่วนพลาสติก (Hing Cover Assy)

IVESS Idea	Part Name	Part No.	Seat Type	Q'ty/Car
Change Material				
HINGE COVER ASSY	HINGE COVER ASSY	JSI14088	Leather/Fabric	4

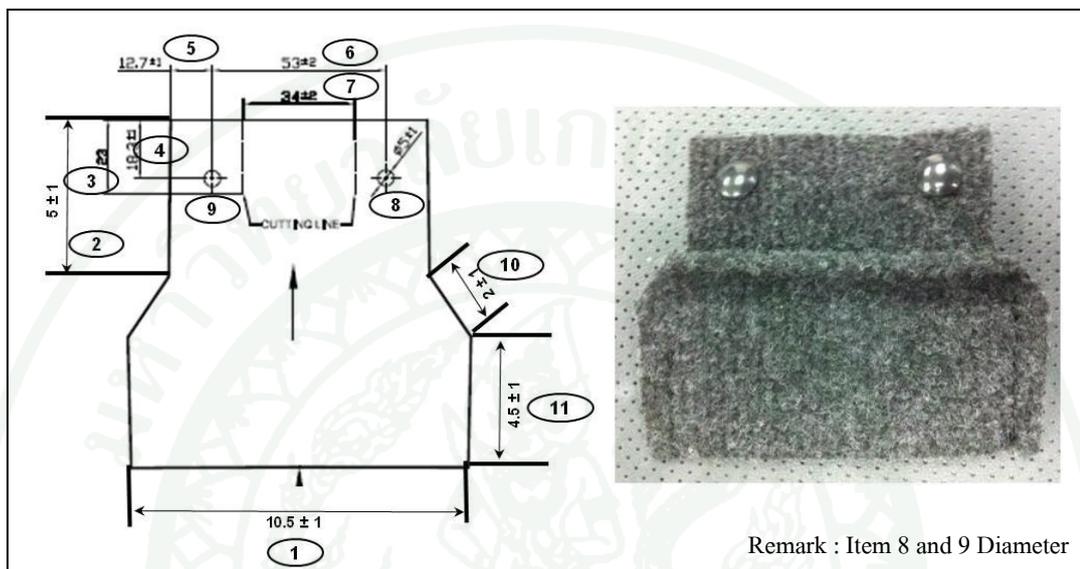
4.4 Mock-up and Measuring



ภาพที่ 33 แสดงการออกแบบใหม่สำหรับการเปลี่ยนแปลงวัสดุของชุดบานพับ (Hing Cover Assy)

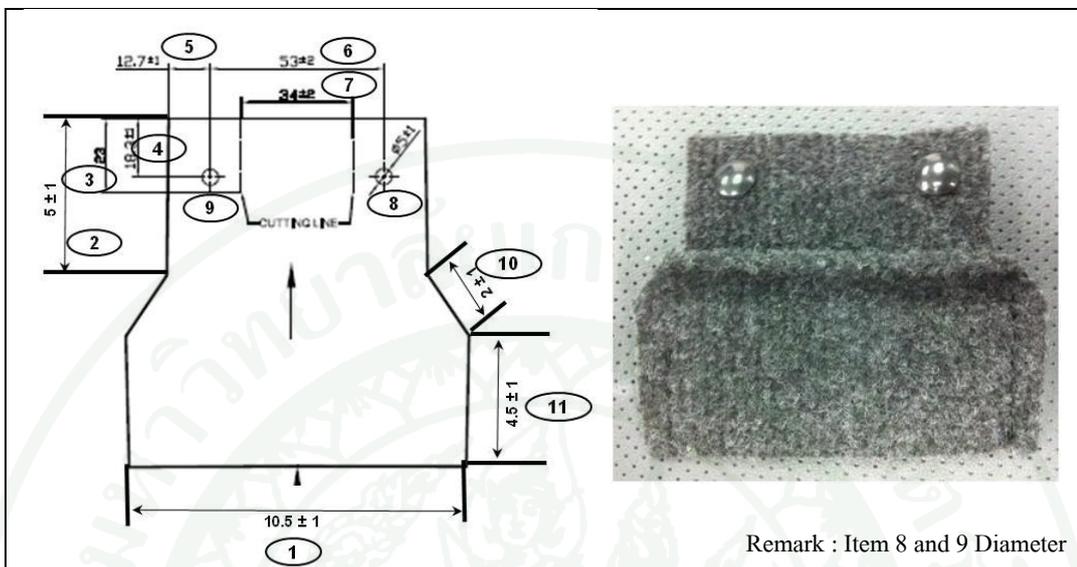
4.4.1 การวัดชุดบานพับที่ทำจากพรม (Measuring Hing Cover Assy Carpet Type)

ตารางที่ 21 ตารางแสดงข้อมูลการวัดของชุดบานพับที่ทำจากพรม ชุดที่ 1



No	Standard (mm)	Inspection Result									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10.5 ± 1	10.18	10.21	10.23	10.19	10.23	10.20	10.19	10.21	10.23	10.19
2	5 ± 1	5.29	5.31	5.30	5.30	5.33	5.32	5.29	5.30	5.33	5.33
3	23 ± 1	23.47	23.43	23.45	23.47	23.43	23.43	23.5	23.49	23.48	23.5
4	18.3 ± 1	18.72	18.70	18.72	18.72	18.69	18.71	18.71	18.73	18.68	18.72
5	12.7 ± 1	12.74	12.74	12.75	12.73	12.75	12.74	12.75	12.73	12.75	12.73
6	53 ± 2	53.03	53.06	52.08	53.08	53.07	53.09	53.07	53.06	53.07	53.02
7	34 ± 1	34.01	34.00	33.97	33.97	33.96	34.02	34.02	33.97	33.97	33.96
8	5 ± 1	5.24	5.26	5.26	5.23	5.25	5.26	5.25	5.25	5.26	5.23
9	5 ± 1	4.87	4.85	4.82	4.85	4.87	4.86	4.86	4.88	4.88	4.85
10	2 ± 1	2.47	2.46	2.43	2.46	2.47	2.46	2.43	2.46	2.46	2.46
11	4.5 ± 1	4.38	4.37	4.37	4.35	4.38	4.37	4.36	4.36	4.38	4.37

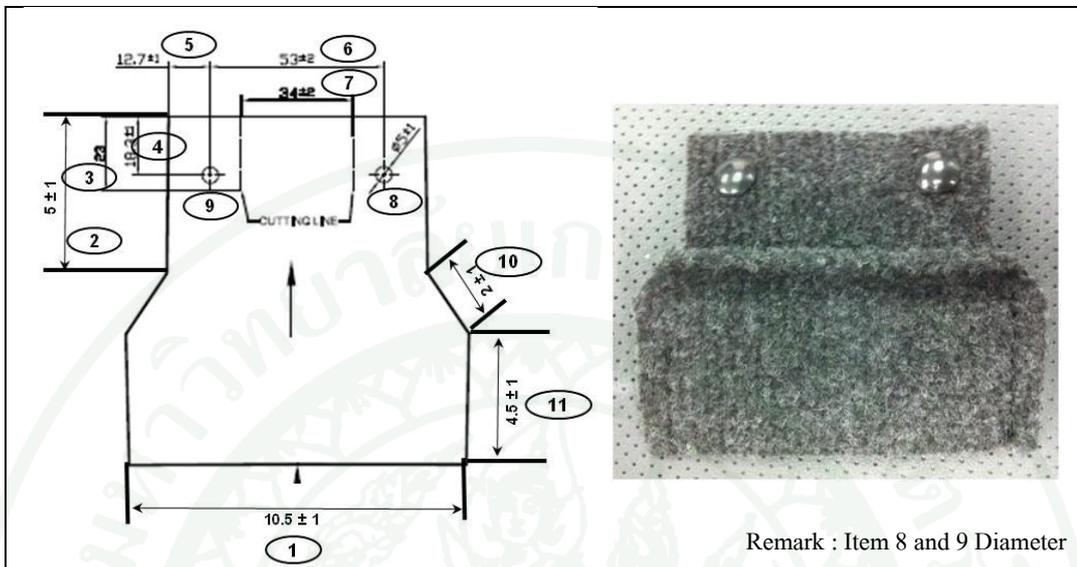
ตารางที่ 22 ตารางแสดงข้อมูลการวัดของชุดบานพับที่ทำจากพรม ชุดที่ 2



Remark : Item 8 and 9 Diameter

No	Standard (mm)	Inspection Result									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10.5 ± 1	10.23	10.20	10.23	10.20	10.19	10.20	10.19	10.23	10.20	10.19
2	5 ± 1	5.29	5.30	5.33	5.32	5.29	5.32	5.29	5.31	5.30	5.33
3	23 ± 1	23.48	23.43	23.47	23.43	23.45	23.45	23.47	23.5	23.45	23.47
4	18.3 ± 1	18.68	18.73	18.69	18.7	18.71	18.69	18.72	18.69	18.68	18.7
5	12.7 ± 1	12.74	12.75	12.73	12.75	12.73	12.75	12.75	12.73	12.75	12.73
6	53 ± 2	53.03	53.06	53.03	53.06	52.08	53.06	53.03	53.06	53.03	53.06
7	34 ± 1	33.97	33.96	34.02	34.01	34.00	34.02	34.01	34.00	33.97	33.96
8	5 ± 1	5.23	5.25	5.25	5.26	5.26	5.23	5.25	5.25	5.26	5.23
9	5 ± 1	4.86	4.88	4.88	4.85	4.82	4.85	4.86	4.88	4.88	4.85
10	2 ± 1	2.47	2.46	2.43	2.47	2.46	2.43	2.46	2.47	2.43	2.46
11	4.5 ± 1	4.38	4.37	4.37	4.35	4.38	4.37	4.37	4.35	4.38	4.37

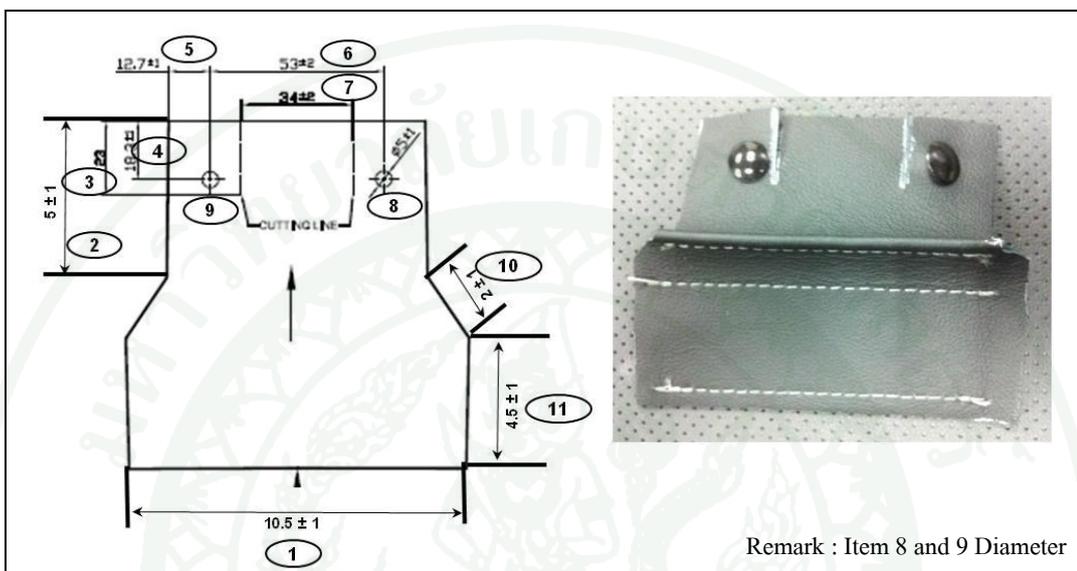
ตารางที่ 23 ตารางแสดงข้อมูลการวัดของชุดบานพับที่ทำจากพรม ชุดที่ 3



No	Standard (mm)	Inspection Result									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10.5 ± 1	10.23	10.21	10.23	10.19	10.23	10.19	10.23	10.23	10.21	10.23
2	5 ± 1	5.29	5.31	5.30	5.30	5.31	5.30	5.30	5.30	5.31	5.30
3	23 ± 1	23.47	23.43	23.47	23.43	23.45	23.47	23.43	23.43	23.43	23.5
4	18.3 ± 1	18.7	18.71	18.72	18.69	18.71	18.69	18.72	18.69	18.71	18.69
5	12.7 ± 1	12.74	12.74	12.73	12.73	12.74	12.75	12.73	12.73	12.74	12.75
6	53 ± 2	53.03	53.06	53.08	53.06	53.06	52.08	53.08	53.06	53.06	52.08
7	34 ± 1	34.01	34.00	34.02	33.97	34.00	34.02	34.02	33.97	34.00	34.02
8	5 ± 1	5.24	5.26	5.25	5.25	5.26	5.26	5.25	5.25	5.26	5.26
9	5 ± 1	4.87	4.85	4.86	4.88	4.85	4.86	4.86	4.88	4.85	4.86
10	2 ± 1	2.47	2.46	2.43	2.46	2.46	2.46	2.43	2.46	2.46	2.46
11	4.5 ± 1	4.38	4.37	4.36	4.36	4.37	4.37	4.36	4.36	4.37	4.37

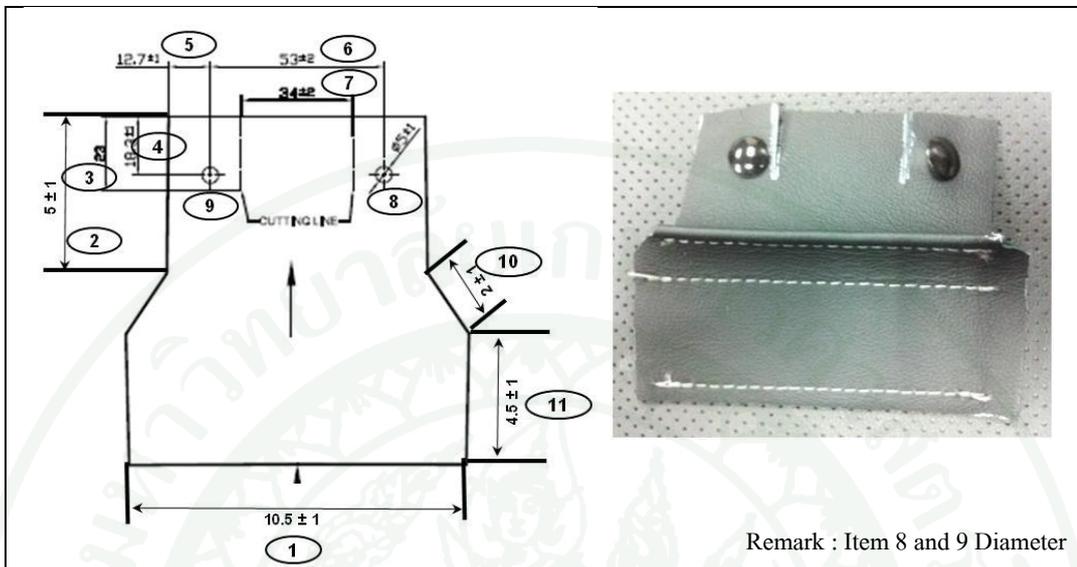
4.4.2 การวัดชุดบานพับที่ทำจากหนัง (Measuring Hing Cover Assy Leather Type)

ตารางที่ 24 ตารางแสดงข้อมูลการวัดของชุดบานพับที่ทำจากหนัง ชุดที่ 1



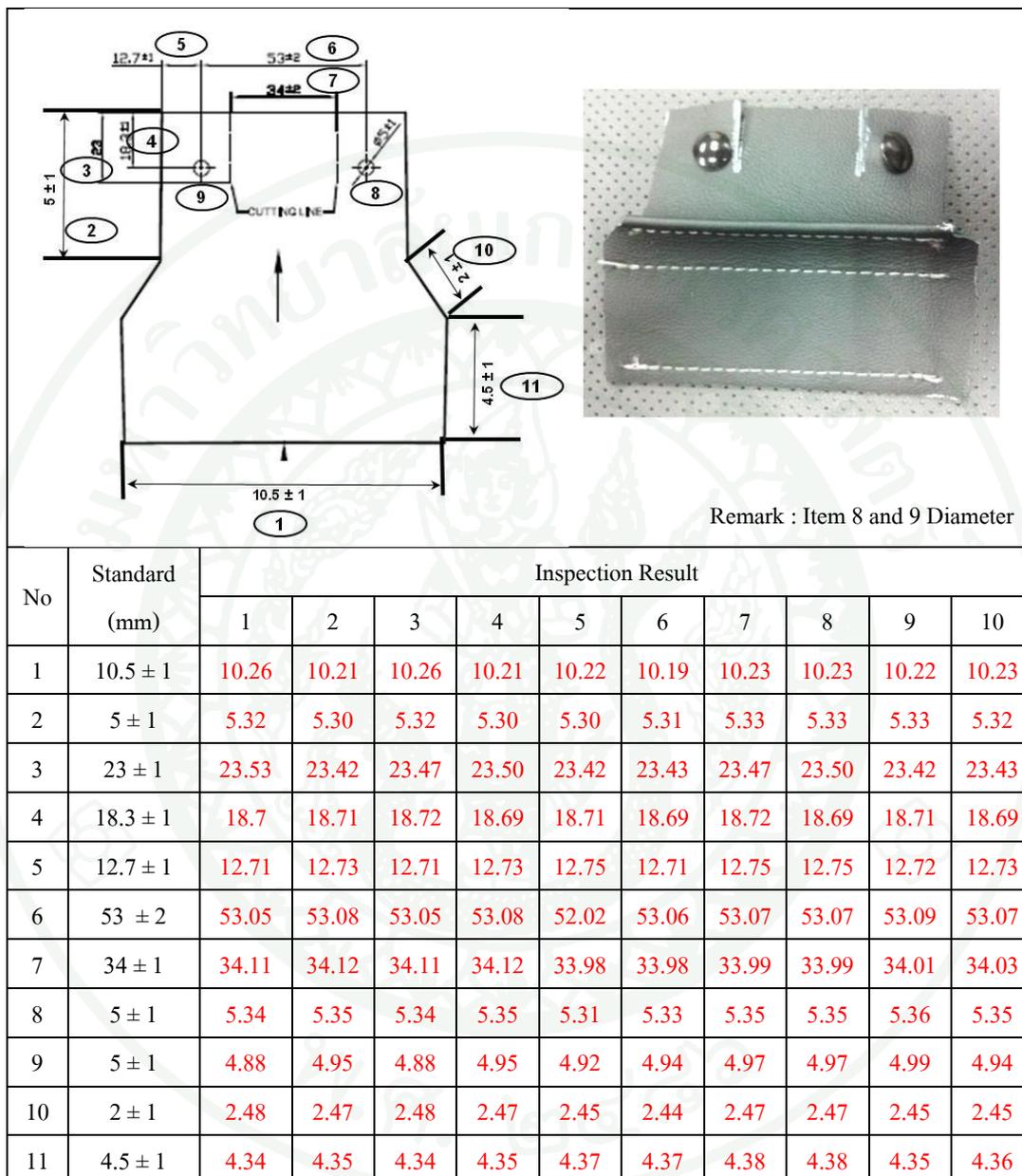
No	Standard (mm)	Inspection Result									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10.5 ± 1	10.26	10.21	10.22	10.19	10.23	10.22	10.23	10.27	10.23	10.26
2	5 ± 1	5.32	5.30	5.30	5.31	5.33	5.33	5.32	5.30	5.32	5.32
3	23 ± 1	23.53	23.42	23.43	23.47	23.42	23.42	23.50	23.50	23.46	23.51
4	18.3 ± 1	18.7	18.71	18.69	18.72	18.69	18.7	18.71	18.69	18.68	18.73
5	12.7 ± 1	12.71	12.73	12.75	12.71	12.75	12.72	12.73	12.73	12.73	12.72
6	53 ± 2	53.05	53.08	52.02	53.06	53.07	53.09	53.07	53.02	53.05	53.02
7	34 ± 1	34.11	34.12	33.98	33.98	33.99	34.01	34.03	33.97	33.97	33.99
8	5 ± 1	5.34	5.35	5.31	5.33	5.35	5.36	5.35	5.34	5.36	5.33
9	5 ± 1	4.88	4.95	4.92	4.94	4.97	4.99	4.94	4.98	4.95	4.89
10	2 ± 1	2.48	2.47	2.45	2.44	2.47	2.45	2.45	2.44	2.47	2.48
11	4.5 ± 1	4.34	4.35	4.37	4.37	4.38	4.35	4.36	4.35	4.36	4.37

ตารางที่ 25 ตารางแสดงข้อมูลการวัดของชุดบานพับที่ทำจากหนัง ชุดที่ 2



No	Standard (mm)	Inspection Result									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10.5 ± 1	10.23	10.21	10.26	10.21	10.22	10.22	10.19	10.23	10.22	10.19
2	5 ± 1	5.32	5.30	5.32	5.30	5.30	5.30	5.31	5.32	5.30	5.31
3	23 ± 1	23.42	23.43	23.47	23.47	23.42	23.53	23.42	23.43	23.47	23.42
4	18.3 ± 1	18.68	18.73	18.69	18.7	18.71	18.69	18.72	18.69	18.68	18.7
5	12.7 ± 1	12.73	12.73	12.71	12.73	12.75	12.75	12.71	12.73	12.75	12.71
6	53 ± 2	53.05	53.08	53.05	53.08	52.02	52.02	53.06	53.07	52.02	53.06
7	34 ± 1	33.97	34.12	34.11	34.12	33.98	33.98	33.98	34.03	33.98	33.98
8	5 ± 1	5.36	5.35	5.34	5.35	5.31	5.31	5.33	5.35	5.31	5.33
9	5 ± 1	4.95	4.95	4.88	4.95	4.92	4.92	4.94	4.94	4.92	4.94
10	2 ± 1	2.47	2.47	2.48	2.47	2.45	2.45	2.44	2.45	2.45	2.44
11	4.5 ± 1	4.36	4.35	4.34	4.35	4.37	4.37	4.37	4.36	4.37	4.37

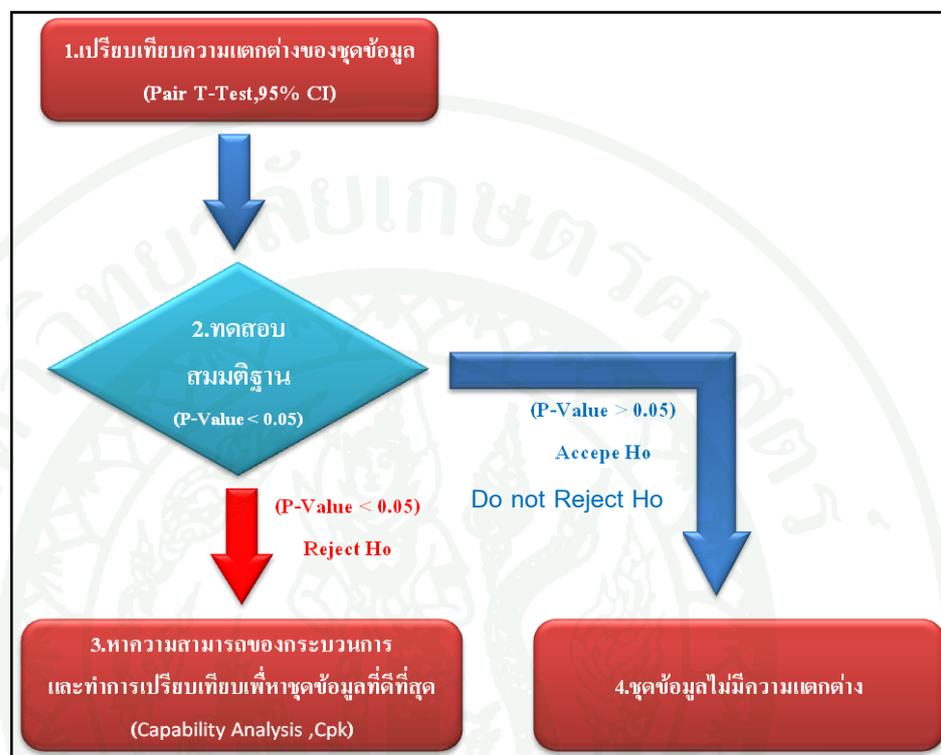
ตารางที่ 26 ตารางแสดงข้อมูลการวัดของชุดบานพับที่ทำจากหนัง ชุดที่ 3



4.5 Design Analysis

การเปรียบเทียบขนาดของชิ้นงาน (Dimension) โดยทำการเปรียบเทียบด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test) ที่ความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากการทดสอบค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่มว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยที่ตัวอย่างจะทำการสุ่มทีละคู่ หรืออาจกล่าวได้ว่าการทดสอบจะทดสอบว่าความแตกต่างของแต่ละคู่ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ และหลังจาก

เปรียบเทียบความแตกต่างของชุดข้อมูล ถ้าข้อมูลมีความแตกต่างใช้เทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ (Capability Analysis) เพื่อหาว่าข้อมูลใดดีที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 34



ภาพที่ 34 แสดงขั้นตอนการเปรียบเทียบขนาดของชิ้นงาน (กรณีศึกษาที่ 2)

และสามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

$$H_0 : \mu_{\text{Leather}} = \mu_{\text{Carpet}}$$

$$H_1 : \mu_{\text{Leather}} \neq \mu_{\text{Carpet}}$$

- เปรียบเทียบที่จุดตรวจสอบที่ 1 ที่ขนาดมาตรฐานที่ 10.5 ± 1

Paired T-Test and CI: Leather, Carpet Position 1

Paired T for Leather - Carpet

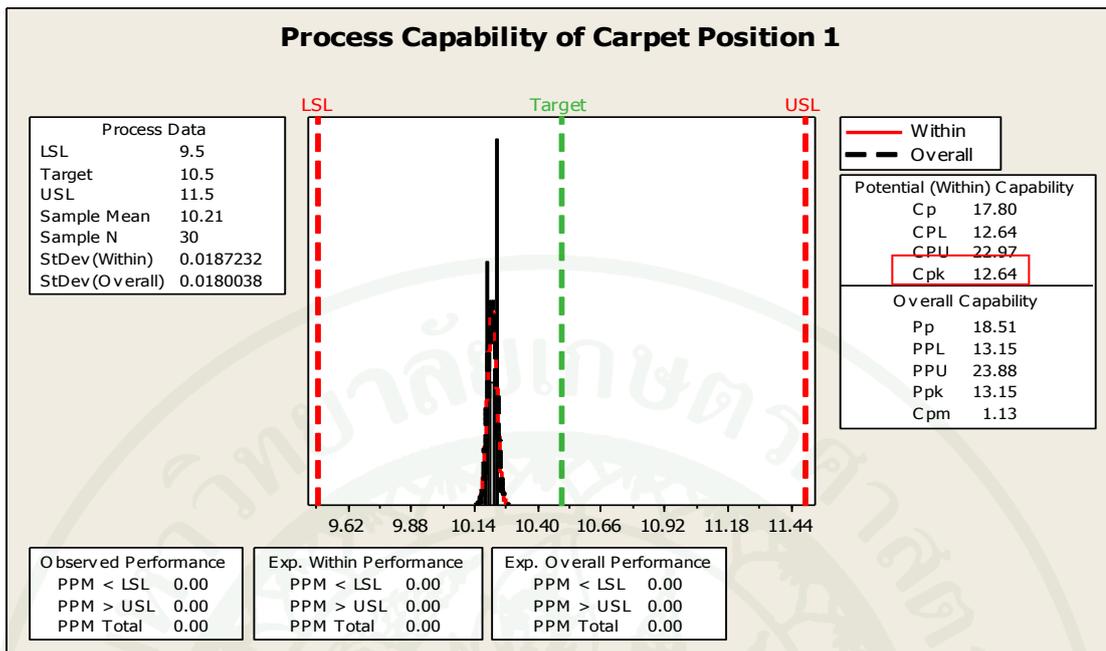
	N	Mean	StDev	SE Mean
Leather	30	10.2253	0.0224	0.0041
Carpet	30	10.2100	0.0180	0.0033
Difference	30	0.01533	0.02285	0.00417

95% CI for mean difference: (0.00680, 0.02387)

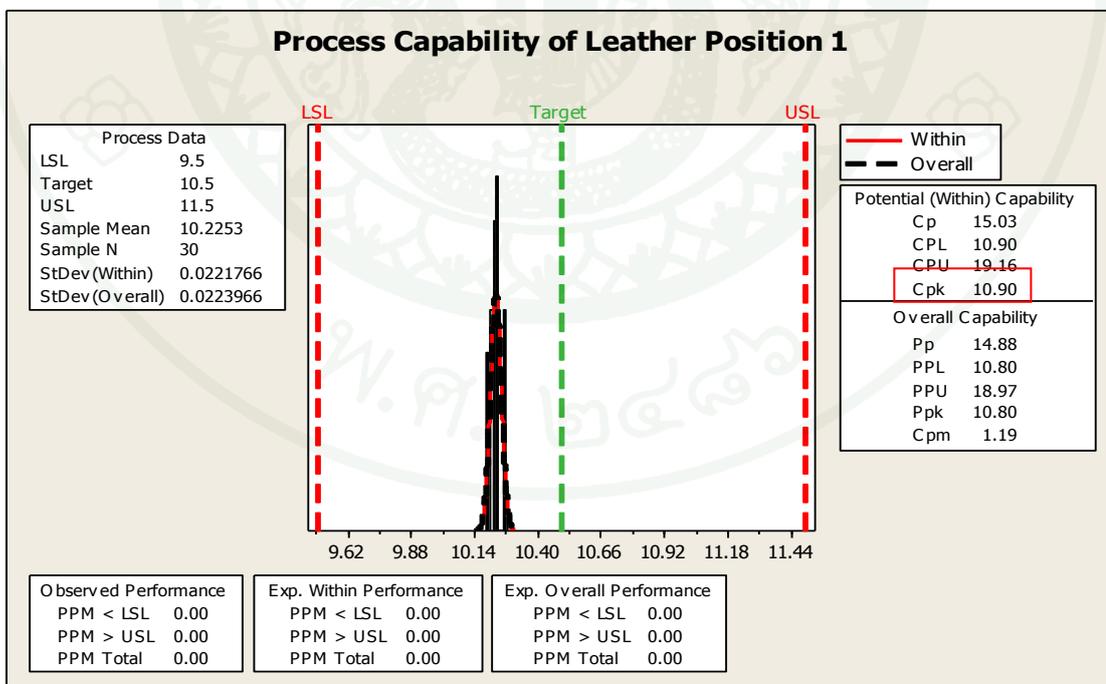
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 3.67 P-Value = 0.001

ภาพที่ 35 แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 1 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)

จากภาพที่ 35 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีค่า P-Value = 0.001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของชุดบานพับที่ทำจากพรอมและหนังในตำแหน่งที่ 1 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-Value < 0.05)



ภาพที่ 36 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 1 ของชุดบานพับที่ทำจากพรม



ภาพที่ 37 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 1 ของชุดบานพับที่ทำจากหนัง

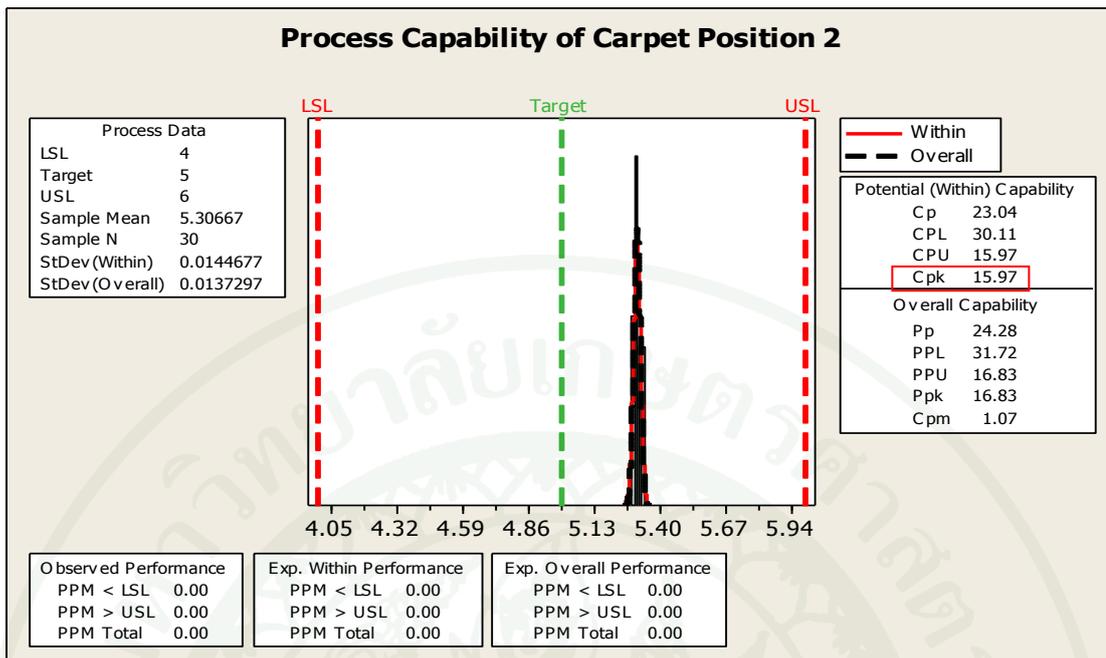
จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพสามารถสรุปได้ว่าในตำแหน่งที่ 1 บานพับที่ทำจากพรม (Carpet) มีความสามารถของกระบวนการดีกว่าบานพับที่ทำจากหนังที่ C_{pk} พรมเท่ากับ 12.64 มากกว่า C_{pk} หนังที่ 10.90

- เปรียบเทียบที่จุดตรวจสอบที่ 2 ที่ขนาดมาตรฐานที่ 5 ± 1

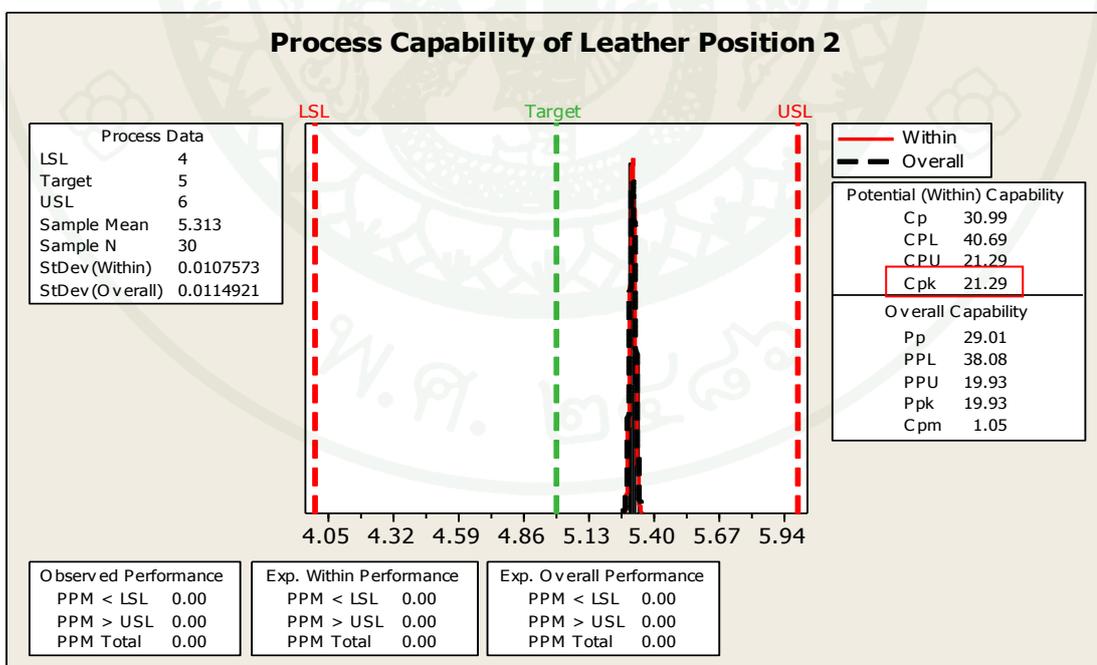
Paired T-Test and CI: Leather, Carpet Position 2				
Paired T for Leather - Carpet				
	N	Mean	StDev	SE Mean
Leather	30	5.31300	0.01149	0.00210
Carpet	30	5.30667	0.01373	0.00251
Difference	30	0.00633	0.01671	0.00305
95% CI for mean difference: (0.00009, 0.01257)				
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 2.08 P-Value = 0.047				

ภาพที่ 38 แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 2 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)

จากภาพที่ 38 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีค่า P-Value = 0.047 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของชุดบานพับที่ทำจากพรมและหนังในตำแหน่งที่ 2 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-Value < 0.05)



ภาพที่ 39 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 2 ของชุดบานพับที่ทำจากพรม



ภาพที่ 40 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 2 ของชุดบานพับที่ทำจากหนัง

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ สามารถสรุปได้ว่าในตำแหน่งที่ 2 บานพับที่ทำจากหนัง (Leather) มีความสามารถของกระบวนการดีกว่าบานพับที่ทำจากพรมที่ C_{pk} หนังเท่ากับ 21.29 มากกว่า C_{pk} พรมที่ 15.97

- เปรียบเทียบที่จุดตรวจสอบที่ 3 ที่ขนาดมาตรฐานที่ 23 ± 1

Paired T-Test and CI: Leather, Carpet Position 3

Paired T for Leather - Carpet

	N	Mean	StDev	SE Mean
Leather	30	23.4577	0.0392	0.0072
Carpet	30	23.4587	0.0252	0.0046
Difference	30	-0.00100	0.04163	0.00760

95% CI for mean difference: (-0.01655, 0.01455)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0.13 P-Value = 0.896

ภาพที่ 41 แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 3 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)

จากภาพที่ 41 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีค่า P-Value = 0.896 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ขอมรับสมมติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของชุดบานพับที่ทำจากพรมและหนังในตำแหน่งที่ 3 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-Value > 0.05)

- เปรียบเทียบที่จุดตรวจสอบที่ 4 ที่ขนาดมาตรฐานที่ 18.3 ± 1

Paired T-Test and CI: Leather, Carpet Position 4

Paired T for Leather - Carpet

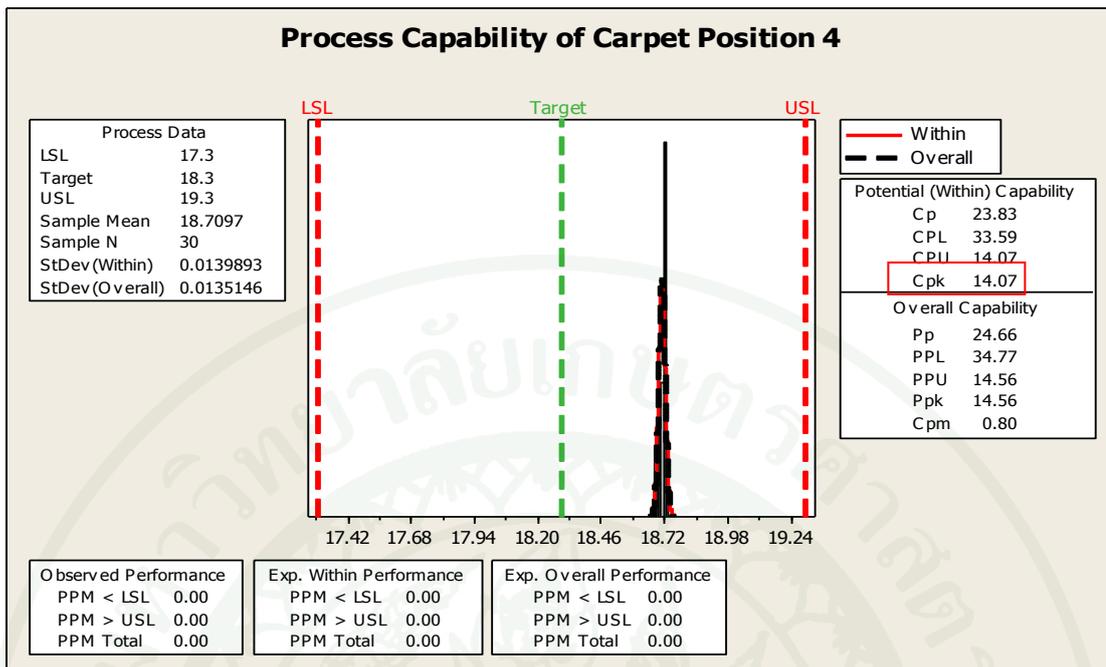
	N	Mean	StDev	SE Mean
Leather	30	18.7013	0.0146	0.0027
Carpet	30	18.7097	0.0135	0.0025
Difference	30	-0.00833	0.01783	0.00325

95% CI for mean difference: (-0.01499, -0.00168)

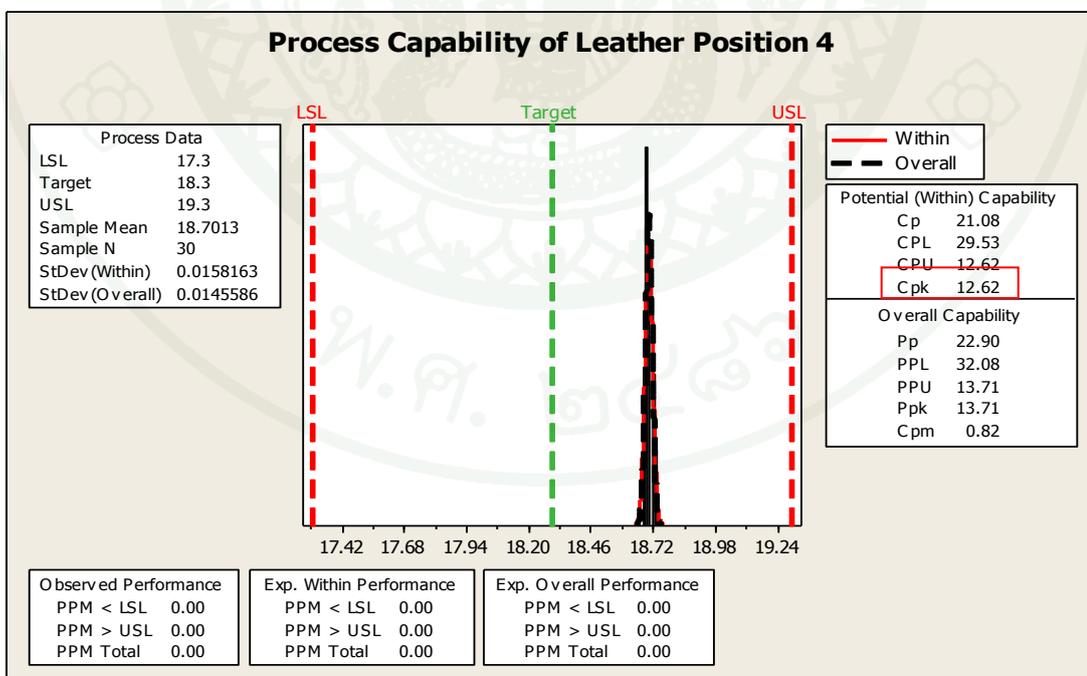
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -2.56 P-Value = 0.016

ภาพที่ 42 แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 4 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)

จากภาพที่ 42 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีค่า P-Value = 0.016 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของชุดบานพับที่ทำจากพรมและหนังในตำแหน่งที่ 4 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-Value < 0.05)



ภาพที่ 43 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 4 ของชุดบานพับที่ทำจากพรม



ภาพที่ 44 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 4 ของชุดบานพับที่ทำจากหนัง

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพสามารถสรุปได้ว่าในตำแหน่งที่ 4 บานพับที่ทำจากพรม (Carpet) มีความสามารถของกระบวนการดีกว่าบานพับที่ทำจากหนังที่ C_{pk} พรมเท่ากับ 14.07 มากกว่า C_{pk} หนังที่ 12.62

- เปรียบเทียบที่จุดตรวจสอบที่ 5 ที่ขนาดมาตรฐานที่ 12.7 ± 1

Paired T-Test and CI: Leather, Carpet Position 5

Paired T for Leather - Carpet

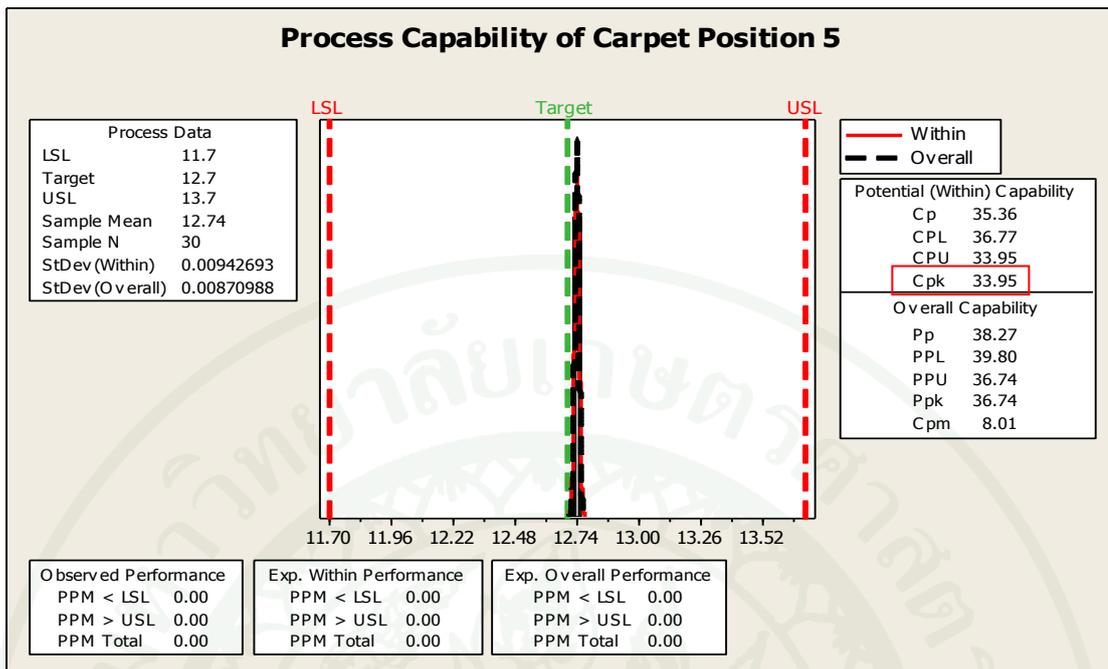
	N	Mean	StDev	SE Mean
Leather	30	12.7290	0.0152	0.0028
Carpet	30	12.7400	0.0087	0.0016
Difference	30	-0.01100	0.01605	0.00293

95% CI for mean difference: (-0.01699, -0.00501)

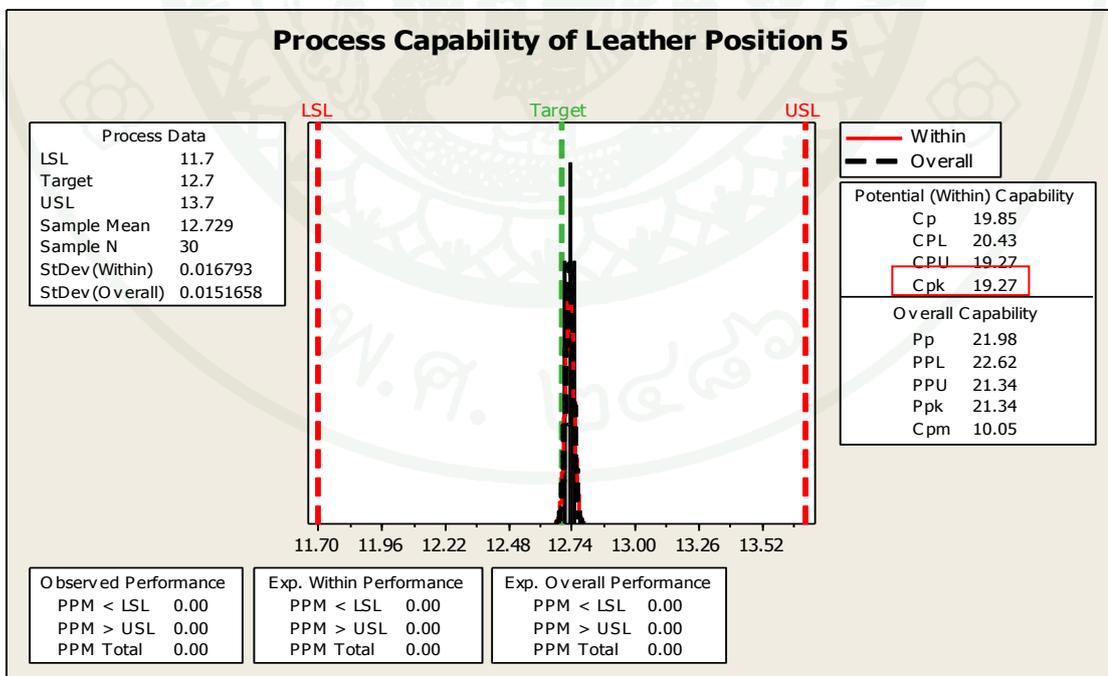
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -3.75 P-Value = 0.001

ภาพที่ 45 แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 5 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)

จากภาพที่ 45 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีค่า P-Value = 0.001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของชุดบานพับที่ทำจากพรมและหนังในตำแหน่งที่ 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-Value < 0.05)



ภาพที่ 46 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 5 ของชุดบานพับที่ทำจากพรม



ภาพที่ 47 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 5 ของชุดบานพับที่ทำจากหนัง

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพสามารถสรุปได้ว่าในตำแหน่งที่ 5 บานพับที่ทำจากพรม (Carpet) มีความสามารถของกระบวนการดีกว่าบานพับที่ทำจากหนังที่ C_{pk} พรมเท่ากับ 33.95 มากกว่า C_{pk} หนังที่ 19.27

- เปรียบเทียบที่จุดตรวจสอบที่ 6 ที่ขนาดมาตรฐานที่ 53 ± 2

Paired T-Test and CI: Leather, Carpet Position 6

Paired T for Leather - Carpet

	N	Mean	StDev	SE Mean
Leather	30	52.8893	0.3958	0.0723
Carpet	30	52.9260	0.3380	0.0617
Difference	30	-0.0367	0.4193	0.0766

95% CI for mean difference: (-0.1933, 0.1199)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0.48 P-Value = 0.636

ภาพที่ 48 แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 6 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)

จากภาพที่ 48 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีค่า P-Value = 0.636 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ขอมรับสมมติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของชุดบานพับที่ทำจากพรมและหนังในตำแหน่งที่ 6 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-Value > 0.05)

- เปรียบเทียบที่จุดตรวจสอบที่ 7 ที่ขนาดมาตรฐานที่ 34 ± 1

Paired T-Test and CI: Leather, Carpet Position 7

Paired T for Leather - Carpet

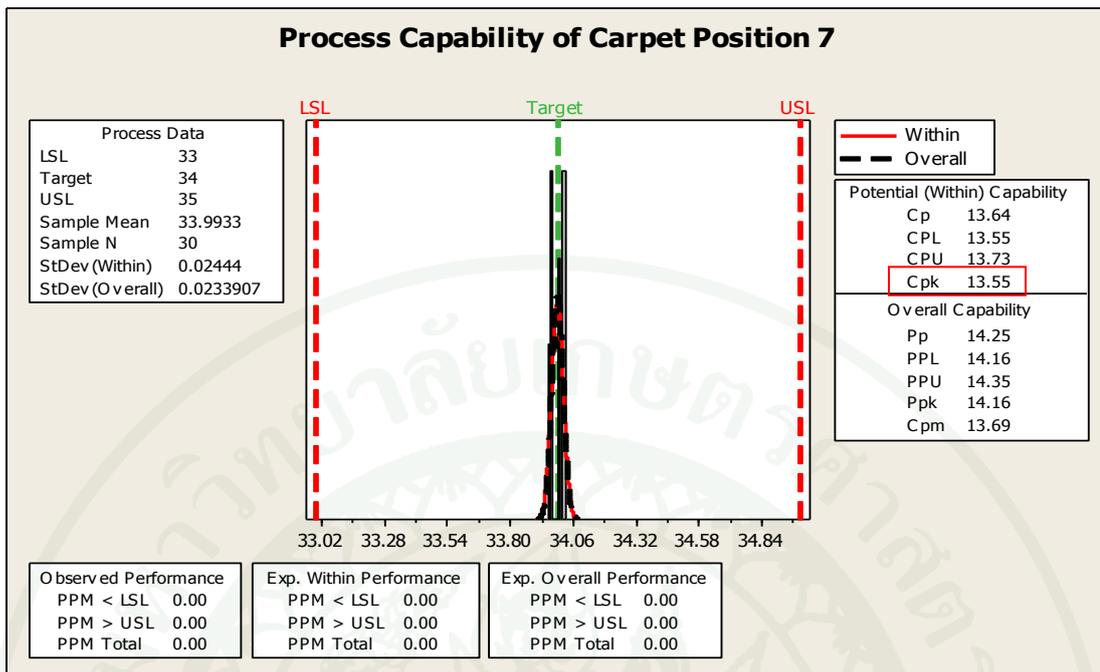
	N	Mean	StDev	SE Mean
Leather	30	34.0280	0.0606	0.0111
Carpet	30	33.9933	0.0234	0.0043
Difference	30	0.0347	0.0585	0.0107

95% CI for mean difference: (0.0128, 0.0565)

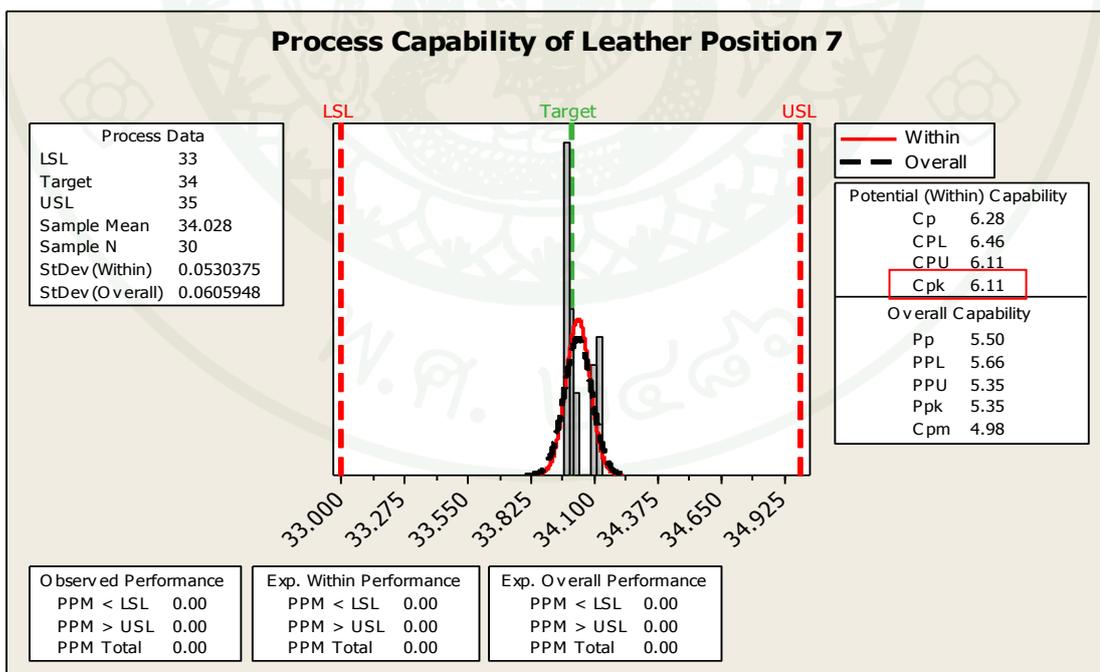
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 3.25 P-Value = 0.003

ภาพที่ 49 แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 7 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)

จากภาพที่ 49 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีค่า P-Value = 0.003 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของชุดบานพับที่ทำจากพรมและหนังในตำแหน่งที่ 7 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-Value < 0.05)



ภาพที่ 50 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 7 ของชุดบานพับที่ทำจากพรม



ภาพที่ 51 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 7 ของชุดบานพับที่ทำจากหนัง

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพสามารถสรุปได้ว่าในตำแหน่งที่ 7 บานพับที่ทำจากพรม (Carpet) มีความสามารถของกระบวนการดีกว่าบานพับที่ทำจากหนังที่ C_{pk} พรมเท่ากับ 13.55 มากกว่า C_{pk} หนังที่ 6.11

- เปรียบเทียบที่จุดตรวจสอบที่ 8 ที่ขนาดมาตรฐานที่ 5 ± 1

Paired T-Test and CI: Leather, Carpet Position 8

Paired T for Leather - Carpet

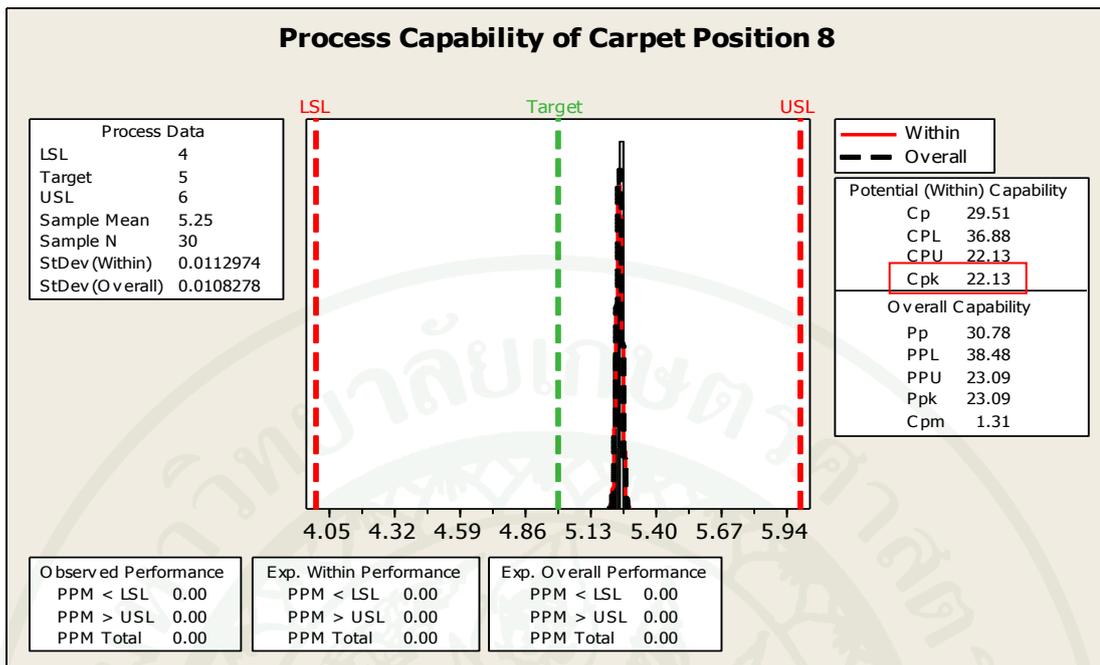
	N	Mean	StDev	SE Mean
Leather	30	5.33967	0.01629	0.00297
Carpet	30	5.25000	0.01083	0.00198
Difference	30	0.08967	0.01866	0.00341

95% CI for mean difference: (0.08270, 0.09663)

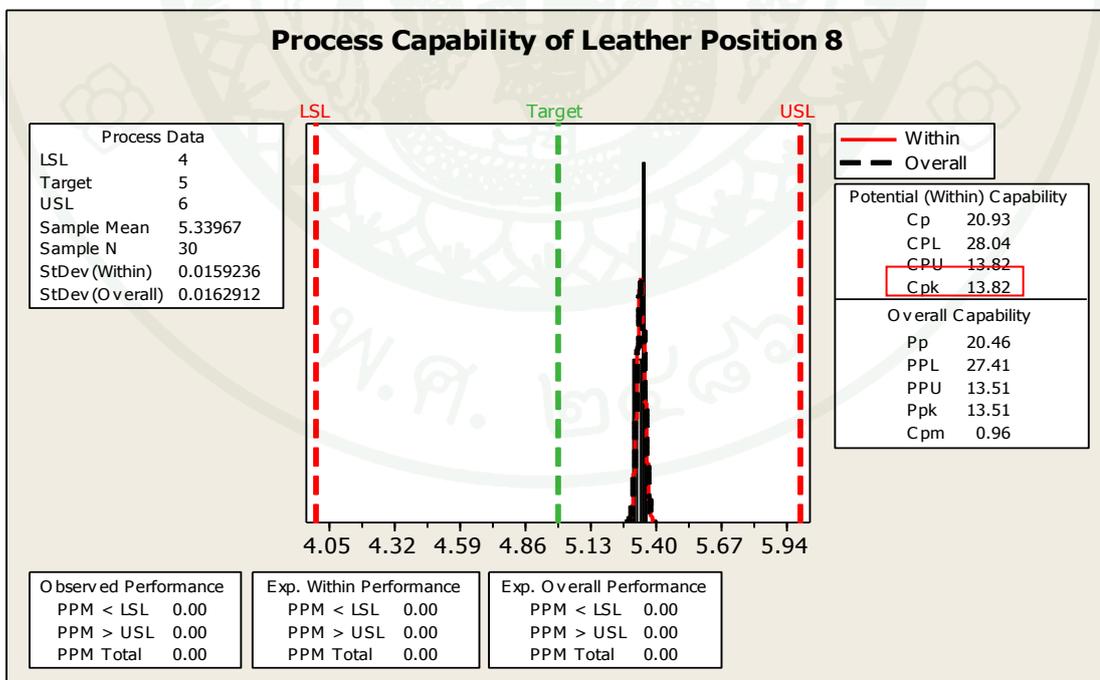
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 26.32 P-Value = 0.000

ภาพที่ 52 แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 8 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)

จากภาพที่ 52 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีค่า P-Value = 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของชุดบานพับที่ทำจากพรมและหนังในตำแหน่งที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-Value < 0.05)



ภาพที่ 53 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 8 ของชุดบานพับที่ทำจากพรม



ภาพที่ 54 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 8 ของชุดบานพับที่ทำจากหนัง

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพสามารถสรุปได้ว่าในตำแหน่งที่ 8 บานพับที่ทำจากพรม (Carpet) มีความสามารถของกระบวนการดีกว่าบานพับที่ทำจากหนังที่ C_{pk} พรมเท่ากับ 22.13 มากกว่า C_{pk} หนังที่ 13.82

- เปรียบเทียบที่จุดตรวจสอบที่ 9 ที่ขนาดมาตรฐานที่ 5 ± 1

Paired T-Test and CI: Leather, Carpet Position 9

Paired T for Leather - Carpet

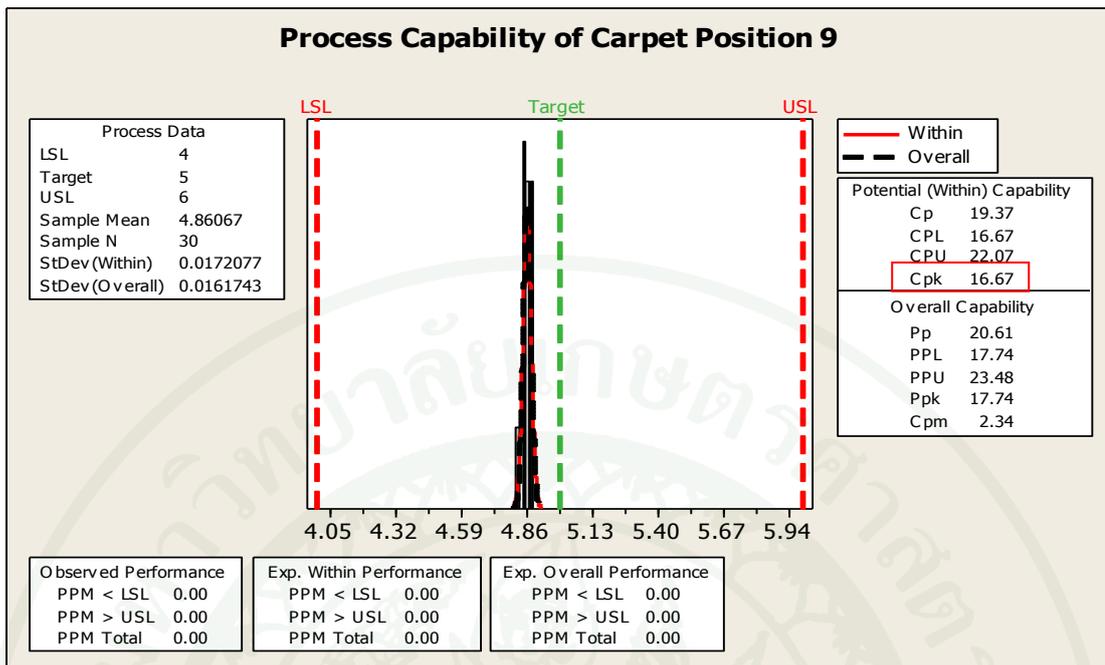
	N	Mean	StDev	SE Mean
Leather	30	4.93700	0.03142	0.00574
Carpet	30	4.86067	0.01617	0.00295
Difference	30	0.07633	0.03409	0.00622

95% CI for mean difference: (0.06360, 0.08906)

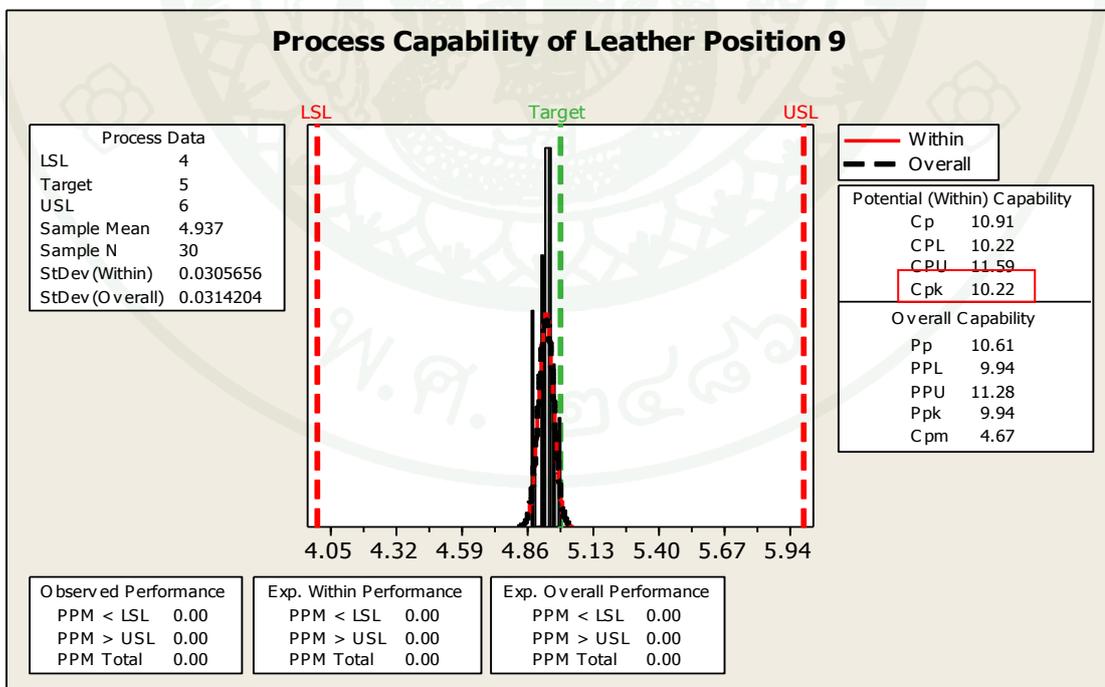
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 12.27 P-Value = 0.000

ภาพที่ 55 แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 9 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)

จากภาพที่ 55 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีค่า P-Value = 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของชุดบานพับที่ทำจากพรมและหนังในตำแหน่งที่ 9 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-Value < 0.05)



ภาพที่ 56 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 9 ของชุดบานพับที่ทำจากพรม



ภาพที่ 57 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 9 ของชุดบานพับที่ทำจากหนัง

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพสามารถสรุปได้ว่าในตำแหน่งที่ 9 บานพับที่ทำจากพรม (Carpet) มีความสามารถของกระบวนการดีกว่าบานพับที่ทำจากหนังที่ C_{pk} พรมเท่ากับ 16.67 มากกว่า C_{pk} หนังที่ 10.22

- เปรียบเทียบที่จุดตรวจสอบที่ 10 ที่ขนาดมาตรฐานที่ 2 ± 1

Paired T-Test and CI: Leather, Carpet Position 10

Paired T for Leather - Carpet

	N	Mean	StDev	SE Mean
Leather	30	2.46000	0.01438	0.00263
Carpet	30	2.45500	0.01456	0.00266
Difference	30	0.00500	0.01996	0.00364

95% CI for mean difference: (-0.00245, 0.01245)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 1.37 P-Value = 0.181

ภาพที่ 58 แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 10 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)

จากภาพที่ 58 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีค่า P-Value = 0.181 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของชุดบานพับที่ทำจากพรมและหนังในตำแหน่งที่ 10 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-Value > 0.05)

- เปรียบเทียบที่จุดตรวจสอบที่ 11 ที่ขนาดมาตรฐานที่ 4.5 ± 1

Paired T-Test and CI: Leather, Carpet Position 11

Paired T for Leather - Carpet

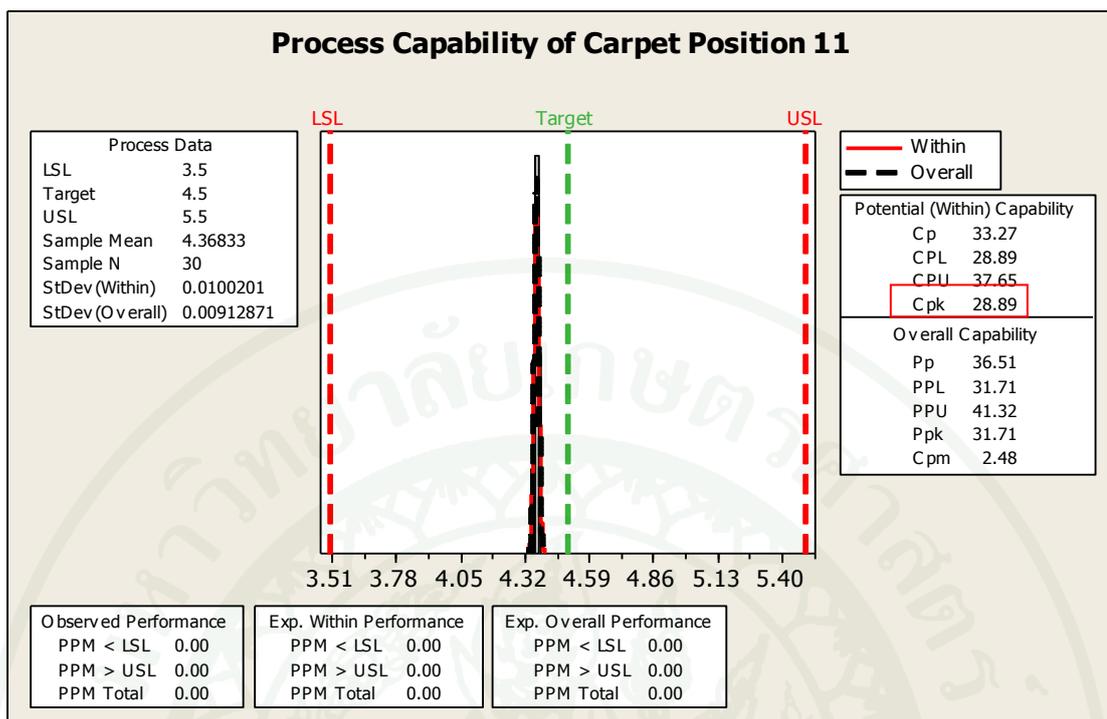
	N	Mean	StDev	SE Mean
Leather	30	4.36000	0.01259	0.00230
Carpet	30	4.36833	0.00913	0.00167
Difference	30	-0.00833	0.01555	0.00284

95% CI for mean difference: (-0.01414, -0.00253)

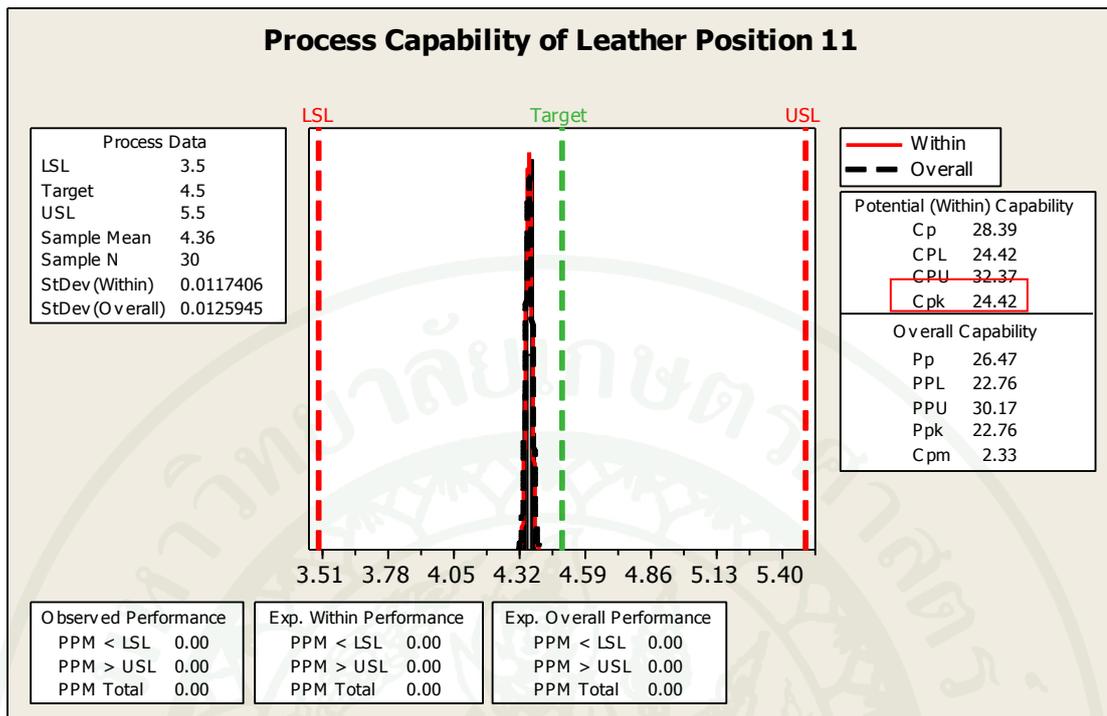
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -2.93 P-Value = 0.006

ภาพที่ 59 แสดงการเปรียบเทียบจุดตรวจสอบที่ 11 ด้วยการเปรียบเทียบคู่แบบ T (Paired T-Test)

จากภาพที่ 59 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ โดยมีค่า P-Value = 0.006 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก คือ ค่าเฉลี่ยของชุดบานพับที่ทำจากพรมและหนังในตำแหน่งที่ 11 แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P-Value < 0.05)



ภาพที่ 60 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 11 ของชุดบานพับที่ทำจากพรม



ภาพที่ 61 แสดงการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในตำแหน่งที่ 11 ของชุดบานพับที่ทำจากหนัง

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิภาพสามารถสรุปได้ว่าในตำแหน่งที่ 11 บานพับที่ทำจากพรม (Carpet) มีความสามารถของกระบวนการดีกว่าบานพับที่ทำจากหนังที่ C_{pk} พรมเท่ากับ 28.89 มากกว่า C_{pk} หนังที่ 24.42

ตารางที่ 27 ตารางแสดงสรุปข้อมูลการเปรียบเทียบขนาดของชิ้นงานชุดบานพับ

No	Standard	Paired T-Test (P-Value)	Capability Analysis		Judgement
			Carpet (C_{pk})	Leather (C_{pk})	
1	10.5 ± 1	0.001	12.64	10.90	Carpet
2	5 ± 1	0.047	15.97	21.29	Leather
3	23 ± 1	0.896	-	-	Carpet = Leather
4	18.3 ± 1	0.016	14.07	12.62	Carpet
5	12.7 ± 1	0.001	33.95	19.27	Carpet
6	53 ± 2	0.636	-	-	Carpet = Leather
7	34 ± 1	0.003	13.55	6.11	Carpet
8	5 ± 1 (Diameter)	0.000	22.13	13.82	Carpet
9	5 ± 1 (Diameter)	0.000	16.67	10.22	Carpet
10	2 ± 1	0.181	-	-	Carpet
11	4.5 ± 1	0.006	28.89	24.42	Carpet

จากตารางที่ 27 สามารถสรุปได้ว่าบานพับที่ทำจากพรมมีการควบคุมขนาดให้ได้ตามข้อกำหนดดีกว่าบานพับที่ทำจากหนัง

4.6 Validation

ในขั้นตอนนี้แบ่งการตรวจสอบได้เป็น 2 ส่วนคือ

4.6.1 ความสามารถของวัสดุที่นำมาทดแทน

PRODUCT TEST RESULT FOR APPROVAL					
TRIAL NO. :	7DA1923			PRODUCT DETAIL	
PRODUCT TYPE :	NEEDLE PUNCH CARPET			PET.	350 gms.
MODEL :	MITSUBISHI 3E45 (M4N001, M4N002)			LATEX ANTI FLAME	50 gms.
PART NAME :	FLOOR CARPET			TOTAL	400 gms.
QUALITY :	A NPT35V F G747				
TEST METHOD :	HTT.MATERIAL STANDARD				
NO.	TEST ITEM	STANDARD	TEST RESULT	JUDGEMENT	REMARK
1	Carpet Weight [gm./sq.m.]	400 ± 6%	408.26	OK	
2	Thickness [mm.]	- +0.5	3.84	OK	
3	Tensile Strength [Kgf.]	60 min. (kgf)	- Warp	65.94	OK
			- Weft	77.74	OK
4	Elongation at break [%]	30 ≤ b ≤ 70	- Warp	82.00	OK
			- Weft	82.66	OK
5	Taber Abrasion [Grade]	≥ 3	3	OK	
6	Shrinkage [%]	4 max.	1.00	OK	
7	Tearing strength [Kgf.]	6 min.	- Warp	10.70	OK
			- Weft	9.99	OK
8	Flammability [mm./min.]	80 max.	- Warp	59.82	OK
			- Weft	70.86	OK
CARPETS INTERNATIONAL THAILAND PUBLIC CO., LTD.			CUSTOMER APPROVAL		
REPORTED BY		APPROVED BY		APPROVED BY	
Krit M. 09/01/2008		Pariya R. 09/01/2008		[Signature]	

ภาพที่ 62 แสดงคุณสมบัติของพรม (Carpet)

จากภาพที่ 62 จะเห็นได้ว่าพรม (Carpet) ที่นำมาใช้เป็นวัสดุทดแทนมีการทดสอบด้วยกัน 8 หัวข้อประกอบไปด้วย Carpet Weight เป็นการทดสอบน้ำหนักของพรม, Thickness เป็นการทดสอบความหนาของพรม, Tensile Strength เป็นการทดสอบความเค้นของพรมหรือการฉีกขาดของพรม, Elongation at break เป็นการทดสอบเพื่อหาว่าที่การยืดตัวเท่าไรพรมจะเกิดการฉีกขาด, Taber Abrasion เป็นการ

ทดสอบการหดตัวของพรม, Shrinkage เป็นการทดสอบการหดตัวของชิ้นงาน, Tearing Strength เป็นการทดสอบการฉีกกร่อนของพรมและ Flammability เป็นการทดสอบการติดไฟและเวลาที่ไฟจะดับของชิ้นงานโดยสามารถสรุปได้ว่าพรม (Carpet) มีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนด

4.6.2 ทดสอบหน้าที่การทำงานหลังจากมีการเปลี่ยนแปลงวัสดุ



ภาพที่ 63 แสดงการเปรียบเทียบชิ้นงานก่อนและหลังการทดสอบ (กรณีศึกษาที่ 2)

จากภาพที่ 63 แสดงผลการทดสอบการทำงานของเบาะกล่าวคือการพับเบาะเป็นจำนวน 5,000 รอบผลที่ได้จากการทดสอบแสดงว่าหลังจากมีการใช้งานชิ้นส่วนบานพับที่ใช้เทคนิค IVESS มีสภาพไม่ต่างจากก่อนการใช้งาน

4.7 Implementation and Control



ภาพที่ 64 แสดงชิ้นส่วนของชุดบานพับหลังจากใช้เทคนิค IVESS

ตารางที่ 28 แสดงราคาผลิตภัณฑ์หลังจากใช้ IVESS ของชุดบานพับ

IVESS Idea	Part Name	Part No.	Seat Type	Q'ty/Car
Change Material			Leather	
HINGE COVER	HINGE COVER	JSI14088	and	4
ASSY	ASSY		Fabric	
Current Price/pc	12.00 ฿			
New Price/pc	8.55 ฿			
Merit/Pc	3.45 ฿			
Merit/Carset	13.79 ฿			
Est. Volume/Year	55,000			
Amount/Year	758,450 ฿			

ผลและวิจารณ์

ผล

จากการใช้เทคนิค IVESS กับกรณีศึกษาในอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์ผลลัพธ์ที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 29 และตารางที่ 30

ตารางที่ 29 แสดงผลการวิจัยในกรณีศึกษาที่ 1 เทียบกับขั้นตอนของเทคนิค IVESS

ขั้นตอนในเทคนิค IVESS	กรณีศึกษาที่ 1
1. Target Alignment (การตั้งเป้าหมายให้อยู่ในแนวทางเดียวกัน)	ลดต้นทุนชิ้นส่วนพลาสติกของเบาะรถยนต์
2. Function Analysis (การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน)	หน้าที่การทำงานที่นำมาวิเคราะห์คือ Protect Metal คิดเป็น 38.7 % ของหน้าที่การทำงานทั้งหมด
3. Creativวิศวกรรมคุณค่า (การสร้างสรรค้แนวคิด)	การเลิกใช้ซิปในชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์ (Eliminate Zipper)
4. Mock-up and Measuring (การสร้างแบบจำลองและวัดผล)	- Attribute Gage R&R ผลที่ได้คือชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์ บริเวณน้กพิงไม่มีรอยย่น - Variable Gage R&R ในการวิเคราะห์ข้อมูลผลที่ได้คือค่า %R&R เป็น 9.98%ซึ่งน้อยกว่า 10 % สรุปได้ว่าการวัดรอยย่นที่บริเวณที่ใช้เทคนิค IVESS มีความน่าเชื่อถือและเป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้าที่มีการย่นได้ไม่เกิน 40 มิลลิเมตร

ตารางที่ 29 (ต่อ)

ขั้นตอนในเทคนิค IVESS	กรณีศึกษาที่ 1
5. Design Analysis (การวิเคราะห์การออกแบบที่เหมาะสมที่สุด)	ไม่สามารถวิเคราะห์ได้เนื่องจากการตัดชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นออกทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพของกระบวนการได้เนื่องจากการตัดออกทำให้กระบวนการทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยตรงจึงไม่มีความจำเป็นในการวิเคราะห์หาความเหมาะสมของกระบวนการ
6. Validation (การตรวจสอบเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนด)	จากการทดสอบด้วยการประกอบในสายการผลิตจริงพบว่าชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์บริเวณพนักพิงที่ใช้เทคนิค IVESS สามารถผลิตได้จริงและไม่เกิดปัญหา
7. Implementation and Control (การนำไปปฏิบัติและการควบคุม)	จากการใช้เทคนิค IVESS ทำให้สามารถลดต้นทุนได้ 16.96 บาทต่อเบาะรถยนต์ 1 ชุด และคิดเป็น 932,800 บาทต่อปี

ตารางที่ 30 แสดงผลการวิจัยในกรณีศึกษาที่ 2 เทียบกับขั้นตอนของเทคนิค IVESS

ขั้นตอนในเทคนิค IVESS	กรณีศึกษาที่ 2
1. Target Alignment (การตั้งเป้าหมายให้อยู่ในแนวทางเดียวกัน)	ลดต้นทุนชุดหนังหุ้มเบาะรถยนต์บริเวณพนักพิง
2. Function Analysis (การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน)	หน้าที่การทำงานที่นำมาวิเคราะห์คือ Support Assembly คิดเป็น 42.0 % ของหน้าที่การทำงานทั้งหมด
3. Creativity (การสร้างสรรค์แนวคิด)	การเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ของชุดบานพับของเบาะรถยนต์ โดยแบ่งแนวคิดออกเป็น 2 แนวทางคือ การเปลี่ยนชุดบานพับเป็นหนังและเป็นพรมตามลำดับ

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ขั้นตอนในเทคนิค IVESS	กรณีศึกษาที่ 2
4. Mock-up and Measuring (การสร้างแบบจำลองและวัดผล)	ทำการวัดชิ้นงานที่ทำจากพรมและหนังด้วย วิศวกรรม คุณค่าmier ผลที่ได้คือชิ้นงานทั้ง 2 ตรงตามแบบที่ กำหนด
5. Design Analysis (การวิเคราะห์การออกแบบที่เหมาะสม ที่สุด)	เปรียบเทียบขนาดของชิ้นงาน (Dimension) ด้วย Paired T-Test ที่ความเชื่อมั่น 95% ผลที่ได้คือชุดบาน พับที่ทำจากพรมมีความเหมาะสมในการผลิตมากกว่า เนื่องจากขนาดของชิ้นงานควบคุมได้ง่ายกว่า
6. Validation (การตรวจสอบเพื่อให้เป็นไปตาม ข้อกำหนด)	จากการทดสอบคุณสมบัติของพรมที่ใช้ทำชุดบานพับ สามารถสรุปได้ว่าพรมเป็นไปตามข้อกำหนดของ ลูกค้า และจากการทดสอบการทำงานของเบาะที่การ ใช้งาน 5,000 ครั้งสรุปได้ว่าหลังจากการทดสอบชุด บานพับไม่เกิดความเสียหายตรงตามข้อกำหนดของ ลูกค้า
7. Implementation and Control (การนำไปปฏิบัติและการควบคุม)	จากการใช้เทคนิค IVESSทำให้สามารถลดต้นทุนได้ 13.79บาทต่อเบาะรถยนต์ 1 ชุด และคิดเป็น 758,450 บาทต่อปี

วิจารณ์

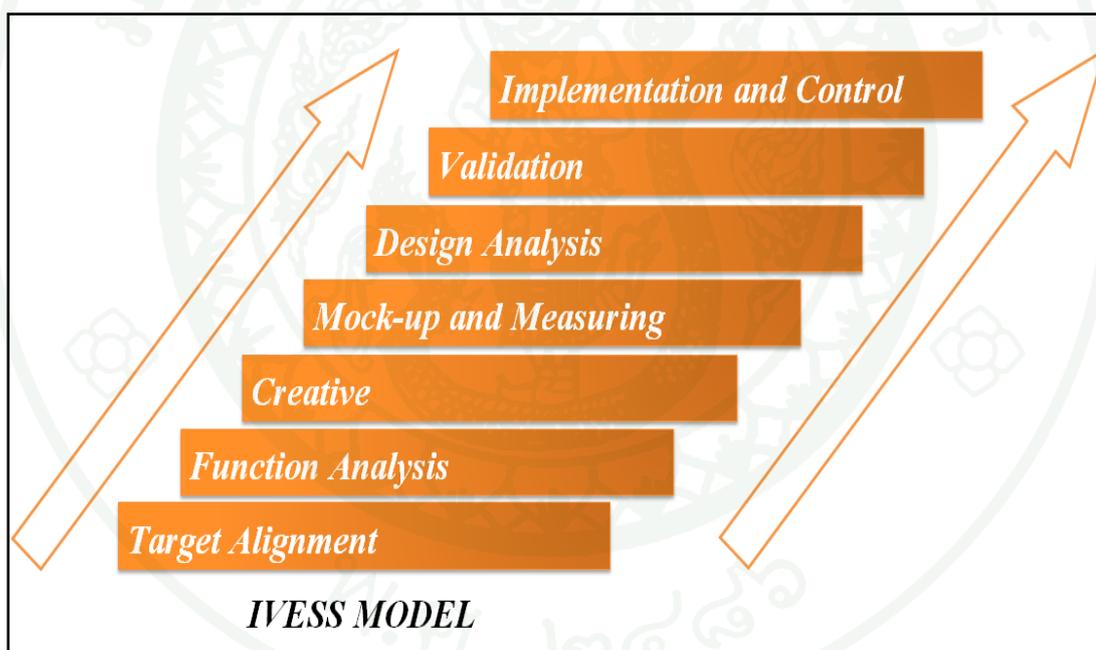
ข้อจำกัดของงานวิจัย

เนื่องจากบริษัทตัวอย่างเป็นอุตสาหกรรมในกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมรถยนต์
ดังนั้นโมเดลที่สร้างขึ้นหรือ IVESS MODEL นี้จึงออกแบบภายใต้ข้อกำหนดของอุตสาหกรรม
ยานยนต์เป็นหลัก จึงทำให้โมเดลที่ได้มีความโน้มเอียงมาในเชิงอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งอาจทำให้
ไม่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการผสมผสานเทคนิค “วิศวกรรมคุณค่า และเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า ทำให้เกิดเทคนิค IVESS Model และสามารถใช้งานได้จริง และลดต้นทุนการผลิตดังแสดงในกรณีศึกษาที่ 1 และ 2 ในอุตสาหกรรมการผลิตเบาะรถยนต์ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยโดยโมเดลที่เกิดขึ้นมีชื่อว่า IVESS ซึ่งมีขั้นตอน 7 ขั้นตอนดังภาพที่ 97 และสามารถแสดงต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่ลดลงหลังจากมีการใช้เทคนิค IVESS ได้ดังตารางที่ 31



ภาพที่ 65 แสดงขั้นตอนของ IVESS Model

ตารางที่ 31 แสดงการสรุปผลราคาที่เปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์หลังจากใช้เทคนิค IVESS

รายการ	กรณีศึกษาที่ 1	กรณีศึกษาที่ 2
ราคาปัจจุบันต่อชิ้น (Current Price/pc)	8.48 ฿	12.00 ฿
ราคาใหม่ต่อชิ้น (New Price/pc)	0 ฿	8.55 ฿
ส่วนต่างต่อชิ้น (Merit/Pc)	8.48 ฿	3.45 ฿
ส่วนต่างต่อเบาะรถยนต์ 1 ชุด (Merit/Carset)	16.96 ฿	13.79 ฿
จำนวนการผลิตต่อปีโดยประมาณ(Est. Volume/Year)	55,000	55,000
จำนวนเงินรวมต่อปี (Amount/Year)	932,800 ฿	758,450 ฿

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษา เฉพาะในอุตสาหกรรมรถยนต์ดังนั้นหากมีผู้ที่สนใจจะทำการวิจัยต่อไปในอนาคตก็อาจทดลองใช้ IVESS Model กับอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่ไม่ใช่อุตสาหกรรมยานยนต์ เป็นต้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2540. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม 1 (ประมวลผลด้วย MINITAB). พิมพ์ครั้งที่ 1 สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2540. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม 2 (ประมวลผลด้วย MINITAB). พิมพ์ครั้งที่ 5 สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2542. การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA) (ประมวลผลด้วย MINITAB). พิมพ์ครั้งที่ 4 สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2544. การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ Process Capability Analysis (PCA). พิมพ์ครั้งที่ 4 สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

จุฬากาญจน์ ดวงตาคำ และ อิศรา ชีระวัฒน์สกุล. 2551. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เทียนหอมด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและวิศวกรรมคุณค่า. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 6.

ณรพล พงษ์สำราญกุล. 2550. การลดต้นทุนในกระบวนการผลิตล็กเกิ้ลยวและเป็นเกิ้ลยวไนโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า. สารนิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหิดล.

อัมพิกา ไกรฤทธิ. 2546. วิศวกรรมคุณค่า เทคนิคการลดต้นทุนอย่างมีระบบ. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

อำนาจ แก้วสามัคคี. 2541. การเลือกและพัฒนาแม่พิมพ์เดิมนิดโปเรสซีฟว์สำหรับการผลิตข้อต่อสายไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- Borsic, D. and C. Volante. 1999. Value Engineering in the Product Development Process: an application in automotive industry, pp. 24-32. *In SAVE International Conference Proceedings*. Italy.
- Cook, M.J. 2003. How to get Six Sigma companies to use VM and Function Analysis, *In SAVE International Conference Proceedings*. 11 June 2003
- Does, E.A. 2002. Comparing Nonmanufacturing with Traditional Application of Six Sigma. *Journal of Quality Engineering*, 15(1): 177-182.
- Drew, M.A. and C.R. Kiczek. 2000. Design Around Value Engineering, pp. 1-7. *In SAVE International Conference Proceedings*.
- Gerhardt, D.J. 2006. Managing Value Engineering in New Product Development, pp. 1-12. **Gerhardt – Managing Value Engineering in New Product Development**.
- Huber, C. and H.M. Glenn. 2005. QFD and Design for Six Sigma, pp. 1-12. *In Proceedings of the 14th Symposium on QFD*. San Diego.
- James, P.W. 1986. Value Engineering, **Assistant Secretary of Defense**, Washington.
- Jariri, F. and S.H. Zegordi. 2008. Quality Function Deployment, Value Engineering and Target Costing, an Integrated Framework in Design Cost Management: A Mathematical Programming Approach Vol. 15, pp. 405-41. *Scientia Iranica*, No. 3.
- Kelly, K., J. Rugh and A. Pesaran. 2003. Improving Battery Thermal Management Using Design for Six Sigma Process, **20th Electric Vehicle Symposium**, Long Beach, CA.

- Mendoza, N., H. Ahuett and A. Molina. 2003. Case Studies in the Integration of QFD, VE and DFMA during the Product Design Stage, **The Proceedings of the 9th International Conference of Concurrent Enterprising**, Espoo, Finland.
- Mladjenovic, M. and T. Fletcher. 2009. Complimentary aspects of Six Sigma and VE, **CSVA Conference Ottawa**, Canada.
- Ramakrishnan S., P. Tsai C.M. Drayer and K. Srihari. 2008. Using Simulation with Design for Six Sigma in a Server Manufacturing Environment, **Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference**.
- Rich, N. 2000. Value Analysis Value Engineering, **Lean Enterprise Research Centre Cardiff**, United Kingdom.
- Samsung SDI. 2000. Six Sigma Case Studies for Quality Innovation, Samsung SDI Reports, Korea.
- Sastri, V. 2008. Design for Six Sigma and Product Development in the Plastics Industry, pp. 1-5, **Winovia LLC**.
- Sharma, A. and H. Srivastava. 2011. A case study analysis through the implementation of value engineering vol. 3, pp. 2204-2213, **International Journal of Engineering Science and Technology**.
- Subramaniam, P., K. Srinivasan and M. Prabakaran. 2011. An Innovative Lean Six Sigma Approach for Engineering Design Vol. 2. **International Journal of Innovation, Management and Technology**, 2(1): 166-170.

Yaghoubi, N.M. and S.A. Banihashemi. 2010. Conceptual Model of Achieving Competitive Advantages by Combination of Production and Quality System Vol. 46, pp. 523-530, **European Journal of Scientific Research**, 4(1): 523-530.



ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายจिरายุ จิตเจื้อจุน
เกิดวันที่	16 มกราคม 2529
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตศรีราชา
ตำแหน่งปัจจุบัน	Advance Quality Engineer
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	Johnson Controls & Summit Interiors Co. Ltd.,

