การศึกษาแนวทางลดต้นทุนการผลิตด้วยการขจัดต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ โดยใช้หลักการ 6-Sigma : กรณีศึกษาการลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ขดลวดไฟฟ้า ของบริษัท เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด มหาชน

STUDY OF MANUFACTURING COST REDUCTION BY ELIMINATION COST OF POOR QUALITY UNDER 6-SIGMA METHODOLOGY : A CASE STUDY OF COST REDUCTION FOR SOLENOID COIL OF DELTA ELECTRONICS (THAILAND) PUBLIC CO., LTD.

โดย

นายวราวุฒิ แสงมณี

การศึกษาด้วยตนเองนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

พ.ศ. 2549

การศึกษาด้วยตนเอง	การศึกษาแนวทางลดต้นทุนการผลิตด้วยการขจัดต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพโดยใช้หลักการ 6-Sigma : กรณีศึกษาการลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ขดลวดไฟฟ้าของบริษัท เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด มหาชน Study of Manufacturing Cost Reduction by Elimination Cost of Poor Quality Under 6-Sigma Methodology : A Case Study of Cost Reduction for Solenoid Coil of Delta Electronics (Thailand) Public Co., Ltd.
ชื่อนักศึกษา	นายวราวุฒิ แสงมณี
รหัสประจำตัว	476013
หลักสูตร	บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2548

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ได้ตรวจสอบและอนุมัติให้การศึกษาด้วยตนเองฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต เมื่อวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2549

_____ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรรณราย แสงวิเชียร)

คณะกรรมการสอบการศึกษาด้วยตนเอง

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.วรสิทธิ์ จักษ์เมธา)

_____ กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วิรัตน์ ทองรอด)

_____ กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พวงชมพู โจนส)

_____ กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สถาพร ปิ่นเจริญ)

การศึกษาด้วยตนเอง การศึกษาแนวทางลดต้นทุนการผลิตด้วยการขจัดต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพโดยใช้หลักการ 6-Sigma : กรณีศึกษาการลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ขดลวดไฟฟ้าของบริษัท เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด มหาชน

Study of Manufacturing Cost Reduction by Elimination Cost of Poor Quality Under 6-Sigma Methodology : A Case Study of Cost Reduction for Solenoid Coil of Delta Electronics (Thailand) Public Co., Ltd.

ชื่อนักศึกษา นายวราวุฒิ แสงมณี

รหัสประจำตัว 476013

หลักสูตร บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต

ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

การศึกษาแนวทางลดต้นทุนการผลิตด้วยการขจัดต้นทุนของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพโดยใช้หลักการ 6-Sigma กรณีศึกษาการลดต้นทุนผลิตภัณฑ์ขดลวดไฟฟ้าของบริษัท เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด มหาชน มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางในการขจัดแหล่งของต้นทุนที่เกิดจากการแก้ไขข้อบกพร่อง (ความด้อยคุณภาพและประสิทธิภาพ) ของกระบวนการผลิต 2) เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตโดยรวมของผลิตภัณฑ์ของบริษัท 3) เพื่อจัดทำต้นแบบของกระบวนการในการแก้ปัญหาและปรับปรุงคุณภาพโดยประยุกต์ใช้หลักการ 6-Sigma จากการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกผลิตภัณฑ์ประเภทขดลวดไฟฟ้าในการศึกษาทั้งนี้เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณของข้อบกพร่องสูงและเป็นปัญหาเรื้อรังรวมถึงราคาค่าวัตถุดิบการผลิตมีค่าสูงมาก รายละเอียดในการศึกษาแต่ละขั้นตอนมีดังนี้ 1) Define Phase สามารถสรุปได้ว่าปัญหาในกระบวนการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ขดลวดไฟฟ้าคือปัญหาด้านลมรั่ว คิดเป็นร้อยละ 91.96 ของปัญหาทั้งหมด และมีขั้นตอนการผลิตหลัก 3 ขั้นตอนที่เป็นปัจจัยนำเข้าของกระบวนการทดสอบลมรั่วคือการเตรียมวัตถุดิบ Core Tube ขั้นตอนที่สองคือการประกอบวัตถุดิบเข้ากับ Mechanical Body ขั้นตอนสุดท้ายคือการ Aging Run และผลจากการแยกแยะคุณลักษณะต่าง ๆ ของปัจจัยการผลิตในแต่ละกระบวนการสามารถสรุปในขั้นต้นได้ว่ามีกระบวนการที่ส่งผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ต่อปัญหาลมรั่วทั้งหมด 3 กระบวนการ 2) Measure Phase สรุปได้ว่าระบบการวัดค่าลมรั่วในปัจจุบันสามารถแยกแยะชิ้นงานดีและเสียได้ดี

และการทบทวนคุณลักษณะของปัจจัยต่าง ๆ โดยการนำมาพิจารณากับความต้องการของลูกค้า สามารถคัดกรองคุณลักษณะของปัจจัยการผลิตที่ส่งผลกับปัญหาลมรั่วทั้งหมด 9 ปัจจัยหลัก 3) Analyze Phase สามารถสรุปได้ว่าคุณลักษณะของปัจจัยในการผลิตที่ส่งผลต่อปัญหาลมรั่วที่มีนัยสำคัญมาจาก 3 วัตถุดิบที่นำเข้ามาทำการผลิต คือ Valve Seat Steel Ball และ Push Rod ซึ่งสาเหตุอีกอย่างหนึ่งที่ค้นพบคือ ขอบของรู Valve Seat ที่จะประกอบมีรอยบิ่นทำให้การประกอบไม่สมบูรณ์ 4) Improve Phase สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยทั้งสามตัวที่ได้กล่าวมาเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลโดยที่ Push Rod ส่งผลกระทบต่อลมรั่วด้านเปิด และ Valve Seat กับ Steel Ball ส่งผลกระทบต่อด้านปิด คุณลักษณะที่เป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลให้ชิ้นงานมีลมรั่วเมื่อขดลวดอยู่ในสถานะเปิดคือ ความกลมบริเวณโคนของ Push Rod ซึ่งต้องมีการระบุข้อกำหนดเพิ่มเติมเข้าไปคือ ค่าความกลมต้องเบี่ยงเบนไม่เกิน 0.007 มิลลิเมตร และสาเหตุหลักที่ส่งผลให้ชิ้นงานมีลมรั่วเมื่อขดลวดอยู่ในสถานะปิดคือ ความสนิทในการประกอบระหว่าง Steel Ball กับ Valve Seat ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องอาศัยการกดโดยใช้เครื่องมือที่มีการควบคุมแรงกดให้คงที่จึงจะทำให้ Steel Ball และ Valve Seat สนิทกันมากที่สุด โดยควบคุมระดับแรงดันลมอยู่ 2-3 PSI 5) Control Phase สามารถสรุปได้ว่าต้องมีการเพิ่มข้อกำหนดเรื่องความกลมของ Push Rod โดยครั้งแรกในการออกแบบไม่ได้กำหนดไว้ และเพิ่มขั้นการกด Valve Seat กับ Steel Ball โดยใช้เครื่องอัตโนมัติที่สามารถทำให้ระดับการกดเท่ากันทุกครั้ง

จากการศึกษาพบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบสรุปผลการศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งกระบวนการ ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อความต้านทานลมรั่วของผลิตภัณฑ์ทางด้านขดลวดสภาวะเปิดมี 2 ปัจจัย คือ ขอบรู Valve Seat มีรอยบิ่น และ Push Rod ไม่กลม ซึ่งผู้ศึกษาได้วางแนวทางในการแก้ไขปัญหาและควบคุมทั้ง 2 ปัจจัยดังนี้ 1) เพิ่มข้อกำหนดค่า Maximum ของความกลมของ Push Rod ให้กับผู้ผลิตทำการควบคุมและตรวจวัดก่อนส่งมาที่บริษัทโดยระบุเป็นค่าวิกฤติที่ต้องทำการควบคุมเป็นพิเศษ ผู้ผลิตต้องส่งรายงานผลการสุ่มวัดค่าของชิ้นงานอย่างน้อย 10 ชิ้น ส่งให้กับบริษัททุกครั้งที่มีการจัดส่งวัตถุดิบ Push Rod 2) เพิ่มข้อกำหนดดังกล่าวของ Push Rod เป็นค่าวิกฤติที่ต้องสุ่มตรวจสอบโดยแผนกตรวจสอบวัตถุดิบ 3) เพิ่มข้อกำหนดด้านลักษณะของขอบรู Valve Seat ต้องไม่มีรอยบิ่น โดยให้ผู้ผลิตทำการควบคุมและตรวจวัด ก่อนส่งมาที่บริษัท 4) เพิ่มข้อกำหนดดังกล่าวของ Valve Seat ที่ต้องสุ่มตรวจสอบโดยแผนกตรวจสอบวัตถุดิบ

ในส่วนของปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อความต้านทานลมรั่วของผลิตภัณฑ์ทางด้านขดลวดสภาวะปิดมีเพียง 1 ปัจจัย คือ แรงดันในการกดระหว่างการประกอบ Steel Ball กับ Valve Seat ซึ่งผู้ศึกษาได้วางแนวทางในการแก้ไขปัญหาและควบคุม คือ ใช้เครื่องกดอัตโนมัติที่ควบคุมระดับแรงดัน 2-3 PSI

นอกจากสาเหตุของปัญหาที่สามารถค้นพบได้จากการวิเคราะห์ในครั้งนี้ ผู้ศึกษายังพบปัญหาที่เกี่ยวข้องในเชิงระบบการบริหาร แม้ว่าผลิตภัณฑ์นี้จะผ่านขั้นตอนการทบทวนตามกระบวนการมาตรฐานสากล แต่ความสามารถของบุคลากรในการที่จะวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าในตัวผลิตภัณฑ์แล้วแปลงมาเป็นความต้องการในแต่ละกระบวนการ แล้วสุดท้ายระบุความต้องการในแต่ละกระบวนการไปยังแต่ละวัตถุดิบยังทำได้ไม่เพียงพอ การแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบันทุก ๆ องค์การต้องมีการจัดการในแต่ละกระบวนการให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิผลอย่างสูงสุดในทุก ๆ กระบวนการ โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบผลิต การจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การส่งมอบ และการบริการหลังการขาย จากกรณีศึกษาแม้ว่าองค์การจะได้มีการนำเอาเทคนิคการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมาใช้แต่ก็เป็นการจัดการแก้ปัญหาเพียงการผลิตส่วนเดียว ซึ่งเป็นกระบวนการที่อยู่กลางน้ำ (ตาม Value Chain : การออกแบบ การจัดซื้อ การจัดส่งวัตถุดิบ การผลิต การส่งมอบ การขายและบริการหลังการขาย การจัดสรรบุคลากรและเทคโนโลยี รวมถึงการจัดสรรเครื่องมืออำนวยความสะดวก) ซึ่งมีข้อจำกัดมากในการปรับปรุงและแก้ปัญหา ผู้วิจัยมีความเห็นว่าการที่องค์การจะมีแรงแข่งขันได้มากขึ้นก็โดยการทำให้ในแต่ละกระบวนการไม่มีการทำผิดพลาดโดยเฉพาะอย่างยิ่งเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาด้วยตนเองฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต ในการศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเพราะความกรุณาเป็นอย่างยิ่งของอาจารย์ที่ปรึกษา คือ อาจารย์ ดร.วรสิทธิ์ จักษ์เมธา ซึ่งได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาและคำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องรวมทั้งข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ และผู้ศึกษาขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และให้ประสบการณ์ต่าง ๆ แก่ผู้ศึกษาตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษาในสถาบันแห่งนี้

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณเพื่อนร่วมงาน บมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการทดลองการผลิตต่าง ๆ จนสามารถสรุปผลของการศึกษาได้สำเร็จ

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยขอมอบความดีอันเกิดจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ให้แก่บิดา มารดา ภรรยา และบุตร ที่ได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอดมา และทำให้การศึกษาสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

วราวุฒิ แสงมณี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ..... (1)

กิตติกรรมประกาศ..... (4)

สารบัญ..... (5)

สารบัญตาราง..... (7)

สารบัญแผนภูมิ..... (8)

สารบัญภาพ..... (9)

บทที่

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 3

1.3 ขอบเขตของการศึกษา..... 3

1.4 คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย..... 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6

2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีระบบการผลิต..... 7

2.2 ทฤษฎีต้นทุนคุณภาพ..... 13

2.3 แนวคิดและหลักการของ 6-Sigma..... 15

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 21

3. ระเบียบวิธีการศึกษา

3.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา..... 25

3.2 การกำหนดขอบเขตของปัญหา..... 26

3.3 การวัดและการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 27

3.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุ..... 29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.5 การปรับปรุง	30
	3.6 การควบคุมและขยายผล	32
4.	**ผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล**	
	4.1 ขั้นตอนการกำหนดขอบเขตของปัญหา	33
	4.2 การวัดและการเก็บรวบรวมข้อมูล	35
	4.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุ	39
	4.4 การปรับปรุง	41
	4.5 การควบคุมและขยายผล	45
5.	**สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**	
	5.1 สรุปผลการศึกษา	47
	5.2 การอภิปรายผล	48
	5.3 ข้อเสนอแนะ	49
บรรณานุกรม		51
ภาคผนวก		
	ผนวก ก. แบบฟอร์มในการเก็บบันทึกข้อมูล	54
	ผนวก ข. แบบฟอร์มในการบันทึกผลการทดลอง	55
	ผนวก ค. วัตถุดิบและขั้นตอนการประกอบ	56
	ผนวก ง. การวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าลมรั่วจากการเปลี่ยนระดับปัจจัย	57
ประวัติผู้เขียน		61

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนด.....	2
4.1	ปัจจัยการผลิตโดยรวมของกระบวนการ.....	35
4.2	ความสัมพันธ์ของปัจจัยการผลิตกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์.....	37
4.3	ผลการวิเคราะห์ระดับนัยสำคัญจากการทดลองปรับเปลี่ยนทีละปัจจัย.....	39

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบโดยรวมของระบบการผลิต.....	7
2.2	กระบวนการในการพัฒนาสินค้า.....	10
2.3	องค์ประกอบของ QFD	12
2.4	ความสัมพันธ์ของต้นทุนการป้องกันและต้นทุนของเสีย.....	14
2.5	รายละเอียดการทำงานของขั้นตอน D-M-A-I-C ……...	21
4.1	แผนผังมหภาคของกระบวนการผลิตขดลวดไฟฟ้า.....	34
4.2	ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องลมรั่วหลังดำเนินการแก้ไข.....	46

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเจริญลักษณ์พระเกียรติ HUACHIEW CHALERMPRAKIET UNIVERSITY 華僑崇聖大學

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	ส่วนประกอบของวัตถุดิบในการประกอบเป็นผลิตภัณฑ์.....	36
4.2	การประเมินและทวนสอบเครื่องมือวัดโดยเทคนิค GR & R……	38
4.3	ตัวอย่างของ Valve Seat ที่มีรอยบิ่นบริเวณของ.....	41
4.4	การจำลองการประกอบ Push Rod กับ Valve Seat ……..	42
4.5	วิธีการวัดค่าความกลมและตำแหน่งในการวัด Push Rod ……	42
4.6	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความกลมและลมรั่วด้านวงจรเปิด.....	43
4.7	การเปรียบเทียบค่าลมรั่วในแต่ละกลุ่มของการลด Steel Ball ……..	44

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาวะปัจจุบันอัตราการเจริญเติบโตของกลุ่มอุตสาหกรรมส่งออกคอมพิวเตอร์และชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รวมถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยยังเป็นไปอย่างต่อเนื่อง อันเป็นผลเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศ อีกทั้งสถานการณ์ในอนาคตสินค้าประเภทคอมพิวเตอร์จะกลายเป็นสินค้าพื้นฐานที่แต่ละครัวเรือนจำเป็นต้องมีรวมถึงอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั้งการผลิตและการบริการจะมีการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์มากขึ้น จากโอกาสนี้เองทำให้อุตสาหกรรมนี้มีคู่แข่งเกิดขึ้นอย่างมากมายส่งผลให้เกิดการแข่งขันกันอย่างรุนแรง ส่วนมากแล้วกลยุทธ์ที่ผู้ผลิตนำมาใช้เพื่อการรักษาระดับของส่วนแบ่งตลาดหรือการเข้าตลาดใหม่เองมักจะนิยมใช้กลยุทธ์ด้านราคา (Price Competitive) เป็นแกนหลักในการแข่งขัน นอกจากนี้ผู้ผลิตยังประสบปัญหากับกระแสของสินค้าราคาถูกจากประเทศจีน ทั้งนี้เพราะประเทศจีนมีความได้เปรียบทางด้านต้นทุน แรงงาน และวัตถุดิบที่ราคาต่ำกว่าแหล่งผลิตในที่อื่น ๆ ซึ่งการเข้าสู่ตลาดของประเทศจีนส่งผลกระทบต่อผู้ผลิตในประเทศไทยทั้งผู้ขายสินค้าภายในประเทศและผู้ผลิตเพื่อการส่งออก และจากสถิติพบว่าผู้ผลิตสินค้าประเภทนี้ต่างได้ย้ายฐานการผลิตเข้าไปลงทุนตั้งบริษัทในประเทศจีนเพื่อสร้างโอกาสในการแข่งขันมากขึ้น (สำนักงานวิจัยธุรกิจ ธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน). 31 กรกฎาคม 2548)

จากสถานการณ์ดังกล่าวเป็นการบังคับให้ผู้ผลิตพัฒนาระบบการผลิตเพื่อให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุด เพื่อสามารถดำรงอยู่ในตลาดที่ใช้กลยุทธ์นี้ได้ อย่างไรก็ดีองค์ประกอบต้นทุนของผลิตภัณฑ์ไม่ได้มีเพียงต้นทุน แรงงาน และวัตถุดิบเท่านั้น ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ต้นทุนค่าดำเนินงาน ค่าโสหุ้ยการผลิต ประกอบด้วยค่าเครื่องมือและอุปกรณ์การผลิต ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีต้นทุนอีกประเภทหนึ่งที่เกิดขึ้นในระบบการผลิตสินค้า นั่นคือต้นทุนคุณภาพ (Cost of Quality : COQ) หมายถึงค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวเนื่องจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดคุณภาพกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งโดยทั่วไปของอุตสาหกรรมการผลิตพบว่าต้นทุนคุณภาพคิดเป็นร้อยละ 20-40 ของต้นทุนรวม ซึ่งต้นทุนดังกล่าวสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนที่ใช้เพื่อป้องกันการเกิดข้อบกพร่อง และต้นทุนที่ใช้ในการแก้ไขข้อบกพร่อง (Cost of Poor Quality : COPQ) เช่น ต้นทุนที่เกิดจากการแก้ไขชิ้นงานที่มีตำหนิ ชิ้นงานที่เสีย เครื่องจักรมีปัญหา ต้นทุนการตรวจสอบป้องกัน ต้นทุนการจัดการข้อร้องเรียนของลูกค้า เป็นต้น (BMG Consultant. [ออนไลน์] 2548)

จากแนวคิดนี้ต้นทุนที่สูญเสียไปโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มใด ๆ เลย คือ ต้นทุนที่ใช้ในการแก้ไขข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ (COPQ) การที่องค์กรสามารถปรับลดต้นทุนส่วนนี้ลงได้จะเป็นอีกหนทางหนึ่งในการเพิ่มสัดส่วนของกำไรโดยอัตโนมัติ

บมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) เป็นอีกหนึ่งในผู้ผลิตสินค้าประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าและชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ที่ประสบปัญหาแบบเดียวกัน จากข้อมูลของตัวอย่างผลิตภัณฑ์หนึ่งตัวอย่างที่มีการผลิตอย่างต่อเนื่อง พบว่าอัตราเฉลี่ยของ COPQ อยู่ในระดับร้อยละ 4.308 ดังแสดงสัดส่วนระหว่างยอดผลิตและยอดของเสียที่เกิดขึ้นในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1
ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนด

Period	Produced	Defect	Total Cost (Baht)
Jul-04	2,936	114	28,500
Aug-04	3,536	135	33,750
Sep-04	1,990	190	47,500
Oct-04	1,916	174	43,500
Nov-04	3,872	185	46,250
Dec-04	5,006	282	70,500
Jan-05	2,100	98	24,500
Feb-05	1,980	72	18,000
Mar-05	2,170	80	20,000
Apr-05	1,770	91	20,000
May-05	1,682	68	22,750
Jun-05	4,272	112	17,000
Jul-05	3,538	91	28,000
Aug-05	1,840	72	18,000
Sep-05	2,915	85	21,250
Oct-05	1,935	65	16,250
Nov-05	1,680	52	13,000
Dec-05	1,657	50	12,500
Total	46,795	2,016	501,250
Defect Rate (%)		4.308%	

(แผนกควบคุมคุณภาพ บมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย). 2548)

แม้ว่าเทคนิคหรือวิธีการในการลดต้นทุนของการผลิตมีหลายอย่างด้วยกัน เช่น การใช้เทคนิค Kaizen, Quality Control Circle (QCC) เป็นต้น แต่ผู้ศึกษามีความสนใจการประยุกต์ใช้

กระบวนการ 6-Sigma ในการลดต้นทุนกระบวนการผลิตอันเนื่องมาจากความด้อยคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งคุณลักษณะเด่นของ 6-Sigma มีดังนี้

1. เป็นวิธีที่มีรากฐานมาจากวิทยาศาสตร์และสถิติซึ่งสามารถพิสูจน์ได้ในแต่ละขั้นตอน

2. มีหลักการ วิธีทำ และมีเครื่องมือทางสถิติที่แน่นอน

3. มีกระบวนการในการแปลงข้อมูลเชิงพรรณาให้อยู่ในรูปแบบของตัวเลข แล้วใช้เทคนิคทางสถิติวิเคราะห์ความน่าจะเป็นและความสามารถของกระบวนการได้

จากจุดเด่นของวิธีการนี้ บมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จึงได้เริ่มนำเอาหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการลดปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ตามข้อกำหนดเพื่อสร้างแรงแข่งขันกับสภาวะของอุตสาหกรรมในปัจจุบัน และจากผลของการผลิตชิ้นส่วนที่ได้ศึกษาพบว่ามีโอกาสในการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายจาก COPQ ในส่วนที่สูญเสียในขั้นต้นได้ นอกจากนั้นการที่ของเสียในระหว่างกระบวนการผลิตลดลงหรือไม่มีเลยย่อมเป็นการสร้างความมั่นใจที่จะประกันคุณภาพของสินค้าว่าลูกค้าไม่มีโอกาสที่จะได้รับงานที่มีข้อบกพร่องซึ่งเป็นการสร้างความน่าเชื่อถือและภาพพจน์ที่ดีให้กับสินค้า

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ทำให้ผู้ศึกษามีความสนใจเป็นอย่างยิ่งที่จะนำเอาหลักการของ 6-Sigma มาประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้องค์กรมีขีดความสามารถในการแข่งขันในสภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันและอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการขจัดแหล่งของต้นทุนที่เกิดจากการแก้ไขข้อบกพร่อง (ความด้อยคุณภาพและประสิทธิภาพ) ของกระบวนการผลิตด้านผลิตภัณฑ์ขดลวดไฟฟ้า

2. เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขดลวดไฟฟ้าของ บมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย)

3. เพื่อจัดทำต้นแบบของกระบวนการแก้ปัญหาและปรับปรุงคุณภาพโดยการประยุกต์ใช้หลักการ 6-Sigma ของผลิตภัณฑ์ขดลวดไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นที่การหาแนวทางในการลดต้นทุนของกระบวนการผลิตด้านผลิตภัณฑ์ประเภทขดลวด ของ บมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย)

2. การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาลึกในตัวผลิตภัณฑ์ กล่าวคือศึกษาถึงผลกระทบของปัจจัยการผลิตแต่ละอย่างมีผลกระทบต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อย่างไร ข้อมูลจะได้มาจากการทำการทดลองเพื่อพิสูจน์ความสัมพันธ์ของเหตุและผลในการเกิดข้อบกพร่องหรืออาการหรือปัญหาต่าง ๆ

3. การเลือกปัญหาหลักที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาศึกษาเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขใช้ข้อมูลของประวัติการผลิตในรอบหนึ่งปีห้าเดือนย้อนหลังเป็นฐานในการวิเคราะห์ (เริ่มจากกรกฎาคม 2547 ถึง ธันวาคม 2548)

ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นโดยเลือกผลิตภัณฑ์ประเภทขดลวดไฟฟ้าเพียงหนึ่งผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นการศึกษาลึกในตัวผลิตภัณฑ์ในลักษณะอาการปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยอาศัยการทดลองเพื่อพิสูจน์เหตุและผล (Experiment Research) การศึกษาในครั้งนี้ต้องอาศัยการเก็บข้อมูลจากพนักงานที่ผลิตงานโดยตรงซึ่งพบว่าพนักงานที่ทำงานในสายการผลิตมีการโยกย้ายสายการผลิตในช่วงที่ไม่มีการผลิตผลิตภัณฑ์นี้ บางครั้งต้องมีการรบกวนพนักงานให้ช่วยทำการทดลองในช่วงนอกเวลางานซึ่งพนักงานไม่ค่อยให้ความร่วมมือเท่าที่ควรทำให้การเก็บผลการทดลองค่อนข้างล่าช้าและไม่ต่อเนื่อง

1.4 คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

SIGMA (σ) เป็นสัญลักษณ์แทนค่าเบี่ยงเบนของกลุ่มข้อมูล (Standard Deviation)

DOE (Design of Experiment) หมายถึงการออกแบบการทดลองโดยใช้หลักการทางสถิติมาประยุกต์ใช้ในการจัดกลุ่มและรูปแบบการทดลองรวมถึงจำนวนครั้งในการทดลอง

Defective หมายถึงของเสียหรือผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องไม่สามารถปรับปรุงหรือแก้ไขให้มีคุณภาพตามที่กำหนดได้

Defect หมายถึงชิ้นงานที่ผลิตแล้วมีจุดบกพร่องหรือรอยตำหนิซึ่งสามารถแก้ไขให้มีคุณภาพตามที่กำหนดได้

Cost of Control หมายถึงต้นทุนที่ใช้ในกิจกรรมการควบคุมคุณภาพประกอบด้วย 1)Prevention Cost คือต้นทุนการป้องกันหรือบำรุงรักษาให้ระบบควบคุมคุณภาพใช้งานได้ 2) Appraisal Cost เป็นต้นทุนในการดูแลงานประกันคุณภาพ

Cost of Poor Quality (COPQ) หมายถึงต้นทุนของความบกพร่องของการดำเนินงาน สินค้า/การบริการที่มีความบกพร่องด้านคุณภาพ ไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า ซึ่งต้องมีการซ่อมแซมของเสียให้สอดคล้องกับมาตรฐาน ประกอบด้วย 1) Internal Failure หมายถึง ความสูญเปล่าในการผลิตเนื่องจากของเสีย / ทำใหม่ 2) External Failure หมายถึงการประกันคุณภาพ (Warrantee) การซ่อมแซมสินค้าที่เสีย การบริการลูกค้าหลังการขาย

Define Phase หมายถึงขั้นตอนในการค้นหาสิ่งที่ทำให้ลูกค้าไม่พึงพอใจและแยกแยะปัญหา พร้อมทั้งการจัดตั้งทีมงานในการแก้ปัญหา

Measure Phase หมายถึงขั้นตอนในการเลือกจุดสำคัญที่ทำให้ลูกค้าไม่พึงพอใจและการกำหนดกรอบของการดำเนินงานในปัจจุบัน รวมถึงการสร้างระบบการวัดสาเหตุของความไม่พึงพอใจได้อย่างถูกต้อง

Analyze Phase หมายถึงขั้นตอนในการนำข้อมูลทางสถิติมาใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง

Improve Phase หมายถึงขั้นตอนในการนำค่าการทดลองทางสถิติมาใช้ในการอธิบายตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ รวมถึงสามารถกำหนดเงื่อนไขที่ดีที่สุดให้กับแต่ละตัวแปรนำเข้าเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและตอบสนองความต้องการของลูกค้า

Control Phase หมายถึงในขั้นตอนนี้คือการควบคุมและจัดการตัวแปรให้ดีที่สุดตามสิ่งที่ได้จากขั้นตอน Improve เพื่อให้ได้ค่าผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและมั่นใจได้ว่าสาเหตุที่เกิดขึ้นนั้นจะไม่หวนกลับมาอีก และสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้าได้อย่างถาวร

Macro Map คือการเขียนแผนผังของกระบวนการโดยเขียนให้เห็นภาพรวม ปัจจัยที่นำเข้าและผลิตผล

Detail Process Map คือการแจกแจงรายละเอียดคุณสมบัติของปัจจัยนำเข้าในแต่ละกระบวนการ

Gauge Repeatability and Reprodcuibility (GR&R) คือการวิเคราะห์ความสามารถในการวัดค่าซ้ำ ๆ ของเครื่องมือวัด โดยใช้คนทดสอบคนเดียวกันและชิ้นงานตัวอย่างตัวเดียวกัน

Cause & Effect Analysis คือตารางที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะของปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่สนใจศึกษา

One Factor at the Time (OFAT) Experiment เป็นการทดลองโดยการเลือกปรับเปลี่ยนระดับของปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ทีละปัจจัยโดยปัจจัยที่ไม่สนใจในการศึกษารักษาระดับคงที่

Correlation Analysis เป็นการศึกษาการกระจายตัวของตัวแปรสองตัวว่ามีความสัมพันธ์กันในรูปแบบใดในเชิงบวกหรือเชิงลบโดยการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์

Regression Analysis คือการวิเคราะห์ความถดถอยซึ่งเป็นเทคนิคที่พยายามจะยุบรวมจุดต่าง ๆ ที่กระจัดกระจายให้กลายเป็นเส้นหนึ่งเส้น โดยมีคุณสมบัติเฉลี่ยของจุดเหล่านั้นเรียกว่าเส้นการถดถอย Regression Line ทำหน้าที่เป็นตัวแทนกลุ่มจุดข้อมูลเหล่านั้นในการคำนวณและวิเคราะห์

<u>วัตถุดิบที่นำมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ขดลวดไฟฟ้าในการศึกษาวิจัย</u> ได้แก่

1. Armature คือชิ้นส่วนที่ประกอบระหว่าง Core Tube และ Tube Plug เข้าด้วยกัน Valve Seat เป็นส่วนที่ใช้ประกอบกับ Steel Ball ซึ่งวางด้านบน และ Plunger โดยที่ประกอบอยู่ด้านล่างของ Valve Seat

2. Holder เป็นส่วนที่ยึดให้ตำแหน่งของ Steel Ball ติดกับ Valve Seat

3. O-Ring เป็นส่วนที่ช่วยยึดให้ Valve Seat แน่นสนิทกับ Mechanical Body

4. Mechanical Body เป็นวัตถุดิบที่ทุก ๆ ส่วนจะประกอบเข้าด้วยกันโดยตำแหน่งในการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ อ้างอิงตามภาคผนวก ก.

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ใช้ข้อมูลที่ได้เสนอเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตโดยรวมของผลิตภัณฑ์ประเภทขดลวดไฟฟ้า

2. เป็นข้อมูลในการพัฒนากระบวนการผลิตโดยลดความสูญเปล่า(Waste)จากกระบวนการที่ไม่มีมูลค่าเพิ่ม

3. เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและปรับปรุงคุณภาพให้สามารถขจัดต้นตอของปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องการลดต้นทุนโดยการลดปริมาณของชิ้นงานที่มีระดับคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนดหรือชิ้นงานที่มีข้อบกพร่องในระหว่างกระบวนการผลิตนั้น ผู้ศึกษาได้ค้นคว้ารายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและแนวคิดต่าง ๆ สรุปได้ดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีระบบการผลิต

2.2 ทฤษฎีต้นทุนคุณภาพ

2.3 แนวคิดและหลักการของ 6-Sigma

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

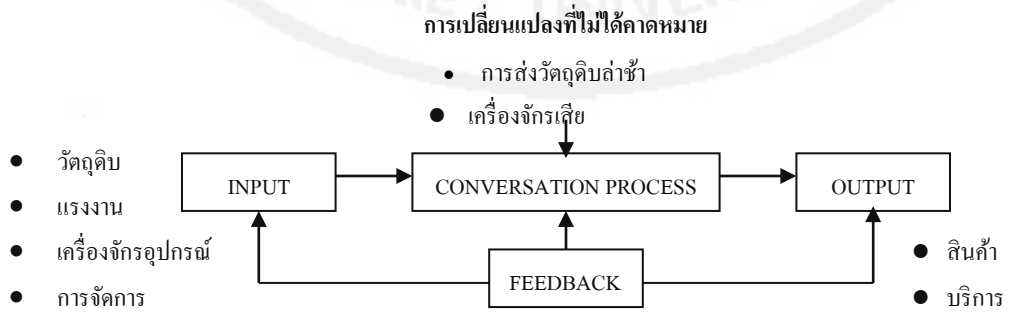
2.1 ทฤษฎีระบบการผลิต

กระบวนการผลิตถือได้ว่าเป็นกิจกรรมหลักในการดำเนินงานทางธุรกิจ เพราะเป็นกระบวนการในการแปลงสภาพวัตถุดิบให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ซึ่งแปลงออกมาในรูปสินค้าหรือบริการ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าผลิตภัณฑ์ โดยที่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวสามารถสร้างความพึงพอใจและตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า

พิชิต สุขเจริญพงษ์ (2548 : 11-15) ได้อธิบายความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ ในระบบการผลิตไว้ว่า ระบบการผลิตและการปฏิบัติการมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ส่วน ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า (Input) กระบวนการผลิตและแปลงสภาพ (Conversation Process) ผลที่ได้ (Output) ส่วนปัจจัยกลับ (Feedback) และการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้คาดหมาย ดังแผนภูมิที่ 2.1

แผนภูมิที่ 2.1

องค์ประกอบโดยรวมของระบบการผลิต



(พิชิต สุขเจริญพงษ์. 2548 : 11)

องค์ประกอบของระบบการผลิตและการปฏิบัติการ

1. ปัจจัยนำเข้า (Input) คือส่วนของทรัพยากรหรือสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิตสินค้าหรือบริการ ซึ่งประกอบด้วย เงินทุน แรงงาน เครื่องจักร ที่ดิน วัตถุดิบ และความรู้ความสามารถในด้านการจัดการ

2. กระบวนการผลิตและแปลงสภาพ (Conversation Process) คือส่วนที่ทำหน้าที่นำเอาปัจจัยนำเข้ามาผลิตและแปลงสภาพเพื่อให้ได้สินค้าหรือบริการตามที่ต้องการ กระบวนการผลิตหรือแปลงสภาพประกอบด้วย วิธีการในการผลิตสินค้า วิธีการจัดลำดับการผลิต การวางแผนการผลิต การจัดสรรกำลังคนเพื่อการผลิต และอื่น ๆ ผลที่ได้คือสินค้าหรือบริการที่ต้องการในปริมาณและคุณภาพที่กำหนดและตามเวลาที่ต้องการ

3. ส่วนป้อนกลับ (Feedback) คือส่วนที่ใช้ควบคุมการทำงานของกระบวนการ เพื่อใช้ในการทำงานของระบบการผลิตให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ ส่วนป้อนกลับนี้ทำหน้าที่ประเมินผลได้ เช่น ปริมาณและคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้ นำมาเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่วางแผนไว้ จากผลการเปรียบเทียบจะนำไปสู่การปรับปัจจัยนำเข้าหรือกระบวนการผลิตหรือแปลงสภาพเพื่อสร้างผลได้ตามที่ต้องการออกมา

4. การเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้คาดหมาย ระบบการผลิตและการปฏิบัติการใด ๆ เมื่อดำเนินการอยู่อาจมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้คาดหมายแต่มีผลกระทบต่อการดำเนินการ โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงนี้จะมาจากภายนอกระบบหรือนอกองค์การและอยู่นอกอำนาจการควบคุมของผู้บริหาร ตัวอย่างเช่น สภาพการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ อุบัติเหตุและภัยธรรมชาติ การขัดข้องเสียหายของเครื่องจักร เหล่านี้เป็นต้น

5. ผลผลิต (Output) คือสินค้าหรือบริการที่ต้องการที่สามารถจัดส่งได้ทันในเวลาและปริมาณที่กำหนดพร้อมทั้งมีคุณภาพตรงตามที่ต้องการ

การที่จะผลิตสินค้าและบริการให้ได้ตรงตามที่ลูกค้าต้องการนั้น ต้องอาศัยการบริหารการผลิตและการปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพ นั่นคือการแปลงสภาพปัจจัยนำเข้าให้เป็นผลผลิตที่มีคุณภาพ ปริมาณ และเวลาตามที่กำหนดโดยใช้ต้นทุนที่ต่ำ ดังนั้นผู้บริหารจึงต้องทำกิจกรรมในการบริหารทั้ง 5 คือ การวางแผน การจัดการองค์การ การจัดกำลังคน การสั่งการ และการควบคุม

1. การวางแผน (Planning) ผู้บริหารต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าว่าจะทำอะไร ที่ไหน เมื่อไร เหตุใดจึงต้องทำ ทำอย่างไร และทำกับใคร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมาย โดยการวางแผนจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เงินทุน แรงงาน เวลา สภาพเศรษฐกิจ สังคมการเมือง การแข่งขัน เป็นต้น

2. การจัดองค์การ (Organizing) ผู้บริหารจะต้องแบ่งงานต่าง ๆ ของแต่ละกลุ่มงานการผลิตให้ชัดเจนว่ามีภาระหน้าที่และรับผิดชอบงานอะไรบ้างพร้อมทั้งกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มงานนั้น ๆ ด้วย ทั้งนี้เพื่อให้การปฏิบัติงานของกลุ่มงานการผลิตต่าง ๆ เกิดประสิทธิภาพ โดยกำหนดเป็นโครงสร้างขององค์การ

3. การจัดกำลังคน (Staffing) ผู้บริหารต้องจัดหาคนที่มีคุณสมบัติและความสามารถที่เหมาะสมกับงานตามตำแหน่งต่าง ๆ ในกลุ่มงานการผลิตตามโครงสร้างขององค์การ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงจำนวนคนงาน การฝึกอบรม และพัฒนาการบำรุงขวัญกำลังใจในการทำงาน การประเมินการปฏิบัติงาน การกำหนดผลตอบแทนในรูปแบบต่าง ๆ ด้วย

4. การสั่งการ (Directing) ผู้บริหารต้องกำหนดวิธีและหาแนวทางที่จะทำให้พนักงานทุกคนร่วมมือและเต็มใจทำงานต่าง ๆ ให้สำเร็จด้วยดี เพื่อให้การสั่งการประสบความสำเร็จผู้บริหารควรใช้การจูงใจที่เหมาะสม จัดระบบการติดต่อสื่อสารให้มีประสิทธิภาพ รวมทั้งภาวะผู้นำของผู้บริหารเองด้วย

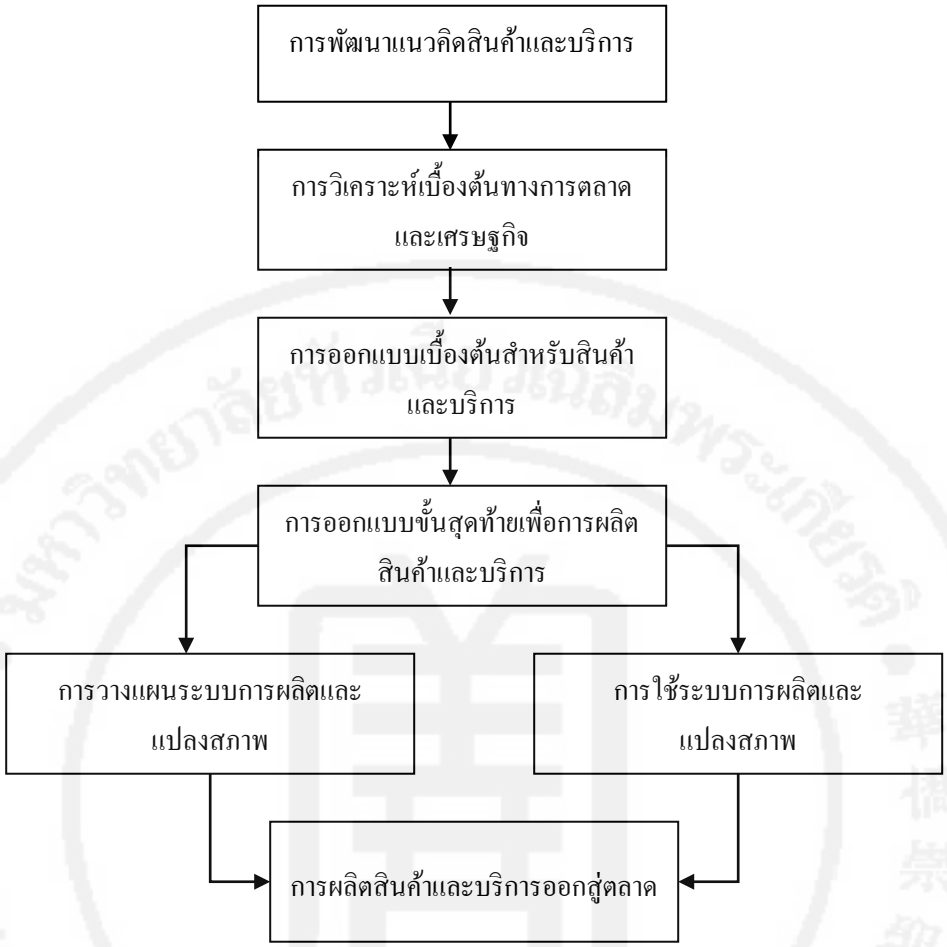
5. การควบคุม (Controlling) ผู้บริหารต้องติดตามและประเมินผลการดำเนินงานผลิตด้านต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับแผนที่วางไว้ หากพบข้อผิดพลาดต้องหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขจนกระทั่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

ถึงแม้ว่ากิจกรรมหลักของผู้บริหารการผลิตและการปฏิบัติการจะมี 5 ประการ แต่กิจกรรมหลักของผู้บริหารคือการวางแผน หน้าที่สำคัญประการหนึ่งของผู้บริหารในการบริหารโครงการผลิตและการปฏิบัติ คือ การวางแผนผลิตสินค้าและบริการ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. การพัฒนาแนวคิดของสินค้าและบริการ
2. การวิเคราะห์เบื้องต้นทางด้านการตลาดของสินค้าและบริการ
3. การออกแบบเบื้องต้นสำหรับสินค้าและบริการ
4. การออกแบบขั้นสุดท้ายเพื่อการผลิตและบริการ
5. การวางแผนระบบการผลิตและแปลงสภาพ
6. การวางแผนการใช้ระบบการผลิตและแปลงสภาพ
7. การผลิตสินค้าและบริการออกสู้ท้องตลาด

ความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นแสดงอยู่ในแผนภูมิที่ 2.2

แผนภูมิที่ 2.2
กระบวนการในการพัฒนาสินค้า



(พิชิต สุขเจริญพงษ์. 2548 : 15)

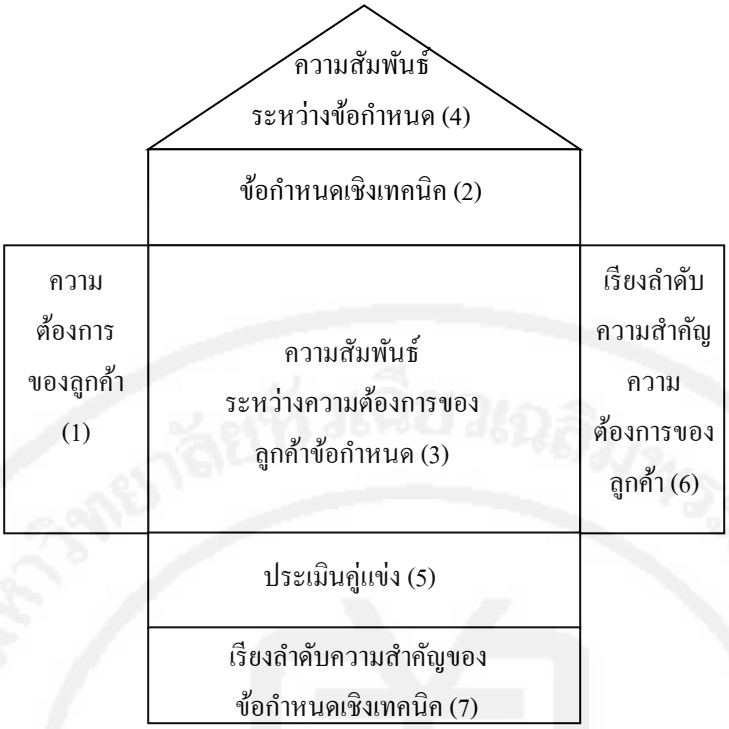
ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี สภาพการแข่งขันมีสูงขึ้น ดังนั้นแนวความคิดการบริหารการผลิตยุคใหม่จึงเกิดขึ้นเพื่อให้การผลิตสามารถตอบสนองได้ทันต่อความต้องการของลูกค้า อย่างไรก็ดีการที่องค์กรสามารถผลิตให้ทันต่อความต้องการของลูกค้าและนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดได้เร็วกว่าคู่แข่งจำเป็นต้องมีกระบวนการการออกแบบอย่างพร้อมเพียงกัน (Concurrent Engineering) ช่วยในการตัดสินใจขั้นตอนการออกแบบให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นและยังเชื่อมต่อถึงการลดขั้นตอนและต้นทุนของกระบวนการออกแบบที่เหลื่อมล้ำกันอยู่ โดยหลักการแล้วคือก่อนที่ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งจะเสร็จสมบูรณ์ได้ก็เริ่มดำเนินการขั้นตอนอื่น ๆ แล้ว นอกจากนั้นยังเกี่ยวข้องกับการรวมกระบวนการผลิตเข้าไปในการออกแบบ รูปแบบการตัดสินใจหลายครั้งที่ผ่านมาการออกแบบทางวิศวกรรมยังไม่มีความเข้าใจในเรื่องความสามารถ

หรือข้อจำกัดของเครื่องจักรในโรงงานผลิต การเพิ่มการติดต่อกับทางโรงงานผลิตช่วยให้ได้ทราบถึงสภาพการประกอบผลิตภัณฑ์ที่แท้จริง การให้คำปรึกษาจากผู้บริหารระดับสูงจากทางโรงงานผลิตในกระบวนการออกแบบขั้นต้นถึงปัจจัยที่เป็นข้อกำหนดให้สามารถปรับปรุงคุณภาพของ การออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งบริษัทส่วนใหญ่พยายามที่จะเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมองค์กรจากเดิมเป็นฝ่ายมาเป็นการรวมการปฏิบัติกันเป็นหนึ่งเดียว ซึ่ง IBM เรียกความพยายามนี้ว่า EMI (Early Manufacturing Involvement) ในตอนแรกวิศวกรโรงงานได้รับมอบหมายให้ทำงานในแต่ละกลุ่มพัฒนาผลิตภัณฑ์ ต่อมาวิศวกรส่วนใหญ่ได้รับการมอบหมายให้กลับไปทำงานในแต่ละกลุ่ม บางครั้งมีการย้ายทำเลที่ตั้งในเวลาต่อมา ตัวอย่างของการออกแบบระบบอำนวยความสะดวกจากการเดินทางไปที่โรงงานผลิตโดยการเพิ่มระบบเทคโนโลยีสารสนเทศระหว่างทีมออกแบบและโรงงานผลิตทำให้มีการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในขั้นสุดท้าย ซึ่ง IBM ได้เลิกใช้กฎเกณฑ์ของ EMI ในขณะเดียวกันก็รับเอา CMI (Continuous Manufacturing Involvement) เข้ามาแทน

ความแตกต่างอีกประการหนึ่งระหว่างการออกแบบอย่างเป็นลำดับ (Sequential Engineering) กับการออกแบบอย่างพร้อมเพียงกัน (Concurrent Engineering) คือวิธีการตั้งราคาขายและต้นทุนที่กำหนดไว้ในกระบวนการผลิตโดยยังรักษาเอกลักษณ์การศึกษาความเป็นไปได้รวมถึงการประมาณราคาที่คิดกับลูกค้าด้วย แต่อย่างไรก็ตามราคาขายยังไม่ได้กำหนดเป็นที่แน่นอนจนกว่าจะจบกระบวนการการออกแบบ การทำเฉลี่ยต้นทุนสะสมของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด การหากำไรขั้นต้น การประมาณราคาเริ่มแรก และการปิดตัวเลขผลประกอบการ คือการเข้าถึงการทำต้นทุนส่วนเพิ่ม (Cost Plus Approach) กรณีที่มีการแย้งกันของการขายผลิตภัณฑ์ที่ราคาใหม่กับการทำการศึกษาความเป็นไปได้หรือผู้ออกแบบได้ตัดสินใจกลับไปหั่นต้นทุนให้ต่ำลง การออกแบบรูปแบบการตัดสินใจนั้นมีความเกี่ยวเนื่องซึ่งกันและกัน ควรใส่ใจกับความคืบหน้าของกระบวนการที่ได้ทำไป ซึ่งการมีต้นทุนที่สูงนั้นได้ถูกเปลี่ยนไปแล้ว ปัจจุบันได้นำระบบราคาเป็นตัวตั้งมาใช้ (Price Minus System) ทำให้เราได้เปรียบในตลาดแข่งขันที่กำหนดไว้ก่อนที่จะมีการออกแบบ รายละเอียดได้ถูกพัฒนาให้เป็นรูปเป็นร่างขึ้นมา ต่อมามีการกำหนดต้นทุนผลิตภัณฑ์ทุก ๆ ขั้นของผลิตภัณฑ์และกระบวนการออกแบบการวิเคราะห์ทางเทคนิคการวิเคราะห์มูลค่าซึ่งจะมีการพิจารณาในภายหลังได้นำมาใช้เพื่อให้ต้นทุนอยู่ในกรอบที่กำหนดไว้ และเทคนิคอีกประการหนึ่งที่ทำให้องค์กรสามารถพิจารณาความต้องการของลูกค้าได้อย่างครบถ้วนตั้งแต่เริ่มต้นออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการใช้เทคนิคการขยายหน้าที่ด้านคุณภาพ (Quality Function Deployment : QFD) การออกแบบโดยตัดสินใจร่วมกันต้องใช้ผู้ประสานงานระหว่างกลุ่ม วิธีการนี้ถูกประดิษฐ์โดย ดร.Mizuno มีองค์ประกอบดังนี้

แผนภูมิที่ 2.3

องค์ประกอบของ QFD



(สิทธศักดิ์ พฤกปิติกุล. 2546 : 90)

ขั้นตอนในการจัดทำการขยายหน้าที่ด้านคุณภาพ (Quality Function Deployment : QFD) มีดังต่อไปนี้

1. ค้นหาความต้องการของลูกค้าแล้วนำมาจัดเรียงในกรอบด้านซ้าย (1)

2. ค้นหาข้อกำหนดเชิงเทคนิค เป็นการแปลงความต้องการของลูกค้าเป็นข้อกำหนดเชิงเทคนิคของบริการของเรา ซึ่งจะทำให้ได้รายละเอียดสำหรับคานหลังคาของบ้าน (2)

3. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและข้อกำหนดเชิงเทคนิค (3)

4. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดเชิงเทคนิค ซึ่งจะทำให้ได้หลังคาบ้าน (4)

5. ทำการประเมินคู่แข่ง เพื่อให้การบริการของเราสามารถเอาชนะคู่แข่งขันได้จะต้องมีการประเมินคู่แข่งขันว่าทำอย่างไร ซึ่งผลการประเมินจะทำให้ได้พื้นของบ้าน ในการประเมินคู่แข่งจะต้องประเมินเปรียบเทียบบริการของเรากับคู่แข่งขันทั้งในด้านความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าและคุณสมบัติทางเทคนิค

6. เรียงลำดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้า ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

6.1 ความสำคัญต่อลูกค้า ความสำคัญต่อลูกค้าควรได้มาจากการสำรวจลูกค้าว่าต้องการอะไรเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งอาจได้มาจากทำ Focus Group Interview หรือการสำรวจลูกค้าโดยตรง

6.2 เป้าหมายของทีม ทีมจะต้องตัดสินใจว่าความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อ ทีมตั้งใจจะตอบสนองมากน้อยเพียงใด หรือจะคงบางข้อไว้เหมือนเดิม

6.3 Scale Up Factor คอลัมน์นี้ต้องการแสดงว่าจากฐานเดิมที่เรามีอยู่กับเป้าหมายที่ทีมกำหนด ทีมต้องใช้ความพยายามมากน้อยเพียงใดในการบรรจุเป้าหมาย กล่าวง่าย ๆ คือ เมื่อเทียบระหว่างสิ่งที่เป็นอยู่กับเป้าหมายที่ทีมตั้งไว้คิดเป็นสัดส่วนกี่เท่า

6.4 จุดขายคอลัมน์นี้ต้องการแสดงว่า ความต้องการของลูกค้าประเด็นใดที่ทีมสามารถชูประเด็นเป็นจุดขายได้ก็ให้คะแนนมาก จุดใดที่ไม่ตั้งใจให้เป็นจุดขายก็ให้คะแนนลดลง คะแนนที่ให้อาจเป็นจุดทศนิยมก็ได้

6.5 รวมคะแนนคอลัมน์นี้จะแสดงคะแนนทั้งหมดที่ได้ โดยคำนวณจาก

คะแนนทั้งหมด = คะแนนความสำคัญต่อลูกค้า □ Scale Up Factor □ คะแนนจุดขาย

ด้วยวิธีการทั้งหมดนี้ทำให้ทราบได้อย่างชัดเจนว่าลำดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้าเป็นอย่างไร ซึ่งก็คือผนังด้านขวาของบ้านแห่งคุณภาพ เรียงลำดับความสำคัญเชิงเทคนิค ขั้นตอนสุดท้ายในการสร้างบ้านแห่งคุณภาพ คือ การเรียงลำดับความสำคัญเชิงเทคนิค ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

1. ระดับความยากเชิงเทคนิคคอลัมน์นี้แสดงให้เห็นว่าข้อกำหนดเชิงเทคนิคนั้นมีระดับความยากง่ายมากน้อยเพียงใด

2. เป้าหมายทีมจะต้องร่วมตัดสินใจว่าข้อกำหนดเชิงเทคนิคข้อนั้น ทีมต้องการคะแนนเป้าหมายเท่าใด

3. คะแนนรวมคอลัมน์นี้คำนวณจากผลรวมของผลคูณของช่องความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับข้อกำหนดเชิงเทคนิค คะแนนคอลัมน์ใดยิ่งมากยิ่งแสดงว่าข้อกำหนดเชิงเทคนิคนั้นส่งผลกระทบต่อความต้องการของลูกค้ามาก

2.2 ทฤษฎีต้นทุนคุณภาพ (Cost of Quality)

ในการที่องค์การจะทำการผลิตสินค้าหรือบริการให้มีคุณภาพได้ตรงตามข้อกำหนดหรือความต้องการของลูกค้า องค์การนั้น ๆ จะต้องมีค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพ ดังนี้

2.2.1 ต้นทุนของการควบคุม

1. ต้นทุนของการป้องกัน (Prevention Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการป้องกันไม่ให้เกิดชิ้นงานเสียหรือชิ้นงานที่บกพร่อง ได้แก่ ต้นทุนการอบรมคนงาน ต้นทุนการวางแผนคุณภาพ ต้นทุนการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต เพื่อให้ผลิตง่ายไม่เกิดปัญหาขณะผลิต

2. ต้นทุนของการตรวจประเมิน (Appraisal Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการตรวจสอบหรือประกันคุณภาพในระหว่างการผลิต ได้แก่ ค่าจ้างเงินเดือนของพนักงานฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ ค่าใช้จ่ายของห้องปฏิบัติการในการทดสอบผลิตภัณฑ์

2.2.2 ต้นทุนจากการควบคุมคุณภาพที่ไม่ดี (Cost of Poor Quality)

เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการแก้ไขชิ้นงานที่มีข้อบกพร่อง สามารถจัดเป็นประเภทได้ดังนี้

1. ต้นทุนของความผิดพลาดภายใน (Internal Failure Cost) เป็นค่าใช้จ่ายในการแก้ไขชิ้นงานก่อนการส่งชิ้นงานนั้น ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากคุณภาพของงานไม่ได้ตามระดับที่กำหนด ต้นทุนประเภทนี้ ได้แก่ ต้นทุนการทำงานซ้ำ ต้นทุนของวัตถุดิบและค่าแรง

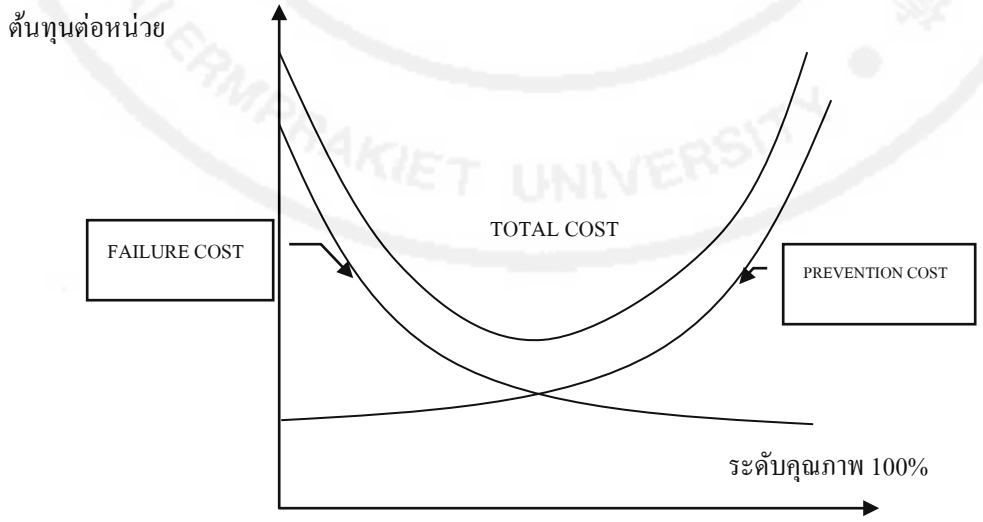
2. ต้นทุนของความผิดพลาดภายนอก (External Failure Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับของเสียที่ตรวจพบหลังจากสินค้าถึงมือลูกค้า ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมสินค้าที่อยู่ในระยะประกัน

2.2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนคุณภาพ

ต้นทุนของการควบคุมคุณภาพจะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณของความผิดพลาด ถ้ากระบวนการมีการผลิตโดยที่ใช้ต้นทุนในการป้องกันสูง เช่น ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการผลิตและการตรวจสอบแทนมนุษย์ ปริมาณความผิดพลาดที่เกิดในกระบวนการผลิตจะน้อย และในขณะเดียวกันการที่ของเสียจะหลุดรอดการตรวจสอบไปยังลูกค้าก็น้อยไปด้วย ตรงกันข้ามหากมีต้นทุนการควบคุมคุณภาพน้อยปริมาณของข้อบกพร่องจะสูง จากความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถแสดงเป็นแผนภูมิได้ดังนี้

แผนภูมิที่ 2.4

ความสัมพันธ์ของต้นทุนการป้องกันและต้นทุนของเสีย



(คำนาย อภิปรัชญาสกุล. 2547 : 389)

2.3 แนวคิดและหลักการของ 6-Sigma

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมามีผู้ให้ความสำคัญต่อคุณภาพสินค้าเพิ่มมากขึ้นและได้กลายเป็นแรงผลักดันความต้องการของตลาดทำให้เกิดการแข่งขันด้านคุณภาพและความพยายามที่จะปรับคุณภาพให้สูงขึ้นอยู่ตลอดเวลา ผลของการแข่งขันนี้ก่อให้เกิดการแสวงหาวิธีการใหม่ ๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพ 6-Sigma เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับและประสบความสำเร็จในการนำมาใช้ปรับปรุงคุณภาพของการบริการและผลิตภัณฑ์ในวงการอุตสาหกรรมทุกประเภท

ปัจจุบันหลายองค์กรทางธุรกิจและอุตสาหกรรมได้ประสบความสำเร็จในการนำเอาวิธี 6-Sigma มาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของการบริการและผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพราะว่าวิธี 6-Sigma เป็นวิธีที่มีรากฐานมาจากวิทยาศาสตร์และสถิติซึ่งสามารถพิสูจน์ได้พร้อมทั้งมีหลักการและวิธีทำที่แน่นอน ผลที่ได้รับนอกเหนือจากการที่ระดับคุณภาพของสินค้าและบริการสูงขึ้นในระดับที่ของเสียเป็นศูนย์แล้ว ความรู้ที่เพิ่มขึ้นของพนักงานเป็นผลพลอยได้อีกอย่างหนึ่ง ซึ่งส่งผลให้ทรัพยากรมนุษย์และทรัพยากรทางปัญญาเพิ่มขึ้น พร้อมกับการสร้างคุณภาพของประชากรเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคมและต่อประเทศชาติ

2.3.1 แนวคิดของระดับคุณภาพ

แนวคิดของ 6-Sigma มองว่าระดับคุณภาพที่ร้อยละ 99 นั้นยังไม่เพียงพอที่จะทำให้ลูกค้าพึงพอใจได้ ลูกค้าทุกคนมองหาสินค้าและบริการที่ไร้ข้อบกพร่อง การที่มีข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องเพียงร้อยละ 1 น่าจะเป็นระดับคุณภาพที่สูงมากในมุมมองของผู้ผลิตหรือผู้ให้บริการ แต่หากลองนึกถึงสภาพความเป็นจริง โดยยกตัวอย่างของการผลิตสินค้า เช่น บริษัทผลิตเครื่องรับโทรทัศน์ที่มีอัตราการผลิตประมาณ 5,000 เครื่องต่อเดือน หากผู้ผลิตรายนี้มีระดับคุณภาพที่ร้อยละ 99 ผู้ผลิตรายนี้จะมีโทรทัศน์ที่มีข้อบกพร่องประมาณ 50 เครื่องต่อเดือน หรือประมาณ 2 เครื่องต่อวัน และปริมาณของชิ้นงานที่มีข้อบกพร่องนี้ผู้ผลิตต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้นในการแก้ไข หรือหากเป็นกรณีของงานบริการ เช่น โรงพยาบาลโดยที่คิดประมาณจำนวนคนที่รับบริการดังนี้ ผู้ป่วยนอกประมาณ 500 รายต่อวัน และผู้ป่วยในประมาณ 300 รายต่อวัน หากผู้ป่วยแต่ละคนต้องมีการสั่งจ่ายยา 5 รายการต่อผู้ป่วยหนึ่งราย นั่นคือโรงพยาบาลจะมีจำนวนการสั่งยาต่อเดือนประมาณ 120,000 รายการ ในกรณีเดียวกันหากคุณภาพของโรงพยาบาลแห่งนี้อยู่ที่ระดับร้อยละ 99 หมายความว่าจะมีการจ่ายยาผิดพลาดให้แก่ผู้ป่วยจำนวน 1,200 รายการต่อเดือน หรือ 14,400 รายการต่อปี หากคำนวณคร่าว ๆ จะมีการจ่ายยาผิดพลาดให้แก่ผู้ป่วยประมาณ 40 รายการต่อวัน หากท่านเป็นผู้ป่วยและรับทราบข้อมูลนี้ย่อมไม่พึงปรารถนาที่จะใช้บริการโรงพยาบาลแห่งนี้ ดังนั้น

ระดับของคุณภาพจากมุมมองของลูกค้าหรือผู้รับบริการจึงคาดหวังคุณภาพในระดับไร้ข้อผิดพลาด หรือไร้ข้อบกพร่องจากผู้ให้บริการ และไม่ยอมรับข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องใด ๆ ทั้งสิ้น

2.3.2 แนวคิดของ 6-Sigma

แนวคิดของ 6-Sigma เป็นหลักการทางการบริหารที่มุ่งเน้นการลดความผิดพลาด ลดความสูญเปล่า และลดการแก้ไขชิ้นงานที่มีข้อบกพร่อง โดยมุ่งที่จะขจัดปัญหาที่การควบคุมกระบวนการไม่ไช่ที่ตัวผลิตภัณฑ์ โดยสามารถบริหารได้ตามแนวคิด ต้องทำการจัดการกับกระบวนการปัจจุบันให้มีสิ่งเหล่านี้ คือ

1. จัดทำทุกขั้นตอนการทำงานทุกอย่างให้เป็นกระบวนการ คือ ต้องทราบว่าอะไรคือปัจจัยนำเข้า อะไรคือกระบวนการในการแปลงสภาพ และอะไรคือผลผลิต

2. กระบวนการทุกกระบวนการมีการแปรปรวนแบบหลากหลาย (Variation) อยู่ตลอดเวลา

3. ทำทุกกระบวนการให้มีระบบการวัดและใช้ข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของการแปรปรวนแบบหลากหลายจะนำไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการให้ดียิ่งขึ้น

2.3.3 องค์ประกอบของ 6-Sigma

องค์ประกอบแรก คือการปรับปรุงกระบวนการ (Process Improvement) เป็นการค้นหาโอกาสพัฒนาจากกระบวนการที่มีอยู่เดิมเพื่อดูว่ามีปัญหามีความสูญเสียมีข้อบกพร่องใดบ้างหรือมีประเด็นใดที่ยังตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ไม่ดี แล้วนำประเด็นเหล่านั้นมาทำการพัฒนาคุณภาพ โดยพยายามค้นหาสาเหตุหรือต้นตอของปัญหาและหาทางขจัดสาเหตุดังกล่าวทิ้งไป เมื่อพัฒนาจนได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการแล้วก็หาทางควบคุมผลลัพธ์ให้ดำรงอยู่อย่างถาวรซึ่งกระบวนการพัฒนาแบบนี้นิยมเรียกว่าเป็นการพัฒนาคุณภาพแบบก้าวกระโดดสู่ระดับ 6-Sigma (Breakthrough 6-Sigma)

องค์ประกอบที่สอง คือการออกแบบกระบวนการ (Process Design/Redesign) ในกรณีที่องค์กรเลือกที่จะออกแบบกระบวนการใหม่ พัฒนาสินค้าใหม่ เพิ่มบริการใหม่ แทนที่จะพยายามปรับปรุงข้อบกพร่องของกระบวนการเดิม หรือคิดว่าการปรับปรุงข้อบกพร่องของกระบวนการเดิมไม่เพียงพอที่จะเอาชนะคู่แข่งหรือความต้องการของลูกค้า องค์กรสามารถที่จะเลือกพัฒนาด้วยการออกแบบกระบวนการใหม่ให้สามารถสร้างความพึงพอใจสูงสุดแก่ลูกค้า และมีข้อบกพร่องให้น้อยที่สุด ซึ่งการออกแบบกระบวนการใหม่ให้เกิดคุณภาพสูงสุดนี้นิยมเรียกว่าเป็นการออกแบบเพื่อคุณภาพระดับ 6-Sigma (Design for Six Sigma : DFSS)

องค์ประกอบที่สาม คือการจัดการกระบวนการ (Process Management) กระบวนการ 6-Sigma จะไม่สามารถรังสรรค์ผลลัพธ์ได้อย่างเต็มที่และยั่งยืนหากปราศจากการมีส่วนร่วมของฝ่ายบริหารจัดการ และการจัดการกระบวนการคุณภาพอย่างเหมาะสมหมายถึงการที่ฝ่ายบริหารจัดการมีการกำหนดทิศทางและกลยุทธ์ขององค์กร การใช้ภาวะผู้นำในการสร้างให้เกิดวัฒนธรรมในการพัฒนาคุณภาพแบบ 6-Sigma การค้นหาความต้องการของลูกค้า การค้นหาโอกาสพัฒนาที่เป็นปัญหาหลักขององค์กร การวิเคราะห์และการติดตามผลการพัฒนาคุณภาพ ตลอดจนการพยายามควบคุมผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาให้สามารถดำรงอยู่ได้อย่างยั่งยืนในองค์กรซึ่งอาจเรียกองค์ประกอบที่สามนี้ว่าเป็นภาวะผู้นำเพื่อคุณภาพระดับ 6-Sigma (6-Sigma Leadership) จะเห็นว่าการนำกระบวนการ 6-Sigma มาใช้ในการพัฒนาองค์กรจำเป็นต้องใช้กลยุทธ์หรือองค์ประกอบครบทั้งสามส่วนจึงจะทำให้เกิดผลตามที่องค์กรมุ่งหวัง และเชื่อหรือไม่ว่าองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดต่อความสำเร็จคือองค์ประกอบส่วนการบริหารจัดการ ซึ่งพบบ่อย ๆ ที่หลายองค์กรล้มเหลวเพราะขาดภาวะผู้นำ การสนับสนุน และการมีส่วนร่วมอย่างมุ่งมั่นของฝ่ายบริหารจัดการ

2.3.4 หลักการ 6-Sigma

ปรัชญาหรือหลักการสำคัญของกระบวนการพัฒนาคุณภาพแบบ 6-Sigma ประกอบด้วย

1. การยึดลูกค้าเป็นจุดศูนย์กลาง กระบวนการพัฒนาแบบ 6-Sigma พัฒนามาจากการพยายามลดข้อบกพร่องที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า ดังนั้นการทราบความต้องการและความคาดหวังของลูกค้าจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสูงสุดของการพัฒนาคุณภาพแบบ 6-Sigma และถูกกำหนดให้อยู่ในขั้นตอนแรกของการพัฒนา เมื่อทราบความต้องการและความคาดหวังที่ชัดเจนของลูกค้าแล้ว จะต้องมีการพยายามสร้างคุณค่าของการบริการเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว รวมทั้งการสร้างคุณภาพให้เหนือความคาดหมายของลูกค้า ซึ่งเป็นเป้าหมายที่สำคัญที่สุดของการพัฒนาคุณภาพแบบนี้

2. การบริหารจัดการโดยใช้ข้อมูลข้อเท็จจริง กระบวนการพัฒนาแบบ 6-Sigma ยึดมั่นอยู่บนกลวิธีทางสถิติและการใช้ประโยชน์จากข้อมูลข้อเท็จจริง ขั้นตอนในการพัฒนาจึงประกอบด้วยการวัดผล การรวบรวมข้อมูลข้อเท็จจริง การวิเคราะห์ข้อมูล การทดสอบสมมติฐาน การสรุปผล และการติดตามผล โดยอาศัยกลวิธีทางสถิติที่เหมาะสมในการช่วยตัดสินใจ ซึ่งหลักการข้อนี้เป็นจุดเด่นที่สำคัญ จนกระทั่งมีคำกล่าวว่า วินัยในการใช้ข้อมูลสารสนเทศ การวิเคราะห์ และกลวิธีทางสถิติเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการพัฒนาแบบ 6-Sigma

3. การมุ่งเน้นกระบวนการ กระบวนการพัฒนาคุณภาพแบบ 6-Sigma จะมุ่งเน้นกระบวนการเป็นหลัก กล่าวคือจะมองทุกอย่างเป็นกระบวนการ มุ่งเน้นการจัดการและการปรับปรุงกระบวนการเพื่อให้สามารถสร้างผลงานที่เป็นเลิศ เกิดข้อบกพร่องหรือความสูญเสียให้น้อยที่สุด

และสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นในขั้นตอนของการพัฒนาจึงประกอบด้วยการวิเคราะห์กระบวนการ การวัดผลกระบวนการ ตลอดจนการปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง

4. การจัดการเชิงรุก การจัดการกับปัญหาแบบ 6-Sigma จะไม่ใช่การจัดการแบบระยะสั้นหรือแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าที่เรียกว่า Fire Fighting แต่จะเป็นการค้นคว้าปัญหาหลักปัญหาที่เรื้อรังขององค์กร และนำปัญหามาหาทางแก้ไขด้วยการพยายามหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา และหาทางกำจัดต้นตอของปัญหา เพื่อให้สามารถแก้ไขอย่างถาวรไม่เกิดขึ้นมาอีก ในขั้นตอนของการพัฒนาแบบ 6-Sigma จึงกำหนดไว้อย่างชัดเจนว่าต้องมีการค้นหาสาเหตุที่เป็นรากเหง้าของปัญหา (Root Cause) และหาทางกำจัดรากเหง้าของปัญหาดังกล่าวทิ้งไป นอกจากนี้การหาทางแก้ปัญหาจะต้องเป็นการแก้ปัญหาเชิงป้องกันเสมอ

5. เน้นการแก้ปัญหาแบบไร้พรมแดน ในกระบวนการพัฒนาคุณภาพแบบ 6-Sigma จะยึดปัญหาเป็นตัวตั้งโดยวิเคราะห์ดูว่าปัญหาดังกล่าวเชื่อมโยงหรือเกี่ยวข้องกับกระบวนการของหน่วยงานใดบ้างและจัดให้หน่วยงานเหล่านั้นเข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาซึ่งจะเป็นการจัดการปัญหาแบบคร่อมสายงานและไร้เส้นแบ่งพรมแดนระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ เพราะทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการพัฒนาหรือแก้ปัญหา ในขณะเดียวกันเมื่อทดลองแก้ปัญหาตามผลการวิเคราะห์จนได้ข้อสรุปที่ชัดเจนแล้วทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานโดยทั่วกันเพื่อให้ได้ผลงานที่เป็นเลิศของกระบวนการทั้งหมดขจัดความซ้ำซ้อนและขั้นตอนที่ไม่จำเป็น ตลอดจนมุ่งผลลัพธ์ที่ตกแก่ลูกค้าเป็นหลัก ด้วยหลักการที่สำคัญนี้จะส่งเสริมให้เกิดการทำงานร่วมกันเป็นทีมแบบคร่อมสายงานทั่วทั้งองค์กร

6. เน้นภาวะผู้นำและการมีส่วนร่วมของฝ่ายบริหาร กระบวนการพัฒนาคุณภาพแบบ 6-Sigmaต้องการภาวะผู้นำและการมีส่วนร่วมของฝ่ายบริหารจัดการเป็นอย่างยิ่งไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนในการกำหนดทิศทางและเป้าหมายขององค์กร การค้นหาปัญหาหลักและโอกาสพัฒนาขององค์กร การจัดโครงสร้างและการมอบหมายความรับผิดชอบ การมีส่วนร่วมในฐานะผู้รับผิดชอบหลัก การให้การสนับสนุนปัจจัยและทรัพยากรอย่างเพียงพอ การเข้าร่วมทบทวนความก้าวหน้าของโครงการเป็นระยะ ๆ การติดตามผล ตลอดจนการควบคุมผลลัพธ์ที่ได้ให้ยั่งยืน หากขาดเสียซึ่งภาวะผู้นำที่เข้มแข็งและการมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันของผู้บริหารแล้วไซร้ ก็เป็นการยากที่จะทำให้ได้ผลลัพธ์ตามที่มุ่งหวัง

7. การมุ่งเน้นนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากการพัฒนาแบบ 6-Sigma ตั้งเป้าไว้ที่การสร้างความพึงพอใจสูงสุด การทำให้เหนือความคาดหมายของลูกค้า และการสร้างผลงานที่เป็นเลิศ ดังนั้นการมีนวัตกรรมหรือความคิดสร้างสรรค์ใหม่ ๆ จึงเป็นหัวใจของการพัฒนาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนของการปรับปรุงให้ดีขึ้นหลังจากทราบความต้องการของลูกค้าและ

รากเหง้าของปัญหาแล้ว นวัตกรรมจึงเป็นหลักการที่สำคัญอีกประการหนึ่งของกระบวนการ 6-Sigma

8. การมุ่งสู่ความเป็นเลิศ ไม่เกรงกลัวต่อการเปลี่ยนแปลงและอดทนต่อความล้มเหลว สิ่งที่เป็นจุดเด่นอย่างยิ่งของกระบวนการพัฒนาแบบ 6-Sigma คือการพยายามเปรียบเทียบผลงานกับสภาวะที่เกือบไร้ข้อบกพร่องหรือที่เรียกว่าระดับ 6-Sigma คือจะต้องมีความมุ่งมั่นในการพัฒนาตนเองอย่างไม่หยุดยั้ง โดยมุ่งผลลัพธ์หรือผลงานที่เป็นเลิศและมุ่งเข้าใกล้สภาวะไร้ข้อบกพร่องให้มากที่สุด อย่างไรก็ตามบนเส้นทางสู่ความเป็นเลิศต้องการการเปลี่ยนแปลง ต้องการการลองผิดลองถูก ต้องมีการล้มลุกคลุกคลาน มีความล้มเหลวสลับกับความสำเร็จ ดังนั้นนอกจากความมุ่งมั่นสู่ความเป็นเลิศแล้ว หลักการสำคัญอีกประการคือการไม่เกรงกลัวต่อการเปลี่ยนแปลงและการอดทนต่อความล้มเหลวที่ได้รับ และมุ่งพัฒนาตนเองต่อไปอย่างไม่ท้อถอยหรือหมดกำลังใจ และสร้างผลงานให้ดีที่สุดภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่

2.3.5 ความแตกต่างของ 6-Sigma

กระบวนการพัฒนาคุณภาพแบบ 6-Sigma จะมีความแตกต่างจากกระบวนการพัฒนาคุณภาพแบบทั่ว ๆ ไปหลายประการ กล่าวคือ

1. เป็นกระบวนการที่เริ่มต้นจากฝ่ายบริหาร ฝ่ายบริหารจะเป็นผู้นำคัดเลือกและอนุมัติโครงการ

2. เป็นกลยุทธ์ในการบริหารงานของฝ่ายบริหาร ดังนั้นฝ่ายบริหารจะมีบทบาทและมีส่วนร่วมอย่างมากต่อความสำเร็จของโครงการ

3. เป็นรูปแบบการบริหารงานโดยใช้ Project Based

4. มีการกำหนดเป้าหมายและตัวชี้วัดที่ชัดเจน สอดคล้องกับปัญหาและเป้าหมายขององค์กร

5. มีขั้นตอนที่ชัดเจนและเข้มงวดได้แก่การวัด การวิเคราะห์ การปรับปรุง และการควบคุม

6. มีโครงสร้างในการกำกับดูแลและติดตามผลที่ชัดเจน

7. ยึดมั่นความพึงพอใจของลูกค้า เป้าหมายขององค์กร และคุณภาพระดับโลกเป็นหลัก

8. มีวินัยการใช้เครื่องมือในการพัฒนาคุณภาพและกลวิธีทางสถิติ

9. ยึดมั่นในข้อมูลข้อเท็จจริง และผลการวิเคราะห์

จะเห็นว่ากระบวนการพัฒนาแบบ 6-Sigma สามารถแก้ไขจุดอ่อนข้างต้นได้ทุกประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นการไม่สามารถแก้ไขปัญหาธุรกิจได้นั้น มีตัวอย่างความสำเร็จมากมายของบริษัทระดับโลก อาทิ Motolora, General Electric, Eastman Kodak, Seagate และอื่น ๆ ทั้งในด้านการเพิ่มยอดขาย ผลการดำเนินงาน และระดับคุณภาพที่เพิ่มขึ้น

2.3.6 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ 6-Sigma

หลักการคิดของกระบวนการพัฒนาคุณภาพแบบ 6-Sigma สามารถแสดงด้วยสมการง่าย ๆ ดังนี้ หากกำหนดให้ Y แทนปัญหาหรือผลลัพธ์ที่องค์กรต้องการ และ X แทนปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุ เราสามารถสร้างสมการง่าย ๆ ได้ดังนี้

$$Y = f(X)$$

$$Y = f(X_1 + X_2 + X_3 \ldots..X_n)$$

กระบวนการพัฒนาแบบ 6-Sigma จึงออกแบบมาโดยประกอบด้วยขั้นตอนง่าย ๆ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Define : D) ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดขอบเขตของปัญหา หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือการกำหนดให้ชัดเจนว่าทุกข์ขององค์กร หรือ Y คืออะไร มีขอบเขตแค่ไหน

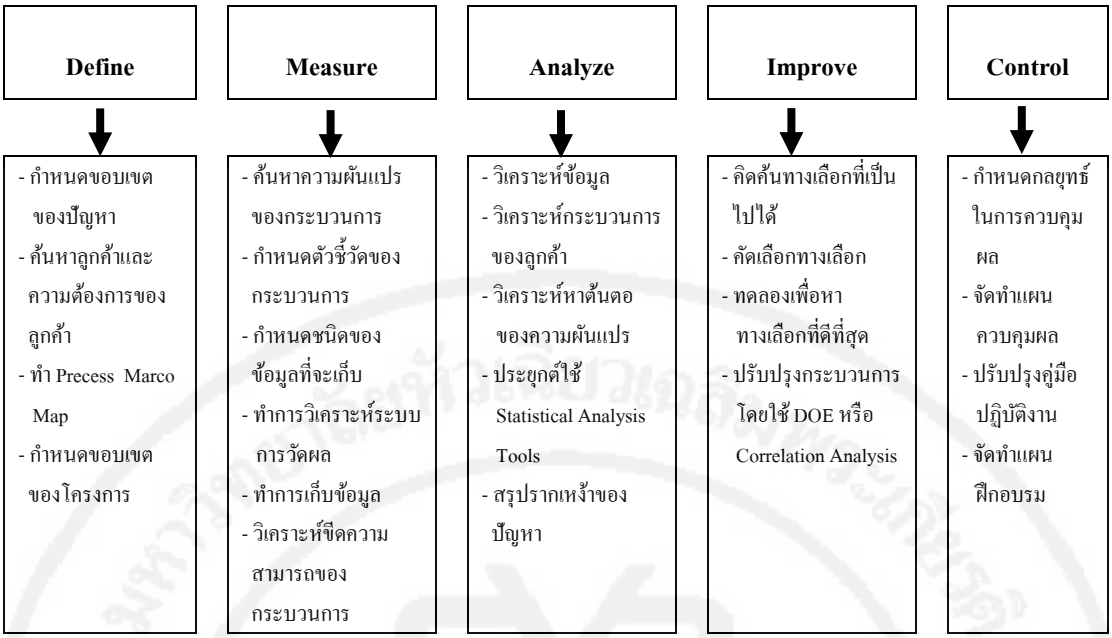
2. การวัดและรวบรวมข้อมูล (Measure : M) ขั้นตอนนี้เป็นการวัดและรวบรวมข้อมูลว่าปัญหาหรือทุกข์ขององค์กร หรือค่า Y นั้นใหญ่โตแค่ไหน ก่อให้เกิดความสูญเสียเป็นมูลค่าเท่าใด

3. การวิเคราะห์ (Analyze : A) ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์จากกระบวนการและข้อมูลที่ได้ว่ามีสาเหตุจากอะไรได้บ้างและพิสูจน์ให้ได้ว่าปัจจัยตัวใดเป็นตัวก่อปัญหา (Root Cause) ซึ่งปัจจัยตัวที่เป็นปัญหาอาจมีหนึ่งปัญหาหรือมากกว่าก็ได้

4. การปรับปรุง (Improve : I) ขั้นตอนนี้เป็นการพยายามใช้นวัตกรรม (Innovation) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ในการขจัดสาเหตุของปัญหาหรือปัจจัยที่เป็นปัญหาออกจากกระบวนการหรือออกแบบกระบวนการใหม่ทำให้ได้ผลลัพธ์ตามที่องค์กรมุ่งหวัง

5. การควบคุมและขยายผล (Control : C) ขั้นตอนสุดท้ายนี้เป็นการพยายามธำรงรักษาผลลัพธ์ของการพัฒนาคุณภาพ หรือค่า Y ใหม่ที่ได้ให้คงอยู่ถาวรในองค์กร รวมทั้งหาทางขยายผลการทดลองดังกล่าวนี้ไปยังหน่วยงานที่มีความคล้ายคลึงกันของกระบวนการในองค์กรให้มากที่สุด ซึ่งขั้นตอนง่าย ๆ ทั้ง 5 ขั้นตอนดังกล่าวนี้เป็นที่รู้จักกันในชื่อ D-M-A-I-C

แผนภูมิที่ 2.5
รายละเอียดการทำงานของขั้นตอน D-M-A-I-C



(สิทธศักดิ์ พฤกปิติกุล. 2546 : 23)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รักษา วรคุตตานนท์ (2544) ได้ศึกษาการลดต้นทุนการผลิตโดยการลดปริมาณของเสียจากการใช้กาว LD-227 (LD-227 Adhesive) โดยใช้หลักการ 6-Sigma ของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการลดต้นทุนการผลิต ซึ่งจากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตและศึกษาตามแนวทางของ 6 Sigma พบว่ามีขั้นตอนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับการใช้กาว LD-227 อยู่ 2 ขั้นตอน คือ FOS BOND และ TAIL TACK จากสถานการณ์ขณะนั้นมีปริมาณของการใช้กาวต่ออัตราการผลิตมีค่าไม่คงที่ ข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดในกระบวนการ FOS BOND มีทั้งหมด 219 หลอด โดยเป็นของเสียจากการที่เบิกกาวมาใช้มากเกินไปแล้วกาวหมดอายุก่อนการใช้งานทั้งสิ้น 173 หลอด ในขณะที่กระบวนการ TAIL TACK ได้ประสบปัญหาแบบเดียวกันคือมีกาวเสียจากการเบิกมาใช้ไม่หมดตามกำหนดเวลาทั้งสิ้น 188 หลอดจากปริมาณของเสียทั้งหมด 228 หลอด จากการระดมสมองในการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่ส่งผลให้กาวหมดอายุก่อนการใช้งานคือ ขนาดของหลอดบรรจุมีปริมาณที่ไม่เหมาะสมทำให้ระยะเวลาที่จะใช้ต่อกาวหนึ่งหลอดใช้เวลามากเกินไป ประกอบกับการเก็บรักษาในกระบวนการผลิตระหว่างรอการใช้งานเก็บไว้ไม่เหมาะสมทำให้กาวหมดอายุเร็วจึงได้เปลี่ยนวิธีในการบรรจุหลอดกาว LD-227 จาก

ปริมาณ 1 ซีซี มาเป็น 0.5 ซีซี และได้เพิ่มมาตรการในการเก็บรักษาโดยให้เก็บไว้ในกระติกที่มีน้ำแข็งแห้ง ผลจากการดำเนินการตามการแก้ไขพบว่าปริมาณของชิ้นงานเสียของ LD-227 ลดลงถึงร้อยละ 58 โดยการขจัดแทนการปรับเปลี่ยน ควบคุมที่สาเหตุโดยมีวิธีการดังนี้ 1) เปลี่ยนปริมาณการบรรจุ LD-277 จาก 1CC – 0.5 CC 2) ในช่วงระหว่างพักและเลิกทำงานให้เก็บหลอด LD-277 ที่ยังใช้ไม่หมดในตู้เย็นที่อุณภูมิ 0 องศา 3) การเก็บ LD-277 ที่ยังไม่ได้ใช้งานให้เก็บที่ 40 องศาเซลเซียส และ 4) การขนส่งไปยังสายการผลิตให้บรรจุหลอด LD-277 ในกระติกที่มีน้ำแข็งแห้งทุกครั้ง

พิรุณ วิรุฬชัยพงศ์ (2544) ศึกษาการลดของเสียในสายการผลิตของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษาบริษัท ดาต้าคอม (ประเทศไทย) จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์ในการลดต้นทุนในกระบวนการผลิต การศึกษาจัดทำโดยการทวนสอบทุกปัจจัยการผลิตที่นำเข้าในกระบวนการผลิตนั่นคือ ปัจจัยการผลิตหลักทั้ง 4 M (Man, Machine, Material, Method) พบว่าสาเหตุหลักของแต่ละปัจจัยการผลิตสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มดังนี้

<u>ปัจจัยด้านคน</u> สามารถสรุปแนวทางในการแก้ปัญหาได้ดังนี้ 1) การคัดเลือกบุคลากรที่มีความเหมาะสมมารับผิดชอบด้านการควบคุมคุณภาพทำให้การดำเนินการด้านการควบคุมคุณภาพมีประสิทธิภาพมากขึ้น 2) จัดอบรมให้กับพนักงานที่เข้ามาใหม่จะเป็นการลดข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นในระหว่างการผลิต 3) มีการประเมินผลการทำงานทำให้สามารถทราบว่าพนักงานมีความเข้าใจในจุดปฏิบัติงานของตนเองหรือไม่ 4) มีการให้นโยบายด้านการเงินที่เป็นการจูงใจให้พนักงานอยากทำงานมากขึ้นและอยู่กับองค์กร

<u>ปัจจัยด้านวัตถุดิบ</u> สามารถสรุปแนวทางในการแก้ปัญหาได้ดังนี้ 1) การสำรวจผู้ผลิตเป็นการตรวจสอบความสามารถในการผลิตป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นและหลุดรอดมาที่บริษัท 2) การให้ผู้ผลิตส่งวัตถุดิบให้กับแผนกวิจัยและพัฒนาทำการตรวจสอบก่อนการผลิตจริงสามารถขจัดปัญหาวัตถุดิบไม่ตรงตามข้อกำหนดได้ 3) การจัดทำแบบฟอร์ม Temporary Qualified Vendor List สามารถลดปัญหาการข้ามขั้นตอนการตรวจสอบวัตถุดิบได้

<u>ปัจจัยด้านเครื่องจักร</u> สามารถสรุปแนวทางในการแก้ปัญหาได้ดังนี้ 1) การจัดให้มีพนักงานประจำเครื่องที่ช่วยดูแลและบำรุงรักษาทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มมากขึ้นรวมถึงการทำงานของเครื่องผิดพลาดน้อยลง 2) การเพิ่มอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานที่เพียงพอต่อพนักงานสามารถช่วยให้ประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มมากขึ้น 3) การดูแลรักษาเครื่องจักรตามเวลามีผลทำให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพในการผลิตและข้อผิดพลาดจากการผลิตลดลง

<u>ปัจจัยด้านการปฏิบัตงาน</u> สามารถสรุปแนวทางในการแก้ปัญหาได้ดังนี้ 1) การแต่งตั้งวิศวกรโครงการทำหน้าที่ช่วยประสานงานระหว่างแผนก ช่วยให้ความผิดพลาดในการสื่อสารลดลง

ได้ 2) การตรวจสอบแผนกที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพและความต้องการของลูกค้าในเอกสารการควบคุมการทำงานของพนักงาน สามารถช่วยลดความผิดพลาดจากการเข้าใจผิดของพนักงานได้

นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตว่าจะมีประสิทธิผลเป็นอย่างดีเมื่อหัวหน้างานตลอดจนผู้บริหารระดับสูงมีความเข้าใจการทำงานของพนักงานระดับปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการสร้างขวัญและกำลังใจให้กับพนักงาน ในการเพิ่มผลผลิตและควบคุมคุณภาพการทำงานของตนเอง

นิจจา นันทกิจไพศาล (2544) ได้ศึกษาการลดต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมดิสก์ไดร์ฟของบริษัท ซิเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ทำการศึกษาโดยเปรียบเทียบผลการประกอบการจากข้อมูลเบื้องต้นพบว่าแหล่งที่ทำให้เกิดความผันแปรของผลประกอบการคือการที่บริษัทมียอดของค่าใช้จ่ายในการจัดการเกี่ยวกับของเสียมากเกินเป้าหมาย จากการศึกษาได้แบ่งแยกแหล่งที่มาของสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตโดยการวิเคราะห์ตามแหล่งที่มาของปัจจัยการผลิต 4 หมวดใหญ่ คือ พนักงานที่ทำหน้าที่ผลิต เครื่องจักร วิธีการทำงาน และวัตถุดิบสำหรับการผลิต ผลการศึกษาพบว่าแหล่งที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตมากที่สุดคือวัตถุดิบที่จัดส่งมาจากผู้รับจ้างช่วง (Supplier) มีคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนด เป็นผลให้บริษัทต้องทำการเพิ่มกระบวนการในการจัดการกับวัตถุดิบที่ไม่ได้คุณภาพซึ่งส่งผลให้เกิดต้นทุนของเสียมากขึ้น ผลการวิจัยครั้งนี้ได้เสนอแนวทางในการควบคุมระดับคุณภาพของผู้รับจ้างช่วง โดยใช้แนวความคิด Supplier Scorecard ซึ่งเป็นการผลักดันให้ผู้รับจ้างช่วงมีการพัฒนาระดับคุณภาพตลอดเวลา และผลจากการดำเนินการตามโครงการนี้บริษัทสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายจากของเสียได้ไตรมาสละ 3,000,000 ดอลลาร์

ทนงเกียรติ ตันฑวรักษ์ (2545) ได้ศึกษาการลดต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ตัวเก็บประจุแรงดันสูง ของบริษัท ซัมวา (ไทยแลนด์) จำกัด โดยศึกษาด้วยวิธีการตรวจสอบแหล่งที่มาของผลการประกอบการที่เบี่ยงเบนไปจากเป้าหมาย ผลการศึกษาพบว่าการลดต้นทุนที่ให้ผลรวดเร็วและมีประสิทธิภาพคือ การลดของเสียในกระบวนการผลิตโดยที่ไม่ลดระดับคุณภาพของสินค้า การลดของเสียเป็นการลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นโดยการศึกษาพบว่าการควบคุมปัจจัยการผลิตทั้ง 5 อันได้แก่ วัตถุดิบ การตรวจวัด คน เครื่องจักร และวิธีการผลิต จะมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้นเมื่อมีการดำเนินการต่าง ๆ ดังนี้ 1) จัดระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อลดความสูยเสียในการซ่อมเครื่องจักร 2) เครื่องจักรควรเพิ่มระบบป้องกันความปลอดภัยเพื่อลดอุบัติเหตุ 3) ควรจัดให้มีพยาบาลประจำที่โรงงานในขณะดำเนินการผลิต 4) จัดอบรมพนักงานให้มีความรู้ใหม่ 5) จัดให้มีการประชาสัมพันธ์ในการปรับปรุงการทำงานของตนเองให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง

มยุรี พฤกษ์พนาสันต์ (2544) ได้ศึกษาการลดของเสียในสายการผลิตถุงลมนิรภัยของบริษัท ทาคาตะ-ทีโอเอ จำกัด ผลการศึกษาพบว่าปัจจุบันการบริหารการผลิตมีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะบริษัทข้ามชาติที่เข้ามาลงทุนในประเทศไทยและใช้เป็นฐานการผลิตสินค้า โดยเล็งเห็นว่าเป็นพื้นที่ที่กำลังเติบโตขึ้นในแถบเอเชีย-แปซิฟิค บริษัทต่าง ๆ เหล่านี้ต่างมีนโยบายสำคัญสำหรับเส้นทางสู่ศตวรรษหน้าโดยสิ่งหนึ่งที่สำคัญคือการยกระดับเทคโนโลยีให้ดียิ่ง ๆ ขึ้น เพื่อรักษาการแข่งขันที่จะมีขึ้นอย่างรุนแรงในอนาคตโดยสินค้านั้นต้องมีคุณภาพและประสิทธิภาพเพื่อให้ผู้บริโภคได้รับสินค้าและบริการที่ดี ส่วนเรื่องของการลดของเสียในสายการผลิตถุงลมนิรภัยในรถยนต์ การศึกษาข้อมูลในเรื่องการลดของเสียนี้ผู้ศึกษาได้พิจารณาแล้วเห็นว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมากเนื่องจากบริษัทมีการผลิตและส่งออกถุงลมไปขายยังต่างประเทศถึง 85% และได้รับแผนการผลิตจากบริษัทแม่ ซึ่งจะได้รับมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับผลงานเช่นกำลังการผลิต ปริมาณของเสีย เป็นต้น จากการสำรวจของเสียมาจากสาเหตุหลัก ๆ คือ คน เครื่องจักร วิธีการทำงาน วัตถุดิบ จากนั้นได้มีการเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้นคือ 1) ให้พนักงานมีทักษะทำงานหลายด้านเพื่อสามารถทดแทนแรงงานได้ 2) เครื่องจักรควรมีระบบซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น 3) ผู้บริหารระดับสูงต้องจูงใจให้พนักงานเห็นความสำคัญร่วมมือร่วมใจทำงานและปรับปรุงงาน 4) ผู้บริหารควรมีแนวคิดในการบริหารจัดการแผนใหม่เพื่อเป็นแนวทางการบริหารจัดการองค์กรคุณภาพ

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการลดปริมาณของชิ้นงานที่มีระดับคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนดหรือชิ้นงานที่มีข้อบกพร่องในระหว่างกระบวนการผลิตโดยศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ที่ป้อนเข้าในแต่ละกระบวนการผลิตว่าส่งผลกระทบต่อคุณลักษณะการใช้งานของผลิตภัณฑ์อย่างไรและใช้การทดลองพิสูจน์ผลของสมมติฐานต่าง ๆ การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบมุ่งเน้นการแก้ปัญหา โดยจัดระดับหรือสภาพการณ์ในการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ให้สามารถจัดทำซ้ำเพื่อทดสอบผลตามต้องการและเพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์เชิงเหตุผล เรียกการศึกษาวิจัยในรูปแบบนี้ว่า การศึกษาวิจัยเชิงทดลอง (Experiment Research) (ทนง ทองเต็ม. 2548 : 10) ทั้งนี้ผู้ทำการศึกษามุ่งเน้นกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ขดลวดไฟฟ้าของ บมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีการศึกษาดังนี้

3.1 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data)

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลประวัติการผลิตของผลิตภัณฑ์ขดลวดไฟฟ้า ซึ่งจะเก็บรวมรวมประวัติของปริมาณชิ้นงานที่เสียหรือข้อบกพร่อง อาการข้อบกพร่องแต่ละประเภทจากหน่วยงานควบคุมคุณภาพของบมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) โดยใช้ข้อมูลการผลิตรายสัปดาห์ย้อนหลังหนึ่งปีห้าเดือนเป็นข้อมูลในการระบุแหล่งของปัญหาที่ต้องการแก้ไข หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการให้ข้อมูลเรื่องปริมาณชิ้นงานที่ผลิต ปริมาณชิ้นงานที่มีข้อบกพร่อง รวมถึงประเภทของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น มาจากฝ่ายการผลิตและฝ่ายควบคุมคุณภาพของ บมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) ข้อมูลนี้มาจากใบบันทึกการทำงานของกระบวนการผลิต (Daily Production Control) ซึ่งบันทึกข้อมูลในเรื่องปริมาณผลิตต่อวัน ปริมาณของชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพพร้อมทั้งระบุประเภท ข้อมูลจะถูกนำไปบันทึกในระบบฐานข้อมูลของฝ่ายควบคุมคุณภาพ

3.1.2 แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data)

เป็นข้อมูลที่ได้มาจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีตามแนวทางของ 6-Sigma รวมถึงการเก็บข้อมูลโดยใช้การออกแบบการทดลอง การพิจารณาในแต่ละส่วนของปัจจัยการผลิตที่นำมาประกอบเป็นผลิตชิ้นงานโดยตรง แนวทางในการดำเนินการตามหลักการของ 6-Sigma โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดขอบเขตและเป้าหมายระยะเวลาในการแก้ไขปัญหา (Define Phase)

2. ทดสอบความถูกต้องของข้อมูลและวิธีการเก็บข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน (Measure Phase)

3. ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงโดยใช้หลักการทางสถิติ (Analyze Phase)

4. นำค่าการทดลองทางสถิติมาใช้ในการอธิบายตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์และกำหนดเงื่อนไขที่ดีที่สุดให้แต่ละตัวแปรนำเข้าเพื่อได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Improve Phase)

5. การควบคุมและจัดการตัวแปรให้ดีที่สุด (Control Phase)

3.2 การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Define Phase)

การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลทางด้านทุติยภูมิที่เป็นข้อมูลประวัติในการผลิตของผลิตภัณฑ์ขดลวดไฟฟ้าของ บมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการผลิตและปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่อง โดยพบว่าข้อบกพร่องที่เกิดในกระบวนการผลิตที่เป็นปัญหาหลักคือ ข้อบกพร่องทางด้านลมรั่วคิดเป็นร้อยละ 91.96 ของปัญหาทั้งหมด และปัญหาอันดับรองลงมาคือ ผิวภายนอกของชิ้นงานเป็นรอยขูดขีดและพลาสติคฉีดไม่เต็ม โดยมีอัตราส่วนของข้อบกพร่องเป็นร้อยละ 5.02 และร้อยละ 3.02 ตามลำดับ โดยอ้างอิงจากข้อมูลย้อนหลัง 1 ปี 5 เดือน (ตั้งแต่ กรกฎาคม 2547 จนถึง ธันวาคม 2548) จากข้อมูลดังกล่าวผู้ศึกษาจึงมุ่งเน้นที่จะลดปริมาณของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ทางด้านลมรั่ว โดยที่คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ทางด้านการป้องกันลมรั่วนี้สามารถจำแนกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ลมรั่วจากการทดสอบเมื่อขดลวดไฟฟ้าอยู่ในสภาวะเปิด คิดเป็นอัตราข้อบกพร่องร้อยละ 70 ของข้อบกพร่องทางด้านลมรั่วทั้งหมด

2. ลมรั่วจากการทดสอบเมื่อขดลวดไฟฟ้าอยู่ในสภาวะปิดคิดเป็นอัตราข้อบกพร่องร้อยละ 18 ของข้อบกพร่องทางด้านลมรั่วทั้งหมด

3. ลมรั่วจากการทดสอบขดลวดไฟฟ้าทั้งสองสถานะคิดเป็นอัตราข้อบกพร่องร้อยละ 12 ของข้อบกพร่องทางด้านลมรั่วทั้งหมด

นอกเหนือจากข้อมูลประวัติการผลิตแล้วยังได้นำข้อมูลทางด้านวิศวกรรมของผลิตภัณฑ์ ข้อมูลของขั้นตอนการผลิตและวิธีการผลิตที่จัดทำโดยแผนกวิศวกรรมการผลิตได้ออกแบบมาให้และใช้อยู่ในปัจจุบันมาศึกษาและวิเคราะห์ด้วยการระบุขอบเขตของปัญหาสามารถจัดทำให้ชัดเจนมากขึ้น โดยการเขียนแผนผังกระบวนการมหภาค (Macro Map) ข้อมูลทั้งหมดนี้สามารถที่ทำให้ผู้ศึกษาเห็นกระบวนการทั้งหมดรวมทั้งปัจจัยนำเข้าและผลที่ต้องการในแต่ละกระบวนการด้วยขั้นตอนการจัดทำแผนผังมหภาคสามารถทำได้ดังนี้

1. ให้เริ่มต้นที่กระบวนการที่สนใจศึกษาหรือแก้ปัญหา แล้วเขียนกระบวนการก่อนหน้าและภายหลังกระบวนการที่เราสนใจ 2 ถึง 3 ขั้นตอน ถ้ามีการวัดหรือทดสอบภายหลังให้รวมเอาขั้นตอนในระหว่างกระบวนการเป้าหมายกับการวัดนั้นลงไปในแผนผังด้วย

2. เพิ่มรายละเอียดของข้อกำหนดเฉพาะในทุก ๆ ที่ที่มีกำหนดให้เหมาะสม

3. เพิ่มข้อมูลประมาณการของการวัดผลงานต่าง ๆ เช่น COPQ, Defect หรือรอบเวลา (Cycle Time) ที่ส่งออกมาจากกระบวนการที่เราสนใจ

หลังจากนั้นให้ทำรายละเอียดของกระบวนการเฉพาะที่เป็นขั้นตอนก่อนหน้ากระบวนการที่สนใจแล้วแจกแจงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการทำงาน วิธีการนี้เรียกว่าการจัดทำรายละเอียดกระบวนการ (Detail Process Map)

1. ทำแผนผังแสดงขั้นตอนที่ปรากฏอยู่แล้วในเอกสาร รวมถึงขั้นตอนการตรวจสอบการวัด และการขนส่ง / เคลื่อนย้าย ระบุจุดการเก็บรวบรวมข้อมูลทุก ๆ จุด

2. แสดงเอกสารที่ใช้ควบคุมการทำงานของทุก ๆ ขั้นตอน

3. ให้ระบุว่าแต่ละขั้นตอนเป็นการเพิ่มมูลค่า หรือ ไม่เพิ่มมูลค่า

4. ระบุตัวแปรของปัจจัยการผลิตและผลลัพธ์ที่ได้ของแต่ละขั้นตอนการทำงาน ให้ระบุขั้นตอนที่ไม่เพิ่มมูลค่าที่เราต้องการจะขจัดทิ้ง

5. เพิ่มขั้นตอนที่เป็นโรงงานซ่อนเร้นเข้าไปในแผนผังและเน้นด้วยสีที่เด่นชัดและขั้นตอนไหนที่ต้องการขจัดทิ้งระบุว่าขั้นตอนไหนที่จำเป็นจะต้องมีเอกสารสำคัญสำหรับควบคุมการทำงาน

6. เพิ่มข้อมูลประมาณการของการวัดผลงานต่าง ๆ เช่น COPQ, Defect หรือรอบเวลา (Cycle Time) ที่ส่งออกมาจากกระบวนการที่เราสนใจ

7. ตรวจทานความถูกต้องอีกครั้งด้วย โดยเปรียบเทียบกับเอกสารขั้นตอนการทำงานด้วยความรอบคอบระมัดระวัง

3.3 การวัดและการเก็บรวบรวมข้อมูล (Measure Phase)

ขั้นตอนในการทวนสอบความถูกต้องของระบบการวัดที่มีอยู่ในปัจจุบันและสร้างระบบการวัดขึ้นมาใหม่เพื่อใช้ในการเก็บรวมรวมข้อมูลของตัวแปรแต่ละตัวที่นำเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวมรวมข้อมูลจะเป็นใบบันทึกการตรวจสอบ (Check Sheet) และใบบันทึกการทำงานประจำวันของสายการผลิตโดยแบ่งรายละเอียดออกเป็นแต่ละกระบวนการและกำหนดตัวชี้วัดที่เป็นค่าวิกฤติของแต่ละวัตถุดิบที่จะส่งผลโดยตรงต่อคุณลักษณะของตัวงานด้านการป้องกันลมรั่ว ในขั้นตอนนี้ต้องทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยการผลิตกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ด้านการป้องกันลมรั่ว โดยใช้ตารางการวิเคราะห์เหตุและผล (Cause &

Effect Matrix) วัตถุประสงค์ในการทำ Cause & Effect Matrix เพื่อที่จะระบุปัจจัยการผลิตที่เป็นตัววิกฤติต่อกระบวนการ ข้อมูลจากการวิเคราะห์นี้จะนำไปทบทวนในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบอีกครั้ง โดยใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมเข้ามาร่วมพิจารณาในแต่ละปัจจัย ขั้นตอนในการจัดทำ Cause & Effect Matrix มีดังนี้

1. ระบุรายละเอียดของปัจจัยการผลิตตามที่ได้มาจากการทำแผนผังรายละเอียดของกระบวนการ

2. จัดลำดับความสำคัญของปัจจัยการผลิตตามความสำคัญของลูกค้าโดยให้คะแนน 1 ถึง 10 โดยที่ค่ามากแสดงถึงความสำคัญมาก

3. รวมคะแนนความสำคัญในผลรวม

4. เรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยการผลิตตามคะแนนความสำคัญจากมากไปน้อย

ขั้นตอนต่อไปจะต้องทำการวิเคราะห์ระบบการวัดโดยใช้เทคนิคการวัดความสามารถในการวัดซ้ำและการทำซ้ำ (Gauge Repeatability and Reproducibility : GR&R) ที่มีอยู่ปัจจุบันที่ใช้ในการตัดสินปัจจัยแต่ละตัวโดยระบบการวัดนั้นต้องสามารถแยกแยะชิ้นงานที่มีข้อบกพร่องกับชิ้นงานดีได้อย่างชัดเจนและถูกต้องทุกครั้ง วิธีการศึกษา Gauge Repeatability and Reproducibility (GR&R) มีสิ่งที่ต้องจัดเตรียมดังนี้

1. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์วิธีการศึกษา
2. ที่จะมาทำการศึกษาต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสภาพดี
3. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่จะมาทำการศึกษาต้องเป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามปกติ
4. เครื่องมือวัดจะต้องได้รับการปรับเทียบ (Calibration) อย่างถูกต้องก่อนทำการศึกษา
5. การวัดซ้ำจะต้องทำตามลำดับของเครื่องมือวัดหรือพนักงานวัด
6. พนักงานที่ทำการวัดจะต้องทำความเข้าใจวิธีการศึกษาอย่างดี
7. จำนวนตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคือ 10
8. เครื่องมือวัดจะต้องได้รับการประเมินและอนุมัติจากฝ่ายวิศวกรรม
9. พนักงานวัดต้องได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับวิธีการวัดงานและลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จะถูกวัด ในช่วงเวลาการศึกษา GR&R จะต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงเครื่องมือวัด พนักงานวัด หรือวิธีการวัด

3.3.1 วิธีการปฏิบัติ

1. หลังจากเลือกผลิตภัณฑ์มา 10 ชิ้นแล้วให้กำหนดหมายเลขของแต่ละชิ้น คือ 1 ถึง 10 โดยจะใช้พนักงาน 2 คน

2. พนักงานคนแรกที่ทำการวัดผลิตภัณฑ์ทั้ง 10 ชิ้นแบบสุ่มแล้วบันทึกเป็นการวัดครั้งที่ 1
3. ใช้ตัวแทนการสุ่มที่แตกต่างกันให้พนักงานวัดครั้งที่ 2 และ 3
4. เมื่อพนักงานคนแรกทำการวัดเสร็จ ให้พนักงานคนที่ 2 ปฏิบัติในลักษณะเดียวกัน
5. เมื่อพนักงานคนที่ 2 ทำการวัดเสร็จแล้ว ให้พนักงานคนที่ 3 ปฏิบัติในลักษณะเดียวกัน
6. ข้อมูลของการวัดแต่ละครั้ง (ถ้าพนักงานวัดคนละ 3 ครั้ง) จะถูกบันทึกไว้คนละส่วน เพื่อไม่ให้พนักงานสามารถดูข้อมูลในการวัดครั้งก่อนหน้าได้เพราะอาจจะทำให้เกิดความลำเอียง
7. หลังจากทำการวัดครบทั้ง 3 คนแล้ว ให้ส่งข้อมูลไปยังผู้รับผิดชอบในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ความสามารถของเครื่องมือวัดใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab Version 13 เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และประมวลผลค่าร้อยละของความสามารถในการวัดซ้ำ (Repeatability) และความสามารถในการทำซ้ำ (Reproducibility) ควรจะน้อยกว่าร้อยละ 30 ถ้ามีค่ามากกว่า 30 จะต้องค้นหาปัญหาที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดของการวัดซึ่งอาจเกิดจาก

1. พนักงานวัดได้รับการฝึกอบรมวิธีการทำงานไม่เพียงพอ
2. เครื่องมือวัดมีคุณภาพไม่เพียงพอ
3. มีการปรับเทียบ (Calibration) ที่แตกต่างกันระหว่างเครื่องมือวัด

(BMGI Consultant. [ออนไลน์] 2548)

3.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุ (Analyze Phase)

เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของปัจจัยการผลิตที่ป้อนเข้ากับแต่ละกระบวนการผลิตและทำการจัดกลุ่มของปัจจัยการผลิตที่เป็นวัตถุดิบประเภทเดียวกันจะนำไปพิสูจน์ความมีนัยสำคัญอีกครั้งด้วยการทดสอบทางสถิติโดยใช้การทดลองปรับเปลี่ยนระดับของปัจจัยการผลิตทีละปัจจัยหรือเรียกว่าการทดลองแบบปัจจัยเดียว (One Factor at the Time : OFAT) ในการทดลองเพื่อพิสูจน์ต้องมีการกำหนดค่า α หรือที่เรียกว่า ระดับนัยสำคัญทางสถิติ เช่น α เท่ากับ 0.05 ค่าระดับความเชื่อมั่นจะอยู่ที่ 0.95

การออกแบบการทดลองแบบทีละตัว (One Factor at the Time : OFAT) เป็นการทดลองเพื่อพิสูจน์ข้อสมมติฐาน ที่นิยมใช้เพราะเป็นวิธีที่ง่ายและใช้กับปัญหาที่ไม่ซับซ้อน หรือมีตัวแปรที่จะพิจารณาไม่มาก โดยมีแนวคิดในการศึกษาว่าปัจจัยในการผลิตที่มีคุณลักษณะทางกายภาพ

ไม่เท่ากันจะมีผลกระทบต่อค่าลมรั่วของผลิตภัณฑ์หรือไม่ อย่างไร โดยการศึกษาวิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

Ho : ค่าลมรั่วที่วัดได้จากการเปลี่ยนระดับปัจจัยการผลิตไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าลมรั่วที่วัดได้จากการเปลี่ยนระดับปัจจัยการผลิตมีค่าแตกต่างกัน

ขั้นตอนการจัดทำการทดลองแบบ OFAT มีดังนี้

1. ให้คัดเลือกระดับของตัวแปรแต่ละตัว โดยแบ่งแยกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่มีค่าคุณลักษณะค่อนข้างไปด้านสูงของข้อกำหนด และอีกกลุ่มเป็นค่าทางด้านต่ำของข้อกำหนด โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 30 ตัวอย่างต่อกลุ่ม

2. ทำการประกอบตัวแปรที่ได้คัดเลือกมาทีละกลุ่ม แล้วเปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปรที่สนใจวัดค่า โดยที่ตัวแปรอื่น ๆ คงที่

3. บันทึกผลค่าที่ได้ในการปรับเปลี่ยนระดับของตัวแปร

4. วิเคราะห์ผลความสัมพันธ์ระหว่างระดับของตัวแปรกับผลลัพธ์ที่ต้องการโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab Version 13 เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และประมวลผล

5. สรุปผลโดยการเปรียบเทียบระดับนัยสำคัญที่คำนวณได้จากแต่ละปัจจัยกับค่า α ซึ่งการทดลองนี้กำหนดไว้เท่ากับ 0.05

6. ทำการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันโดยเลือกเฉพาะตัวแปรที่มีนัยสำคัญจากการทดลองในครั้งแรก

3.5 การปรับปรุง (Improve Phase)

ขั้นตอนการนำเอาปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อคุณลักษณะทางด้านลมรั่วของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพิสูจน์แล้วว่ามีนัยสำคัญจากขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน โดยนำปัจจัยนั้น ๆ มาผ่านการทดลองเพื่อหาระดับที่ของคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบให้เกิดข้อบกพร่อง เรียกขั้นตอนนี้ว่า การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) และทำการประเมินระดับของคุณลักษณะที่เหมาะสมต่อกระบวนการผลิตโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และค่านัยสำคัญในการทดสอบ α เท่ากับ 0.05 หรือความเชื่อมั่นในการทดสอบเท่ากับร้อยละ 95

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) คือเครื่องมือทางคุณภาพที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการเพื่อที่จะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น มีผลิตภัณฑ์บกพร่องลดน้อยลงสามารถประมาณการระดับที่เป็นค่าวิกฤติของปัจจัยการผลิตได้ การวิเคราะห์ผลที่ได้โดย

การพิจารณาที่ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์และค่าร้อยละของสหสัมพันธ์ ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์จะใช้สัญลักษณ์ (r) โดยค่าที่ได้จากการวิเคราะห์จะอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 การแปลตีความค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้มีดังนี้

- หากค่าที่ได้มีค่าเป็นลบ แสดงว่าปัจจัยกับผลลัพธ์ที่ต้องการมีความสัมพันธ์แบบผกผัน
- หากค่าที่ได้มีค่าเป็นบวก แสดงว่าปัจจัยกับผลลัพธ์ที่ต้องการมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

การพิจารณาระดับความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีดังนี้

- ถ้าค่าที่วิเคราะห์ได้ต่ำกว่า 0.5 ถือว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน
- ถ้าค่าที่วิเคราะห์ได้อยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 0.7 ถือว่ามีความสัมพันธ์กันระดับปานกลาง
- ถ้าค่าที่วิเคราะห์ได้มากว่า 0.7 ถือว่ามีความสัมพันธ์ในระดับสูง
- ในการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab Version 13 เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และประมวลผล

นอกจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าร้อยละของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แล้ว ยังสามารถศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยการผลิตกับผลลัพธ์โดยใช้สมการของคณิตศาสตร์ นั่นคือการวิเคราะห์ความถดถอย (Regression Analysis) ซึ่งเป็นเทคนิคที่พยายามจะยุบรวมจุดต่าง ๆ ที่กระจัดกระจายให้กลายเป็นเส้นหนึ่งเส้นมีคุณสมบัติเฉลี่ยของจุดเหล่านั้น เรียกว่า เส้นการถดถอย (Regression Line) ทำหน้าที่เป็นตัวแทนกลุ่มจุดข้อมูลเหล่านั้นในการคำนวณและวิเคราะห์ในขั้นต่อไป การวิเคราะห์ในกรณีที่มีหนึ่งปัจจัยเรียกว่า Simple Regression หรือ Linear Regression แต่ถ้าเป็นการวิเคราะห์ที่มีมากกว่าหนึ่งปัจจัยต้องใช้การวิเคราะห์แบบ Multiple Regression

การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์และระดับความสัมพันธ์กันของปัจจัยการผลิตกับผลลัพธ์ใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ทุกประการ ขั้นตอนในการปฏิบัติการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ดังนี้คือ

ทดลองซ้ำเพื่อยืนยันเป็นการทดลองเพื่อยืนยันว่าปัจจัยการผลิตที่ถูกเลือกเป็นปัจจัยการผลิตที่ดีและสามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตได้จริง ปัจจัยการผลิตทุกชนิดจะถูกปรับไปที่จุดที่วิเคราะห์แล้วว่าดีที่สุด การทดลองซ้ำนี้จะใช้ตัวอย่างค่อนข้างมากและทดลองจริงกับผู้ปฏิบัติการอยู่ในกระบวนการผลิต ถ้าผลการทดลองเป็นไปตามสิ่งที่คาดการณ์ไว้แสดงว่าสามารถที่จะใช้ปัจจัยการผลิตเหล่านี้กับกระบวนการผลิตได้จริง แต่ถ้าผลการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันว่าไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้แสดงว่าปัจจัยการผลิตหลักบางตัวถูกละเลยไป จะต้องย้อนกลับไปที่ขั้นตอนการบ่งชี้ปัจจัยการผลิตที่เป็นวิกฤติ

3.6 การควบคุมและขยายผล (Control Phase)

เป็นขั้นตอนการนำผลที่ได้จากการทดลองไปจัดทำเป็นเอกสารที่ใช้ในการควบคุมการผลิต (Control Plan) รวมถึงการกำหนดตัวชี้วัดที่เป็นค่าวิกฤติในแต่ละกระบวนการผลิตและระดับที่เหมาะสมในการควบคุม ทั้งนี้ผู้รับผิดชอบในพื้นที่ที่มีการจัดทำโครงการแต่ละโครงการต้องมีการรายงานผลการนำไปปฏิบัติและประสิทธิผลของการแก้ปัญหาเป็นระยะ ปัจจัยสำคัญในการทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความยั่งยืน ได้แก่

1. การวางระบบงาน จะต้องวางแผนในการปรับเปลี่ยนระบบงานเป็นอย่างดี มีการจัดทำคู่มือระเบียบปฏิบัติ และวิธีการปฏิบัติที่ชัดเจน ไม่คลุมเครือ มีการจัดทำคู่มือการแก้ไขปัญหาตลอดจนมีการกำหนดตัวชี้วัดที่ชัดเจน มีหลักสูตรการฝึกอบรมที่เป็นระบบ มีระบบการประเมินผลการฝึกอบรมที่ชัดเจน มีการกำหนดมาตรการติดตามผลลัพธ์ของกระบวนการอย่างเป็นรูปธรรม รวมทั้งกลไกการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นและการปรับปรุงผลงานอย่างต่อเนื่อง

2. วินัยในการถือปฏิบัติ ภายหลังการฝึกอบรมแล้วบุคลากรทุกระดับที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจะต้องมีวินัยในการถือปฏิบัติตามกระบวนการที่สร้างขึ้นใหม่อย่างเคร่งครัด เพื่อสร้างหลักประกันว่าจะสามารถธำรงผลลัพธ์ได้อย่างยั่งยืน เจ้าของกระบวนการจะต้องพัฒนาระบบในการฝึกอบรมและกำกับดูแลให้พนักงานปฏิบัติตามวิธีการที่กำหนดอย่างเคร่งครัด มีระบบในการประเมินและติดตามผลงานอย่างต่อเนื่อง บางครั้งอาจจำเป็นต้องผูกโยงการปฏิบัติตามระบบงานเข้ากับระบบการประเมินผลงานเพื่อให้เกิดการถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด

3. ความร่วมมือและความรับผิดชอบของเจ้าของกระบวนการ เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การขยายผลไปยังหน่วยงานต่าง ๆ ประสบความสำเร็จ เนื่องจากท้ายที่สุดแล้วต้องมีการถ่ายโอนหน้าที่ความรับผิดชอบของโครงการจากอัศวินและทีมไปสู่ความรับผิดชอบของเจ้าของกระบวนการ หากเจ้าของกระบวนการไม่ร่วมมือและไม่คิดว่านี่คือหน้าที่ความรับผิดชอบของตนหรือได้แต่กล่าวว่าให้ความร่วมมือแต่ไม่รับผิดชอบในการที่จะทำให้เกิดการปฏิบัติเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดย่อมทำให้เกิดความหย่อนยานและความไร้วินัยในการถือปฏิบัติของพนักงาน ซึ่งจะส่งผลให้คุณภาพด้อยลงในที่สุด

4. การติดตามอย่างเอาจริงเอาจังและสม่ำเสมอจากผู้บริหาร ประเด็นนี้อาจถือได้ว่าเป็นประเด็นที่สำคัญที่สุด หากผู้บริหารระดับสูงมีการวางแผนระบบเพื่อติดตามความก้าวหน้าในการขยายผลและติดตามผลการดำเนินการตามกระบวนการใหม่อย่างสม่ำเสมอ ย่อมทำให้เจ้าของกระบวนการและทุกคนที่เกี่ยวข้องต้องพยามธำรงรักษาไว้ซึ่งผลลัพธ์ที่ดีอย่างต่อเนื่อง อันจะส่งผลให้สามารถรักษาระดับคุณภาพได้อย่างยั่งยืน

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล

จากขั้นตอนการศึกษาตามแนวทางหลักการของ 6-Sigma ในการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาและลดปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องทางด้านการป้องกันลมรั่ว ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามขั้นตอนในการศึกษาและสามารถสรุปผลปัจจัยต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนตามหลักการของ 6-Sigma ได้ดังนี้

4.1 ขั้นตอนการกำหนดขอบเขตของปัญหา (Define Phase)

จากการวิเคราะห์ขอบเขตกระบวนการที่มีผลกระทบต่อคุณลักษณะการป้องกันลมรั่วของขดลวดไฟฟ้า โดยการนำเอาเทคนิคการเขียนแผนผังกระบวนการมหภาค (Marco Map) มาใช้ในการศึกษาวิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงให้เห็นปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลผลิตในแต่ละกระบวนการ ผู้ศึกษาพบว่าขั้นตอนที่มีเป็นกระบวนการที่ส่งผลผลิตให้กับกระบวนการการทดสอบลมรั่วทั้งหมด 3 ขั้นตอน จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการดังกล่าวรายละเอียดของกระบวนการทำงานทั้ง 3 กระบวนการ คือ

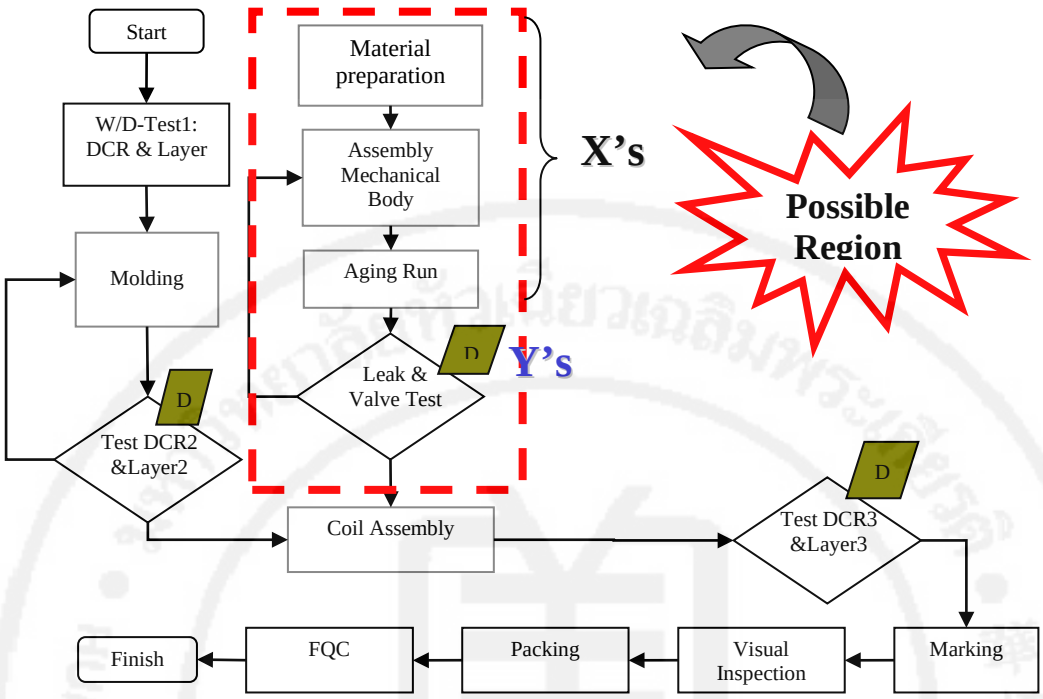
1. การจัดเตรียมวัตถุดิบสำหรับประกอบกับ Mechanical Body ซึ่งมีวัตถุดิบย่อยในการประกอบคือ Armature และ Valve Seat

2. ขั้นตอนนี้เป็นการประกอบชิ้นส่วนย่อยจากขั้นตอนที่ 1 เข้ากับ Mechanical Body โดยต้องประกอบให้ได้แนวสมมาตรกันทั้งสองข้าง โดยจัดวางชิ้นงานที่ต้องการประกอบเข้ากับแท่นยึด (Fixture Pressing) แล้วกดด้วยเครื่องมือกด (Pressing Machine)

3. ขั้นตอนการจำลองการใช้งาน โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าในชิ้นงานเพื่อให้ Push Rod มีการเคลื่อนที่โดยจัดให้มีการทำงานทั้งหมดเป็นเวลา 20 นาที

แผนภูมิที่ 4.1

แผนผังมหภาคของกระบวนการผลิตขดลวดไฟฟ้า



(แผนกวิศวกรรมการผลิต บมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย). 2548)

จากขั้นตอนทั้ง 3 สามารถสรุปได้ว่าขั้นตอนเหล่านี้เป็นปัจจัยนำเข้าของกระบวนการการทดสอบความต้านทานลมรั่วของผลิตภัณฑ์ และค่าลมรั่วที่อ่านได้จากการทดสอบ คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการก่อนหน้านี้ทั้ง 3 กระบวนการ

เมื่อทำการวิเคราะห์รายละเอียดย่อย (Detail Process Map) ของขั้นตอนการผลิตทั้ง 3 ขั้นตอนพบว่าคุณลักษณะของปัจจัยการผลิตทั้งหมดใน 3 กระบวนการ มีส่วนสัมพันธ์กับปัจจัยการผลิตหลัก 10 ปัจจัย โดยแบ่งเป็นหมวดหมู่ตามปัจจัยการผลิตหลักคือ

ตารางที่ 4.1

ปัจจัยการผลิตโดยรวมของกระบวนการ

กระบวนการผลิต	ปัจจัยการผลิต	คุณลักษณะของปัจจัยการผลิต
• Material Preparation	• Tube Plug • Valve Seat • Core Tube • Push Rod • O-ring • Holder • Armature	• Depth • Hold Dimension • Depth • Surface Roughness • Outer Diameter • Depth • Length
• Mechanical Body Assembly	• Steel Ball • Pressing Machine • Fixture Pressing • Assembly Operator	• Dimension • Pressing Position • Assembly Skill
• Aging Run	• Aging Machine	• Voltage & Current Applying

(แผนกวิศวกรรมการผลิต บมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย). 2548)

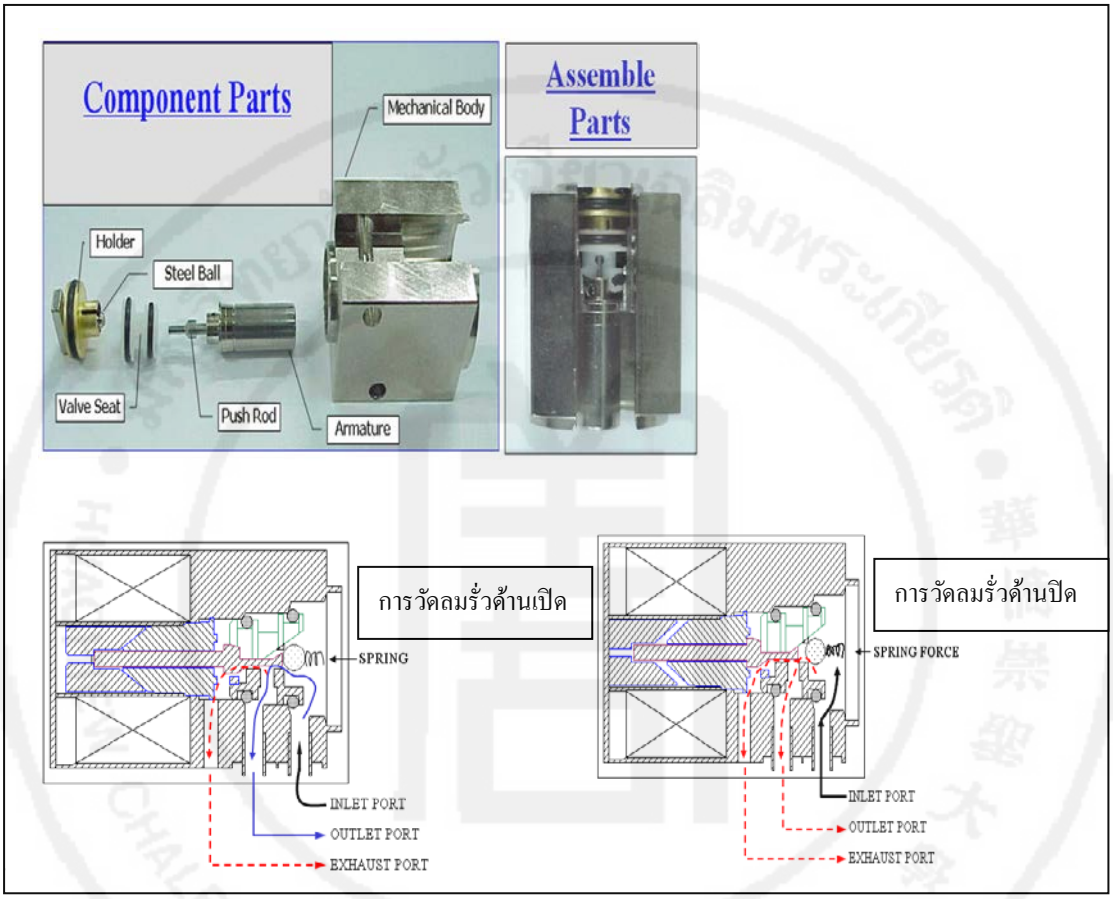
จากตารางที่ 4.1 สรุปได้ว่าปัจจัยการผลิตในส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบเป็นผลิตภัณฑ์มีทั้งหมด 7 รายการ คือ Tube Plug, Valve Seat, Core Tube, Push Rod, O-ring, Steel Ball และ Mechanical Body ส่วนที่ 2 คือ เครื่องจักรที่ใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์มี 2 รายการ คือ Pressing Machine และ Fixture Pressing ส่วนสุดท้ายคือ พนักงานที่ทำงานในส่วนของการประกอบชิ้นงาน

4.2 การวัดและการเก็บรวบรวมข้อมูล (Measure Phase)

ขั้นตอนนี้ผู้ศึกษาได้นำเทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ กับคุณสมบัติด้านการป้องกันลมรั่วของผลิตภัณฑ์ (Cause & Effect Matrix) มาใช้เพื่อเป็นการคัดกรองปัจจัยการผลิตที่มีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เบื้องต้น ซึ่งพิจารณาความเป็นไปได้ที่ปัจจัยการผลิตแต่ละส่วนจะมีผลกระทบต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยเทียบกับข้อกำหนดด้าน

วิศวกรรม แล้วมีการให้คะแนนเพื่อที่จะจัดลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยการผลิต ทั้งนี้ความต้องการด้านการต้านทานต่อแรงลมของผลิตภัณฑ์มี 2 ด้านด้วยกัน ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1
ส่วนประกอบของวัตถุดิบในการประกอบเป็นผลิตภัณฑ์



(แผนกวิศวกรรมการผลิต บมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย). 2548)

จากภาพแสดงวิธีการวัดปริมาณลมรั่วโดยวัดปริมาณลมที่รั่วออกมาทางด้าน Outlet และ Exhaust Port เมื่อขดลวดอยู่ในสถานะปิด (เส้นประ) และวัดเฉพาะ Exhaust port เมื่อขดลวดอยู่ในสถานะเปิด

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Cause & Effect Matrix พบว่ากระบวนการที่มีผลกระทบต่อค่าความต้านทานแรงดันลมของผลิตภัณฑ์ มีเพียงสองกระบวนการที่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญและคุณลักษณะของปัจจัยการผลิตที่มีผลกระทบดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

ความสัมพันธ์ของปัจจัยการผลิตกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

		รายการ	**1**	**2**	
		ผลที่ต้องการจากผลิตภัณฑ์	Leak on	Leak off	
		ความสำคัญต่อลูกค้า	**10**	**10**	
รายการ	**กระบวนการผลิต**	**คุณลักษณะปัจจัยการผลิต**			**Total**
1	Material Preparation	Hole Dimension Valve Seat	10	10	200
		Push Rod Length Dimension	0	10	100
		Push Rod – Roughness	10	0	100
		O-ring Dimension	10	10	200
2	Mechanical Assembly	Steel Ball – Dimension	0	10	100
		Holder – Depth	10	0	100
		Pressing Machine – Stroke to Steel Ball	0	10	100

จากตารางข้างต้นพบว่าปัจจัยการผลิตที่มีผลกระทบต่อคุณลักษณะการต้านทานแรงดันลมเมื่อขดลวดอยู่ในสภาวะปิด (Off) คือ ขนาดรูของ Valve Seat ความเรียบของ Push Rod และความลึกของ Holder และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณลักษณะการต้านทานแรงดันลมเมื่อขดลวดอยู่ในสภาวะเปิด (On) คือ ขนาดของ Valve Seat, Push Rod, Steel Ball และระยะความลึกของการตั้งระดับแรงกด

อย่างไรก็ดีจะพบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณลักษณะความต้านทานลมรั่วทั้งสองสถานะ (เปิด-ปิด) คือ ขนาดรูของ Valve Seat และขนาดของ O-ring

ในขั้นตอนที่สองของกระบวนการเก็บรวมรวมข้อมูล (Measure Phase) คือการประเมินและทวนสอบระบบการวัดที่มีอยู่และผลที่ได้คือเครื่องมือวัดที่มีอยู่สามารถแยกแยะชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง โดยขั้นตอนการทวนสอบได้เก็บตัวอย่างของชิ้นงานที่ดีและชิ้นงานเสียอย่างละ 5 ชิ้น ผลการประเมินและทวนสอบโดยใช้เทคนิค Gauge Repeatability and Reproducibility (GR&R) พบว่าเครื่องมือวัดที่ใช้อยู่ปัจจุบันมีประสิทธิภาพที่ดีเยี่ยม ค่าความผันแปรในการวัดน้อยกว่าร้อยละ 10 ของค่าความผันแปรรวม

ภาพที่ 4.2

การประเมินและทวนสอบเครื่องมือวัดโดยเทคนิค GR&R

ผลการศึกษาความสามารถของระบบการวัด Leak off

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	24.3	0.05
Repeatability	24.3	0.05
Reproducibility	0.0	0.00
Part-To-Part	45599.2	99.95
Total Variation	45623.5	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15*SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	4.934	25.41	2.31	101.64	13.91
Repeatability	4.934	25.41	2.31	101.64	13.91
Reproducibility	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
Part-To-Part	213.540	1099.73	99.97	4398.92	602.20
Total Variation	213.597	1100.02	100.00	4400.09	602.36

Number of Distinct Categories = 61

ผลการศึกษาความสามารถของระบบการวัด Leak On

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	53.97	1.70
Repeatability	53.97	1.70
Reproducibility	0.00	0.00
Part-To-Part	3128.78	98.30
Total Variation	3182.75	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15*SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)	%Process (SV/Proc)
Total Gage R&R	7.3462	37.833	13.02	151.33	2.58
Repeatability	7.3462	37.833	13.02	151.33	2.58
Reproducibility	0.0000	0.000	0.00	0.00	0.00
Part-To-Part	55.9355	288.068	99.15	1152.27	19.67
Total Variation	56.4158	290.542	100.00	1162.17	19.84

Number of Distinct Categories = 11

จากผลการประเมินและทวนสอบประสิทธิภาพในการวัดค่าลมรั่ว ทั้งด้านขดลวดอยู่ในสถานะเปิด (Leak on) และอยู่ในสถานะปิด (Leak off) พบว่าค่าความผันแปรของการวัดขดลวดใน

สถานะเปิดมีค่าร้อยละ 2.58 และในสถานะปิดมีค่าร้อยละ 13.91 เมื่อทำการเทียบค่าความผันแปรที่เกิดขึ้นจากกระบวนการวัดค่าลมรั่วกับความกว้างของข้อกำหนดของลมรั่ว ซึ่งค่าที่ได้ถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้ และหมายความว่าเครื่องมือมีประสิทธิภาพที่ดีในการแยกแยะชิ้นงานที่มีลมรั่ว

เกณฑ์ในการยอมรับค่าความผันแปรจากการวัดของเครื่องมือวัด

- ยอมรับ เมื่อค่าความผันแปรจากการวัดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30.00
- ไม่ยอมรับ เมื่อค่าความผันแปรจากการวัดมากกว่า 30.00

4.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุ (Analyze Phase)

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์ในการหาสาเหตุที่เป็นต้นตอของปัญหา โดยใช้การวิเคราะห์และทดสอบทางสถิติเพื่อเป็นการพิสูจน์ผลกระทบที่มีต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ผู้ศึกษาได้นำเอาวิธีการทดสอบสมมติฐานมาใช้ในการพิสูจน์ผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้จัดลำดับความสำคัญจากขั้นตอนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเหตุและผล (Cause & Effect Analysis) โดยทำการทดสอบทีละปัจจัย (One Factor at the Time : OFAT) คือการเปลี่ยนเฉพาะปัจจัยที่สนใจแล้วทำการประกอบและวัดค่าโดยที่ปัจจัยอื่น ๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทำการทดลองปัจจัยที่เปลี่ยนแปลง 30 ตัวอย่าง ในการทดลองครั้งนี้ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ร้อยละ 5 และความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ผลการทดลองพิสูจน์ในแต่ละปัจจัยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

ผลการวิเคราะห์ระดับนัยสำคัญจากการทดลองปรับเปลี่ยนที่ละปัจจัย

คุณลักษณะของปัจจัย	ผลกระทบของการวัดลมรั่ว		ผลการพิสูจน์ระดับนัยสำคัญ (P<0.05)	สรุปผลการวิเคราะห์
	Leak on	Leak off		
Hole Dimension Valve Seat	-	√	0.586	ยอมรับ Ho
Hole Dimension Valve Seat	√	-	0.001*	ปฏิเสธ Ho
Push Rod Length Dimension	-	√	0.210	ยอมรับ Ho
Push Rod – Roughness	√	-	0.960	ยอมรับ Ho
Steel Ball – Dimension	-	√	0.677	ยอมรับ Ho
Holder – Depth	-	√	0.210	ยอมรับ Ho
Pressing Machine – Stroke to Steel Ball	-	√	0.000*	ปฏิเสธ Ho
O-ring Diameter	-	√	0.280	ยอมรับ Ho
O-Ring diameter	√	-	0.840	ยอมรับ Ho

(อ้างอิงวิธีการวิเคราะห์ค่านัยสำคัญของแต่ละปัจจัยและผลการวิเคราะห์ในภาคผนวก ค.)

จากข้อสมมติฐานที่ว่าค่าลมรั่วที่วัดได้จากการปรับเปลี่ยนระดับของปัจจัยการผลิตมีค่าไม่แตกต่างกันผลจากการทดลองและการวิเคราะห์ค่าที่ได้ด้วย ANOVA พบว่ามีอยู่ 2 ปัจจัยการผลิตที่เมื่อเปลี่ยนระดับของปัจจัยแล้วค่าลมรั่วที่ได้มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ ดังนี้

ค่าลมรั่วที่ได้จากการเปลี่ยนขนาดรูของ Valve Seat ทางด้านบน (ที่ต้องประกอบกับ Steel Ball) พบว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ได้จากตารางมีค่าเท่ากับ 0.586 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 นั่นคือการทดลองนี้ยอมรับสมมติฐานหลัก (Ho) ซึ่งหมายความว่าขนาดของรูด้านบนของ Valve Seat ที่แตกต่างกัน ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าลมรั่วของผลิตภัณฑ์

ค่าลมรั่วที่ได้จากการเปลี่ยนขนาดรูของ Valve Seat ทางด้านล่าง (ที่ต้องประกอบกับ Push Rod) พบว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ได้จากตารางมีค่าเท่ากับ 0.001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 นั่นคือการทดลองนี้ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (Ho) ซึ่งหมายความว่าขนาดของรูด้านล่างของ Valve Seat ที่แตกต่างกันมีความสัมพันธ์กับค่าลมรั่วของผลิตภัณฑ์

ค่าลมรั่วที่ได้จากการเปลี่ยนขนาดความยาวของ Push Rod พบว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ได้จากตารางมีค่าเท่ากับ 0.210 ซึ่งมีค่ามากว่า 0.05 นั่นคือการทดลองนี้ยอมรับสมมติฐานหลัก (Ho) ซึ่งหมายความว่าขนาดความยาวของ Push Rod ที่แตกต่างกันไม่มีความสัมพันธ์กับค่าลมรั่วของผลิตภัณฑ์

ค่าลมรั่วที่ได้จากการเปลี่ยนขนาดความเรียบผิวของ Push Rod พบว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ได้จากตารางมีค่าเท่ากับ 0.960 ซึ่งมีค่ามากว่า 0.05 นั่นคือการทดลองนี้ยอมรับสมมติฐานหลัก (Ho) ซึ่งหมายความว่าขนาดความเรียบผิวของ Push Rod ที่แตกต่างกันไม่มีความสัมพันธ์กับค่าลมรั่วของผลิตภัณฑ์

ค่าลมรั่วที่ได้จากการเปลี่ยนขนาดความโตของ Steel Ball พบว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ได้จากตารางมีค่าเท่ากับ 0.677 ซึ่งมีค่ามากว่า 0.05 นั่นคือการทดลองนี้ยอมรับสมมติฐานหลัก (Ho) ซึ่งหมายความว่าขนาดความโตของ Steel Ball ที่แตกต่างกันไม่มีความสัมพันธ์กับค่าลมรั่วของผลิตภัณฑ์

ค่าลมรั่วที่ได้จากการเปลี่ยนขนาดความลึกของ Holder พบว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ได้จากตารางมีค่าเท่ากับ 0.210 ซึ่งมีค่ามากว่า 0.05 นั่นคือการทดลองนี้ยอมรับสมมติฐานหลัก (Ho) ซึ่งหมายความว่าขนาดความลึกของ Holder ที่แตกต่างกันไม่มีความสัมพันธ์กับค่าลมรั่วของผลิตภัณฑ์

ค่าลมรั่วที่ได้จากการเปลี่ยนระดับการกดของเครื่องกด (ที่ต้องประกอบกับ Steel Ball) พบว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ได้จากตารางมีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 นั่นคือการทดลองนี้

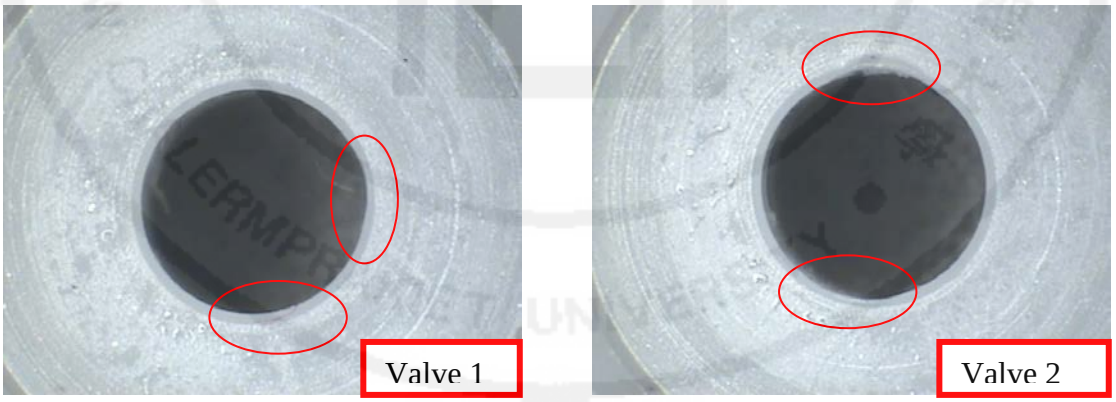
ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ซึ่งหมายความว่าการเปลี่ยนระดับการกดของเครื่องกดที่แตกต่างกันมีความสัมพันธ์กับค่าลมรั่วของผลิตภัณฑ์

สรุปผลการทดลองคือขนาดรูของ Valve Seat ทางด้านล่างส่งผลกระทบต่อการต้านทานแรงดันลมเมื่อผลิตภัณฑ์อยู่ในสถานะเปิดมีค่านัยสำคัญที่ 0.001 และระยะการกด Steel Ball ในตอนประกอบส่งผลกระทบการต้านทานแรงดันลมเมื่อผลิตภัณฑ์อยู่ในสถานะปิด มีค่านัยสำคัญที่ 0.000 ส่วนปัจจัยอื่น ๆ พบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของการต้านทานลมรั่วของผลิตภัณฑ์

4.4 การปรับปรุง (Improve Phase)

จากระดับคุณลักษณะของปัจจัยการผลิตที่ผ่านการพิสูจน์แล้วว่ามีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทั้งสองรายการอย่างละเอียดตามแบบทางวิศวกรรม พบว่าจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อมาถึงการหาสาเหตุที่ทำให้ขนาดของรู Valve Seat มีค่าไม่เท่ากัน คือ บริเวณขอบรูด้านล่างที่ต้องประกบกับขอบของ Push Rod มีรอยบิ่นซึ่งต้องทำการตรวจสอบโดยการใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยาย 20 เท่า จึงจะสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ดังแสดงในภาพ

ภาพที่ 4.3
ตัวอย่างของ Valve Seat ที่มีรอยบิ่นบริเวณขอบ



อย่างไรก็ดีหลังจากที่ได้ทดลองซ้ำโดยการเลือกเอาเฉพาะ Valve Seat ที่สมบูรณ์ ไม่มีรอยบิ่น บริเวณด้านที่ประกอบกับ Push Rod มาใช้ในการประกอบและเก็บผลเพื่อเป็นการทวนสอบผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาปรากฏว่าไม่สามารถที่จะขจัดปัญหาเรื่องลมรั่วเมื่อชิ้นงานอยู่ในสถานะเปิดได้อย่างสมบูรณ์ ยังมีชิ้นงานที่ลมรั่วอีกร้อยละ 1

ผู้ศึกษาจึงได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตที่สัมผัสโดยตรง Valve Seat นั่นคือ Push Rod โดยมุ่งเน้นไปในส่วนที่ประกอบกันเพียงจุดเดียว ผู้ศึกษาพบว่าระหว่างชิ้นงานที่ดีและชิ้นงานที่เสียนั้น Push Rod จะมีค่าความกลมของบริเวณที่ประกอบกับ Valve Seat ไม่เท่ากัน ซึ่งในส่วนนี้เองเป็นผลให้พื้นที่ในการสัมผัสของ Push Rod และ Valve Seat ไม่สมบูรณ์ ดังแสดงในภาพการประกอบของชิ้นงาน

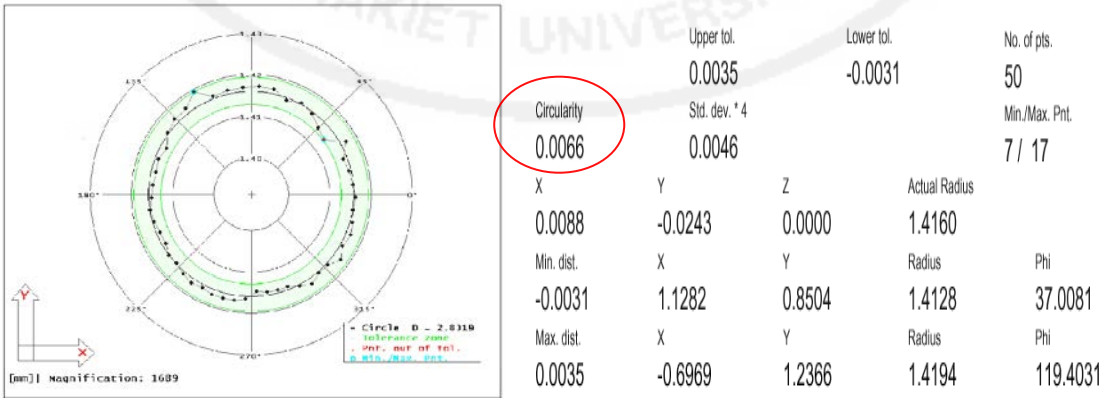
ภาพที่ 4.4

การจำลองการประกอบ Push Rod กับ Valve Seat

หมายเหตุ : - เส้นสีเขียว หมายถึงพื้นที่ขอบปากของ Valve Seat ด้านที่ประกบกับ Push Rod
- พื้นที่สีเหลือง หมายถึงส่วนที่เป็นพื้นที่ที่ต้องสัมผัส Valve Seat ของ Push Rod

ภาพที่ 4.5

วิธีการวัดค่าความกลมและตำแหน่งในการวัด Push Rod

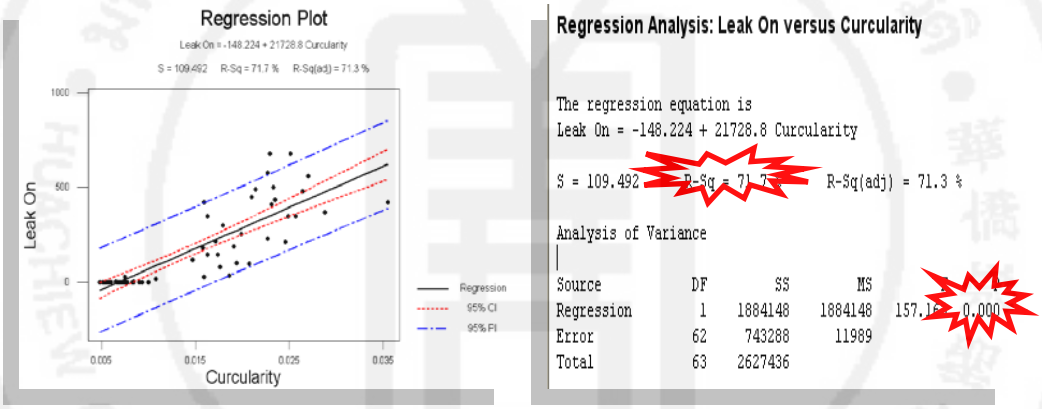


การวัดค่าความกลมสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือวัดขนาดที่เป็นแบบอัตโนมัติ โดยการวัดแบบจุดโดยรอบแกนของ Push Rod (บริเวณพื้นที่สีเหลืองของภาพที่ 4.4) ค่าความกลมที่วัดได้ คือ ค่าที่แสดงในวงกลมสีแดง

ในขั้นตอนหลังจากนั้นผู้ศึกษาได้ทำการพิสูจน์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความกลมของพื้นผิว Push Rod และปริมาณของลมรั่ว ผลจากการทดสอบความสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์แบบถดถอย (Regression Analysis) พบว่าค่าความกลมมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะของชิ้นงานลมรั่วด้านวงจรเปิด (Leak on) ถึงร้อยละ 71 และมีค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 หมายความว่าค่าความกลมนี้มีผลกระทบต่อความต้านทานลมรั่วของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในภาพ

ภาพที่ 4.6

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความกลมและลมรั่วด้านวงจรเปิด



จากสมการเส้นตรงที่ได้จากการวิเคราะห์ ผู้ศึกษาได้นำมาคำนวณเพื่อจัดทำข้อกำหนดค่าความกลมของ Push Rod ที่จะนำไปใช้ในกระบวนการผลิต สมการที่คำนวณได้คือ

$$\text{Leak on} = -148.224 + (21728.8 \times \text{Circularity})$$

เราสามารถคำนวณค่า Circularity โดยใช้การแทนค่า Leak on ที่เป็นค่ามากที่สุดที่ลูกค้ายอมรับได้ คือ 25 sccm

ผลจากการแทนค่าในสมการจะได้ค่า Circularity ที่ 0.007972 มิลลิเมตร (ค่ามากที่สุดที่ยอมรับได้)

ในส่วนของระดับการกดของ Steel Ball ระหว่างการประกอบที่ทำให้ไม่เท่ากัน เนื่องจากการกดยังใช้การควบคุมโดยแรงกดของพนักงานผู้ประกอบ ซึ่งในการปฏิบัติเช่นนี้จะทำให้ระดับของแรงกดเท่ากันทุกครั้งเป็นไปได้ยาก

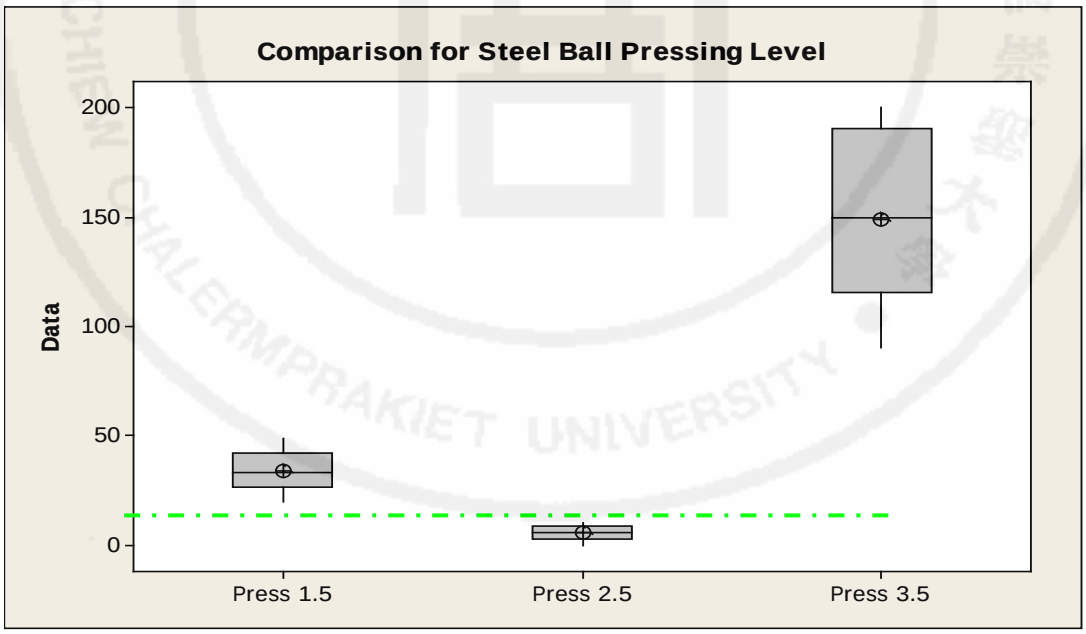
ผู้ศึกษาจึงได้ทำการทดลองเพิ่มเติมเพื่อหาระดับแรงดันที่เหมาะสมในการกด Steel Ball ในระหว่างกระบวนการประกอบ ซึ่งผู้ศึกษาได้ปรึกษากับทางส่วนงานของช่างที่สนับสนุนการผลิตในการทำเครื่องกด Steel Ball ที่ควบคุมแรงกดได้ ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้การควบคุมด้วยระบบแรงลม จากเครื่องมือนี้ผู้ศึกษาได้ออกแบบการทดลองโดยจัดแบ่งระดับของแรงดันลมออกเป็น 3 ช่วง คือ

1. ตั้งแรงลมในการกดที่ 1.5 PSI
2. ตั้งแรงลมในการกดที่ 2.5 PSI
3. ตั้งแรงลมในการกดที่ 3.5 PSI

ใช้ตัวอย่างในการทดลอง 30 ชิ้นในแต่ละกลุ่ม โดยทดลองทำการเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตเพียง 2 ชิ้น คือ Steel Ball กับ Valve Seat ที่ต้องผ่านการกดพร้อมกัน ส่วนปัจจัยอื่น ๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แล้วทำการวัดค่าลมรั่วที่ได้ผลจากแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ผลการทดลองดังภาพ

ภาพที่ 4.7

การเปรียบเทียบค่าลมรั่วในแต่ละกลุ่มของการกด Steel Ball



หมายเหตุ : - เกณฑ์ในการยอมรับค่าลมรั่ว คือไม่เกิน 25 sccm (ระดับของเส้นประในภาพ)

จากภาพสามารถสรุปได้ว่าการตั้งแรงลมในการกด Steel Ball ที่ระดับ 2.5 PSI ให้ผลในการทดสอบที่ดีที่สุด คือไม่มีชิ้นงานเสียและค่าที่วัดได้อยู่ห่างจากข้อกำหนด ส่วนการตั้งแรงดันที่ระดับ 3.5 PSI พบว่าชิ้นงานเกิดผลกระทบข้างเคียงคือ ระดับของ Steel Ball ถูกกดลึกจนเกินไป ทำให้ไปชนกับปลาย Push Rod ซึ่งส่งผลให้เกิดชิ้นงานลมรั่วอีกด้วย ส่วนแรงลมที่ระดับ 1.5 PSI เป็นระดับที่ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้ Steel Ball แนบสนิทกับ Valve Seat เนื่องจากค่าลมรั่วที่วัดได้ยังค่อนข้างสูงและเกินข้อกำหนดที่ยอมรับ

4.5 การควบคุมและขยายผล (Control Phase)

จากการทดลองในขั้นตอนของการปรับปรุงสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปริมาณของชิ้นงานเสียลมรั่วในกระบวนผลิต คือ

1. ความกลมของ Push Rod ตรงส่วนที่สัมผัสกับ Valve Seat โดยที่ความกลมของ Push Rod สามารถกำหนดค่าได้ โดยใช้กลุ่มชิ้นงานที่ทดลองเป็นค่าอ้างอิง คือ ไม่เกิน 0.007 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าที่สามารถแยก Push Rod ที่มีผลต่อค่าลมรั่วได้

2. ความแนบสนิทของ Steel Ball กับ Valve Seat ซึ่งต้องอาศัยการกดการควบคุมระดับของแรงกด Steel Ball ให้แนบสนิทกับ Valve Seat ด้วยระบบแรงลมต้องทำการปรับตั้งระดับที่ 2-3 PSI ในการกดให้ผลการทดลองที่ดีที่สุด

3. ระบุให้มีการตรวจสอบรอยบิ่นบริเวณขอบรูด้านล่างของ Valve Seat

จากข้อสรุปในการศึกษาหาแนวทางการลดปริมาณของชิ้นงานที่เสียเนื่องจากอาการลมรั่วของผลิตภัณฑ์ขดลวด ผู้ศึกษาได้นำผลที่ได้จากการศึกษาไปขยายผลเพื่อควบคุมกระบวนการผลิต โดยนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการดังนี้

1. เพิ่มข้อกำหนดค่า Maximum ของความกลมของ Push Rod ให้กับผู้ผลิตทำการควบคุมและตรวจวัด ก่อนส่งมาที่บริษัทโดยระบุเป็นค่าวิกฤติที่ต้องทำการควบคุมเป็นพิเศษ ซึ่งผู้ผลิตต้องส่งรายงานผลการสุ่มวัดค่าของชิ้นงานอย่างน้อย 10 ชิ้นส่งให้กับบริษัททุกครั้งที่มีการจัดส่งวัตถุดิบ Push Rod

2. เพิ่มข้อกำหนดดังกล่าวของ Push Rod เป็นค่าวิกฤติที่ต้องสุ่มตรวจสอบโดยแผนกตรวจสอบวัตถุดิบ

3. เพิ่มข้อกำหนดด้านลักษณะของขอบรู Valve Seat ต้องไม่มีรอยบิ่น โดยให้ผู้ผลิตทำการควบคุมและตรวจวัดก่อนส่งมาที่บริษัท

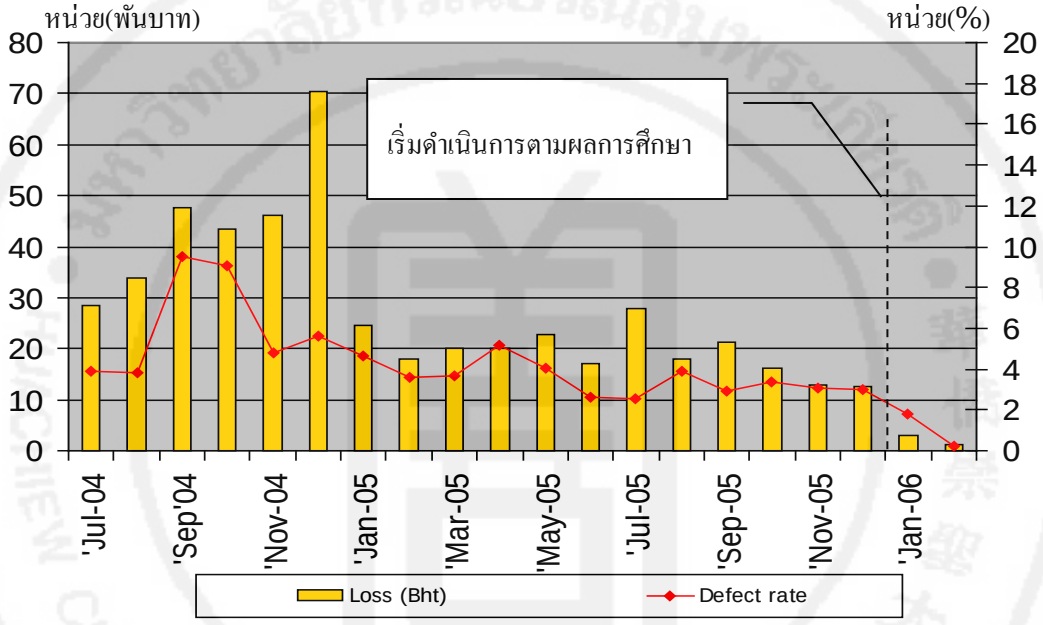
4. เพิ่มข้อกำหนดดังกล่าวของ Valve Seat ที่ต้องสุ่มตรวจสอบโดยแผนกตรวจสอบวัตถุดิบ

5. ปรับเปลี่ยนวิธีการในการเตรียม Valve Seat ก่อนการประกอบ โดยเพิ่มการกดด้วยแรงดันลม 2-3 PSI

6. แก้ไขและปรับปรุงระดับผลกระทบของแต่ละปัจจัยการผลิตในเอกสารการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis)

แผนภูมิที่ 4.2

ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องลมรั่วหลังดำเนินการแก้ไข



บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

กรณีศึกษาเรื่องการลดต้นทุนโดยการลดปริมาณของชิ้นงานที่มีระดับคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนด โดยที่ผู้ศึกษาได้มีการประยุกต์ใช้หลักการ 6-Sigma มาช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์หาสาเหตุและแก้ไขปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ทั้งหมด 5 ขั้นตอนด้วยกัน คือ Define, Measure, Analyze, Improve และ Control สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. Define Phase สามารถสรุปได้ว่าปัญหาในกระบวนการผลิตที่ส่งผลกระทบผลิตภัณฑ์ขดลวดไฟฟ้า คือ ปัญหาด้านลมรั่วคิดเป็นร้อยละ 91.96 ของปัญหาทั้งหมดและมีขั้นตอนการผลิตหลัก 3 ขั้นตอน ที่เป็นปัจจัยนำเข้าของกระบวนการทดสอบลมรั่ว คือ การเตรียมวัตถุดิบ Core Tube Valve Seat ขั้นตอนที่สองคือ การประกอบวัตถุดิบเข้ากับ Mechanical Body และขั้นตอนสุดท้ายคือการ Aging Run และผลจากการแยกแยะคุณลักษณะต่าง ๆ ของปัจจัยการผลิตในแต่ละกระบวนการสามารถสรุปในขั้นต้นได้ว่ามีกระบวนการที่ส่งผลต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ต่อปัญหาลมรั่วทั้งหมด 3 กระบวนการ

2. Measure Phase สามารถสรุปได้ว่าความสามารถของระบบการวัดค่าลมรั่วในปัจจุบันสามารถแยกแยะชิ้นงานดีและเสียได้ดี และการทบทวนคุณลักษณะของปัจจัยต่าง ๆ โดยการนำมาพิจารณากับความต้องการลูกค้าสามารถคัดกรองคุณลักษณะของปัจจัยการผลิตที่ส่งผลกับปัญหาลมรั่วทั้งหมด 6 ปัจจัยหลัก คือ ขนาดของรู Valve Seat ทั้งด้านบนและด้านล่าง ความยาวและความเรียบผิวของ Push Rod ขนาดความโตของ Steel Ball ความลึกของ Holder และระยะการกดของเครื่องประกอบ Steel Ball กับ Valve Seat

3. Analyze Phase สามารถสรุปได้ว่าคุณลักษณะของปัจจัยในการผลิตที่ส่งผลต่อปัญหาลมรั่วที่มีนัยสำคัญมาจาก 3 วัตถุดิบที่นำเข้ามาทำการผลิต คือ Valve Seat Steel Ball และ Push Rod ซึ่งสาเหตุอีกอย่างหนึ่งที่ค้นพบคือ ขอบของรู Valve Seat ที่จะประกอบมีรอยบิ่นทำให้การประกอบไม่สมบูรณ์

4. Improve Phase สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยทั้งสามตัวที่ได้กล่าวมาเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลโดยที่ Push Rod ส่งผลกระทบต่อลมรั่วด้านเปิด และ Valve Seat กับ Steel Ball ส่งผลกระทบต่อด้านปิด ซึ่งคุณลักษณะที่เป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลให้ชิ้นงานมีลมรั่วเมื่อขดลวดอยู่ในสถานะเปิด คือ ความกลมบริเวณโคนของ Push Rod ซึ่งต้องมีการระบุข้อกำหนดเพิ่มเติมเข้าไป คือ ค่าความกลมต้องเบี่ยงเบนไม่เกิน 0.007 มิลลิเมตร และสาเหตุหลักที่ส่งผลให้ชิ้นงานมีลมรั่วเมื่อขดลวดอยู่ในสถานะปิด คือ ความสนิทในการประกอบระหว่าง Steel Ball กับ Valve Seat ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องอาศัยการกดโดยใช้เครื่องมือที่มีการควบคุมแรงกดให้คงที่จึงจะทำให้ Steel Ball และ Valve Seat สนิทกันมากที่สุด โดยควบคุมระดับแรงดันลมอยู่ 2-3 PSI

5. Control Phase สามารถสรุปได้ว่าต้องมีการเพิ่มข้อกำหนดเรื่องความกลมของ Push Rod โดยที่ครั้งแรกในการออกแบบไม่ได้กำหนดไว้ และเพิ่มขั้นการกด Valve Seat กับ Steel Ball โดยใช้เครื่องอัตโนมัติที่สามารถทำให้ระดับการกดเท่ากันทุกครั้ง

สรุปผลการศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งกระบวน การปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อความต้านทานลมรั่วของผลิตภัณฑ์ทางด้านขดลวดสภาวะเปิดมี 2 ปัจจัย คือ ขอบของรู Valve Seat มีรอยบิ่น และขนาดความกลมของ Push Rod ซึ่งผู้ศึกษาได้วางแนวทางในการแก้ไขปัญหาและควบคุมทั้ง 2 ปัจจัยดังนี้

1. เพิ่มข้อกำหนดค่า Maximum ของความกลมของ Push Rod ให้กับผู้ผลิตทำการควบคุมและตรวจวัดก่อนส่งมาที่บริษัทโดยระบุเป็นค่าวิกฤติที่ต้องทำการควบคุมเป็นพิเศษ ผู้ผลิตต้องส่งรายงานผลการสุ่มวัดค่าของชิ้นงานอย่างน้อย 10 ชิ้น ส่งให้กับบริษัททุกครั้งที่มีการจัดส่งวัตถุดิบ Push Rod

2. เพิ่มข้อกำหนดดังกล่าวของ Push Rod เป็นค่าวิกฤติที่ต้องสุ่มตรวจสอบโดยแผนกตรวจสอบวัตถุดิบ

3. เพิ่มข้อกำหนดด้านลักษณะของขอบรู Valve Seat ต้องไม่มีรอยบิ่น โดยให้ผู้ผลิตทำการควบคุมและตรวจวัดก่อนส่งมาที่บริษัท

4. เพิ่มข้อกำหนดดังกล่าวของ Valve Seat ที่ต้องสุ่มตรวจสอบโดยแผนกตรวจสอบวัตถุดิบ

ในส่วนของปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อความต้านทานลมรั่วของผลิตภัณฑ์ทางด้านขดลวดสภาวะปิดมีเพียง 1 ปัจจัย คือ แรงดันในการกดระหว่างการประกอบ Steel Ball กับ Valve Seat ซึ่งผู้ศึกษาได้วางแนวทางในการแก้ไขปัญหาและควบคุม คือ ใช้เครื่องกดอัตโนมัติที่ควบคุมระดับแรงดัน 2-3 PSI

5.2 การอภิปรายผล

จากผลการศึกษาแนวทางในการลดต้นทุนกระบวนการผลิตโดยการลดปริมาณของเสียด้วยการใช้หลักการ 6-Sigma จากผลการศึกษาและดำเนินการควบคุม บริษัทสามารถลดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ด้านลมรั่วจากร้อยละ 91.96 มาอยู่ที่ประมาณร้อยละ 0.2 ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ คุณรักษา วรคุตตานนท์ ที่ได้ศึกษาการลดต้นทุนกระบวนการผลิต โดยใช้หลักการ 6-Sigma เช่นเดียวกัน ได้ศึกษาเรื่องการลดต้นทุนการผลิตโดยการลดปริมาณของเสียจากการใช้กาว LD-227 (LD-227 Adhesive) ของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งจากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตและศึกษาตามแนวทางของ 6 Sigma และผลจากการดำเนินการตามการแก้ไขพบว่าปริมาณของชิ้นงานเสียของ LD-227 ลดลงถึงร้อยละ 58

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้ผู้ศึกษาได้สรุปรูปแบบในการแก้ปัญหาในกระบวนการผลิต โดยการใช้หลักการของ 6-Sigma เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาให้รวดเร็วมากขึ้น โดยเสนอแนะเครื่องมือทางสถิติที่ควรใช้ในแต่ละกระบวนการ ดังนี้

Define Phase ควรใช้เครื่องมือทางสถิติคือ Macro Map Detail Process Map

Measure Phase ควรใช้เครื่องมือทางสถิติคือ Cause & Effect Matrix และ GR&R

Analyze Phase ควรใช้เครื่องมือทางสถิติคือ การสอบสมมติฐาน ซึ่งรูปแบบการทดสอบขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูลที่เก็บมา

Improve Phase ควรใช้เครื่องมือทางสถิติคือ การออกแบบการทดลอง (DOE) หรือการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation)

Control Phase ควรใช้เครื่องมือทางสถิติคือ แผนภูมิควบคุม โดยถ้าข้อมูลที่ต้องการควบคุมเป็น Variable Data ให้ใช้แผนภูมิ X-bar, R และถ้าข้อมูลเป็นแบบนับจำนวนของเสียให้ใช้แผนภูมิ P หรือ U

นอกจากสาเหตุของปัญหาที่สามารถค้นพบได้จากการวิเคราะห์ในครั้งนี้ ผู้ศึกษายังพบปัญหาที่เกี่ยวข้องในเชิงระบบการบริหาร แม้ว่าผลิตภัณฑ์นี้จะผ่านขั้นตอนการทบทวนตามกระบวนการมาตรฐานสากล แต่ความสามารถของบุคลากรในการที่จะวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า

ในตัวผลิตภัณฑ์แล้วแปลงมาเป็นความต้องการในแต่ละกระบวนการ และสุดท้ายระบุความต้องการของในแต่ละกระบวนการไปยังแต่ละวัตถุดิบยังทำได้ไม่เพียงพอ

การแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบันทุก ๆ องค์การต้องมีการจัดการในแต่ละกระบวนการให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิผลอย่างสูงสุดในทุก ๆ กระบวนการ โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบผลิต การจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การส่งมอบ และการบริการหลังการขาย จากกรณีศึกษาแม้ว่าองค์การจะมีการนำเอาเทคนิคการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพมาใช้แต่ก็เป็นการจัดการแก้ปัญหาภายในเพียงการผลิตส่วนเดียว เป็นกระบวนการที่อยู่กลางน้ำ (ตาม Value Chain) ซึ่งมีข้อจำกัดมากในการปรับปรุงและแก้ปัญหา ผู้วิจัยมีความเห็นว่าการที่องค์การจะมีแรงแข่งขันได้มากขึ้นก็โดยการทำให้ในแต่ละกระบวนการไม่มีการทำผิดพลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่าองค์การควรมีการฝึกอบรมเพิ่มเติมในเทคนิคการจัดการการออกแบบผลิตภัณฑ์ และควบคุมคุณภาพให้กับหน่วยงานที่อยู่ต้นน้ำ ได้แก่

1. Concurrent Engineering เป็นเทคนิคการลดเวลาในการออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องจะช่วยกันทำงานแบบขนานกัน รวมถึงผู้รับจ้างช่วง จะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลดีกว่าการทำงานแบบอนุกรม

2. Quality Function Deployment เป็นการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้ามาเป็นความต้องการในแต่ละขั้นตอนการผลิต จนถึงความต้องการต่อวัตถุดิบที่จะนำมาผลิต ซึ่งผู้ออกแบบสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์สนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างครบถ้วน

บรรณานุกรม

หนังสือและบทความในหนังสือ

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2548). การแก้ปัญหาทางธุรกิจด้วยวิธีทางสถิติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

คำนาย อภิปรัชญาสกุล. (2547). โลจิสติกส์เพื่อการผลิตและการจัดการดำเนินงาน กรุงเทพมหานคร : โฟกัสมีเดียแอนด์พับบลิชิ่ง.

ทนงเกียรติ ตันฑวรักษ์. (2545). การลดต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ตัวเก็บประจุแรงดันสูงกรณีศึกษาบริษัท ซัมวา (ไทยแลนด์) จำกัด. ภาคนิพนธ์. บธ.ม. สมุทรปราการ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

นิจจา นันทกิจไพศาล. (2544). การลดต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมดิสก์ไดร์ฟของบริษัทซิเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด. ภาคนิพนธ์. บธ.ม. สมุทรปราการ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

พิชิต สุขเจริญพงษ์. (2546). การจัดการวิศวกรรมการผลิต. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

พิรุณ วิรุฬชัยพงศ์. (2544). การลดของเสียในสายการผลิตของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์. กรณีศึกษาบริษัท ดาต้าคอม (ประเทศไทย) จำกัด. ภาคนิพนธ์. บธ.ม. สมุทรปราการ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

มยุรี พฤกษ์พนาสันต์. (2544). การลดของเสียในสายการผลิตถุงลมนิรภัย กรณีศึกษาบริษัท ทาคาตะ-ทีโอเอ จำกัด. ภาคนิพนธ์. บธ.ม. สมุทรปราการ : มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

รักษา วรคุตตานนท์. (2544). การลดต้นทุนการผลิตโดยการลดปริมาณของเสียจากการใช้กาว LD-227) โดยการใช้หลักการ 6-Sigma กรณีศึกษาบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด. ภาคนิพนธ์. ภาคนิพนธ์. บธ.ม. สมุทรปราการ : มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์.(2541).วิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ.กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

สิทธศักดิ์ พฤกปิติกุล. (2546). การพัฒนาคุณภาพแบบก้าวกระโดดด้วยวิธี SIX Sigma. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

บรรณานุกรม (ต่อ)

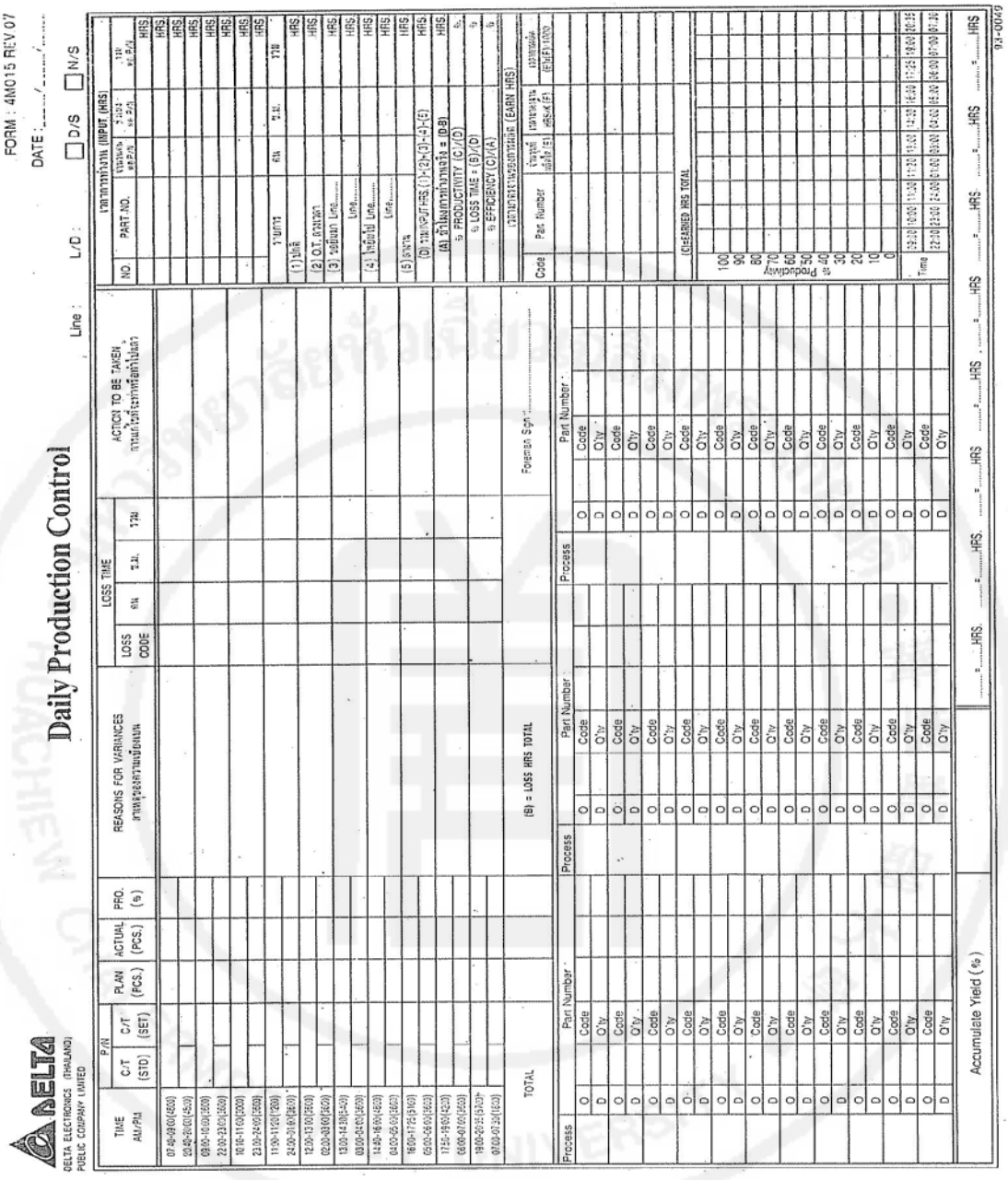
Harry MJ. and Schroeder R. Six Sigma. (2000). The Breakthrough Management Strategy Evolutionizing the World's Top Corporations. Doubleday.New York.

แหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

BMG Consultanat. (2548). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : www.bmgi.com. (15 มกราคม 2549).

ผนวก ก.

แบบฟอร์มในการเก็บบันทึกข้อมูล



ผนวก ข.

แบบฟอร์มในการบันทึกผลการทดลอง

DELTA ELECTRONICS (THAILAND) PUBLIC COMPANY LIMITED

FORM : [illegible] REV : 00

TEST RECORD

DATE : _____

CUSTOMER : _____ TEMP : _____ °C

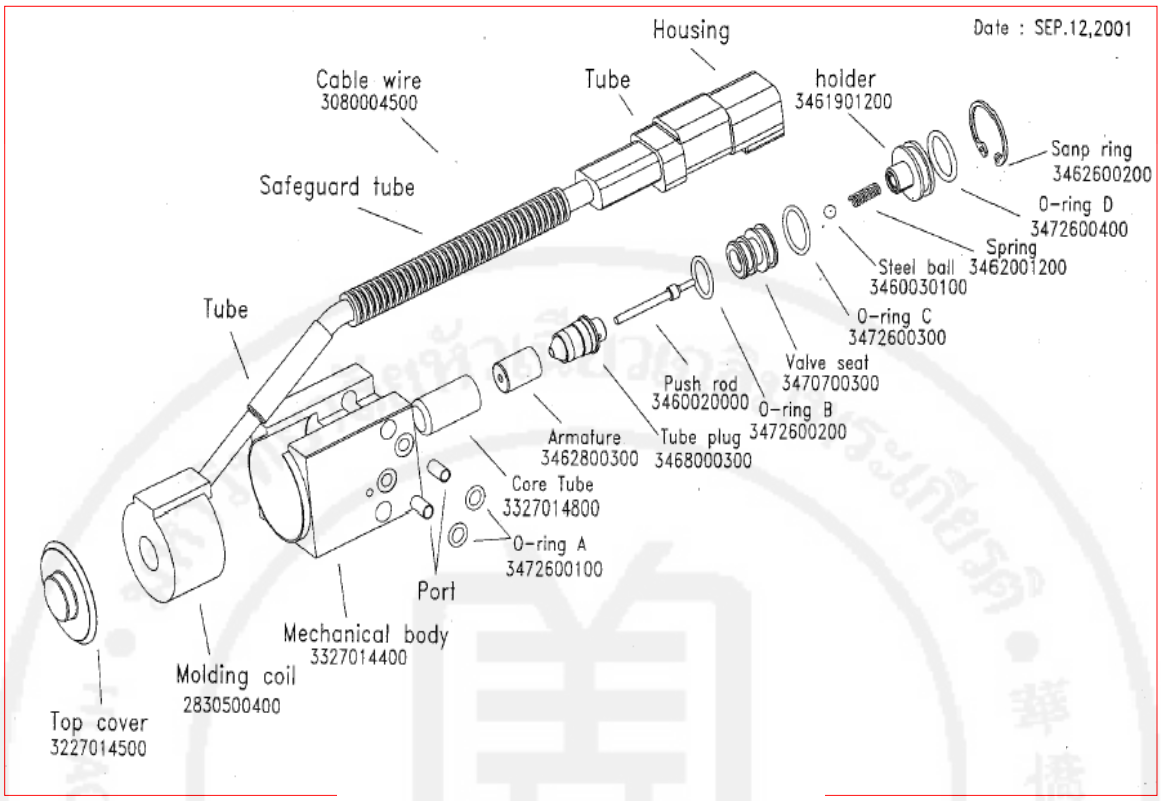
P/N : _____ TEST EQUIPMENT : _____ HUMIDITY : _____ % RH

TEST ITEM (UNIT)										
FREQ & VOLT										
PRODUCT SPEC.										
LABEL DATA										
TEST DATA										
CORRELAT SPEC.										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
Σ X										
$\bar{X}$										
R										
REMARK :										

TESTED BY : _____ CHECKED BY : _____ APPROVED BY : _____

DEL-[illegible]

ผนวก ค.
วัตถุดิบและขั้นตอนการประกอบ



ผนวก ง.

การวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าลมรั่วจากการเปลี่ยนระดับปัจจัย

One-way ANOVA : การเปรียบเทียบค่าลมรั่วของการเปลี่ยนขนาดรู VALVE SEAT

```
Source  DF      SS    MS     F      P
Factor   1    17.1  17.1  0.30  0.586
Error   58  3292.7  56.8
Total   59  3309.7

S = 7.535   R-Sq = 0.52%   R-Sq(adj) = 0.00%

                                Individual 95% CIs For Mean Based on
                                Pooled StDev
Level        N    Mean  StDev   --+---------+---------+---------+-------
Hole-off-h  30  17.467  7.045          (------------*------------)
Hole-off-l  30  16.400  7.994   (-------------*-------------)
                                 --+---------+---------+---------+-------
                                14.0      16.0      18.0      20.0
Pooled StDev = 7.535
```

One-way ANOVA : การเปรียบเทียบค่าลมรั่วของการเปลี่ยนขนาดรู VALVE SEAT

```
Source  DF      SS     MS      F      P
Factor   1   627.3  627.3  11.48  0.001
Error   58  3170.3   54.7
Total   59  3797.6

S = 7.393   R-Sq = 16.52%   R-Sq(adj) = 15.08%

                                Individual 95% CIs For Mean Based on
                                Pooled StDev
Level        N    Mean  StDev  --+---------+---------+---------+-------
Hole-on-h   30   7.967  5.082  (--------*--------)
Hole-on-l   30  14.433  9.138                    (--------*--------)
                                --+---------+---------+---------+-------
                                6.0       9.0      12.0      15.0
Pooled StDev = 7.393
```

One-way ANOVA : การเปรียบเทียบค่าลมรั่วของการเปลี่ยนขนาด PUSH ROD

```
Source  DF      SS    MS     F      P
Factor   1    7.35  7.35  1.61  0.210
Error   58  264.83  4.57
Total   59  272.18

S = 2.137   R-Sq = 2.70%   R-Sq(adj) = 1.02%

                              Individual 95% CIs For Mean Based on
                              Pooled StDev
Level        N   Mean  StDev  -------+---------+---------+---------+--
Push-rod-h  30  6.467  2.583            (------------*------------)
Push-rod-l  30  5.767  1.569  (------------*------------)
                              -------+---------+---------+---------+--
                                   5.40      6.00      6.60      7.20
Pooled StDev = 2.137
```

One-way ANOVA : การเปรียบเทียบค่าลมรั่วของการเปลี่ยนขนาด STEEL BALL

```
Source  DF      SS    MS     F      P
Factor   1    0.42  0.42  0.18  0.677
Error   58  137.77  2.38
Total   59  138.18

S = 1.541   R-Sq = 0.30%   R-Sq(adj) = 0.00%

                                Individual 95% CIs For Mean Based on
                                Pooled StDev
Level          N   Mean  StDev  ---------+---------+---------+---------+
Steel ball-h  30  4.967  1.520       (---------------*---------------)
Steel ball-l  30  4.800  1.562  (---------------*---------------)
                                ---------+---------+---------+---------+
                                      4.55      4.90      5.25      5.60
Pooled StDev = 1.541
```

One-way ANOVA : การเปรียบเทียบค่าลมรั่วของการเปลี่ยนขนาด HOLDER

```
Source  DF      SS    MS     F      P
Factor   1    7.35  7.35  1.60  0.210
Error   58  265.63  4.58
Total   59  272.98

S = 2.140   R-Sq = 2.69%   R-Sq(adj) = 1.01%

                             Individual 95% CIs For Mean Based on
                             Pooled StDev
Level      N   Mean  StDev  -------+---------+---------+---------+--
Holder-h  30  4.033  2.189            (------------*------------)
Holder-l  30  3.333  2.090  (------------*------------)
                             -------+---------+---------+---------+--
                                  3.00      3.60      4.20      4.80
Pooled StDev = 2.140
```

One-way ANOVA : การเปรียบเทียบค่าลมรั่วของการเปลี่ยนระยะการกด

```
Source  DF      SS     MS      F      P
Factor   1   770.4  770.4  35.51  0.000
Error   58  1258.4   21.7
Total   59  2028.9

S = 4.658   R-Sq = 37.97%   R-Sq(adj) = 36.90%

                                    Individual 95% CIs For Mean Based on
                                    Pooled StDev
Level            N    Mean  StDev  ------+---------+---------+---------+---
Press-stroke-h  30  10.033  6.515                          (----*-----)
Press-stroke-l  30   2.867  0.973  (-----*----)
                                    ------+---------+---------+---------+---
                                       3.0       6.0       9.0      12.0
Pooled StDev = 4.658
```

One-way ANOVA : การเปรียบเทียบค่าลมรั่วของการเปลี่ยนขนาดความเรียบผิว PUSH ROD

```
Source  DF      SS    MS     F      P
Factor   1    0.02  0.02  0.00  0.960
Error   58  376.17  6.49
Total   59  376.18

S = 2.547   R-Sq = 0.00%   R-Sq(adj) = 0.00%

                           Individual 95% CIs For Mean Based on
                           Pooled StDev
Level     N   Mean  StDev  ---+---------+---------+---------+------
Rough-h  30  6.800  2.384  (------------------*------------------)
Rough-l  30  6.767  2.700  (------------------*------------------)
                           ---+---------+---------+---------+------
                            6.00      6.50      7.00      7.50
Pooled StDev = 2.547
```

One-way ANOVA : การเปรียบเทียบค่าลมรั่วของการเปลี่ยน O-Ring OFF

```
Source  DF      SS    MS     F      P
Factor   1    2.02  2.02  1.17  0.284
Error   58  100.17  1.73
Total   59  102.18

S = 1.314   R-Sq = 1.97%   R-Sq(adj) = 0.28%

                                  Individual 95% CIs For Mean Based on
                                  Pooled StDev
Level            N   Mean  StDev  -------+---------+---------+---------+--
O-ring-Off      30  3.033  1.377  (-------------*------------)
O-ring off-NG   30  3.400  1.248            (-------------*-------------)
                                  -------+---------+---------+---------+--
                                      2.80      3.15      3.50      3.85

Pooled StDev = 1.314
```

One-way ANOVA : การเปรียบเทียบค่าลมรั่วของการเปลี่ยน O-Ring ON

```
Source  DF      SS    MS     F      P
Factor   1    0.27  0.27  0.04  0.842
Error   58  387.47  6.68
Total   59  387.73

S = 2.585   R-Sq = 0.07%   R-Sq(adj) = 0.00%


                                Individual 95% CIs For Mean Based on
                                Pooled StDev
Level          N   Mean  StDev   -+---------+---------+---------+--------
O-ring ON     30  4.000  2.477     (---------------*---------------)
O-ring on-NG  30  3.867  2.688   (---------------*---------------)
                                 -+---------+---------+---------+--------
                                3.00      3.60      4.20      4.80

Pooled StDev = 2.585
```

One-way ANOVA : การเปรียบเทียบค่าลมรั่วของการเปลี่ยนทุกระดับปัจจัย

```
Source   DF      SS     MS      F      P
Factor   17   7511.7  441.9  29.09  0.000
Error   522   7929.5   15.2
Total   539  15441.2

S = 3.898   R-Sq = 48.65%   R-Sq(adj) = 46.97%


                                  Individual 95% CIs For Mean Based on
                                  Pooled StDev
Level            N    Mean  StDev  -------+---------+---------+---------+--
Hole-off-h      30   4.133  1.995    (--*--)
Hole-off-l      30  16.400  7.994                              (--*--)
Hole-on-h       30   7.967  5.082           (--*--)
Hole-on-l       30  14.433  9.138                     (--*--)
Push-rod-h      30   6.467  2.583         (--*--)
Push-rod-l      30   5.767  1.569        (--*-)
Steel ball-h    30   4.967  1.520      (--*--)
Steel ball-l    30   4.800  1.562      (--*-)
Holder-h        30   4.033  2.189    (--*--)
Holder-l        30   3.333  2.090   (--*-)
Press-stroke-h  30  10.033  6.515                (--*--)
Press-stroke-l  30   2.867  0.973  (--*--)
Rough-h         30   6.800  2.384          (--*-)
Rough-l         30   6.767  2.700          (--*-)
O-ring-Off      30   3.033  1.377  (--*--)
O-ring off-NG   30   3.400  1.248   (--*--)
O-ring ON       30   4.000  2.477    (--*--)
O-ring on-NG    30   3.867  2.688    (--*--)
                                  -------+---------+---------+---------+--
                                       5.0      10.0      15.0      20.0

Pooled StDev = 3.898
```

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นายวราวุฒิ แสงมณี

วัน เดือน ปีเกิด 21 กุมภาพันธ์ 2516

ที่อยู่ปัจจุบัน 2/81 หมู่ 2 ตำบลแพรกษา อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10280

ประวัติการศึกษา ปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (อิเล็กทรอนิกส์) สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2539

เข้าศึกษาต่อระดับมหาบัณฑิต หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ปี พ.ศ. 2547

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2539 – 2540 อาจารย์ประจำคณะวิชาอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนโปลีเทคนิค ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุบลราชธานี

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานในปัจจุบัน

พ.ศ. 2540 – ปัจจุบัน หัวหน้าส่วนควบคุมคุณภาพ บมจ. เดลต้า อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) โรงงานแมกเนติกส์