สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

การลดปัญหาข้อร้องเรียนด้านคุณภาพจากลูกค้า ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

จรัสขวัญ แก้วสุข

31 ส.ค. 2559
365511 TH0024536

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
สิงหาคม 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ จรัสขวัญ แก้วสุข ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์

.... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ดร. จักรวาล คุณะดิลก)

คณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์

.... ประธาน

(ดร. จักรวาล คุณะดิลก)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรหาญ ลิลา)

.... กรรมการ

(ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา)

คณะวิศวกรรมศาสตร์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ดร. อาณัติ ดีพัฒนา)

วันที่....17....เดือน.....สิงหาคม.........พ.ศ 2558

กิตติกรรมประกาศ

งานนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้กรุณาประสิทธิประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ ให้แก่ผู้วิจัย รวมถึงความกรุณาจาก ดร. จักรวาล คุณะดิลก อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรหาญ ลิลา และ ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา คณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ให้ความรู้ ตรวจแก้ไขและวิจารณ์ผลงาน ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอุปการะเลี้ยงดู สั่งสอน รวมถึงการให้กำลังใจแก่ผู้วิจัย อีกทั้งยังเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้วิจัยได้เจริญรอยตาม และระลึกถึงความกตัญญูกตเวทีต่อผู้มีพระคุณเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์สูงสุดของงานนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

จรัสขวัญ แก้วสุข

56920606: สาขาวิชา: วิศวกรรมศาสตร์; วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)

คำสำคัญ: ข้อร้องเรียนด้านคุณภาพ/ กระบวนการขึ้นรูปโลหะ/ กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก/ ระบบการตรวจสอบคุณภาพ

จรัสขวัญ แก้วสุข: การลดปัญหาข้อร้องเรียนด้านคุณภาพจากลูกค้า ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ (REDUCTING QUALITY PROBLEMS FROM CUSTOMER COMPLAINT IN AUTOMOTIVE PART MANUFACTURING) อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์: จักรวาล คุณะดิลก, Ph.D., 126 หน้า. ปี พ.ศ. 2558.

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการลดปัญหาข้อร้องเรียนด้านคุณภาพของชิ้นส่วนรถยนต์ที่ส่งมอบไปยังลูกค้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาที่เกิดขึ้นและทำการแก้ไขป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ มีแนวทางในการปรับปรุงทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ การรับข้อร้องเรียนแล้วทำการระดมสมองเพื่อหาข้อมูลปัญหาด้านคุณภาพ โดยใช้หลักการ 3G (Genba สถานที่จริง Genbutsu ชิ้นงานจริงที่เกิดปัญหา Genjitsu สถานการณ์จริง), วิเคราะห์สาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาโดยใช้แผนภูมิก้างปลา และเครื่องมือ Why-Why analysis, ดำเนินการปรับปรุงการผลิตตามมาตรการถูกกำหนดมาจากการวิเคราะห์ขั้นที่สอง และติดตามผล หากพบสิ่งผิดปกติทำการรายงานเพื่อหาทางป้องกันต่อไป และตรวจติดตามปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้าหลังจากการแก้ไข ผลการวิจัยพบว่า จำนวนข้อร้องเรียนหลังการปรับปรุงคุณภาพเหลือประมาณ 13 ครั้งต่อเดือน จาก 30 ครั้งต่อเดือน โดยสามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้าเป็นจำนวน 59,590 บาทต่อเดือน

56920606: MAJOR: MASTER OF INDUSTRIAL ENGINEERING: M.Eng
(INDUSTRIAL ENGINEERING)
KEYWORDS: CUSTOMER COMPLAINT/ METAL STAMPING PROCESS/ PLASTIC INJECTION PROCESS

CHARATKWAN KAEWSUK: REDUCING QUALITY PROBLEMS FROM CUSTOMER COMPLAINT IN AUTOMOTIVE PART MANUFACTURING. ADVISOR: JAKRAWARN KUNADILOK, Ph.D., 128 P. 2015.

This research presents a reduction of customer complaint in quality problems occurring in automotive parts. The objectives of this research were to identify root causes of the problems and to determine corrective action and set it as a new working standard to prevent the problems occurring in the future. A guideline procedure was used for quality improvement including four steps. The first step is receiving a customer complaint and collecting quality problem data by using 3G (Genba-Genbutsu-Genjitsu) principle. Genba means the actual place of producing the defective. Genbutsu means the defective which complained from customer. Genjitsu means the actual production environment. The second step is an analysis of all possible causes of the problem. The cause and effect diagram as known as fishbone diagram and the Why-Why analysis were used in this step. The third step is production improvement. Corrective action plans from the second step were implemented and then the production results were collected. If amount of same quality problems are not reduced, the corrective action report must be made for finding new ways to attack the problems. The forth step is auditing the customer complaint problems after correction. The result showed that the amount of customer complaint were reduced from 30 cases per month to 13 cases per month and the customer complaint cost was reduced 59,590 baht/month, approximately.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	5
สมมติฐานของการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	6
แผนการดำเนินงาน	6
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
ทฤษฎีแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะ	7
ทฤษฎีเครื่องฉีดพลาสติก	17
แนวความคิดในการสร้างกลวิธีการแก้ปัญหาคุณภาพ	19
การสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ	25
เส้นโค้งคุณลักษณะการดำเนินการ	26
ดัชนีความสามารถของกระบวนการและดัชนีแสดงสมรรถนะของกระบวนการ	31
การประเมินค่าความสามารถของกระบวนการ	33
การศึกษาความสามารถของระบบการวัด	33
ค่าใช้จ่ายด้านคุณภาพ	35
Why-Why Analysis	38
อุปสรรคในการควบคุมคุณภาพ	39
ดัชนีในการควบคุมคุณภาพ	39
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย	44
ศึกษาระบบการทำงานในปัจจุบัน ประเมินระบบการวัดและระบบการตรวจสอบคุณภาพ	44
ศึกษาปัญหาที่พบในปัจจุบันและวิเคราะห์ปัญหา	75
ค้นคว้าหาแนวทางการแก้ไขปัญหา	78
4 ผลการวิจัย	80
ประชุมเพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริง	80
วิเคราะห์ปัญหา	93
ดำเนินการปรับปรุงและติดตามปัญหาที่เกิดขึ้น	98
วิเคราะห์ต้นทุนที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ	102
วิเคราะห์ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า	103
5 สรุปผลและอภิปราย	105
สรุปผลการวิจัย	105
อภิปรายผลการวิจัย	106
ข้อเสนอแนะ	107
ปัญหาที่พบในการวิจัย	107
บรรณานุกรม	108
ภาคผนวก	110
ประวัติย่อของผู้วิจัย	126

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	ข้อร้องเรียนจากลูกค้าตั้งแต่เดือนมกราคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2557	2
1-2	ค่าร้อยละของข้อร้องเรียนจากลูกค้าตั้งแต่เดือนมกราคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2557	3
1-3	แผนการดำเนินงาน	6
2-1	แนวความคิดในการใช้กลวิธีการแก้ปัญหาคุณภาพ	20
2-2	ข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้แผนภาพพาเรโต	22
2-3	สัญลักษณ์การเขียนแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต	23
2-4	ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตที่ p ค่าต่าง ๆ เมื่อ กำหนด $n = 50, c \leq 2$	27
3-1	แผนภูมิการไหลของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ	46
3-2	แผนภูมิการไหลของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก	48
3-3	แผนภูมิการไหลของกระบวนการประกอบ	50
3-4	สรุปการตรวจสอบของกระบวนการขึ้นรูปต่าง ๆ	65
3-5	ผลการตรวจสอบคุณภาพของพนักงานแต่ละคน ของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ	68
3-6	ผลการตรวจสอบคุณภาพของพนักงานแต่ละคน ของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก	68
3-7	ประสิทธิภาพของพนักงานแต่ละคน ของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ	68
3-8	ประสิทธิภาพของพนักงานแต่ละคน ของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก	68
3-9	สรุปสมรรถนะของระบบการวัดและระบบการตรวจสอบคุณภาพ	75
3-10	กำลังคนของฝ่ายประกันคุณภาพในปัจจุบัน	76
3-11	กำลังคนของฝ่ายประกันคุณภาพในปัจจุบันและลักษณะงาน	76
3-12	สรุปแนวทางการแก้ไขปัญหา	79
4-1	ความสัมพันธ์ของปัญหาที่เกิดจากพนักงาน	91
4-2	ความสัมพันธ์ของปัญหาที่เกิดจากวิธีการ เครื่องจักร และวัตถุดิบ	92
4-3	Why-Why analysis จากปัญหาที่เกิดจากพนักงาน	94
4-4	Why-Why analysis จากปัญหาที่เกิดจากวิธีการ	95
4-5	Why-Why analysis จากปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักร	96
4-6	Why-Why analysis จากปัญหาที่เกิดจากวัตถุดิบ	97
4-7	เปรียบเทียบค่า ppm ก่อนปรับปรุง และหลังการปรับปรุง	102
5-1	สรุปผลการเปรียบเทียบก่อน-หลัง การปรับปรุง	106

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	กราฟพาเรโต เรียงลำดับปัญหาจากลูกค้าจากมากไปน้อยตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนตุลาคม 2557	4
2-1	กรรมวิธีขึ้นรูปโลหะแบบตัดขาด	7
2-2	กรรมวิธีขึ้นรูปโลหะแบบตัดแยก	8
2-3	กรรมวิธีขึ้นรูปโลหะแบบตัดแผ่นเปล่า	8
2-4	กรรมวิธีขึ้นรูปโลหะแบบเจาะรู	9
2-5	กรรมวิธีขึ้นรูปโลหะแบบตัดขอบ	9
2-6	ขอบชิ้นงานที่ได้จากการตัดโดยทั่วไป	10
2-7	กลไกการเกิดส่วนโค้งมน	10
2-8	กลไกการเกิดครีบ	11
2-9	ลักษณะการขยายตัวของรอยแตกและขอบตัดที่ได้เมื่อใช้ระยะเคลียแรนซ์ที่เหมาะสม	13
2-10	ลักษณะการขยายตัวของรอยแตกและขอบตัดที่ได้เมื่อใช้ระยะเคลียแรนซ์น้อยเกินไป	14
2-11	ขอบตัดที่ได้เมื่อใช้ระยะเคลียแรนซ์มากเกินไป	15
2-12	ขอบตัดของชิ้นงานกรณีที่ตำแหน่งของพันซ์และดายเยื้องศูนย์กัน	15
2-13	การสึกหรอที่เกิดขึ้นบนพันซ์และดาย	16
2-14	ส่วนประกอบของชุดฉีด	17
2-15	กระบวนการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก	19
2-16	ขั้นตอนการสร้างแผนภาพพาเรโต	21
2-17	แผนภูมิการไหลของกระบวนการ	24
2-18	กระบวนการของการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ	25
2-19	เส้นโค้งคุณลักษณะการดำเนินการของแผนการสุ่ม $n = 50, c = 2$	28
2-20	พารามิเตอร์ AQL, LTPD, α และ β	29
2-21	เส้นโค้ง OC เมื่อขนาดของตัวอย่างสุ่มเปลี่ยนไป (ค่าวิกฤตคงที่)	30
2-22	เส้นโค้ง OC เมื่อขนาดของค่าวิกฤตเปลี่ยนไป (ขนาดของลอตคงที่)	31
3-1	พื้นที่การทำงานของบริษัทตัวอย่าง	45
3-2	แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มการผลิตของการขึ้นรูปโลหะ	52
3-3	แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มการผลิตของการขึ้นรูปพลาสติก	54

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

3-4 แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพระหว่างการผลิตของการขึ้นรูปโลหะ 56

3-5 แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพระหว่างการผลิตของการขึ้นรูปพลาสติก 58

3-6 แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพการประกอบของการขึ้นรูปโลหะ 60

3-7 แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพการประกอบของการขึ้นรูปพลาสติก 62

3-8 แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพหลังการประกอบ 63

3-9 การประเมินสมรรถนะแผนการสุ่มตัวอย่างชิ้นงาน n = 5, c = 0, N = 2000 69

3-10 กราฟแสดงเส้นโค้ง OC, AOQ, ATI สำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างชิ้นงาน n = 5, c = 0, N = 2000 70

3-11 การสุ่มตรวจสอบชิ้นงานเพื่อการยอมรับลอตด้วยโปรแกรม Minitab ที่ AQL 0.4 71

3-12 กราฟผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab ของการขึ้นรูปโลหะ 72

3-13 การสุ่มตรวจสอบชิ้นงานเพื่อการยอมรับลอตด้วยโปรแกรม Minitab ที่ AQL 0.65 73

3-14 กราฟผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab ของการขึ้นรูปพลาสติก 74

3-15 ปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า 77

4-1 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุพนักงานลืมประกอบ 81

4-2 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุชิ้นงานแตกหัก 82

4-3 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุชิ้นงานเสียรูปทรง 83

4-4 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุส่งชิ้นงานผิด 84

4-5 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุชิ้นงานสกปรก 85

4-6 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุส่งชิ้นงานขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด 86

4-7 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุชิ้นงานประกอบไม่ได้ 87

4-8 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุส่งชิ้นงานขนาดไม่เต็ม 88

4-9 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุชิ้นงานปน 89

4-10 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุชิ้นงานมีรูปร่างไม่ได้ตามกำหนด 90

4-11 วิธีการเขียน Why Why analysis 93

4-12 เอกสารตรวจติดตามปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า 99

4-13 เอกสาร CAR รายงานสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น 100

4-14 ปัญหาจากข้อร้องเรียนจากลูกค้าหลังการแก้ไข 101

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในสภาวะแห่งยุคทุนนิยม ที่เศรษฐกิจเป็นตัวขับเคลื่อนและผลักดันให้ประเทศต่าง ๆ ก้าวรุดไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว ประกอบกับประเทศต่าง ๆ นั้นอยู่รวมกันเป็นสังคมโลก ไม่สามารถอยู่โดดเดี่ยวได้ จึงต้องมีการรวมตัวกันของประเทศในแต่ละภูมิภาคเพื่อเพิ่มอำนาจในการต่อรอง และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในเวทีระหว่างประเทศ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลประโยชน์ร่วม และพัฒนาประเทศในภูมิภาคไปพร้อม ๆ กัน ด้วยเหตุนี้ ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้หรือ อาเซียน จึงได้มีข้อตกลงให้อาเซียนรวมตัวเป็นชุมชนหรือประชาคมเดียวกันให้สำเร็จภายในปี พ.ศ. 2558 (ค.ศ. 2015)

โดยอาเซียนหรือสมาคมประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (The Association of South East Asian Nations: ASEAN) ได้ก่อตั้งเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2510 โดยประเทศผู้ก่อตั้งอาเซียน คือ ไทย อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และสิงคโปร์ ต่อมาในปี พ.ศ. 2527 บรูไนดารุสซาลาม ได้เข้ามาเป็นสมาชิก ตามด้วยเวียดนามเข้ามาเป็นสมาชิกเมื่อ พ.ศ. 2538 ขณะที่พม่าและลาวเข้ามาเป็นสมาชิกใน พ.ศ.2540 และประเทศสุดท้าย คือ กัมพูชา เข้าเป็นสมาชิกอาเซียนเมื่อ พ.ศ. 2542 ปัจจุบันอาเซียนมีประเทศสมาชิกทั้งหมด 10 ประเทศ มุ่งให้เกิดการไหลเวียนอย่างเสรีของ สินค้า บริการ การลงทุน เงินทุน การพัฒนาทางเศรษฐกิจ และการลดปัญหาความยากจนและความเหลื่อมล้ำทางสังคมภายในปี พ.ศ. 2563 (ค.ศ. 2020) (ปาจรีย์ รุจิแสวง, 2555)

การเปิดอาเซียน จะเป็นผลดีกับลูกค้า เมื่อมีการนำเข้าสินค้าจะต้องเสียภาษี 30% หลังจากเปิดอาเซียแล้ว ภาษีนำเข้าจะเป็น 0% ส่งผลให้เกิดการแข่งขันของตลาดที่สูงขึ้น ลูกค้ามีอำนาจในการต่อรอง สามารถเลือกซื้อสินค้าจากผู้ผลิตได้มากขึ้น เกิดการแข่งขันในเรื่องของราคา ลูกค้าเองก็มีความต้องการให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ราคาถูก

ผู้ผลิตจะต้องเพิ่มขีดความสามารถ ไม่ว่าจะเป็นด้านราคาของผลิตภัณฑ์ ด้านการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ตรงต่อเวลา ด้านการบริการหลังการขาย รวมไปถึงด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ส่งให้กับลูกค้า ซึ่งคุณภาพเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่ผู้ผลิตจะต้องควบคุมผลิตภัณฑ์ให้ได้คุณภาพ ทั้งนี้ทางผู้บริหาร เริ่มมีความกังวลในเรื่องการเปิดอาเซียน และปัญหาเรื่องการขาดแรงงาน ได้มีการนำเครื่องจักร และเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการตรวจสอบแทนคน เพิ่มการตรวจสอบ ตรวจเช็คฟังก์ชั่น

การใช้งาน (เครื่อง QA Machine) ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า 100% แต่เมื่อลูกค้านำชิ้นส่วนไปประกอบก็พบปัญหา จึงได้มีการกำหนด KPI ต้องไม่เกิน 147 เรื่องต่อปี

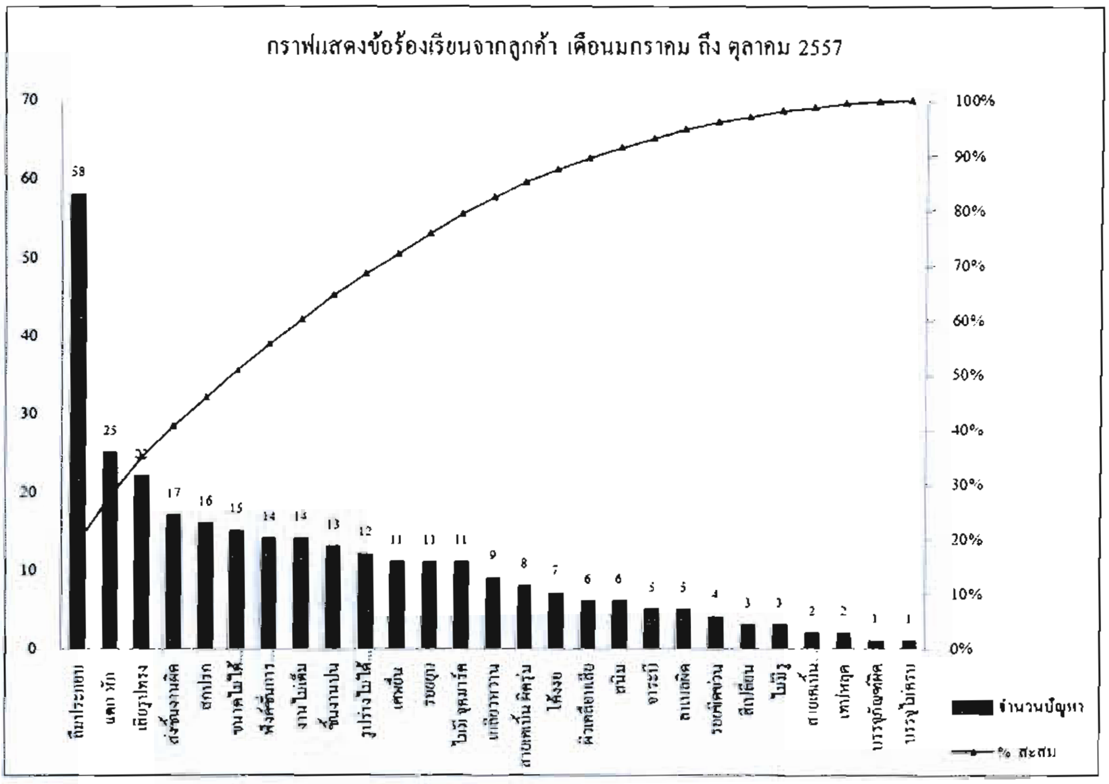
รวบรวมปัญหาที่ได้รับข้อร้องจากลูกค้า เดือนมกราคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2557 มีปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งสิ้น 301 เรื่อง ดังตารางที่ 1-1 แสดงข้อร้องเรียนจากลูกค้า นำข้อมูลที่ได้จากลูกค้าไปจัดลำดับข้อมูลตามค่าร้อยละในตารางที่ 1-2 ค่าร้อยละของข้อร้องเรียน เพื่อทำข้อมูลด้วยแผนภาพพาเรโต

ตารางที่ 1-1 ข้อร้องเรียนจากลูกค้าตั้งแต่เดือนมกราคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2557

ลำดับ	ปัญหา	ม.ค 2557	ก.พ 2557	มี.ค 2557	เม.ย 2557	พ.ค 2557	มิ.ย 2557	ก.ค 2557	ส.ค 2557	ก.ย 2557	ต.ค 2557	จำนวนปัญหาที่พบ
1	แตกหัก	1	4	0	2	2	5	4	5	2	0	25
2	โก่งงอ	0	1	1	0	2	0	2	0	1	0	7
3	เศษยื่น	0	0	0	3	1	3	1	0	2	1	11
4	สีเปลี่ยน	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	3
5	สายเคเบิ้นไม่ได้ขนาด	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
6	สายเคเบิ้นผิดรุ่น	1	2	0	0	0	1	0	2	1	1	8
7	เสียรูปทรง	2	0	4	0	4	1	2	3	3	3	22
8	รอยยุบ	0	1	1	2	1	1	2	2	1	0	11
9	ส่งชิ้นงานผิด	0	0	4	0	3	1	3	1	3	2	17
10	ขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด	1	2	1	2	3	1	1	1	2	1	15
11	การประกอบไม่ได้	2	2	2	3	1	2	1	0	1	0	14
12	จาระบี	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	5
13	เกลียวหวาน	2	1	1	0	1	2	0	2	0	0	9
14	ลืมประกอบ	5	11	7	4	7	7	5	4	3	5	58
15	ไม่มีจุดมาร์ค	0	1	1	0	1	2	2	2	1	1	11
16	ไม่มีรู	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
17	ชิ้นงานปน	2	0	1	2	2	1	2	2	1	0	13
18	ผิวเคลือบเสีย	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	6
19	สนิม	0	0	1	0	0	0	0	0	2	3	6
20	งานไม่เต็ม	1	1	1	2	1	3	3	1	1	0	14
21	รูปร่างไม่ได้ขนาด	0	0	0	0	2	2	0	6	1	1	12
23	รอยขีดข่วน	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4
24	เทปหลุด	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
25	ลาเบลผิด	1	1	0	0	0	1	0	0	0	2	5
26	บรรจุภัณฑ์ผิด	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
27	สกปรก	0	0	0	0	0	3	6	1	1	5	16
28	บรรจุไม่ครบ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	TOTAL	19	29	28	24	34	39	39	34	28	27	301

ตารางที่ 1-2 ค่าร้อยละของข้อร้องเรียนจากลูกค้าตั้งแต่เดือนมกราคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2557

ปัญหา	จำนวนปัญหาที่พบ	ค่าร้อยละ	ค่าร้อยละสะสม
ลืมประกอบ	58	19.27%	19.27%
แตก หัก	25	8.31%	27.58%
เสียรูปทรง	22	7.31%	34.89%
ส่งชิ้นงานผิด	17	5.65%	40.54%
สกปรก	16	5.32%	45.86%
ขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด	15	4.98%	50.84%
ฟังค์ชั่นการประกอบไม่ได้	14	4.65%	55.49%
งานไม่เต็ม	14	4.65%	60.14%
ชิ้นงานปน	13	4.32%	64.46%
รูปร่างไม่ได้ขนาด	12	3.99%	68.45%
รอยยุบ	11	3.65%	72.10%
เศษขึ้น	11	3.65%	75.75%
ไม่มีจุดมาร์ค	11	3.65%	79.40%
เกลียวหวาน	9	2.99%	82.39%
สายเคเบิลผิดรุ่น	8	2.66%	85.05%
โก่งงอ	7	2.33%	87.38%
สนิม	6	1.99%	89.37%
ผิวเคลือบเสีย	6	1.99%	91.36%
จาระบี	5	1.66%	93.02%
ลาเบลผิด	5	1.66%	94.68%
รอยขีดข่วน	4	1.33%	96.01%
สีเปลี่ยน	3	1.00%	97.01%
ไม่มีรู	3	1.00%	98.01%
สายเคเบิลไม่ได้ขนาด	2	0.66%	98.67%
เทปหลุด	2	0.66%	99.34%
บรรจุภัณฑ์ผิด	1	0.33%	99.67%
บรรจุไม่ครบ	1	0.33%	100%
รวม	301	100%	100%



ภาพที่ 1-1 กราฟพาเรโต เรียงลำดับปัญหาจากลูกค้าจากมากไปน้อยตั้งแต่เดือนมกราคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2557

กราฟพาเรโตที่ทำการเรียงข้อมูลจากปัญหามากที่สุดไปหาปัญหาน้อยที่สุด ดังภาพที่ 1-1 เมื่อพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น จะทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่มีเปอร์เซ็นต์สะสมที่ 80% ทำการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุง โดยมีปัญหาที่เกิดขึ้นจากพนักงานลืมประกอบ แตกหัก เสียรูปทรง ส่งชิ้นงานผิด ชิ้นงานสกปรก ขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด การประกอบไม่ได้ ชิ้นงานไม่เต็ม ชิ้นงานปน เศษยื่น รอยยุบ ไม่มีจุดมาร์ค

พิจารณาจากภาพที่ 1-1 จะเห็นได้ว่าข้อร้องเรียนจากลูกค้า มีร้องเรียนเข้ามาทุกเดือน แม้ว่าจะมีการตรวจเช็คฟังก์ชั่นการใช้งานด้วยเครื่อง QA Machine ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า กรณีที่เครื่องไม่สามารถตรวจจับของเสียในการตรวจสอบคุณภาพได้ และของเสียนั้นหลุดไปถึงลูกค้า เมื่อลูกค้ามีข้อร้องเรียนเข้ามาในกรณีที่เป็นงานในประเทศ ทางผู้ผลิตจะต้องมีการเข้าไปแก้ไขปัญหาให้ลูกค้า ตั้งแต่การคัดแยกงานดีและงานเสีย การซ่อมแซมชิ้นงานเสีย การบริการลูกค้า หากเป็นงานส่งต่างประเทศ จะมีค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคัดแยกงานดีและงานเสีย มีราคาที่สูงกว่าในประเทศ ค่าใช้จ่ายในการส่งชิ้นงานกลับมาวิเคราะห์ปัญหา ค่าใช้จ่ายในการส่งชิ้นงานแลกเปลี่ยน ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายในการทำงานอยู่ด้วย

ปัญหาที่กล่าวมา หากทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของรากเหง้าปัญหาที่เกิดขึ้น ไม่ตรงก็จะไม่สามารถแก้ไขปัญหานั้นได้ แล้วก็จะทำให้เกิดของเสียผ่านไปถึงมือลูกค้า หรือเกิดปัญหานั้นซ้ำ จึงทำการศึกษาถึงการปรับปรุงการวิเคราะห์หาสาเหตุของรากเหง้าปัญหาที่เกิดขึ้น โดยจะทำการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุง โดยมีปัญหาที่เกิดขึ้นจาก พนักงานลืมประกอบ แตกหัก เสียรูปทรง ส่งชิ้นงานผิด ชิ้นงานสกปรก ขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด การประกอบไม่ได้ ชิ้นงานไม่เต็ม ชิ้นงานปน เศษยื่น รอยขุบ ไม่มีจุดมาร์ค ในการตอบปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหา และป้องกันไม่ให้ปัญหานั้นเกิดขึ้นซ้ำอีก และเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า ปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการเพื่อให้ระบบการตรวจสอบนั้นสามารถตรวจจับของเสียได้ก่อนที่ของเสียนั้นจะผ่านไปถึงมือลูกค้า จากนั้นจะทำการวัดผลการดำเนินงานระหว่างก่อนทำการปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุง เพื่อยืนยันถึงประสิทธิภาพของการปรับปรุง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของรากเหง้าปัญหาที่เกิดขึ้น และทำการแก้ไข ป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ
2. เพื่อปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

การวิเคราะห์หาสาเหตุของรากเหง้าปัญหาที่เกิดขึ้น ในการตอบปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ครอบคลุมถึงเนื้อหาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ระบบการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์
2. การวิเคราะห์หาสาเหตุของรากเหง้าปัญหาที่เกิดขึ้น และทำการแก้ไข ป้องกันไม่ให้เกิดขึ้น

สมมติฐานของการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลระหว่างเดือน มกราคม 2557 ถึง ตุลาคม 2557 เป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำงานวิจัย
2. ข้อมูลที่ต้องศึกษา

    2.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นและผลกระทบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์

2.2 วิธีการวิเคราะห์หาสาเหตุของรากเหง้าปัญหาที่เกิดขึ้น

3. สามารถบริหารกำลังคนในระบบการวิเคราะห์หาสาเหตุของรากเหง้าปัญหาที่เกิดขึ้นให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของรากเหง้าปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วลูกค้าพอใจ
2. ระบบการตรวจสอบคุณภาพสามารถดักจับของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. สามารถบริหารกำลังคนในระบบการวิเคราะห์หาสาเหตุให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น
4. สามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงจุด และไม่เกิดปัญหาซ้ำ

แผนการดำเนินงาน

กำหนดการสำหรับการจัดทำการศึกษาอิสระ ตารางที่ 1-3 แผนการดำเนินงานของโครงการ การปรับปรุงการวิเคราะห์หาสาเหตุของรากเหง้าปัญหาที่เกิดขึ้น ในการตอบปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ครอบคลุมถึงเนื้อหาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1-3 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอน	ช่วงเวลาดำเนินการ									
	ต.ค.-57	พ.ย.-57	ธ.ค.-57	ม.ค.-58	ก.พ.-58	มี.ค.-58	เม.ย.-58	พ.ค.-58	มิ.ย.-58	ก.ค.-58
1. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	←	—	—	→						
2. ศึกษาระบบการทำงานในปัจจุบัน			←	—	—	→				
3. ศึกษาปัญหาที่พบในปัจจุบันและวิเคราะห์ปัญหา				←	—	—	→			
4. ค้นคว้าหาแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุง						←	—	→		
5. ทดสอบและยืนยันผลการปรับปรุง									←→	
6. สรุปผลการวิจัย									←	→

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีแม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะ (Pressing Die)

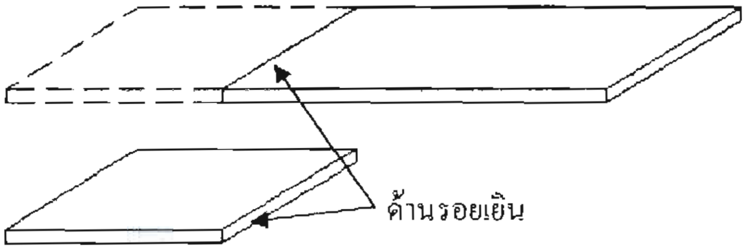
วารุณี เปรมานนท์ และพงศ์พันธ์ แก้วตาทิพย์ (2552) ได้อธิบายเกี่ยวกับกรรมวิธีขึ้นรูปโลหะแผ่น (Sheet metal forming) มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี การตัด โดยการใช้พันซ์และดาย ซึ่งเป็นกรรมวิธีการขึ้นรูปโลหะแผ่นที่เป็นพื้นฐานที่สุด สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดของกรรมวิธีการตัดโลหะ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการขึ้นรูปอื่น ๆ คือ ในการตัดจะมีการแตกร้าวของวัสดุเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

ทฤษฎีหรือหลักการของการตัดโลหะแผ่น โดยใช้แม่พิมพ์ตัวผู้และตัวเมียหรือพันซ์กับดาย (Punch and die) ผลของการตัดจะเกิดชิ้นงาน และเศษโลหะ การตัดโลหะจะมีการกำหนดเป็นขั้นตอน

1. ชนิดของการตัดโลหะแผ่น (Classification of shearing)

การตัดในกรรมวิธีขึ้นรูปโลหะแบ่งออกได้ดังนี้

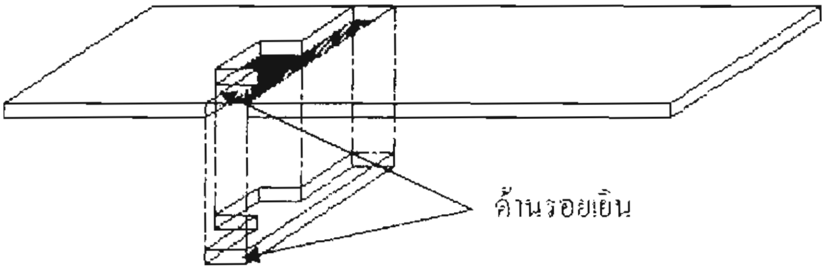
1.1 ตัดขาด (Cutting) เป็นการตัดที่ไม่ทำให้เหลือเศษวัสดุ (Scrap) รอยตัดทั้งสองด้านจะเหมือนกับรอยเยิน (Burr) จะอยู่ในทิศทางตรงกันข้ามของแต่ละรอยตัด การตัดชนิดนี้ให้ความเที่ยงตรงไม่ดี และอาจมีการบิดงอได้ แสดงดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 กรรมวิธีขึ้นรูปโลหะแบบตัดขาด

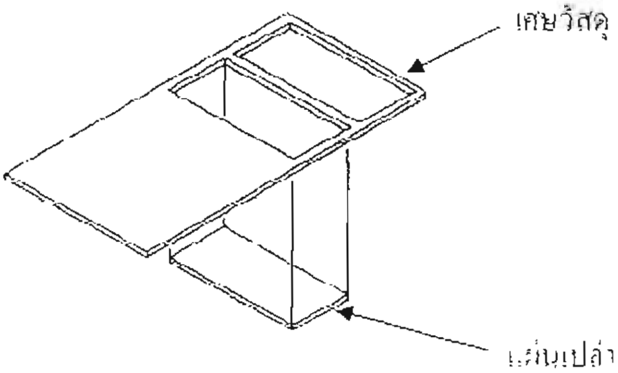
1.2 ตัดแยก (Parting) เป็นการตัดแยกแผ่นวัสดุที่ผ่านขั้นตอนอื่นมาแล้ว เมื่อตัดแยกส่วนออกมาจะได้รูปของตัวงานที่มีลักษณะสมบูรณ์ตามความต้องการ การตัดวิธีนี้จะมี

เศษวัสดุเหลือและเศษวัสดุจะมีลักษณะเหมือนกับพันซ์ ความเที่ยงตรงเกี่ยวกับขนาดและรูปร่างดี รอยเยินจะอยู่ด้านเดียวกัน การทำแม่พิมพ์ค่อนข้างยาก การตัดแยกใช้กับงานที่ผ่านขั้นตอนอื่นมาแล้วได้หลายอย่างที่มีรูปทรงเลขาคณิตที่เหมือนกัน แสดงดังภาพที่ 2-2



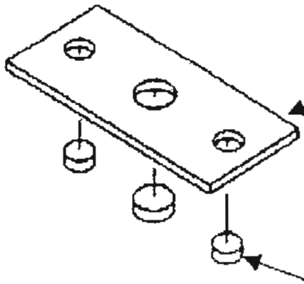
ภาพที่ 2-2 กรรมวิธีขึ้นรูปโลหะแบบตัดแยก

1.3 ตัดแผ่นเปล่า (Blanking) กรรมวิธีการตัดแผ่นงานจากแผ่นวัสดุ โดยใช้คมรอบรูปพันซ์อัดแผ่นวัสดุเข้ากับคมรอบรูปของดาย ลักษณะของแผ่นงานที่ได้ออกมาจะมีขนาดและรูปร่างที่เหมือนกันกับดาย และจะหลุดออกจากช่องว่างของดาย ส่วนที่ค้างอยู่ที่ปากดายจะถือว่าเป็นเศษวัสดุ แสดงดังภาพที่ 2-3



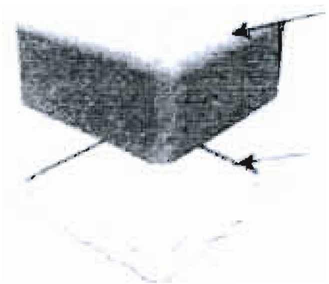
ภาพที่ 2-3 กรรมวิธีขึ้นรูปโลหะแบบตัดแผ่นเปล่า

1.4 การเจาะรู (Piercing) ในการเจาะรู โครงสร้างและการทำงานของแม่พิมพ์จะเหมือนกับตัดแผ่นเปล่าแต่ชิ้นงานที่ต้องการ คือ ส่วนที่ถูกเจาะและค้างอยู่บนปากดาย ส่วนที่เป็นเศษวัสดุ คือ ส่วนที่หลุดออกไปจากช่องว่างของดาย รูที่เจาะจะมีขนาดรูปร่างเหมือนพันซ์ แสดงดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 กรรมวิธีขึ้นรูปโลหะแบบเจาะรู

1.5 การตัดขอบ (Trimming) เป็นการตัดที่ใช้ขอบงานที่ผ่านการอัดเป็นรูปหรือ อัดขึ้นรูปมาแล้ว เพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างที่ต้องการ แม่พิมพ์ตัดชนิดนี้จะต้องมีอุปกรณ์ประกอบในการนำเศษวัสดุออก แสดงดังภาพที่ 2-5



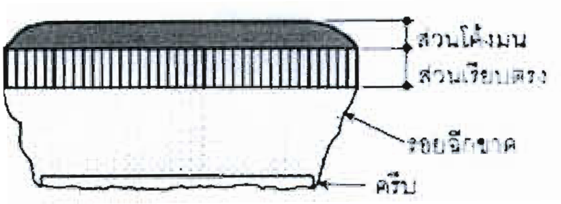
ภาพที่ 2-5 กรรมวิธีขึ้นรูปโลหะแบบตัดขอบ

1.6 การตัดอื่น ๆ นอกเหนือจากที่ได้กล่าวมาแล้วก็มีตัดบาก (Notching) ตัดแท่งรอย (Lancing) เป็นการตัดให้เป็นรอยขาดโดยที่ส่วนวัสดุที่ถูกตัดยังติดอยู่กับงาน เช่น การตัดเป็นช่องระบายอากาศและความร้อน ตัดแต่ง (Shaving) เป็นการตัดแต่งเพื่อให้ได้ชิ้นงานได้ขนาดและรอยตัดเรียบ

2. ขอบชิ้นงานที่ได้จากการตัด

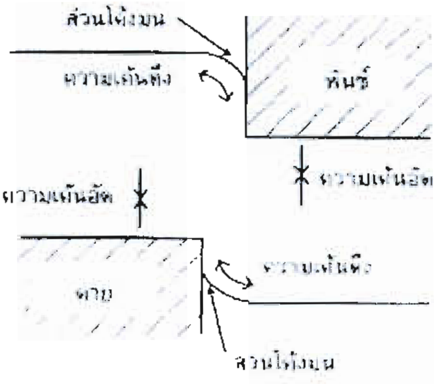
ในกรรมวิธีการตัดวัสดุชิ้นงานจะเกิดเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบถาวร ในปริมาณสูงจนกระทั่งเกิดการฉีกขาดของวัสดุ โดยทั่ว ๆ ไปลักษณะขอบตัดของชิ้นงานที่ได้จะถูกแบ่งออกเป็น

4 ส่วน คือ ส่วนโค้งมน (Die roll หรือ Rollover) ส่วนเรียบตรง (Smooth sheared surface) รอยฉีกขาด (Fractured surface) และครีบ (Burr) แสดงดังภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 ขอบชิ้นงานที่ได้จากการตัดโดยทั่วไป

2.1 ส่วนโค้งมน (Die roll หรือ Rollover) เป็นการเปลี่ยนรูปของขอบตัดเนื่องจากเนื้อชิ้นงานถูกดึงในช่วงแรกของการตัด การเกิดส่วนโค้งมนมีข้อเสีย คือ ทำให้ความหนาของชิ้นงานบริเวณขอบตัดลดลง เมื่อเทียบกับความหนาของแผ่นชิ้นงานเริ่มต้น โดยเฉพาะกรณีการเจาะรูเพื่อร้อยอุปกรณ์ยึด การเกิดส่วนโค้งมนจะทำให้สูญเสียพื้นที่ในการยึดบริเวณรอบ ๆ รู และทำให้ความแข็งแรงของการยึดต่ำลง แสดงดังภาพที่ 2-7

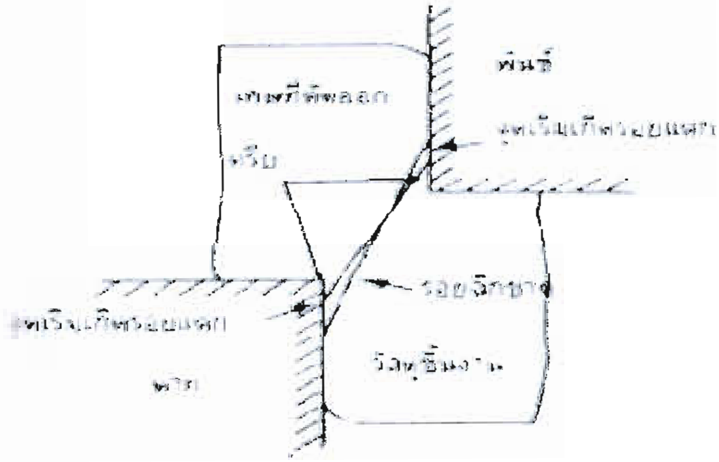


ภาพที่ 2-7 กลไกการเกิดส่วนโค้งมน

2.2 ส่วนเรียบตรงหรือส่วนตัดเฉือน (Smooth sheared surface หรือ Burnished surface) เป็นส่วนที่เกิดจากคมตัดของพันช์และดายที่เฉือนเนื้อชิ้นงานจนได้ผิวเรียบ เป็นส่วนที่ให้ขนาดของชิ้นงานเหมือนกับที่ออกแบบไว้ และเป็นส่วนที่ต้องการให้มีมากที่สุด โดยเฉพาะการตัดที่มีความเที่ยงตรงสูง เช่น งานตัดละเอียด (Fine blanking) ที่ต้องการขอบตัดที่มีส่วนเรียบตรงเกือบทั้งหมดโดยไม่มีรอยแตก

2.3 ส่วนที่เป็นรอยแตกหรือรอยฉีกขาด (Fractured surface) เนื่องจากในกระบวนการตัดต้องทำให้วัสดุขาดออกจากกัน ซึ่งการขาดของวัสดุเกิดจากความเค้นดึงมีค่าสูงเกินขีดจำกัดที่วัสดุสามารถรับได้ ทำให้เกิดการแตกของเนื้อวัสดุก่อนที่จะถูกคมตัดของพันช์และดายเฉือน รอยแตกดังกล่าวจะมีความขรุขระไม่เรียบและไม่ได้ฉาก

2.4 ครีบ (Burr) หรือบางครั้งถูกเรียกว่า เสี้ยน เกิดขึ้นที่ขอบถัดจากรอยแตก ครีบเป็นเนื้อโลหะบางๆ ที่มีความคม ขนาดของครีบขึ้นอยู่กับเงื่อนไขในการตัด คือ ช่องว่างแม่พิมพ์หรือระยะเคลียแรนซ์ และสมบัติของวัสดุ ครีบบนขอบตัดจะมีความแข็งและคมมาก อาจทำให้เกิดอันตรายเมื่อสัมผัส และกรณีที่ต้องการนำชิ้นงานตัดไปใช้ในการผลิตหรือประกอบเป็นชิ้นส่วนอื่น ๆ ครีบเป็นอุปสรรคที่ทำให้ชิ้นงานดังกล่าวไม่สามารถนำไปใช้ต่อได้ จึงจำเป็นต้องกำจัดครีบออกก่อน ดังนั้นในบางกรณี ขนาดของครีบที่ยอมรับได้จะเป็นเกณฑ์ที่สำคัญในการกำหนดอายุการใช้งานของแม่พิมพ์ตัด จากหลักการและขั้นตอนการตัดที่อธิบายไว้ข้างต้น การเริ่มเกิดรอยแตกในเนื้อวัสดุจะไม่ได้เกิดตรงคมตัดพอดี แต่จะเกิดขึ้นเหนือคมตัดเล็กน้อย แสดงดังภาพที่ 2-8 เนื่องจากจะเกิดความเค้นดึงสูงสุดขึ้นตรงจุดดังกล่าว ดังนั้นเมื่อรอยแตกในเนื้อวัสดุจากด้านพันช์และดายมาบรรจบกันก็จะทำให้วัสดุแยกออกจากกัน ส่วนเนื้อวัสดุบริเวณด้านข้างของคมตัดจะยังเหลืออยู่ที่ขอบตัด ส่วนนี้ ก็คือ ครีบที่เกิดขึ้นนั่นเอง โดยทั่วไปเมื่อช่องว่างระหว่างพันช์และดายเพิ่มมากขึ้น เมื่อคมตัดของพันช์และดาย เกิดการสึกหรอ ตำแหน่งที่เริ่มเกิดรอยแตกจะห่างจากคมตัดมากขึ้น ทำให้เนื้อวัสดุที่เหลือบนขอบตัดหรือครีบมีขนาดใหญ่มากขึ้น



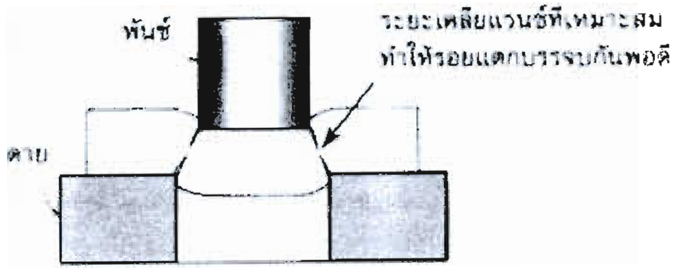
ภาพที่ 2-8 กลไกการเกิดครีบ

3. ช่องว่างแม่พิมพ์หรือระยะเคลียแรนซ์ (Cutting clearance)

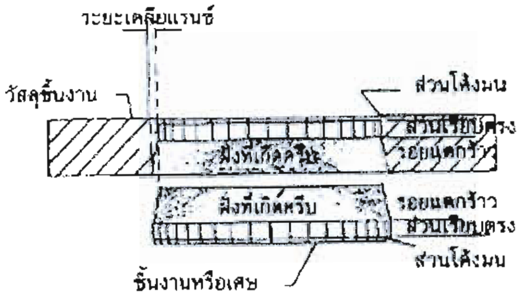
ช่องว่างแม่พิมพ์หรือระยะเคลียแรนซ์ หมายถึง ระยะช่องว่างที่เกิดขึ้นระหว่างคมตัดของพันช์และดาย การตัดโดยปกติจะต้องกำหนดให้มีช่องว่างเพื่อหลีกเลี่ยงการขบกันของคมตัดที่อาจส่งผลเสียหายต่อทั้งพันช์และดาย แม่พิมพ์ หรือแม้กระทั่งเครื่องปั๊มได้ ค่าเคลียแรนซ์ในการตัดต้องน้อยกว่าความหนาชิ้นงาน เพราะต้องการให้ชิ้นงานขาดออกจากกัน ไม่ใช่ลากชิ้นงานลงไปโดยดายเหมือนกรณีการลากขึ้นรูปลึก ระยะเคลียแรนซ์มีผลต่อคุณภาพขอบตัดของชิ้นงานเป็นอย่างมาก เพราะส่งผลโดยตรงต่อความเค้นในเนื้อชิ้นงานและการแตกของเนื้อวัสดุซึ่งจะทำให้ขอบตัดที่ได้แตกต่างออกไป อิทธิพล ของระยะเคลียแรนซ์มีดังนี้

3.1 กรณีที่ใช้ระยะเคลียแรนซ์เหมาะสม (Optimum clearance) ในการตัดชิ้นงานจะเกิดการแตกของเนื้อวัสดุทั้งจากคมตัดของพันช์และคมตัดของดาย ถ้ากำหนดระยะเคลียแรนซ์ได้เหมาะสมกับวัสดุ รอยแตกที่เกิดจากทางด้านพันช์และดายจะอยู่ในแนวที่จบกันพอดี แสดงดังภาพที่ 2-9 (ก) และขอบตัดที่ได้จากการตัดโดยใช้ระยะเคลียแรนซ์ที่เหมาะสม แสดงดังภาพที่ 2-9 (ข)

เมื่อพิจารณาขอบตัดที่ได้ในขั้นตอนแรกของการกดตัดจะเกิดการเปลี่ยนรูปถาวร ซึ่งเป็นลักษณะเป็นส่วนโค้งมนตรงช่วงแรกสุดของขอบตัด หลังจากนั้นเมื่อพันช์ทำการกดอย่างต่อเนื่องจะทำให้ได้ขอบตัดเป็นแนวเรียบตรงมีลักษณะเป็นเงามัน ส่วนสุดท้ายของขอบตัดจะมีลักษณะเป็นรอยฉีกขาดหรือรอยแตกที่เกิดขึ้นเนื่องจากความเค้นดึงภายในเนื้อวัสดุ ที่มีค่าเกินค่าขีดจำกัดความแข็งแรงของวัสดุนั้น ๆ



(ก) แสดงการจบกันของรอยแตกในชิ้นงาน

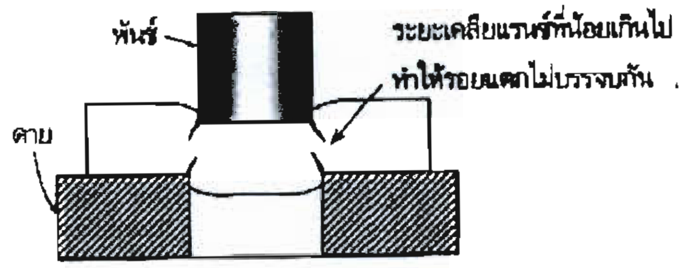


(ข) แสดงการจบกันของรอยแตกในชิ้นงาน

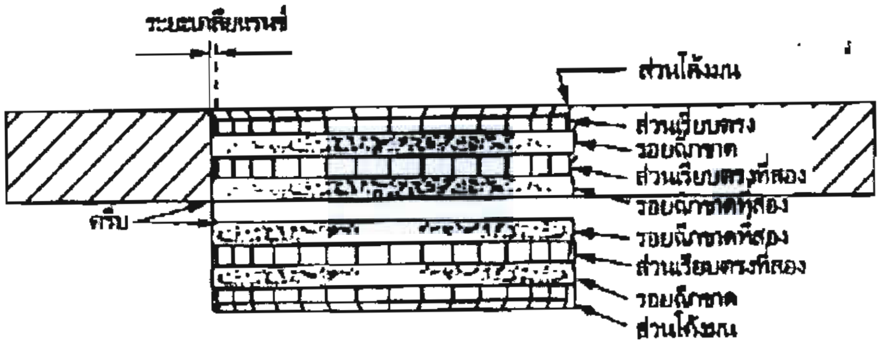
ภาพที่ 2-9 ลักษณะการขยายตัวของรอยแตกและขอบตัดที่ได้เมื่อใช้ระยะเคลียแรนซ์ที่เหมาะสม

3.2 กรณีที่ใช้ระยะเคลียแรนซ์น้อยเกินไป (Insufficent clearance) เมื่อใช้ระยะเคลียแรนซ์ระหว่างพันซ์และดายน้อยเกินไป จะส่งผลต่อระยะหรือตำแหน่งในการเริ่มเกิดรอยแตกรวมทั้งความเค้นในเนื้อชิ้นงานที่ทำการตัด โดยระยะเคลียแรนซ์ที่เล็กจะทำให้ส่วนโค้งมนที่ขนาดเล็กลงและส่วนเรียบตรงมีความยาวมากขึ้นเนื่องจากรอยแตกจะเกิดขึ้นช้าลง ในกรณีที่ระยะเคลียแรนซ์แคบมาก ๆ รอยแตกที่เกิดขึ้นจากด้านพันซ์และดายจะขยายยาวออกไป แต่ไม่บรรจบกัน แสดงดังภาพที่ 2-10 (ก) ซึ่งจะทำให้รอยฉีกขาดของวัสดุไม่ต่อเนื่องกันและเกิดเป็นรอยฉีกขาดบางส่วนสลับกับส่วนเรียบตรง ดังนั้นขอบตัดที่ได้จากการตัดโดยใช้ระยะเคลียแรนซ์น้อยเกินไปอาจจะมีแนวเรียบตรงเกิดขึ้นได้มากกว่า 2 แห่ง ซึ่งเรียกกันว่าส่วนเรียบตรงที่สอง หรือรอยตัดเฉือนที่สอง(Secondary shear) แสดงดังภาพที่ 2-10 (ข) ในกรณีที่ระยะเคลียแรนซ์แคบจะมีเนื้อวัสดุที่พันซ์ต้องกดตัดให้ขาดออกจากกันมากกว่าในกรณีที่ระยะเคลียแรนซ์กว้าง (ส่วนเรียบตรงที่ยาวกว่านั่นเอง) ดังนั้นจึงต้องใช้แรงในการตัดมากกว่า ส่งผลให้การสึกหรอของพันซ์และดายเกิดขึ้นเร็ว นอกจากนั้นแรงที่จำเป็นต้องใช้ในการดันชิ้นงานหรือเศษโลหะให้หลุดออกจากรูดาย (Ejection force) ก็จะเพิ่มมากขึ้นทำนองเดียวกันแรงที่จำเป็นต้องใช้ในการปลดแผ่นชิ้นงานให้ออก

จากพันช์ (Stripping force) ก็จะเพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกันอย่างไรก็ตาม ระยะเคลียแรนซ์ในการตัดมีค่าน้อยจะมีข้อดี คือ ทำให้ครีบที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กลง



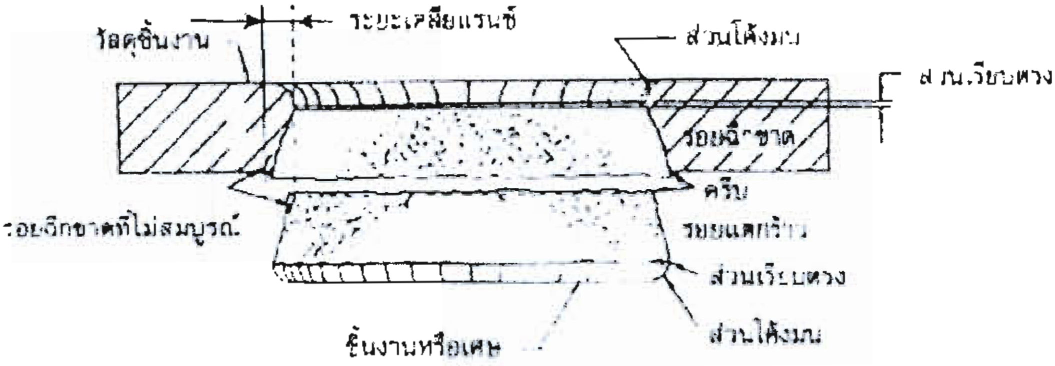
(ก)แสดงการขยายตัวของรอยแตกในชิ้นงานกรณีที่ใช้เคลียร์แรนซ์น้อยเกินไป



(ข)แสดงขอบตัดที่ได้เมื่อใช้ระยะเคลียแรนซ์น้อยเกินไป

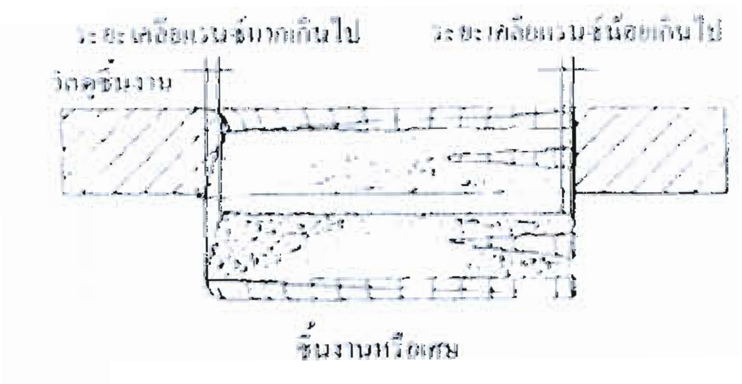
ภาพที่ 2-10 ลักษณะการขยายตัวของรอยแตกและขอบตัดที่ได้เมื่อใช้ระยะเคลียแรนซ์น้อยเกินไป

3.3 กรณีที่ใช้ระยะเคลียแรนซ์มากเกินไป (Excessive clearance) การขาดออกจากกันของวัสดุจะมีลักษณะคล้าย ๆ กับการถูกดึงให้ขาดมากกว่าการถูกตัด โดยขอบตัดกรณีดังกล่าว แสดงดังภาพที่ 2-11 กรณีนี้จะมีส่วนเรียบตรงน้อยมากหรือแทบไม่มีเลย ในขณะที่ส่วนโค้งมนและรอยฉีกขาดจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและครีบที่ได้ก็จะมีความสูงและความหนามากขึ้นทำให้กำจัดได้ยาก



ภาพที่ 2-11 ขอบตัดที่ได้เมื่อใช้ระยะเคลียแรนซ์มากเกินไป

3.4 กรณีที่ตำแหน่งของพันช์และดายเยื้องศูนย์กัน (Misalignment) ขอบตัดของชิ้นงานที่ได้จะแตกต่างกันไปเมื่อระยะเคลียแรนซ์เปลี่ยนไป ดังนั้นการสังเกตลักษณะขอบตัดที่ได้จากการปั๊มจะสามารถบ่งบอกถึงสภาวะของการกำหนดระยะเคลียแรนซ์ได้ และจะมีประโยชน์อย่างมากในการลองพิมพ์ เพื่อปรับแต่งให้ได้ความเที่ยงตรง ตัวอย่างขอบตัดที่ได้เมื่อตำแหน่งของพันช์และดายไม่เที่ยงตรงหรือเยื้องศูนย์กัน แสดงดังภาพที่ 2-12 จากการพิจารณาขอบตัดดังกล่าวจะทำให้ทราบได้ว่าพันช์หรือดายเอียงไปทางไหน ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการปรับแต่งแม่พิมพ์ให้ได้ความเที่ยงตรง เพราะถ้ายังฝืนทำงานในสภาพที่มีการเยื้องศูนย์ จะทำให้อัตราการสึกหรอในแต่ละด้านของพันช์และดายแตกต่างกัน ส่งผลให้แรงที่กระทำต่อพันช์แต่ละด้านแตกต่างกันและอาจก่อให้เกิดความเสียหายกับพันช์และดาย ส่วนประกอบอื่นของแม่พิมพ์ หรือแม้กระทั่งเครื่องปั๊มได้



ภาพที่ 2-12 ขอบตัดของชิ้นงานกรณีที่ตำแหน่งของพันช์และดายเยื้องศูนย์กัน

4. ตำแหน่งที่เกิดการสึกหรอหรอของแม่พิมพ์ตัด

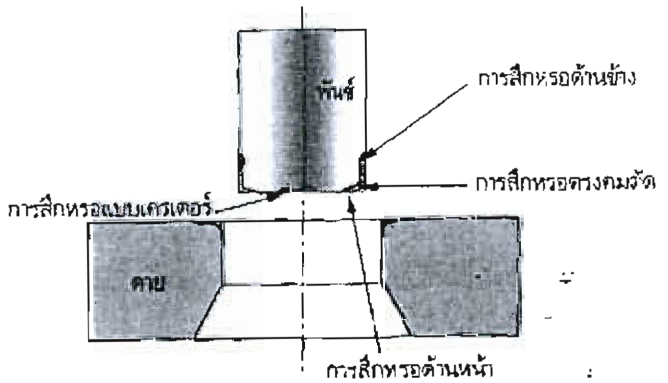
การสึกหรอของแม่พิมพ์ตัดส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นบริเวณใกล้ ๆ กับคมตัดและผิวหน้าพันซ์ สามารถแบ่งการสึกหรอได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

4.1 การสึกหรอด้านข้าง (Flank wear หรือ Side wear) จะเกิดที่แนวด้านข้าง ตามแนวยาวหรือแนวแกนของพันซ์และดาย การสึกหรอด้านข้างนี้มีความสำคัญเนื่องจากจะมีผลต่อขนาดชิ้นงานสำเร็จ เพราะจะทำให้ขนาดของพันซ์และดายบริเวณคมตัดเปลี่ยนไป นั่นคือ พันซ์จะมีขนาดเล็กลงในขณะที่ดายมีขนาดใหญ่ขึ้น และส่งผลให้ค่าเคลียแรนซ์ของแม่พิมพ์เปลี่ยนไป ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงกับขอบตัด

4.2 การสึกหรอตรงคมตัด (Edge wear) จะเกิดขึ้นตรงมุมของคมตัดและเกิดก่อนการสึกหรอด้านข้าง การสึกหรอของคมตัดจะมีผลต่อขนาดของครีบ (Burr) บนชิ้นงาน เพราะถ้าคมตัดเกิดการสึกหรอการตัดจะไม่สมบูรณ์และทำให้ขนาดของครีบสูงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อการสึกหรอเพิ่มมากขึ้น หรือเมื่อทำการตัดชิ้นงานไปปริมาณมาก ๆ นั่นเอง

4.3 การสึกหรอด้านหน้า (Face wear) เกิดจากการที่ผิวด้านหน้าของพันซ์และดายบริเวณใกล้ ๆ คมตัดเกิดการกระแทกซ้ำ ๆ กับชิ้นงานซึ่งจะทำให้เกิดความล้าของผิวดังกล่าวขึ้น โดยจะมีผลชัดเจนเมื่อมีการตัดชิ้นงานจำนวนมาก ๆ

4.4 การสึกหรอแบบเครเตอร์ (Crater wear) เกิดจากการกระแทกซ้ำ ๆ ระหว่างผิวหน้าของพันซ์กับผิวชิ้นงาน คล้ายกับการสึกหรอด้านหน้าแต่จะเกิดขึ้นห่างจากขอบคมตัดและบริเวณใกล้ศูนย์กลางพันซ์ เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่น (Elastic deformation) ของชิ้นงานขณะทำการตัดเฉือน และจะทำให้เกิดการเสียดสีกันระหว่างผิวหน้าของพันซ์กับผิวของชิ้นงาน



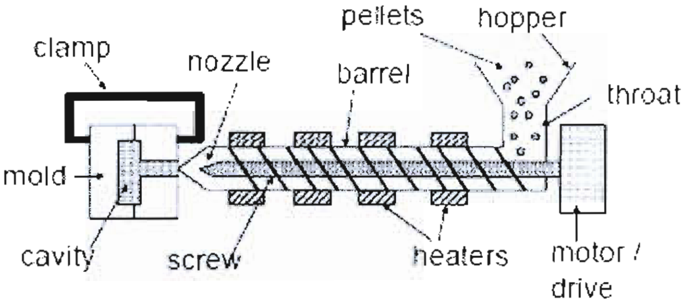
ภาพที่ 2-13 การสึกหรอที่เกิดขึ้นบนพันซ์และดาย

ในกระบวนการตัดโดยปกติจะใช้ขนาดของครีบบนขอบตัดของชิ้นงานเป็นตัวกำหนดอายุของแม่พิมพ์เมื่อขนาดความสูงของครีบที่เกิดขึ้นเกินค่าที่ยอมรับได้ จะต้องนำพันช์และดายมาทำการเจียรใหม่ปกติคมตัดของพันช์จะเกิดการสึกมากกว่าคมตัดของดาย เนื่องจากคมตัดของพันช์ จะเสียดสีกับวัสดุชิ้นงานทั้งในตอนกดตัดและตอนที่พันช์เคลื่อนที่กลับขึ้น

ทฤษฎีเครื่องฉีดพลาสติก (Injection molding machine)

โดยทั่วไปแล้วเครื่องฉีดพลาสติกจะมีโครงสร้างสำคัญอยู่ 3 ส่วนดังนี้

1. ชุดฉีด (Injection unit) จะทำหน้าที่ดึงเม็ดพลาสติกเข้าสู่กระบอกฉีดหลอมเหลวเพื่อทำการหลอมเหลวเม็ดพลาสติก จากนั้นจะส่งพลาสติกที่หลอมเหลวแล้วไปที่หัวฉีด และทำหน้าที่ในการฉีดพลาสติกเข้าสู่แม่พิมพ์ และรักษาความดันในแม่พิมพ์ ชุดฉีดจะมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังภาพที่ 2-14



ภาพที่ 2-14 ส่วนประกอบของชุดฉีด

1.1 ฮอปเปอร์ (Hopper) เป็นกรวยขนาดใหญ่ใช้ในการลำเลียงเม็ดพลาสติกเพื่อป้อนเข้าสู่เครื่องฉีดพลาสติก

1.2 กระบอกฉีดและสกรู (Injector and screw) เป็นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่หลอมเหลวพลาสติกและสร้างแรงดันเพื่อฉีดพลาสติกเข้าสู่แม่พิมพ์ (Mold) ประกอบด้วยกระบอกส่วนนอกยึดติดอยู่กับที่ ส่วนต้นของกระบอกเป็นที่ติดตั้งฮอปเปอร์ ตรงส่วนกลางและส่วนปลายของกระบอกมีเครื่องให้ความร้อนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ ปลายของกระบอกจะต่อเข้ากับหัวฉีดภายในของกระบอกนี้เป็นสกรูที่มีความยาวสั้นกว่ากระบอกเล็กน้อย มีลักษณะเป็นเกลียวหยาบหมุนป้อนส่วนผสมของพลาสติกให้เคลื่อนที่เข้าสู่กระบอก สามารถเคลื่อนที่ถอยหลังและดันกลับ เพื่อเพิ่มแรงดันให้พลาสติกหลอมเหลวไหลเข้าสู่แม่พิมพ์

1.3 หัวฉีด (Nozzle) เป็นส่วนปลายของกระบอกฉีดเข้ากับช่องทางไหลของพลาสติกในแม่พิมพ์หัวฉีดมีรูขนาดเล็กเพื่อเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่เข้าสู่แม่พิมพ์ของพลาสติกหลอมเหลว

1.4 มอเตอร์ขับสกรู (Driver motor) อาจเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าหรือมอเตอร์ไฮดรอลิค ใช้สำหรับหมุนสกรูและขับดันพลาสติกหลอมเหลว

1.5 แม่พิมพ์ (Mold) เป็นอุปกรณ์ที่มีช่องว่างภายในมีรูปร่างตามผลิตภัณฑ์ที่ต้องการในการผลิตแม่พิมพ์จะออกแบบให้มี 2 ชิ้นหลัก เพื่อสะดวกในการถอดผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปออก โดยช่องที่นำพลาสติกหลอมเหลวเข้าสู่ช่องแบบผลิตภัณฑ์ เรียกว่า สปรู (Sprue) และในกรณีที่แม่พิมพ์ถูกออกแบบมาให้ผลิตได้ครั้งละหลายชิ้น จะมีช่องแบบหลายอัน เรียกว่า ช่องแบบ (Cavity) และช่องทางแยกจากสปรูเข้าสู่แต่ละช่องแบบ เรียกว่า รันเนอร์ (Runner)

1.6 ชุดควบคุมกลาง (Central control) เป็นชุดควบคุมเครื่องจักรทุกส่วน รวมทั้งการจ่ายกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ตรวจวัด ชุดควบคุมอุณหภูมิ ชุดควบคุมแรงดัน และอุปกรณ์ตั้งเวลา

2. ส่วนชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์ (Clamping Unit) ทำหน้าที่ในการยึดแม่พิมพ์ทั้งสองส่วนเข้ากับตัวเครื่องฉีดพลาสติก เลื่อนปิด-เปิดแม่พิมพ์ ให้แรงในการปิดแม่พิมพ์ หล่อเย็นชิ้นงานฉีดพลาสติก และปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ประกอบไปด้วยแผ่นยึดแม่พิมพ์ซึ่งมีส่วนที่เคลื่อนที่และอยู่กับที่ เพลานำเลื่อน ระบบขับเคลื่อนปิด-เปิดแม่พิมพ์ และแผ่นยึดระบบขับเครื่อง

3. ส่วนฐานของเครื่องฉีดพลาสติก (Base) ทำหน้าที่คอยรับน้ำหนักของชุดฉีด และชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ยึดติดอุปกรณ์ไฮดรอลิกทั้งหมดในเครื่อง และยังทำหน้าที่เป็นถังน้ำมันไฮดรอลิก โดยส่วนใหญ่แล้วตัวฐานเครื่องจะทำด้วยเหล็กเหนียวที่เชื่อมประกอบเข้าเป็นฐานเครื่อง เพื่อความแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักมาก ๆ ได้ดี

กระบวนการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก (Injection Molding)

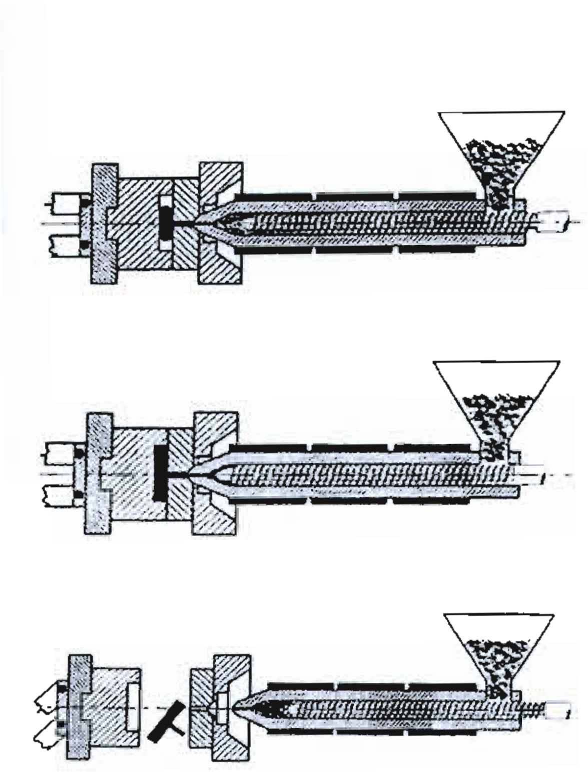
ในกระบวนการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก ในการฉีดขึ้นรูปชิ้นงานจากพลาสติกจะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการปิดแม่พิมพ์เพื่อเตรียมพร้อมในการฉีดพลาสติกเหลว (Clamping)

2. ขั้นตอนการฉีดพลาสติก (Injection) โดยสกรูจะหมุนเพื่อดันพลาสติกเหลวในกระบอกฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์จากนั้นแม่พิมพ์จะปิดค้างไว้

3. ขั้นตอนการทำความเย็น (Cooling) โดยน้ำจะไหลผ่านแม่พิมพ์เพื่อให้พลาสติกเย็นตัวลง และคงรูป

4. ขั้นตอนถอดผลิตภัณฑ์จากแม่พิมพ์ (Ejection)



ภาพที่ 2-15 กระบวนการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก

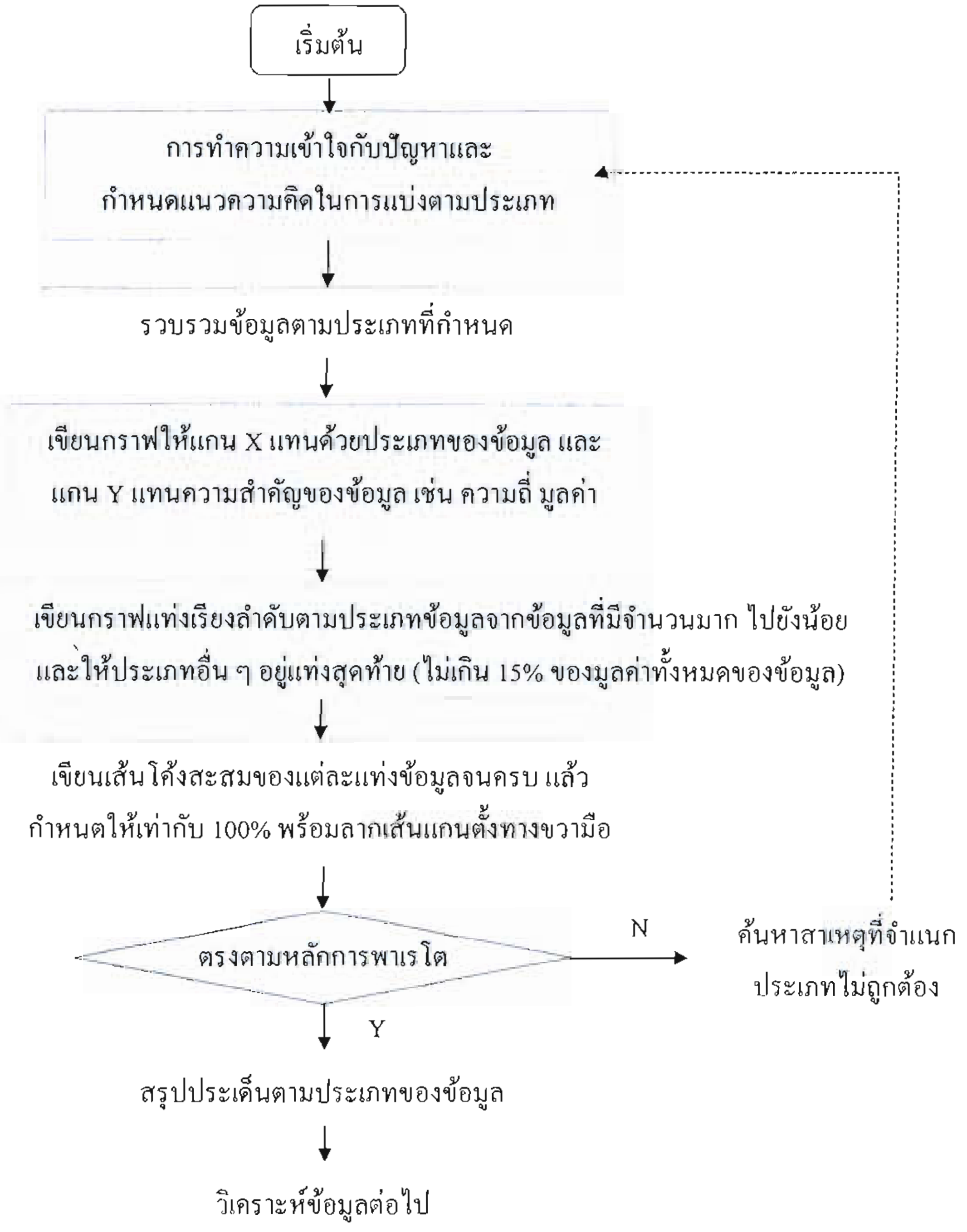
แนวความคิดในการสร้างกลวิธีการแก้ปัญหาคุณภาพ

กิติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ (2550) ได้กล่าวถึงหลักการควบคุมคุณภาพ ต้องอาศัยหลักการสำคัญ 3 ข้อ คือ ทุกคนในองค์กรมีส่วนร่วมกัน แก้ปัญหาอย่างมีระบบ และการตัดสินใจโดยใช้ข้อเท็จจริงอย่างมีเหตุมีผล การใช้กลวิธีการแก้ปัญหาคุณภาพให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จะต้องใช้ภายใต้ขั้นตอนการแก้ปัญหาภายใต้คิวซีสตอรี ดังตารางที่ 2-1 แนวคิดในการใช้กลวิธีการแก้ปัญหาคุณภาพภายใต้ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามคิวซีสตอรี

ตารางที่ 2-1 แนวความคิดในการใช้กลวิธีการแก้ปัญหาคุณภาพ

ขั้นตอนการแก้ปัญหา	**แนวความคิดการวิเคราะห์**	**เครื่องมือ**
1. การกำหนดหัวข้อปัญหา	1.1 การจำแนกประเภทข้อมูล	แผนภาพพาเรโต
	1.2 การทำความเข้าใจกับกระบวนการ	แผนภูมิการไหล
	1.3 การวิเคราะห์ความเสถียร	แผนภาพพาเรโต แผนภูมิควบคุม
2. การสังเกตการณ์และตั้งเป้าหมาย	2.1 การสังเกตโดยพิจารณาแหล่งความผันแปร	กราฟ ใบตรวจสอบ
	2.2 การวิเคราะห์ความผันแปรว่าเป็นสาเหตุผิดธรรมชาติหรือไม่	ฮีสโตแกรม แผนภูมิควบคุม
3. การวางแผนการแก้ไขปัญหา	3.1 การกำหนดกิจกรรมและตารางเวลา	แผนภูมิของแกนต์
4. การวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้า	4.1 การกำหนดสมมติฐานของสาเหตุ	แผนภาพก้างปลา
	4.2 การพิสูจน์สมมติฐาน	ฮีสโตแกรม กราฟ แผนภาพการกระจาย
5. การกำหนดมาตรการตอบโต้และนำไปใช้	5.1 การวางแผนกิจกรรม	เครื่องมือจัดการ 7 ตัว (New 7 QC Tools)
6. การติดตามผล	6.1 การประเมินความมีประสิทธิผลของมาตรการตอบโต้ ภายหลังจากการเอาชนะแรงต่อต้านแล้ว	กราฟ แผนภาพพาเรโต
7. การทำมาตรฐานและการควบคุม	การทบทวนมาตรฐาน	แผนภูมิควบคุม

1. **แผนภาพพาเรโต** เป็นแผนภาพที่ใช้จำแนกประเภทข้อมูล เป็นการิเคราะห์ความมีเสถียรภาพของข้อมูลที่มีการจำแนกประเภทและมีการสะสมตามเวลา มีวิธีการสร้างแผนภาพพาเรโต ดังภาพที่ 2-16 แสดงถึงขั้นตอนในการสร้างแผนภาพพาเรโด เพื่อให้การวิเคราะห์ที่ดี



ภาพที่ 2-16 ขั้นตอนการสร้างแผนภาพพาเรโต

แผนภาพพาราโต มีข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้เปรียบเทียบดังตารางที่ 2-2 แนวความคิดในการใช้กลวิธีการแก้ปัญหาคุณภาพ เพราะแผนภาพพาเรโตมีความสำคัญมากต่อการวิเคราะห์ข้อมูล จำแนกข้อมูลที่ใช้กำหนด

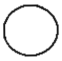
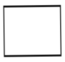
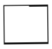
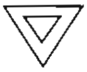
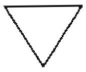
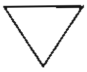
ตารางที่ 2-2 ข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้แผนภาพพาเรโต

ใช้แผนภาพพาเรโต	ไม่ใช้แผนภาพพาเรโต
วิเคราะห์ความเหมาะสมในการจำแนกข้อมูล หรือการวิเคราะห์ความมีเสถียรภาพของข้อมูล โดยคำนึงหลักการของพาเรโต	แสดงข้อมูลว่าข้อมูลใดมีจำนวนมาก น้อยกว่ากัน
คาดการณ์ถึงโอกาสที่เกิดขึ้นของข้อมูลแต่ละประเภท	กำหนดความสำคัญหรือความรุนแรงของปัญหา
เส้นโค้งสะสมของแผนภาพพาเรโต ในการตีความหมาย ว่าข้อมูลมีการแจกแจงตามหลักการ	เส้นโค้งสะสมของแผนภาพพาเรโต ในการแสดงผลของข้อมูลโดยปราศจากการตีความหมายจากค่าสะสม
กำหนดประเด็นสำคัญของประเภทของข้อมูลที่มีความสอดคล้องกับหลักการของพาเรโต	แสดงข้อมูลมีวามสอดคล้องกับหลักการพาเรโต
วิเคราะห์การจำแนกประเภทข้อมูล การคาดการณ์การเกิดขึ้น	วิเคราะห์ความมีเสถียรภาพของข้อมูล ข้อมลนั้นไม่ได้สะสมค่าตามเวลา

2. แผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต ศึกษากระบวนการเพื่อหาโอกาสในการปรับปรุงกระบวนการ เป็นแผนภาพที่ใช้จำแนกประเภทข้อมูล ตารางที่ 2-3 เป็นสัญลักษณ์การเขียนแผนภูมิการไหลของกระบวนการ และขั้นตอนวิธีการสร้างแผนภูมิการไหลของกระบวนการ ดังภาพที่ 2-17 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ ในการปรับปรุงกระบวนการทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ เป็นแผนภูมิกระบวนการผลิตที่ให้ภาพทั่ว ๆ ไป อย่างกว้างขวางโดยการจดบันทึก เฉพาะการปฏิบัติงานที่สำคัญ ๆ และการตรวจสอบที่เกิดขึ้นตามลำดับขั้นตอนที่ต้องทำ โดยทั่วไปมักใช้การจดบันทึกในรูปแบบการเขียนข้อความไว้ แต่วิธีการนี้ไม่เหมาะสมที่จะนำมาจดบันทึกทุกขั้นตอนหรือ ทุก ๆ การปฏิบัติงานในรายงานการผลิต จึงมีการใช้สัญลักษณ์มาตรฐานเพียง 1 ชุด 5 สัญลักษณ์ สามารถครอบคลุมถึงการกระทำหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏขณะปฏิบัติงาน

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

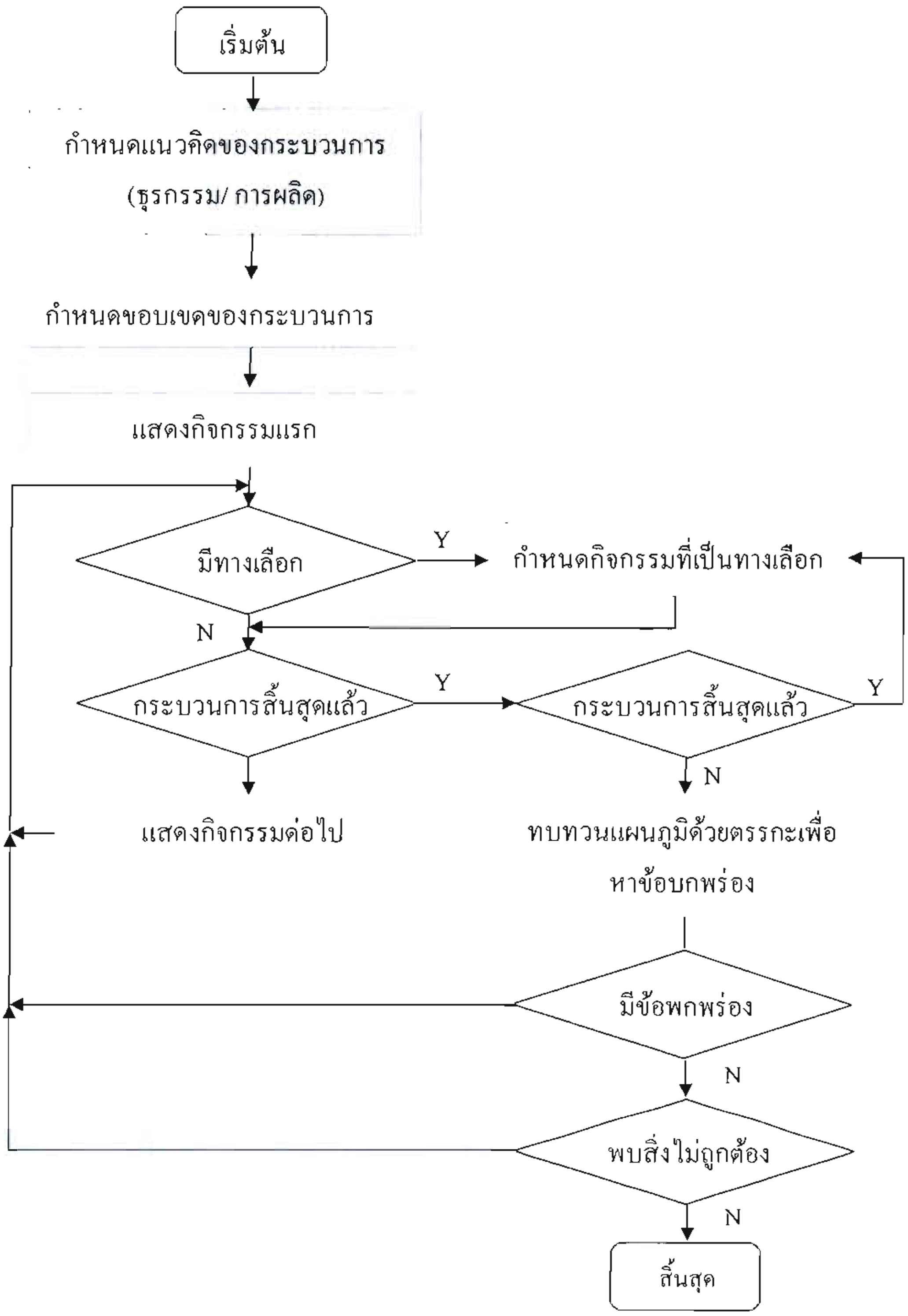
ตารางที่ 2-3 สัญลักษณ์การเขียนแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต

ชื่อกิจกรรม	ความหมาย	สัญลักษณ์*		
		ASME	TPS	อธิบายเพิ่มเติม
1.การเพิ่มมูลค่า	การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุดิบ หรือการเพิ่มมูลค่าแก่วัตถุดิบ			เครื่องหมายวงกลม หรืออักษรโอ
2.การตรวจสอบ	พิจารณาคุณภาพ หรือปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการเพิ่มมูลค่าแล้ว			ตรวจสอบปริมาณ
				ตรวจสอบคุณภาพ
				ตรวจสอบคุณภาพในขณะเพิ่มมูลค่า
3.การขนย้าย	การย้ายตำแหน่งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุกหนึ่งโดยไม่มีการเพิ่มมูลค่า			เครื่องหมายวงกลม ที่เล็กกว่าการเพิ่มมูลค่า
4.การรอคอย	หยุดนิ่งโดยไม่มีการเพิ่มมูลค่าและไม่ได้วางแผนไว้ (สามารถหลีกเลี่ยงได้)			การรอคอยระหว่างกระบวนการ
				การรอคอยที่คลังพัสดุย่อย
				การรอคอยภายในลอตที่กำลังแปรรูป
				การรอคอยตามผลิตภัณฑ์มาตรฐานสำรอง
5.การเก็บรักษา	การหยุดนิ่งโดยไม่มีการเพิ่มมูลค่าและมีการวางแผนไว้ (ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้)			การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป
				การเก็บรักษาวัตถุดิบ

หมายเหตุ: ASME: สมาคมวิศวกรรมเครื่องกลแห่งอเมริกา

TPS: ระบบการผลิตแบบโตโยต้า

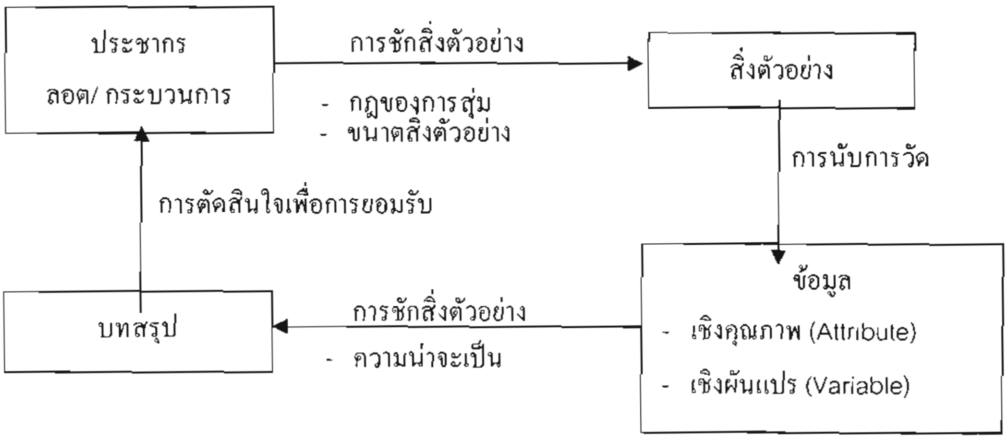
365511



ภาพที่ 2-17 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

การสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ (Acceptance Sampling Plans)

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2542) ได้ให้ความหมายของการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับว่าเป็นการตรวจสอบตัวอย่างที่เลือกขึ้นมาจากงานทั้งหมด โดยวิธีการทางสถิติด้วยกฎของความน่าจะเป็น (Probability) อาศัยคุณลักษณะของสิ่งตัวอย่างที่ตรวจสอบได้ในการอธิบายคุณลักษณะของชิ้นงานทั้งหมดที่ต้องการตัดสินใจ (ประชากร) และอาศัยการอนุมานทางสถิติ (Statistical inference) เพื่อการตัดสินใจโดยวิธีการทดสอบสมมติฐาน (Test of hypothesis) เพื่อพิจารณาว่าคุณภาพของสิ่งตัวอย่างนั้นควรได้รับการยอมรับ (Accept) หรือไม่ ดังภาพที่ 2-18



ภาพที่ 2-18 กระบวนการของการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

แผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับแบบเชิงคุณภาพ เป็นแผนการชักสิ่งตัวอย่างที่ใช้การแจงนับสิ่งตัวอย่างด้วยการแยกออกตามลักษณะคุณภาพ มีความเหมาะสม อาศัยความรู้สึก ความสวยงาม คุณลักษณะทางเคมี ทางกายภาพ เพื่อความรวดเร็วในการตรวจสอบผลที่ได้ คือ ผ่าน (GO) ไม่ผ่าน (NO GO) แต่มีข้อเสีย ไม่สามารถให้รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการตัดสินใจ

แผนการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับแบบเชิงผันแปร เป็นแผนการชักสิ่งตัวอย่างอาศัยการวัดสิ่งตัวอย่าง ที่ใช้คุณลักษณะทางคุณภาพ ทางเคมี ทางกายภาพ ทางจุลชีววิทยา แผนการชักแบบนี้สามารถให้รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการตัดสินใจได้มาก แต่มีข้อเสีย ข้อมูลที่ใช้สำหรับแผนการชักสิ่งตัวอย่างจะมีค่าใช้จ่าย และใช้เวลาสูง

เส้นโค้งคุณลักษณะการดำเนินการ (The Operation Characteristic Curve: OC Curve)

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2542) เส้นโค้งเครื่องมือทางสถิติที่สำคัญสำหรับการประเมินสมรรถนะของแผนการสุ่มเพื่อการยอมรับ ได้แก่ เส้นโค้งคุณลักษณะการดำเนินการ ซึ่งเส้นโค้งจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต (Probability of acceptance, P_a และสัดส่วนของเสียในลอต (Lot fraction defective, p) ที่ขนาดตัวอย่างในการสุ่ม (n) และค่าวิกฤต (c) ค่าหนึ่งๆ เส้นโค้งคุณลักษณะการดำเนินการจึงเป็นเส้นโค้งที่แสดงความน่าจะเป็นที่ลอตแต่ละลอตที่มีสัดส่วนของเสียระดับหนึ่ง ๆ จะได้รับการยอมรับหรือปฏิเสธ

บรรหาญ ลิลา (2556) การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตเมื่อทราบสัดส่วนของเสียในลอต ขนาดตัวอย่างในการสุ่ม (n) และค่าวิกฤต (c) หาได้โดยใช้สมการที่ 2-1 และ สมการที่ 2-2 ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อขนาดของลอต (N) มีขนาดใหญ่ การแจงแจงของเสียหรือข้อบกพร่องแต่ละชิ้นที่ถูกเลือกมาเป็นตัวอย่างมีลักษณะเป็น Binomial ที่มีโอกาสของความสำเร็จ (Success, p) แทนได้ด้วยโอกาสที่แต่ละชิ้นในตัวอย่างจะเป็นของเสียหรือของข้อบกพร่อง สมการที่ 2-1 แสดงการคำนวณความน่าจะเป็นที่จะพบของเสียหรือข้อบกพร่องจำนวน d ชิ้นจากจำนวนตัวอย่าง n ชิ้นที่สุ่มมาจากลอตขนาด N ชิ้น

$$P\{defective\} = f(d) = \frac{n!}{d!(n-d)!} p^d (1-p)^{n-d} \qquad (2\text{-}1)$$

ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตเท่ากับความน่าจะเป็นในการที่จะตรวจพบของเสียหรือข้อบกพร่องไม่เกิน c ชิ้นหรือความน่าจะเป็นที่ $d \leq c$ นั่นเอง ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยสมการที่ 2-2

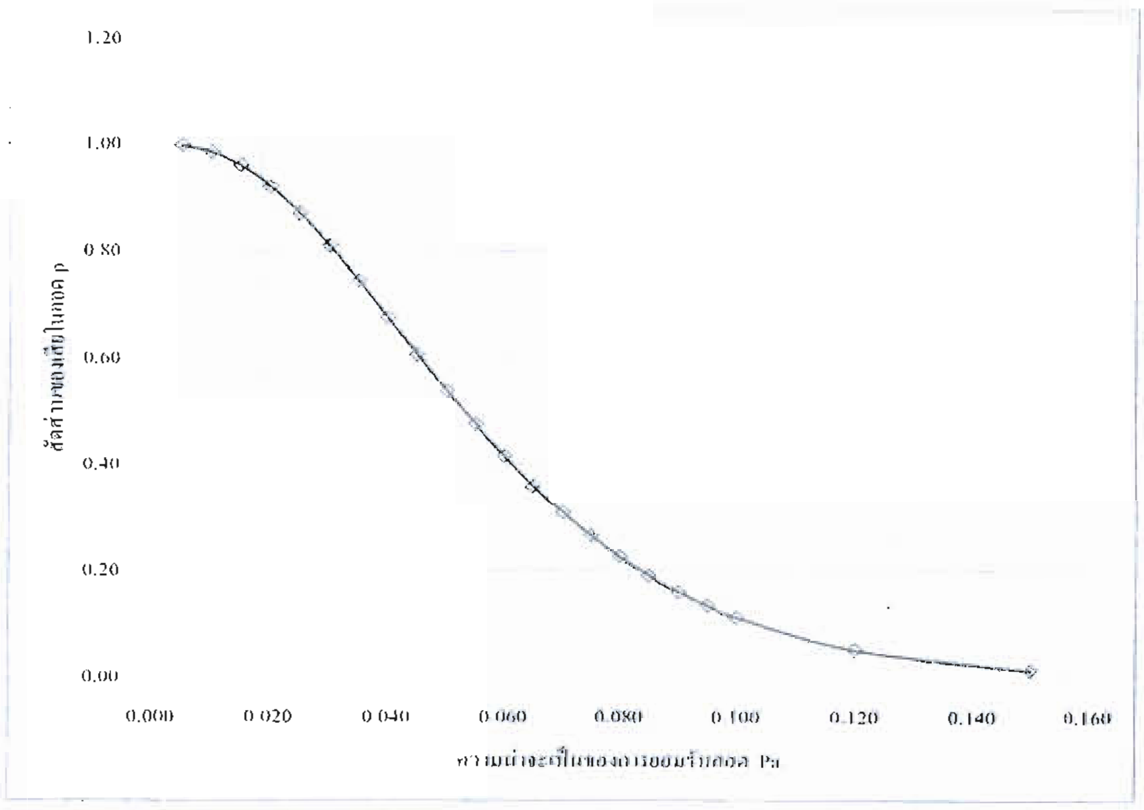
$$P_a = f(d \leq c) = \sum_{d=0}^{c} \frac{n!}{d!(n-d)!} p^d (1-p)^{n-d} \qquad (2\text{-}2)$$

ตัวอย่างเส้นโค้งคุณลักษณะการดำเนินการที่เกิดจากการคำนวณโดยใช้สมการที่ 2-2 เมื่อเปลี่ยนค่า p ไปเป็นค่าอื่น ๆ และใช้แผนการสุ่มเพื่อการยอมรับที่มีค่า n = 50, c = 2 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอตที่ p ค่าต่าง ๆ เมื่อ กำหนด n = 50, c ≤ 2

สัดส่วนของเสีย ในลอต p	**สัดส่วนของดี p-1**	**ข้อบกพร่อง (ชิ้น) 0**	**1**	**2**	**ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต Pa**
0.005	0.995	0.7783	0.1956	0.0241	0.9979
0.010	0.990	0.6050	0.3056	0.0756	0.9862
0.015	0.985	0.4697	0.3576	0.1334	0.9608
0.020	0.980	0.3642	0.3716	0.1858	0.9216
0.025	0.975	0.2820	0.3615	0.2271	0.8706
0.030	0.970	0.2181	0.3372	0.2555	0.8108
0.035	0.965	0.1684	0.3054	0.2714	0.7452
0.040	0.960	0.1299	0.2706	0.2762	0.6767
0.045	0.955	0.1000	0.2357	0.2721	0.6078
0.050	0.950	0.0769	0.2025	0.2611	0.5405
0.055	0.945	0.0591	0.1720	0.2452	0.4763
0.060	0.940	0.0453	0.1447	0.2262	0.4162
0.065	0.935	0.0347	0.1207	0.2056	0.3610
0.070	0.930	0.0266	0.0999	0.1843	0.3108
0.075	0.925	0.0203	0.0822	0.1633	0.2658
0.080	0.920	0.0155	0.0672	0.1433	0.2260
0.085	0.915	0.0118	0.0547	0.1245	0.1910
0.090	0.910	0.0090	0.0443	0.1073	0.1605
0.095	0.905	0.0068	0.0357	0.0918	0.1343
0.100	0.900	0.0052	0.0286	0.0779	0.1117

จากข้อมูลในตารางที่ 2-4 สามารถนำไปสร้างเส้นโค้งคุณลักษณะดำเนินการ ดังแสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ 2-18



ภาพที่ 2-19 เส้นโค้งคุณลักษณะการดำเนินการของแผนการสุ่ม n = 50, c = 2

จากภาพที่ 2-19 สามารถอธิบายถึงแผนการสุ่มเพื่อการยอมรับแบบ n = 50, c = 2 ได้เมื่อทราบค่าสัดส่วนของเสียในแต่ละลอต เช่น ถ้า p = 0.05 หรือ 5% จะพบว่าโอกาสที่แต่ละลอตจะได้รับการยอมรับจะเท่ากับ 0.5405 หรือประมาณ 54% ซึ่งหมายความว่าถ้าผู้ผลิตส่งของมา 100 ลอต และแต่ละล๊อตถูกสุ่มตัวอย่างมาตรวจตามแผนดังกล่าว จะสามารถคาดการณ์ได้ว่า จะมีลอตที่ยอมรับได้ 54 ลอต และถูกปฏิเสธเท่ากับ 36 ลอต

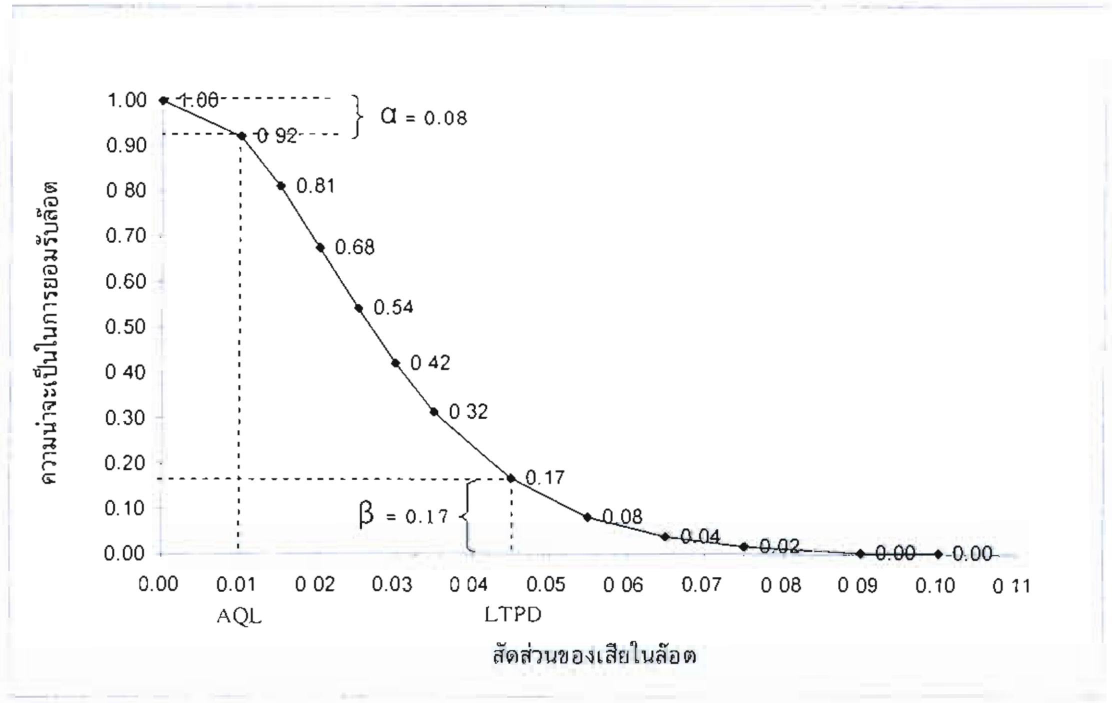
1. ความเสี่ยงในการใช้งานเส้นโค้ง OC

ในการใช้งานจะมีการกำหนดระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (Acceptable quality level: AQL) คือ ร้อยละของเสียที่กำหนดไว้ ถ้าเป็นการสุ่มตัวอย่างจะมีความเสี่ยงอยู่ระดับหนึ่งที่จะไม่ผ่านการตรวจสอบแม้ว่าจริง ๆ แล้วผลิตภัณฑ์นั้นมีคุณภาพในระดับที่น่าจะยอมรับได้ โอกาสเสี่ยงนี้คือ โอกาสเสี่ยงของผู้ผลิต (Producer's risk) หรือ α

ในการสุ่มตัวอย่างอาจมีโอกาสที่จะยอมรับผลิตภัณฑ์ที่มีระดับคุณภาพต่ำกว่าระดับคุณภาพที่กำหนด ซึ่งเรียกว่าระดับคุณภาพที่ไม่ยอมรับ (Lot tolerance percent defective: LTPD) ซึ่งเป็นร้อยละของของเสียที่สูงกว่า AQL ซึ่งถ้าเกินระดับ LTPD นี้ผลิตภัณฑ์จะถูกปฏิเสธ ดังนั้น

โอกาสที่ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำกว่าจะผ่านการตรวจสอบไปสู่ลูกค้า โอกาสเสี่ยงนี้ คือ โอกาสเสี่ยงของผู้บริโภคหรือ β

ซึ่งจากที่กล่าวมานั้นทั้งโอกาสเสี่ยงของผู้ผลิต และโอกาสเสี่ยงของผู้บริโภคแสดงได้ดังภาพที่ 2-20

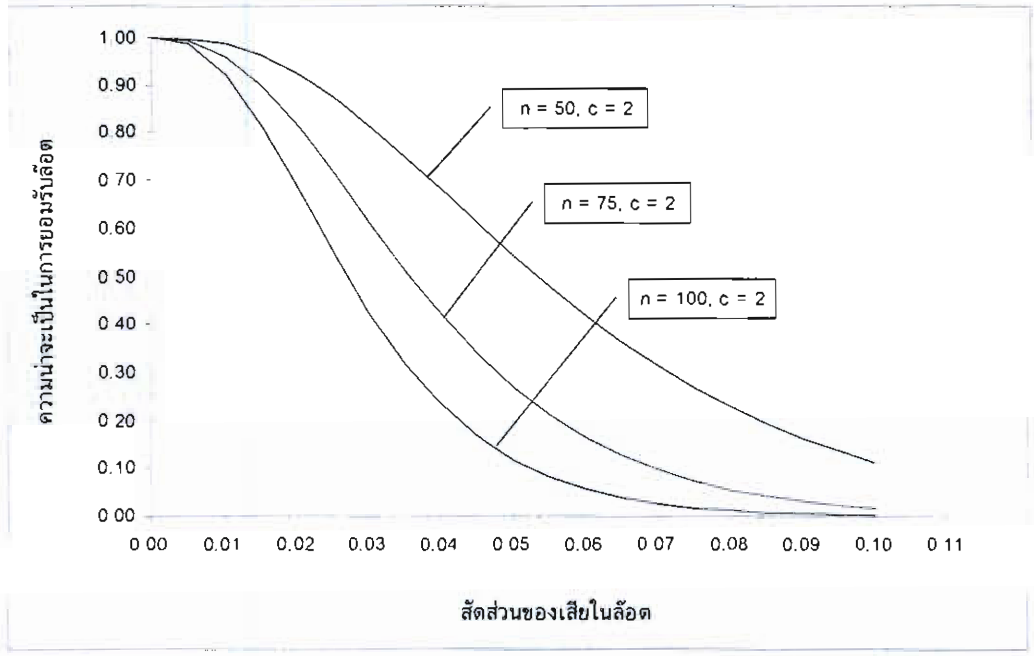


ภาพที่ 2-20 พารามิเตอร์ AQL, LTPD, α และ β

2. การเปลี่ยนแปลงค่า n และ c

2.1 เมื่อ n เปลี่ยนไปแต่ c คงเดิม

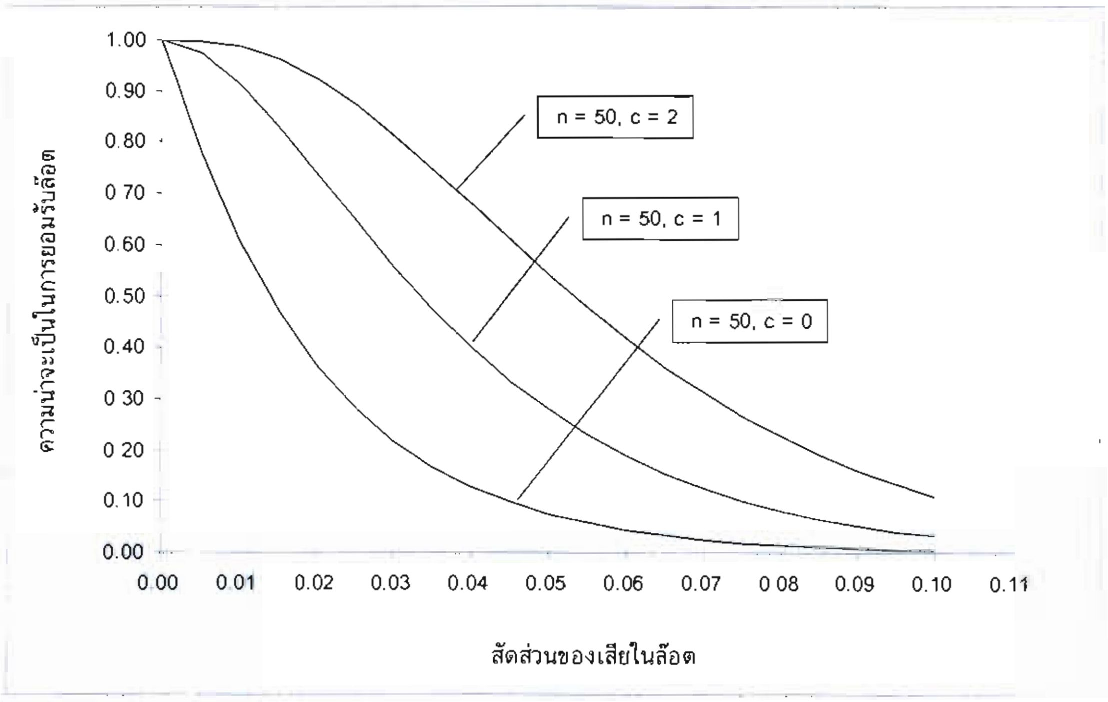
การเพิ่มจำนวนตัวอย่าง (n) จะทำให้ความชันของเส้นโค้ง OC ชันขึ้น หมายความว่า ความถูกต้องแม่นยำของแผนการสุ่มในการบ่งชี้ลอตที่ดี และลอตที่ไม่ดีจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดของตัวอย่างสุ่มเพิ่มขึ้น ดังอธิบายได้ดังภาพที่ 2-21 ที่แสดงลักษณะของกราฟเมื่อขนาดตัวอย่างสุ่มมีค่าเท่ากับ 50, 75 และ 100 โดยค่าวิกฤตเท่ากับ 2



ภาพที่ 2-21 เส้นโค้ง OC เมื่อขนาดของตัวอย่างสุ่มเปลี่ยนไป (ค่าวิกฤตคงที่)

2.2 เมื่อ c เปลี่ยนไปแต่ n คงเดิม

อิทธิผลของค่าวิกฤต (c) ต่อลักษณะของเส้นโค้ง OC ภาพที่ 2-22 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเส้นโค้ง OC ที่ขนาดตัวอย่างสุ่มคงที่ (50) ในขณะที่ค่าวิกฤตเปลี่ยนแปลงจาก 0 ถึง 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าวิกฤตที่น้อยลงจะส่งผลให้ความชันของเส้นโค้ง OC เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามผลของการเปลี่ยนแปลงค่าวิกฤตนี้จะส่งผลต่อลักษณะของเส้นโค้ง OC น้อยกว่าการเปลี่ยนแปลงขนาดของตัวอย่างสุ่ม



ภาพที่ 2-22 เส้นโค้ง OC เมื่อขนาดของค่าวิกฤตเปลี่ยนไป (ขนาดของลอตคงที่)

ดัชนีความสามารถของกระบวนการและดัชนีแสดงสมรรถนะของกระบวนการ (Process capability: C_p, C_{pk} and process performance: P_p, P_{pk})

1. C_p คือ ดัชนีที่แสดงถึงความสามารถของกระบวนการ ซึ่งพิจารณาจากความผันแปรภายในกระบวนการเมื่อเทียบกับข้อกำหนด (Specification) โดยให้ค่าเฉลี่ยของกระบวนการตรงกับค่าเป้าหมายของข้อกำหนด ดังสมการที่ 2-3

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}_{R/d2}} \tag{2-3}$$

เมื่อ Upper specification limit: USL หรือขอบเขตกำหนดบน

Lower Specification Limit: LSL หรือขอบเขตกำหนดล่าง

ซึ่งสมการที่ 2-3 ใช้ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์มีข้อกำหนดแบบ 2 ด้าน สำหรับกรณีที่ผลิตภัณฑ์มีข้อกำหนดเพียงด้านเดียว (ด้านบนหรือด้านล่าง) ดัชนีชี้บ่งความสามารถจะคำนวณได้จากสมการที่ 2-4 และสมการที่ 2-5

กรณีข้อจำกัดด้านล่าง (ข้อกำหนดเป็นแบบ The lager the better) จะใช้ดัชนี C_{pl}

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\hat{\sigma}_{R/d2}} \tag{2-4}$$

และกรณีข้อจำกัดด้านบน (ข้อกำหนดเป็นแบบ The Smaller the Better) จะใช้ดัชนี C_{pu}

$$C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\hat{\sigma}_{R/d2}} \tag{2-5}$$

2. P_p คือ ดัชนีที่แสดงถึงสมรรถนะของกระบวนการ ซึ่งพิจารณาจากความผันแปรทั้งหมดของกระบวนการเมื่อเทียบกับข้อกำหนด (Specification) โดยให้ค่าเฉลี่ยของกระบวนการตรงกับค่าเป้าหมายของข้อกำหนด ดังสมการที่ 2-6

$$P_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}} \tag{2-6}$$

เมื่อพารามิเตอร์ $\hat{\sigma}$ หาได้จาก $\sqrt{\frac{\sum (X - \bar{x})^2}{n-1}}$

3. C_{pk} คือ ดัชนีที่แสดงถึงความสามารถของกระบวนการ ซึ่งพิจารณาจากความผันแปรภายในกระบวนการเมื่อเทียบกับข้อกำหนด (Specification) โดยคำนึงถึงตำแหน่งของค่าเฉลี่ยของกระบวนการ กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยของกระบวนการอาจไม่อยู่กึ่งกลางระหว่างช่วงข้อกำหนดหรือมีการเคลื่อนตัว (Process Shift) ดัชนี C_{pk} คำนวณได้จากสมการที่ 2-7

$$C_{pk} = \min(C_{pu}, C_{pl}) \tag{2-7}$$

หรือ

$$C_{pk} = \min[C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\hat{\sigma}_{R/d2}}, C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\hat{\sigma}_{R/d2}}]$$

4. P_{pk} คือ ดัชนีที่แสดงถึงสมรรถนะของกระบวนการ ซึ่งพิจารณาจากความผันแปรทั้งหมดของกระบวนการเมื่อเทียบกับข้อกำหนด (Specification) โดยคำนึงถึงตำแหน่งของค่าเฉลี่ยของกระบวนการ กล่าวคือค่าเฉลี่ยของกระบวนการอาจไม่อยู่กึ่งกลางระหว่างช่วงข้อกำหนดหรือมีการเคลื่อนตัว (Process Shift) ดัชนี P_{pk} คำนวณได้จากสมการที่ 2-8

$$P_{pk} = \min[\frac{USL - \mu}{3\hat{\sigma}}, \frac{\mu - LSL}{3\hat{\sigma}}] \tag{2-8}$$

เมื่อพารามิเตอร์ $\hat{\sigma}$ หาได้จาก $\sqrt{\dfrac{\sum (X-\bar{x})^2}{n-1}}$

การประเมินค่าความสามารถของกระบวนการ (Process capability)

1. ถ้าดัชนี C_p และ C_{pk} มีค่ามากกว่า 1.33 แสดงว่ากระบวนการมีความผันแปรน้อยหรือมีเสถียรภาพสูง

2. ถ้าดัชนี C_p และ C_{pk} มีค่าไม่เท่ากันแสดงว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่อยู่ตรงจุดกึ่งกลางของข้อกำหนด หากค่า $C_{pk} = C_{pu}$ แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของกระบวนการเข้าใกล้ด้าน USL มากกว่าหรือห่างจากด้าน LSL มากกว่า

3. โดยทั่วไปลูกค้าส่วนใหญ่ระบุเกณฑ์ในการยอมรับดังนี้

   3.1 C_{pk} ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 1.33

   3.2 P_{pk} ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 1.67

การศึกษาความสามารถของระบบการวัด (Measurement System Capability: MSA)

ระบบการวัดซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือวัด ผู้ทำการตรวจวัด และกระบวนการวัด มีความคลาดเคลื่อนระดับหนึ่ง ๆ เสมอ ความคลาดเคลื่อนอาจส่งผลต่อความผันแปรของกระบวนการผลิตได้ ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าความผันแปรที่มาจากระบบการวัดนี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อความผลกระทบต่อความผันแปรรวมในระดับที่ยอมรับไม่ได้

จึงทำให้การศึกษาความสามารถของระบบการวัดเป็นสิ่งที่จำเป็นและเป็นส่วนหนึ่งของการประยุกต์ใช้ SPC เพื่อทำให้มั่นใจว่าระบบการวัด ผู้ที่ทำการวัด และเครื่องมือที่ใช้ มีทั้งความถูกต้อง (Accuracy) และความเที่ยงตรง (Precision) โดยในทางสถิติความถูกต้อง (Accuracy) หมายถึง ระดับของการเป็นไปตามเป้าหมาย ในระบบการวัด หมายถึง ระดับของความใกล้เคียงระหว่างค่าจากการวัดกับค่าอ้างอิง (Reference value) ถ้าระบบการวัดมีค่า Accuracy ต่ำจะส่งผลให้ความเอนเอียง (Bias) มีค่าสูง ในขณะที่ความเที่ยงตรง (Precision) เป็นการวัดขนาดความผันแปรของความคลาดเคลื่อนในระบบการวัด ซึ่งเกิดจากความสามารถในการทำซ้ำของทั้งอุปกรณ์ (Repeatability) และของผู้วัด (Reproducibility)

1. การประเมินความสามารถของระบบการวัดสำหรับข้อมูลต่อเนื่อง (ข้อมูลจากการวัด)

การวิเคราะห์ความสามารถของระบบการวัดสำหรับข้อมูลต่อเนื่องเป็นที่นิยมทำในอุตสาหกรรมเนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งของข้อกำหนดของลูกค้า คือ การวิเคราะห์ความสามารถความสามารถในการทำซ้ำของอุปกรณ์ (Repeatability หรือ $\sigma_{repeatability}$) และความสามารถใน

การผลิตซ้ำของผู้ตรวจวัด (Reproducibility หรือ $\sigma_{reproducibility}$) หรือรู้จักกันในชื่อ R&R (GR&R) หรือเป็นการตรวจสอบความผันแปรจากกระบวนการวัดที่มาจากเครื่องมือวัดและพนักงานวัดโดยจะยอมรับเมื่อสัดส่วนความผันแปรจากแหล่งทั้งสอง (GR&R) เปรียบเทียบกับความผันแปรรวม (Total variation: TV) หรือ %GR&R ดังสมการที่ 2-9

$$\%GR\&R = 100\left[\frac{GR\&R}{TV}\right] \quad (2\text{-}9)$$

ซึ่งแปรความหมายได้ดังนี้

1.1 ยอมรับความสามารถของระบบการวัด เมื่อ %GR&R น้อยกว่า 10%

1.2 อาจยอมรับความสามารถของกระบวนการวัดเมื่อพิจารณาความสำคัญของการประยุกต์ใช้งาน ต้นทุนของการวัด และต้นทุนการซ่อมบำรุงเมื่อ %GR&R มีค่ามากกว่า 10% แต่ไม่เกิน 30%

1.3 ไม่ยอมรับความสามารถของกระบวนการวัดเมื่อ %GR&R มีค่ามากกว่า 30% และจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการวัดให้ดีขึ้น

การใช้ดัชนีสัดส่วนความเที่ยงตรง-ค่าเผื่อ (Precision-to-tolerance, P/T Ration) ดังแสดงในสมการที่ 2-10

$$P/T == \frac{k\hat{\sigma}_{gage}}{USL - LSL} \quad (2\text{-}10)$$

ค่า k ที่ยอมรับและมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ k = 5.15 และ k = 6 เมื่อการแจกแจงความคลาดเคลื่อนจากการวัดจะเป็นแบบปกติ โดยความสามารถของเครื่องมือที่ยอมรับได้ควรมีค่าไม่เกิน 0.1 หรือ 10%

2. การประเมินความสามารถของระบบการวัดสำหรับข้อมูลไม่ต่อเนื่อง (ข้อมูลการตรวจนับ)

เป็นการวิเคราะห์ถึงความสามารถของพนักงานแต่ละคนและระหว่างคน โดยคำนึงถึงความพ้องกันของการวัด ด้วยการประเมินผลคะแนนค่าแอตทิบิวส์ (% Attribute score) จาก

$$\text{คะแนนค่าแอตทิบิวส์} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกันและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมดที่ตรวจสอบ}} \times 100$$

ในการวิเคราะห์พนักงานแต่ละคนจะพิจารณาถึงค่าความสามารถในการวัดซ้ำ (% repeatability) ของพนักงานแต่ละคน ซึ่งอาจเรียกว่า % Appraiser score จาก

$$\text{รีพีททะบิลิตี้} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจสอบได้ผลเหมือนกัน (m)}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมดที่ตรวจสอบ (N)}} \times 100$$

นอกจากนี้แล้ว ยังจะวิเคราะห์ถึงความสามารถของพนักงานแต่ละคน โดยพิจารณาถึงความมีประสิทธิผลของพนักงานแต่ละคน (Operator effectiveness index, O_E) ดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด (False alarm index, I_{FA}) และดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับอย่างผิดพลาด (Index of a miss, I_{MISS}) โดยสามารถนิยามถึงดัชนีต่าง ๆ ได้ดังนี้

$$O_E = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง}}{\text{โอกาสทั้งหมดของการตัดสินใจ}} \times 100$$

$$I_{FA} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด}}{\text{โอกาสทั้งหมดที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด}} \times 100$$

$$I_{MISS} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ยอมรับอย่างผิดพลาด}}{\text{โอกาสทั้งหมดที่จะยอมรับอย่างผิดพลาด}} \times 100$$

ค่าใช้จ่ายด้านคุณภาพ (Quality Costs)

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล (2557) การผลิตให้มีคุณภาพสูงเพียงอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอ จะต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่จะนำไปสู่คุณภาพนั้นด้วย ค่าใช้จ่ายจะต้องต่ำ แบ่งออกได้เป็น

1. ค่าใช้จ่ายด้านคุณภาพทางตรง (Direct quality costs)

1.1 ค่าใช้จ่ายด้านการป้องกัน วัดได้จากการลงทุนก่อนผลิตสินค้า แบ่งออกได้เป็น

1.1.1 ด้านวิศวกรรมคุณภาพ (Quality engineering) เป็นค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการสร้างแผนคุณภาพทั้งระบบ แผนการตรวจสอบ แผนความเชื่อมั่นได้ ระบบข้อมูล และแผนพิเศษอื่น ๆ รวมทั้งเครื่องมือและการซ่อมบำรุงของแผนการเหล่านี้ด้วย

1.1.2 ด้านออกแบบและพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์ (Design and development of equipment) เป็นค่าใช้จ่ายของบุคคลในหน่วยงานการตรวจสอบ และหน่วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ

1.1.3 ด้านการวางแผนคุณภาพโดยบุคคลอื่น เป็นค่าใช้จ่ายบุคคลอื่นที่ไม่มีหน้าที่โดยตรง เกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ แต่ต้องเสียเวลามาวางแผนคุณภาพให้

1.1.4 ด้านการฝึกอบรมด้านคุณภาพ (Quality training) เป็นค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมบุคคลตามโปรแกรมปกติเป็นการฝึกเพื่อพัฒนาบุคคลในระดับต่าง ๆ

1.1.5 ด้านอื่น ๆ เป็นค่าใช้จ่ายในสำนักงาน ได้แก่ เงินเดือน ค่าโทรศัพท์ ค่ารถ เป็นต้น

ค่าใช้จ่ายในการป้องกันนี้ จะจ่ายไปกับกิจกรรมต่างๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการป้องกันผลิตภัณฑ์ชำรุดเสียหาย

1.2 ค่าใช้จ่ายด้านการประเมินผล (Appraisal) เกี่ยวกับการวัดค่า การประเมินผลของชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่สั่งซื้อ เป็นค่าใช้จ่ายเพื่อการตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์ ต่าง ๆ ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด แบ่งออกได้เป็น

1.2.1 ด้านการตรวจสอบและทดสอบวัสดุที่สั่งเข้ามา เป็นค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและทดสอบวัสดุที่ผู้ผลิตข้างนอกส่งมา ทั้งนี้อาจรวมไปถึงค่าใช้จ่ายที่ต้องไปตรวจสอบวัสดุที่โรงงานของผู้ผลิตด้วย

1.2.2 ด้านการตรวจสอบและทดสอบ เป็นค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสมรรถนะของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การปรับตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ระหว่างผลิต จนกระทั่งถึงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป รวมทั้งการทดสอบความเชื่อมั่นได้ของผลิตภัณฑ์

1.2.3 ด้านการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เป็นค่าใช้จ่ายในการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ระหว่างผลิตและสำเร็จรูป

1.2.4 ด้านการใช้วัสดุและบริการ เป็นค่าใช้จ่ายในด้านเกี่ยวกับวัสดุและบริการที่ใช้ในการทดสอบ รวมทั้งค่าวัสดุที่ถูกทดสอบโดยการทำลาย

1.2.5 ด้านการปรับตั้งเครื่องมือและการบำรุงรักษา เป็นค่าใช้จ่ายในการปรับแต่งการสอบเทียบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ

สิ่งสำคัญของกิจกรรมด้านการตรวจสอบและประเมินผล คือ การประเมินและวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์

1.3 ด้านความเสียหายภายใน (Internal failure) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น เมื่อผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วน และวัสดุมีคุณภาพไม่ตรงตามที่ต้องการก่อนส่งไปถึงมือลูกค้า แบ่งย่อยได้เป็น

1.3.1 ของชำรุด (Scrap) ของเมื่อชำรุดเสียหายจนซ่อมแซมใหม่ไม่ได้ ทำให้สูญเสียค่าแรงงาน ค่าวัสดุ ค่าโสหุ้ยไปทั้งหมด

1.3.2 ซ่อมแซม (Rework) เป็นค่าใช้จ่ายที่เสียไปในการซ่อมผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้คุณภาพ ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน

1.3.3 การวิเคราะห์ความเสียหาย เป็นค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายและไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน

1.3.4 การตรวจสอบซ้ำ เป็นค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่นำไปซ่อม

1.3.5 ตรวจของเสียที่ปะปนเข้ามาจากผู้ส่งมอบไม่ได้ เมื่อวัสดุถูกส่งเข้ามาแต่ไม่สามารถตรวจจับของเสียเหล่านั้นได้ ทำให้ต้องยอมรับของเสียปะปนเข้ามาด้วย

1.3.6 ลดราคา ต้องลดราคาขายต่อหน่วยลงมาจากราคาขายปกติ เนื่องจากผลิตภัณฑ์นั้นไม่ได้มาตรฐาน แต่ยังใช้งานได้

ค่าใช้จ่ายทางด้านความเสียหายภายใน ใช้ได้กับกิจกรรมที่แก้ไขสิ่งบกพร่องของผลิตภัณฑ์ก่อนจะเป็นที่ยอมรับของลูกค้า

1.4 ด้านความเสียหายภายนอก (External failure) ค่าใช้จ่ายทางด้านนี้เกิดขึ้นเมื่อผลิตภัณฑ์ไปถึงมือผู้บริโภค ซึ่งสามารถใช้งานได้แต่ไม่เป็นที่น่าพอใจ ค่าใช้จ่ายด้านนี้จะไม่เกิดขึ้น ถ้าผลิตภัณฑ์ไม่มีข้อบกพร่อง แบ่งออกเป็น

1.4.1 การต่อว่า (Complaints) เป็นค่าใช้จ่าย ในการปรับปรุงด้านต่าง ๆ ที่ได้รับการต่อว่าจากผู้บริโภค

1.4.2 การไม่ยอมรับและการเปลี่ยนแปลงใหม่ เป็นค่าใช้จ่ายในการขนส่งและนำไปเปลี่ยนใหม่ในกรณีที่ส่งคืน

1.4.3 การซ่อมแซม เป็นค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมของที่ส่งคืนมา

1.4.4 การรับประกัน เป็นค่าใช้จ่ายสำหรับชิ้นส่วนที่ต้องนำไปเปลี่ยนให้ใหม่ในช่วงการรับประกัน

1.4.5 ความผิดพลาด เป็นค่าใช้จ่ายสำหรับการที่ต้องนำผลิตภัณฑ์ไปเปลี่ยนให้ใหม่ เนื่องจากความผิดพลาดใด ๆ

1.4.6 ความรับผิดชอบ เป็นค่าใช่จ่ายที่เกิดขึ้นเนื่องจากการถูกฟ้องร้อง

ค่าใช้จ่ายด้านความเสียหายภายนอก เป็นการเสียไปกับกิจกรรมต่าง ๆ ที่แก้ไขความเสียหาย หลังจากที่ผลิตภัณฑ์ ไปอยู่กับผู้บริโภคแล้ว

2. ค่าใช้จ่ายด้านคุณภาพทางอ้อม (Indirect quality cost) มีผลต่อค่าใช้จ่ายรวมทั้งด้านคุณภาพ แบ่งเป็น 3 ด้าน

2.1 ความเสียหายที่เกิดกับลูกค้า เนื่องจากเครื่องจักรต้องทำงานช้าลง เสียค่าซ่อมแซมเนื่องจากผลิตภัณฑ์นั้นคุณภาพไม่ดี หลังช่วงการรับประกัน

2.2 ความไม่พอใจในผลิตภัณฑ์ ค่าใช้จ่ายมากน้อยเพียงใด ขึ้นกับความบกพร่องของผลิตภัณฑ์ ถ้าความบกพร่องมาก ลูกค้าย่อมไม่พอใจมาก ค่าใช้จ่ายที่ออกมาจะสูงมาก

2.3 การเสียชื่อเสียง ทรรศนะคติที่ดีหรือไม่ดีที่มีต่อบริษัท มาจากการใช้ผลิตภัณฑ์โดยตรง ถ้าผลิตภัณฑ์ของบริษัทมีคุณภาพที่น่าเชื่อถือ ทำให้ชื่อเสียงของบริษัทดีไปด้วย

Why-Why Analysis

สมชัย อัครทิวา (2549) Why-Why analysis เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ มีขั้นมีตอน ไม่เกิดการตกหล่น เป็นเทคนิคใช้ในการระดมสมองซึ่งสามารถแสดงความคิดเห็นได้ง่าย ไม่มีข้อจำกัด จุดประสงค์ในการทำ Why-Why analysis

1. เพื่อให้พนักงานทุกคนที่ทำงาน มีความชำนาญและสามารถคิดหรือวิเคราะห์ในเชิงทฤษฎีได้ มีศักยภาพสูงในการแก้ไขปัญหา หลีกเลี่ยงการถ่ายทอดหรือการกำหนดกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ไม่สอดคล้องตามทฤษฎี

2. เพื่อให้มีความสามารถสอนผู้อื่นในเชิงทฤษฎีอย่างมีหลักการ ช่วยให้ทราบถึงความผิดพลาดของตนเอง และสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ ขณะเดียวกันจะช่วยให้ตนเองมีความชำนาญเพิ่มมากขึ้น

3. เพื่อให้มีความรู้และความเข้าใจถึงโครงสร้าง และการทำงานของเครื่องจักร

4. ทำให้พนักงานทราบได้ การวิเคราะห์หาต้นตอของความผิดปกติของเครื่องจักร หรือการทำงานด้วยการวิเคราะห์อย่างถูกต้อง โดยอาศัยหลักการสำรวจสถานที่จริง (Genba) และของจริง (Genbutsu) พนักงานมีจิตสำนึกมากขึ้นในการที่อยากจะปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ ต่อไป

5. เพื่อให้เกิดแนวคิดที่จะหามาตรการป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นซ้ำอีก

6. ผู้เข้าร่วมในการวิเคราะห์ประกอบด้วยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และระดับปฏิบัติงานจึงทำให้ทุกคนสามารถทราบสาเหตุของปัญหาร่วมกัน

Why-Why analysis แตกต่างจาก QC Tools

1. ผังก้างปลา (Fishbone diagram) เป็นวิธีการใช้ความคิดเห็นส่วนตัว หรือประสบการณ์ของผู้ร่วมวิเคราะห์มาค้นหาสาเหตุและกำหนดมาตรการ การแก้ไข เป็นการค้นหาสาเหตุใหญ่ ๆ เพื่อกำหนดแนวทางคร่าว ๆ ในการแก้ปัญหา

2. ผังความสัมพันธ์ (Relationship diagram) เป็นวิธีการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ แต่ไม่สามารถวิเคราะห์เจาะลึกถึงต้นตอปัญหา เพื่อหามาตรการป้องกันการเกิดซ้ำได้

3. Why-Why analysis เป็นวิธีการค้นหาต้นตอของปัญหา แล้วกำหนดมาตรการการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นอีก

อุปสรรคในการควบคุมคุณภาพ

กฤติกา ลิ้มลาวัลย์ (2546) ในการปฏิบัติที่เกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพที่อาจเกิดปัญหา โดย Hauser and Clausing และ Dilworth สรุปตัวอุปสรรคในการควบคุมคุณภาพไว้ดังนี้

1. อุปสรรคทางด้านบุคคลเกิดจากความไม่เต็มใจร่วมมือของบุคคลในองค์การในการทำการควบคุมคุณภาพ มีสาเหตุมาจากความไม่เข้าใจตรงกันต่อเป้าหมายของ การควบคุมคุณภาพ และองค์การขาดความชัดเจนในเรื่องของวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายของการควบคุมคุณภาพของตัวบุคคลที่จะเข้ามาเกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพจะต้องเป็นคนที่มีทักษะและความชำนาญ จึงก่อให้เกิดการควบคุมคุณภาพที่มีประสิทธิภาพ

2. อุปสรรคจากองค์การ คือ องค์การ ไม่เห็นความสำคัญของการควบคุมคุณภาพไม่สร้างระบบการควบคุมและไม่ให้การสนับสนุนในเรื่องของเงินทุนที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาและการควบคุม

3. ขาดแคลนเทคโนโลยีที่จะนำ มาใช้ในขบวนการควบคุมคุณภาพการผลิต

4. อุปสรรคด้านวัตถุดิบ วัตถุดิบถือเป็นปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญ อุปสรรคด้านนี้ได้แก่ คุณภาพของวัตถุดิบไม่ดีพอ รวมถึงปริมาณวัตถุดิบไม่เพียงพอต่อการผลิต

ดัชนีในการควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพเป็นการตรวจสอบเพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพตามที่ลูกค้าคาดหวัง การควบคุมคุณภาพภายในของการผลิตจะเริ่มตั้งแต่การควบคุมด้านปัจจัยการผลิตซึ่งในที่นี้หมายถึง การควบคุมทางการจัดการด้านวัตถุดิบ และการจัดการด้านแรงงานโดยจะต้องมีการควบคุมตรวจสอบให้ได้คุณภาพที่กำหนดไว้ หากการควบคุมด้านการจัดการด้านปัจจัยการผลิตไม่มีคุณภาพจะทำให้ผลผลิตออกมาไม่มีคุณภาพและไม่ได้มาตรฐานที่กำหนด นอกจากนี้การควบคุมคุณภาพภายในจะต้องคำนึงถึงการดำเนินการทางด้านโรงงาน กระบวนการผลิต และเครื่องจักร-อุปกรณ์โดยจะต้องดำเนินงานให้ได้มาตรฐานเพื่อผลิตสินค้าสำเร็จรูปให้ได้ตรงตามความต้องการของลูกค้าและสิ่งที่ขาดไม่ได้ในเรื่องของการควบคุมคุณภาพภายใน คือ การจัดการของเสียเพื่อมิให้เกิดภาวะสภาพแวดล้อมไม่ดีอันจะส่งผลกระทบต่อสังคมทั่วไป รายละเอียดในแต่ละด้านมีดังต่อไปนี้

1. การจัดการด้านปัจจัยการผลิต การจัดการด้านนี้มีความสำคัญเป็นอันดับแรกของการผลิต แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น คือ

1.1 การจัดการวัตถุดิบ ปัจจุบันต้นทุนในการผลิตของอุตสาหกรรมการผลิตไม่ต่ำกว่า 60% เป็นค่าวัตถุดิบ สำหรับประเทศไทยจากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจ กล่าวสรุปถึงปัญหา

วัตถุดิบว่า เกิดจากการต้องพึ่งพาวัตถุดิบจากต่างประเทศมากไป นอกจากนี้ยังพบว่ามีปัญหาในเรื่องของคุณภาพวัตถุดิบไม่ดีพอ กล่าวสรุปถึงการจัดการวัตถุดิบว่า ในการพิจารณาจัดหาวัตถุดิบจากผู้จัดจำหน่ายประเด็นพิจารณาประกอบด้วย ราคา คุณภาพวัตถุดิบ กำหนดส่งมอบ การประกันคุณภาพ และเงื่อนไขด้านการเงิน

Feigenbaum กล่าวสรุปถึงการควบคุมการไหลของวัตถุดิบว่า เกี่ยวข้องกับการได้รับและการเก็บรักษาวัตถุดิบให้เหมาะสมกับระดับของคุณภาพ โดยวัตถุดิบจะต้องตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการและการจัดเก็บต้องอยู่ในสถานที่เหมาะสม

Juran ยังเพิ่มเติมในเรื่องของการควบคุมวัตถุดิบ ไว้ดังต่อไปนี้

1. ควบคุมปริมาณชิ้นส่วนและวัตถุดิบให้เหมาะสม
2. ควบคุมสถานที่ในการจัดเก็บชิ้นส่วนและวัตถุดิบ
3. ดำรงรักษาสภาพวัตถุดิบ
4. ควบคุมโดยระบบเข้าก่อน-ออกก่อน

1.2 การจัดการแรงงาน ปัจจุบันแรงงานได้รับการยอมรับว่าเป็นทรัพยากรสำคัญในการดำเนินงานของทุกองค์การ ศักยภาพและความทุ่มเทของทรัพยากรบุคคลเป็นปัจจัยที่สร้างความแตกต่างระหว่างธุรกิจ ความพร้อมของทรัพยากรบุคคลในแต่ละองค์กร จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสำเร็จหรือความล้มเหลวของธุรกิจ แม้ว่าในปัจจุบันผู้ประกอบการส่วนใหญ่ในประเทศที่พัฒนาแล้วจะใช้เครื่องจักรที่ทันสมัยสามารถทำงานได้อัตโนมัติเพื่อการผลิตไม่ต้องพึ่งพาแรงงานจำนวนมากเหมือนเมื่อก่อน แต่สำหรับประเทศไทยนั้นยังคงอาศัยแรงงานเป็นส่วนสำคัญในการผลิตสภาพปัจจุบันของแรงงานไทย ผู้ประกอบการผลิตโดยส่วนใหญ่มีการใช้แรงงานที่มีพื้นฐานการศึกษาน้อย มีการเข้าออกเปลี่ยนสถานที่เข้าทำงานสูง ทำให้การพัฒนาไม่ต่อเนื่องส่งผลกระทบต่อคุณภาพสินค้าและประสิทธิภาพการผลิต

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นันทพร หงส์คำ (2553) การปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพของผู้ผลิตชิ้นส่วนสำหรับแอร์รถยนต์ โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ระบบการวัดและพบว่าในปัจจุบันประสิทธิผลของพนักงานตรวจสอบ (Operator effectiveness: O_E) อยู่ในเกณฑ์ยอมรับแบบก้ำกึ่งที่ 87.53% มีปัญหาการตีกลับของเสียจากลูกค้า เพื่อเพิ่มความสามารถในการตรวจสอบคุณภาพของพนักงานและลดปัญหาการตีกลับของเสียจากลูกค้า ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุง 3 ข้อดังนี้

1. ความสามารถของพนักงานโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจ รวมถึงการให้ความรู้กับพนักงานถึงความเข้าใจเกี่ยวกับการตรวจสอบลักษณะของผิวงานภายนอกด้วยสายตา

2. ปรับปรุงความสามารถของแผนการตรวจสอบด้วยการปรับขนาดของตัวอย่างการสุ่ม (n) ให้มีความพอดีกับขนาดของลอต ตามมาตรฐาน MIL-STD-105E และใช้การเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการตรวจสอบเมื่อพบปัญหาด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิต

3. สภาพแวดล้อม เนื่องจากการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาจำเป็นต้องมีแสงสว่างที่เพียงพอ จึงมีการกำหนดมาตรฐานของความเข้มของแสงสว่างจะต้องไม่น้อยกว่า 300 ลักส์ ผลของการดำเนินการพบว่าประสิทธิภาพของพนักงานตรวจสอบโดยรวมเพิ่มขึ้นเป็น 98% อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ส่งผลทำให้ของเสียที่ตีกลับจากลูกค้าลดลงเหลือ 0.013%

ทิพรัตน์ โครตชมพู (2552) การปรับปรุงคุณภาพด้วยแผนกประกันคุณภาพ กรณีศึกษา: เพิ่มการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่แผนกฉีดพลาสติก ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการลดของเสียจากการผลิตและลดจำนวนข้อร้องเรียนภายในจากแผนกประกอบที่ส่งไปยังแผนกฉีดพลาสติก และทำการเก็บข้อมูลการปรับปรุงที่แผนกฉีดพลาสติก พบว่า การเพิ่มการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่แผนกฉีดพลาสติก มีการปรับปรุงทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ

1. การเพิ่มหน่วยงานประกันคุณภาพ (Quality assurance) เข้าไปประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่แผนกฉีดพลาสติกก่อนที่จะนำผลิตภัณฑ์ ส่งมอบไปยังแผนกประกอบชิ้นส่วน

2. การปรับปรุงข้อกำหนดผลิตภัณฑ์โดยเน้นด้านการตรวจสอบรูปร่างภายนอกให้ชัดเจนมากขึ้น

3. การพัฒนาความสามารถของบุคลากรด้วยวิธีการจีอาร์แอนด์อาร์ (GR&R) ทำให้ความสามารถด้านการตรวจสอบรูปร่างภายนอกของพนักงานเพิ่มสูงขึ้น

4. การดำเนินการตรวจประเมินภายใน (Process audit) ส่งผลให้พนักงานเกิดความตระหนักและมีการดำเนินการปฏิบัติงานสอดคล้องกับข้อกำหนด ISO 9001 ผลที่เกิดขึ้นจากการปรับปรุงคุณภาพด้วยแผนกประกันคุณภาพที่แผนกฉีดพลาสติก ทำให้สามารถช่วยตรวจจับผลิตภัณฑ์ที่ผิดพลาดได้เพิ่มมากขึ้น โดยสามารถลดความสูญเสียจากการผลิตของเสีย ลดลงคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 12.89 ต่อเดือน และยังสามารถลดจำนวนข้อร้องเรียนภายในลดลงคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 64.22 ต่อเดือน

สาธิตา เผื่อนเอี่ยม (2550) การประเมินและปรับปรุงแผนการสุ่มตัวอย่างสำหรับตรวจสอบในอุตสาหกรรมบรรจุชิ้นส่วนรถยนต์แยกประกอบเพื่อส่งออกต่างประเทศ(CKD) ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการสุ่มในปัจจุบันด้วยเส้นโค้ง OC และได้นำเสนอให้

ใช้หลักการสร้างแผนการสุ่มตัวอย่างมาตรฐานกรมทหาร MIL-STD-105E โดยเสนอแผนการสุ่มตัวอย่างไว้ 3 ระดับ

1. แผนการสุ่มตัวอย่างทั่วไป ระดับปกติ 1
2. แผนการสุ่มตัวอย่างทั่วไปปกติ 2
3. แผนการสุ่มตัวอย่างแบบพิเศษระดับ 1 (S1)

และใช้กฎการสับเปลี่ยนของแผนการสุ่มตัวอย่าง (Switching rules) สำหรับตรวจสอบในอุตสาหกรรมบรรจุชิ้นส่วนรถยนต์แยกประกอบเพื่อส่งออกต่างประเทศ จากการเปรียบเทียบดัชนีวัดประสิทธิภาพของแผนการสุ่มตัวอย่างที่พัฒนาปรับปรุงขึ้นใหม่มีระดับของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพที่ดีกว่า พบว่ามีจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิต ส่งมาบรรจุลดลงถึง 31.95% และถูกตรวจจับได้ด้วยแผนการสุ่มแบบใหม่ทำให้ไม่มีการส่งสินค้าที่บกพร่อง ไปยังลูกค้า

ไพฑูรย์ ฮ้อยิ่ง (2547) แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ สำหรับการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์หลายชนิด ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่าง ทั้งแบบแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณลักษณะ และแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงแปรผัน เพื่อใช้ในการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์หลายชนิด ออกแบบโดยพิจารณาจากงบประมาณ เวลา และจำนวนตัวอย่างในการสุ่ม เพื่อให้ค่าความเสี่ยงของผู้บริโภคที่จะยอมรับของเสียสูงสุดที่เกิดขึ้นมีค่าต่ำสุด สามารถช่วยให้ผู้ผลิตและผู้บริโภคมีความพอใจทั้งสองฝ่าย ผู้ผลิตสามารถทำแผนการสุ่มตัวอย่างสินค้าหลายชนิดภายใต้งบประมาณที่มีจำกัด ส่วนผู้บริโภคได้รับสินค้าที่มีความน่าจะเป็นที่ได้รับของเสียลดลง

Nasreddin Dhafr, Munir Ahmad, Brian Burgess, and Siva Canagassababady (2548) การปรับปรุงผลการดำเนินงานที่มีคุณภาพในองค์กร โดยการลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพในองค์กร กระบวนการผลิต มีรูปแบบวิธีการสำหรับการระบุแหล่งที่มาของข้อบกพร่องต่าง ๆ รวมถึงเครื่องมือในการวิเคราะห์ การคำนวณความน่าจะเป็นของข้อบกพร่อง เครื่องมือการวัดทางสถิติด้านคุณภาพ การผลิตแบบลีน เพื่อป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์มีข้อบกพร่อง การกำหนดลักษณะของข้อบกพร่อง ช่วยนำไปสู่การกำหนดและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริง เทคนิคที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้ ได้การพัฒนาปรับปรุงในโรงงานพ่นสีพลาสติก เป็นอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ เป็นผู้ผลิตส่งชิ้นส่วนที่ผลิตในกับผู้ประกอบรถยนต์ (เฟิร์สเทียร์) การเก็บรวบรวมข้อมูลของโรงงาน มีข้อบกพร่องอยู่ระหว่าง 10% และ 15% การผลิตจะประสบผลสำเร็จถ้าการปฏิบัติในสายการผลิตเหมาะสม จุดประสงค์ในการลดผลกระทบของตัวแปรที่มีผลต่อคุณภาพโดยรวม แผนภูมิควบคุมกระบวนการ (HAPC) มีการติดตามตรวจสอบข้อบกพร่องทุกชั่วโมง กำหนดเส้นควบคุมบน เส้นควบคุมล่าง ลงจุดที่มีข้อบกพร่องที่มากสุด 3 ลำดับ ทุกชั่วโมงลงในกราฟ SPC ถ้าข้อบกพร่องเกินเส้นควบคุมบน

ทีมงานต้องประชุมเพื่อแก้ไขปัญหา ใช้ระยะเวลาการศึกษากว่า 10 สัปดาห์ หลังจากการเปลี่ยนแปลงดำเนินการ สามารถลดข้อบกพร่องได้ 9%

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักในการทำการวิจัย คือ ลดความผิดพลาดของพนักงานที่ปฏิบัติงาน ลดการสูญเสียของการผลิต และลดปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้าให้น้อยลง เมื่อลูกค้าพบปัญหา สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของรากเหง้าปัญหาที่เกิดขึ้น และทำการแก้ไข ป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ เพื่อปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขั้นตอนของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ และการขึ้นรูปพลาสติกที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการผลิตจนได้ผลิตภัณฑ์ที่พร้อมส่งเข้าสู่กระบวนการประกอบ เพื่อส่งชิ้นงานให้ลูกค้า

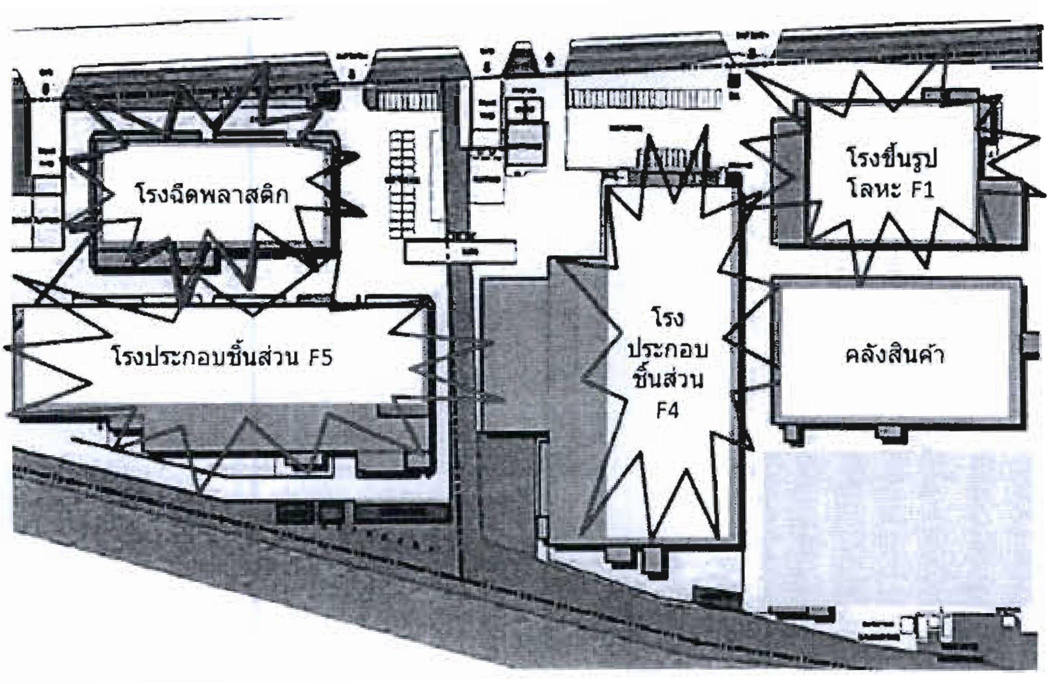
ในการศึกษาและการปรับปรุงการวิเคราะห์หาสาเหตุของรากเหง้าปัญหาที่เกิดขึ้น ในการตอบปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ มีแนวทางในการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. ศึกษาระบบการทำงาน ประเมินระบบการวัดและระบบการตรวจสอบคุณภาพ
2. ศึกษาปัญหาที่พบในปัจจุบันและวิเคราะห์ปัญหา
3. ค้นคว้าหาแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุง
4. ทดสอบและยืนยันผลการปรับปรุง
5. สรุปผลการวิจัย

ศึกษาระบบการทำงานในปัจจุบัน ประเมินระบบการวัดและระบบการตรวจสอบคุณภาพ

บริษัทตัวอย่างที่ผู้ทำการวิจัยทำการศึกษา เป็นบริษัทที่ทำการประกอบธุรกิจชิ้นส่วนรถยนต์ มีการผลิตชิ้นส่วนเกี่ยวกับการขึ้นรูปโลหะ และ ผลิตชิ้นส่วนพลาสติก เพื่อมาประกอบเป็นอุปกรณ์ล็อคประตูรถยนต์ อุปกรณ์ล็อคฝากระโปรงรถและอุปกรณ์ล็อคกระบะท้าย มีกำลังการผลิตด้วยเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ และตรวจสอบชิ้นงานหลังการประกอบด้วยเครื่องตรวจสอบฟังก์ชั่นการทำงาน (QA Machine) 100%

บริษัทตัวอย่างมีโครงสร้างการทำงานของฝ่ายผลิต (Production) 3 โรง ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 พื้นที่การทำงานของบริษัทตัวอย่าง

1. โรงขึ้นรูปโลหะ (Stamping) ผลิตชิ้นส่วนโลหะ ส่งให้ผู้ผลิตภายนอก ทำการลบคม (Tumbling) เคลือบสีป้องกันสนิม (Plating) เพื่อเพิ่มมูลค่าให้ชิ้นงานแล้วส่งกลับให้โรงประกอบชิ้นส่วนทำการประกอบ มีแผนภูมิกระบวนการไหล ดังตารางที่ 3-1

2. โรงฉีดพลาสติก (Injection) ผลิตชิ้นงานพลาสติก ตัดแต่งครีบ ส่งเข้าคลังสินค้า เพื่อป้อนชิ้นงานให้โรงประกอบ มีแผนภูมิกระบวนการไหล ดังตารางที่ 3-2

3. โรงงานประกอบ (Assembly) ทำการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เป็นอุปกรณ์ล็อคประตูรถยนต์ อุปกรณ์ล็อคฝากระโปรงรถและอุปกรณ์ล็อคกระบะ ตามคำสั่งซื้อของลูกค้า มีแผนภูมิกระบวนการไหล ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-1 แผนภูมิการไหลของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ

แผนภูมิการไหลของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ

Flow process chart

คำอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน	**สัญลักษณ์** ●	⇨	◗	◆	▽	**หมายเหตุ**
1. รับวัตถุดิบ	●					
2. ตรวจวัตถุดิบเข้า				◇		
3. จัดเก็บวัตถุดิบ					▽	
4. เริ่มต้นการผลิต	●					
5. การตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มการผลิต (First piece inspection)				◆		
6. การตรวจสอบคุณภาพในระหว่างการผลิต (In-process inspection)				◇		
7. การตรวจสอบคุณภาพก่อนประกอบ (Before assembly inspection)				◇		
8. การจัดส่งให้ผู้ผลิตภายนอก		⇨				
9. จัดเก็บเข้าคลังสินค้า					▽	

กระบวนการผลิตของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ

1. ขั้นตอนการรับวัตถุดิบ เมื่อผู้ส่งมอบ ส่งม้วนโลหะ การรับวัตถุดิบเข้า มีหัวข้อในการตรวจรับ ได้แก่ ใบกำกับภาษี จำนวนคอย ชนิดของโลหะ สภาพบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

2. ขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ มีหัวข้อในการตรวจสอบ ได้แก่ จำนวนคอย ชนิดของ

โลหะ สภาพบรรจุภัณฑ์ ความหนา ความแข็ง ใบรับรองคุณภาพของโลหะตามมาตรฐาน JIST จากผู้ผลิต

3. ขั้นตอนการจัดเก็บวัตถุดิบ หลังจากวัตถุดิบได้รับการตรวจสอบแล้ว จะทำการจัดเก็บวัตถุดิบ ไว้ที่ชั้นการจัดเก็บที่สโตร์

4. ขั้นตอนเริ่มต้นการผลิต

5. การตรวจสอบ ในกระบวนการขึ้นรูปโลหะ จะมีการตรวจสอบเพื่อยืนยันคุณภาพของชิ้นงาน ตั้งแต่การตรวจสอบก่อนเริ่มการผลิต

6. ขั้นตอนการตรวจสอบในระหว่างการผลิต ความถี่ในการตรวจสอบวัดขนาด 1 ครั้งต่อการผลิต

7. ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบ ก่อนที่จะนำส่งให้ Supplier ความถี่ในการตรวจสอบวัดขนาด 1 ครั้ง ต่อการผลิต

8. นำส่งให้ Supplier เพื่อทำการลบคม เคลือบสี

9. ขั้นตอนการรับสินค้า แล้วจะนำชิ้นงานส่งคลังสินค้า เพื่อรอส่งเข้าโรงประกอบต่อไป

กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

1. ขั้นตอนการรับวัตถุดิบ เมื่อผู้ส่งมอบมาส่งเม็ดพลาสติกจะมีการรับเข้า ซึ่งจะมีหัวข้อในการตรวจรับได้แก่ ใบกำกับภาษี จำนวน ชนิดของเม็ดพลาสติก สภาพบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น

2. ขั้นตอนการตรวจรับวัตถุดิบ มีหัวข้อในการตรวจสอบ ได้แก่ จำนวน ชนิดของเม็ดพลาสติก สภาพบรรจุภัณฑ์ ใบรับรองคุณภาพของเม็ดพลาสติกตามมาตรฐาน ASTM

3. ขั้นตอนการอบวัตถุดิบ ก่อนที่จะนำเม็ดพลาสติกเข้าเครื่องฉีดเพื่อทำการฉีดขึ้นรูป จำเป็นต้องนำเม็ดพลาสติกเข้าเครื่องอบตามเวลาและอุณหภูมิที่กำหนด เพื่อป้องกันปัญหา เม็ดพลาสติกมีความชื้น ส่งผลทำให้เกิดปัญหาคุณภาพ

4. ขั้นตอนการฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน หลังทำการอบเม็ดพลาสติกตามมาตรฐานที่กำหนด ส่งเข้าเครื่องฉีดพลาสติก เพื่อทำการฉีดพลาสติกขึ้นรูป

5. ขั้นตอนเริ่มต้นการผลิตและการตรวจสอบชิ้นงาน 1 Shot ตรวจสอบทุก Cavity เพื่อยืนยันคุณภาพของชิ้นงาน ตั้งแต่การตรวจสอบก่อนเริ่มการผลิต

6. ขั้นตอนการตรวจสอบในระหว่างการผลิต ตรวจสอบเพื่อยืนยันคุณภาพของชิ้นงาน การตรวจสอบในระหว่างการผลิต สุ่มตรวจชิ้นงานที่ 100, 300, 600 และ 1000

7. ขั้นตอนการตัดแต่งเกจ แต่งครีบของชิ้นงาน

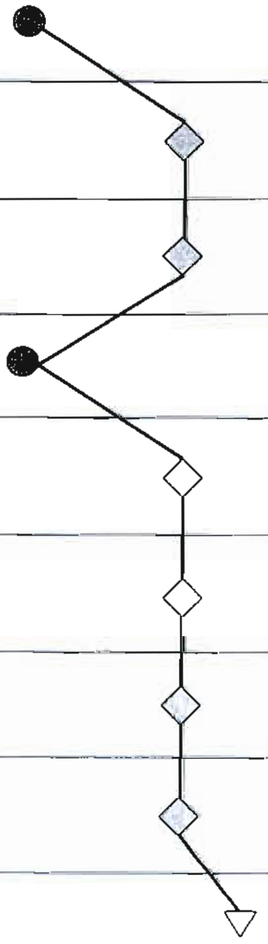
8. ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบ สุ่มตรวจชิ้นงาน Last shot

9. ขั้นตอนจัดเก็บเข้าคลังสินค้า เพื่อรอจัดส่งให้โรงประกอบ

ตารางที่ 3-2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

แผนภูมิการไหลของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

Flow process chart

คำอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน	**สัญลักษณ์** ● ⇨ ◗ ◇ ▽	**หมายเหตุ**
1. รับวัตถุดิบ		
2. ตรวจวัตถุดิบเข้า		
3. อบเม็ดพลาสติก		
4. เริ่มต้นผลิต ฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน		
5. การตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มการผลิต (First piece inspection)		
6. การตรวจสอบคุณภาพในระหว่างการผลิต (In-process inspection)		
7. ตัดแต่งเกจ ครีบ ของชิ้นงาน		
8. การตรวจสอบคุณภาพก่อนประกอบ (Before assembly inspection)		
9. การจัดเก็บ		

ขั้นตอนการประกอบ (Assembly) ประกอบอุปกรณ์ล็อคประตูรถยนต์ อุปกรณ์ล็อคฝากระโปรงรถและอุปกรณ์ล็อคกระบะ ตามคำสั่งซื้อของลูกค้า

1. ขั้นตอนการรับแผนการผลิต จากหน่วยงานวางแผนการผลิต ว่าจะทำการผลิตงานรุ่นใด จำนวนที่จะประกอบ ใช้ชิ้นส่วนใดบ้าง ในการประกอบงานรุ่นนี้ รอบเวลาที่จะทำการประกอบงานแล้วส่งให้ หน่วยงานจัดส่ง เป็นต้น

2. ขั้นตอนการเบิกชิ้นส่วน นำใบสั่งการผลิตให้หน่วยงาน Stock control เพื่อเตรียมงานป้อนส่งเข้า Line การผลิต

3. ขั้นตอนเริ่มต้นการประกอบชิ้นงาน

4. ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานเกี่ยวกับ Function การประกอบด้วยเครื่อง QA Machine หลังจากการประกอบชิ้นงานแล้วจะนำเข้าเครื่อง QA Machine 100% เพื่อยืนยันว่าชิ้นงานสามารถใช้งานได้

5. ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้ายก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์ (Final inspection) จะทำการตรวจสอบลักษณะภายนอกของชิ้นงาน ก่อนเก็บลงภาชนะ กล่องงาน เพื่อเป็นการยืนยันคุณภาพก่อนส่งมอบให้ลูกค้า พึงพอใจ

6. ขั้นตอนจัดเก็บเข้าคลังสินค้า เพื่อเตรียมห่อหุ้มชิ้นงานก่อนส่งมอบ

7. ขั้นตอนการส่งมอบ จะจัดส่งให้ลูกค้า ตามรอบเวลาที่ลูกค้ากำหนด

ตารางที่ 3-3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการประกอบ

แผนภูมิการไหลของกระบวนการประกอบ Flow process chart						
คำอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน	**สัญลักษณ์**					**หมายเหตุ**
	●	⇨	◗	◇	▽	
1. รับแผนการผลิตจากหน่วยงานวางแผนการผลิต			◗			
2. เบิก ชิ้นส่วน โลหะ, พลาสติก		⇨				
3. เริ่มต้นผลิต ประกอบชิ้นงาน	●					
4. การตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานเกี่ยวกับ Function การประกอบด้วยเครื่อง QA Machine				◇		
5. การตรวจสอบคุณภาพขั้นสุดท้ายก่อนส่งมอบผลิตภัณฑ์ (Final inspection)				◇		
6. การจัดเก็บ					▽	
7. ส่งมอบให้ลูกค้า		⇨				

1. ระบบการตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มการผลิต (First piece inspection)

การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานขั้นแรกเพื่อยืนยันคุณภาพของชิ้นงานว่าชิ้นงานมีคุณลักษณะตรงตามที่กำหนดหรือไม่ ก่อนเริ่มทำการผลิตชิ้นงานจำนวนมาก (Mass production) โดยลักษณะของการตรวจสอบจะเป็นการตรวจสอบการวัดขนาด (Dimension) และลักษณะภายนอกทั่วไปของชิ้นงาน (Appearance) เช่น ชิ้นงานจะต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่เสียรูป หรือบิดงอ และมีเศษยื่น ชิ้นงานเป็นรอยยุบ เป็นต้น

1.1 ศึกษาระบบการตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มการผลิตในปัจจุบันของการขึ้นรูปโลหะ

ขั้นตอนของการตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มการผลิต สามารถสรุปขั้นตอนได้ดังนี้

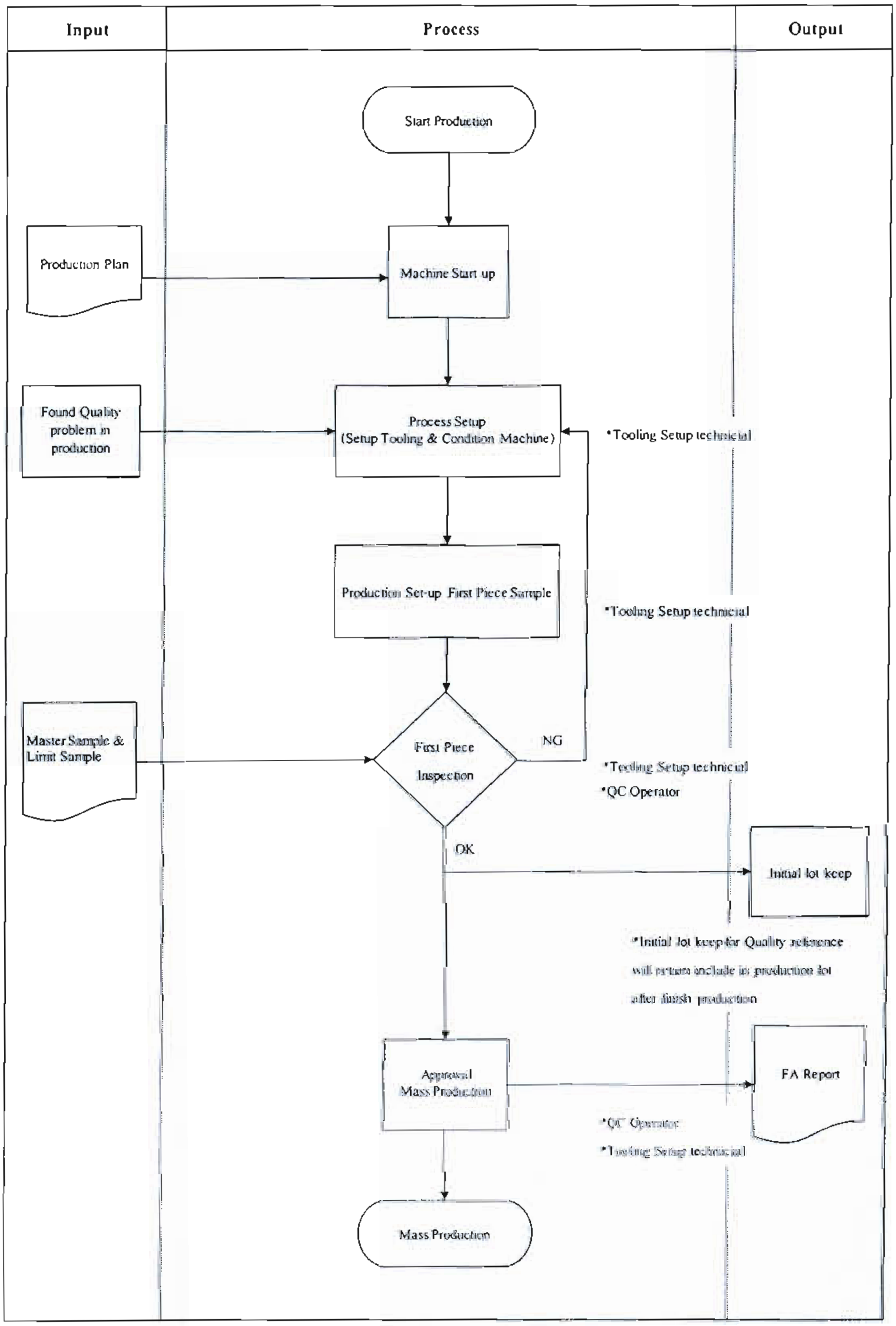
1.1.1 เมื่อได้รับแผนการผลิตจากฝ่ายวางแผนการผลิต ทีมช่างจะเข้าไปดำเนินการติดตั้งแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องจักร พร้อมทั้งปรับตั้งค่าต่าง ๆ ของเครื่องจักร ตามมาตรฐานการผลิตชิ้นงานในแต่ละชนิด จากนั้นทีมช่างผู้ปรับตั้งจะทำการผลิตชิ้นงานชิ้นแรก (First piece) ออกมา แล้วทำการตรวจสอบและยืนยันคุณภาพของชิ้นงาน 3 ชิ้น และส่งให้พนักงานตรวจสอบคุณภาพทำการตรวจสอบและยืนยันคุณภาพของชิ้นงาน 2 ชิ้น ถ้าชิ้นงานนั้นไม่ผ่านการตรวจสอบ ทีมช่างจะต้องดำเนินการปรับแก้ไขพร้อมทั้งผลิตชิ้นงานชิ้นแรกเพื่อตรวจสอบคุณภาพอีกครั้ง จนกว่าชิ้นงานจะผ่านการตรวจสอบจากทีมช่างผู้ปรับตั้ง และพนักงานตรวจสอบคุณภาพ

1.1.2 เมื่อชิ้นงานชิ้นแรกผ่านการตรวจสอบจากทีมช่างผู้ปรับตั้ง และพนักงานตรวจสอบคุณภาพแล้ว ทีมช่างผู้ปรับตั้ง และพนักงานตรวจสอบคุณภาพ จะบันทึกข้อมูลพร้อมลงลายมือชื่อในเอกสาร FA Report และตรวจสอบเอกสารเพื่ออนุมัติให้เริ่มต้นผลิตชิ้นงานจำนวนมาก (Mass production) โดยหัวหน้าแผนกประกันคุณภาพ

1.1.3 ชิ้นงานชิ้นแรกที่ผ่านการตรวจสอบจากทีมช่างผู้ปรับตั้ง และพนักงานตรวจสอบคุณภาพจะถูกเก็บไว้ที่พื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อไว้ตรวจสอบเปรียบเทียบกับชิ้นงานในระหว่างการผลิต

1.1.4 ชิ้นงานชิ้นแรกที่ผ่านการตรวจสอบจากทีมช่างผู้ปรับตั้ง และพนักงานตรวจสอบคุณภาพจะถูกเก็บไว้ที่พื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อไว้ตรวจสอบเปรียบเทียบกับชิ้นงานในระหว่างการผลิต

จากขั้นตอนที่กล่าวมานั้นสามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพของระบบการตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มทำการผลิตได้ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มการผลิตของการขึ้นรูปโลหะ

1.2 ศึกษาระบบการตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มการผลิตในปัจจุบัน ของการขึ้นรูปพลาสติก

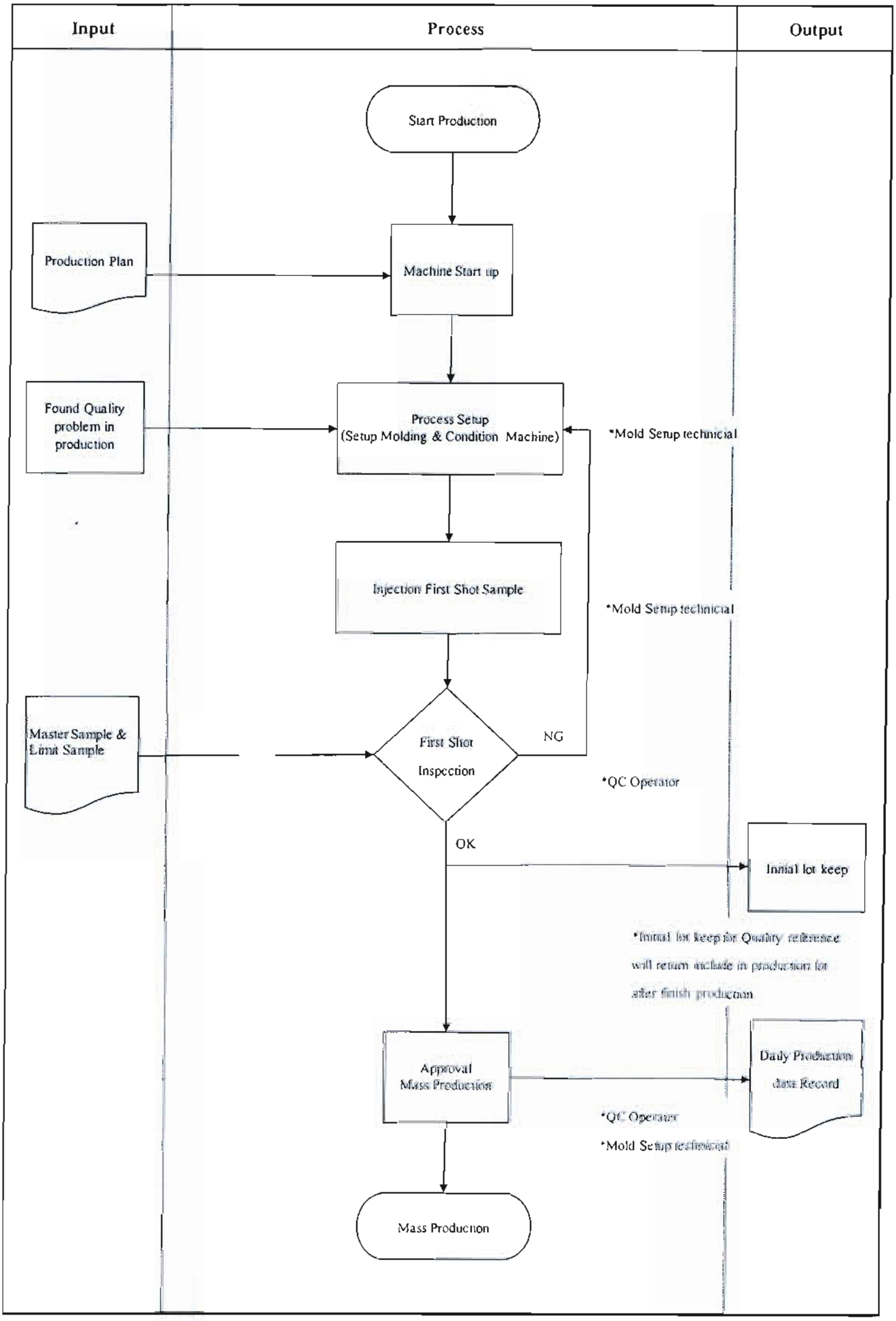
ขั้นตอนของการตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มการผลิต สามารถสรุปขั้นตอนได้ดังนี้

1.2.1 เมื่อได้รับแผนการผลิตจากฝ่ายวางแผนการผลิต ทีมช่างจะเข้าไปดำเนินการติดตั้งแม่พิมพ์เข้ากับเครื่องจักรพร้อมทั้งปรับตั้งค่าต่าง ๆ ของเครื่องจักร ตามมาตรฐานการผลิตชิ้นงานในแต่ละชนิดตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ จากนั้นทีมช่างผู้ปรับตั้งจะทำการฉีดชิ้นงานชุดแรก (First shot sample) ออกมา แล้วนำส่งให้พนักงานตรวจสอบคุณภาพทำการตรวจสอบและยืนยันคุณภาพของชิ้นงาน ถ้าชิ้นงานนั้นไม่ผ่านการตรวจสอบ ทีมช่างจะต้องดำเนินการปรับแก้ไขพร้อมทั้งฉีดชิ้นงานชุดแรกเพื่อให้พนักงานตรวจสอบคุณภาพตรวจสอบอีกครั้ง จนกว่าชิ้นงานจะผ่านการตรวจสอบจากพนักงานตรวจสอบคุณภาพ

1.2.2 เมื่อชิ้นงานชุดแรกผ่านการตรวจสอบจากพนักงานตรวจสอบคุณภาพแล้ว ทีมช่างพนักงานตรวจสอบคุณภาพ และพนักงานฝ่ายผลิต จะลงลายมือชื่อในเอกสาร Daily production data record เพื่ออนุมัติให้เริ่มต้นผลิตชิ้นงานจำนวนมาก (Mass production)

1.2.3 ชิ้นงานชุดแรกที่ผ่านการตรวจสอบจากพนักงานตรวจสอบคุณภาพจะถูกเก็บไว้ที่หน้าเครื่องจักรเพื่อไว้ตรวจสอบเปรียบเทียบกับชิ้นงานชุดสุดท้ายของลอตการผลิต

จากขั้นตอนที่กล่าวมานั้นสามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพของระบบการตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มทำการผลิตได้ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มการผลิตของการขึ้นรูปพลาสติก

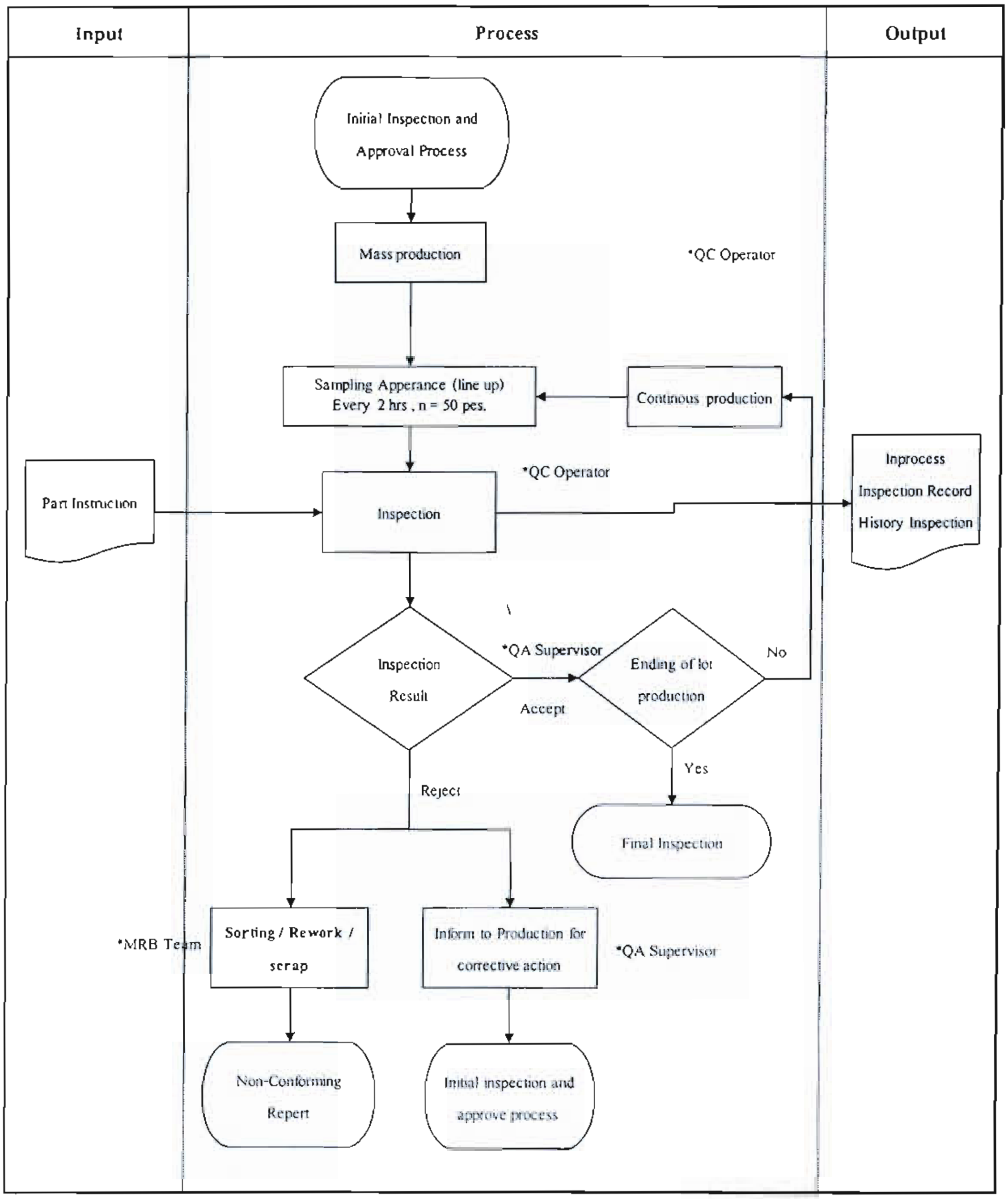
2. ระบบการตรวจสอบคุณภาพในระหว่างการผลิต (In-process inspection)

มีเป้าหมายในการตรวจสอบเพื่อเป็นการรับประกันว่ากระบวนการผลิตยังคงผลิตชิ้นงานได้เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า หากระบบการตรวจสอบคุณภาพในระหว่างการผลิตมีการควบคุมให้อยู่ในระดับที่ดีแล้วจะช่วยลดการสูญเสียที่เกิดจากการผลิตชิ้นงานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า และประหยัดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการตรวจสอบ

2.1 ศึกษาระบบการตรวจสอบคุณภาพในระหว่างการผลิตในปัจจุบัน ของการขึ้นรูปโลหะ

ปัจจุบันระบบการตรวจสอบคุณภาพในระหว่างการผลิต หลังจากผ่านกระบวนการอนุมัติให้เริ่มทำการผลิต ทุก 2 ชั่วโมง พนักงานตรวจสอบคุณภาพสุ่มชิ้นงาน เพื่อทำการตรวจสอบลักษณะรูปร่าง (Appearance) จำนวน 50 ชิ้น แล้วนำชิ้นงาน 3 ชิ้น ตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 30 เท่า จะบันทึกข้อมูลพร้อมลงลายมือชื่อในเอกสาร History inspection และการตรวจสอบวัดขนาด (Dimension) ของชิ้นงาน จำนวน 5 ชิ้น วันละ 1 ครั้ง บันทึกข้อมูลพร้อมลงลายมือชื่อในเอกสาร In-process inspection record และตรวจสอบเอกสารเพื่ออนุมัติ โดยหัวหน้าแผนกประกันคุณภาพ ถ้าผลการตรวจสอบพบว่าชิ้นงานเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้กระบวนการผลิตจะดำเนินต่อไปจนกว่าจะจบลอตการผลิต แต่ถ้าผลการตรวจสอบพบว่าชิ้นงานไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน จะออกเอกสาร Non-conforming report แจ้งไปยังฝ่ายการผลิตเพื่อหยุดการผลิตลงพร้อมทั้งดำเนินการคัดแยกชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพออกจากชิ้นงานปกติให้ชัดเจน จากนั้นจะทำการแก้ไขปรับปรุงโดยทีมช่าง และเริ่มต้นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มการผลิตเพื่ออนุมัติกระบวนการผลิตใหม่อีกครั้ง

จากที่อธิบายมานั้นสามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพของระบบการตรวจสอบคุณภาพระหว่างกระบวนการผลิต ได้ดังภาพที่ 3-4

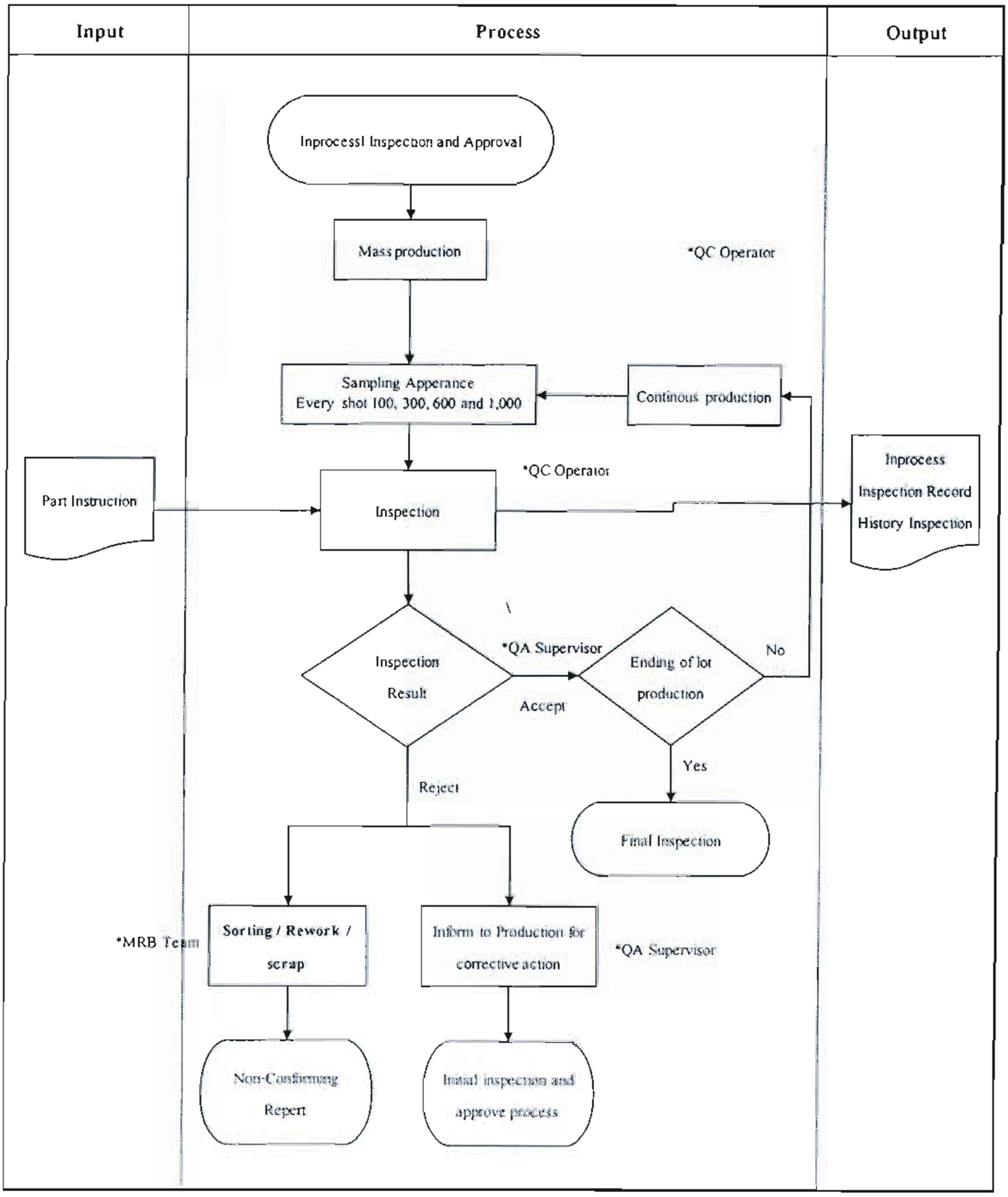


ภาพที่ 3-4 แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพระหว่างการผลิตของการขึ้นรูปโลหะ

2.2 ศึกษาระบบการตรวจสอบคุณภาพในระหว่างการผลิตในปัจจุบัน ของการขึ้นรูปพลาสติก

ระบบการตรวจสอบคุณภาพในระหว่างการผลิตนั้น หลังจากผ่านกระบวนการอนุมัติให้เริ่มทำการผลิต ทุก ๆ 100, 300, 600 และ 1,000 พนักงานตรวจสอบคุณภาพจะหยิบชิ้นงานจากกระบวนการผลิต 1 shot เพื่อนำมาตรวจสอบตามหัวข้อการตรวจสอบที่ได้กำหนดไว้ ผลของการตรวจสอบจะถูกบันทึกลงในเอกสาร Inspection record เพื่อเป็นหลักฐานในการตรวจสอบและยืนยันผลการตรวจสอบอีกครั้งโดยหัวหน้าแผนกประกันคุณภาพ ถ้าผลการตรวจสอบพบว่าชิ้นงานเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้กระบวนการผลิตจะดำเนินต่อไปจนกว่าจะจบลอตการผลิต แต่ถ้าผลการตรวจสอบพบว่าชิ้นงานไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน จะออกเอกสาร Non-conforming report แจ้งไปยังฝ่ายการผลิตเพื่อหยุดการผลิตลงพร้อมทั้งดำเนินการคัดแยกชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพออกจากชิ้นงานปกติให้ชัดเจน จากนั้นจะทำการแก้ไขปรับปรุงโดยทีมช่าง และเริ่มต้นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพก่อนเริ่มการผลิตเพื่ออนุมัติกระบวนการผลิตใหม่อีกครั้ง

จากที่อธิบายมานั้นสามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพของระบบการตรวจสอบคุณภาพระหว่างกระบวนการผลิตได้ดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพระหว่างการผลิตของการขึ้นรูปพลาสติก

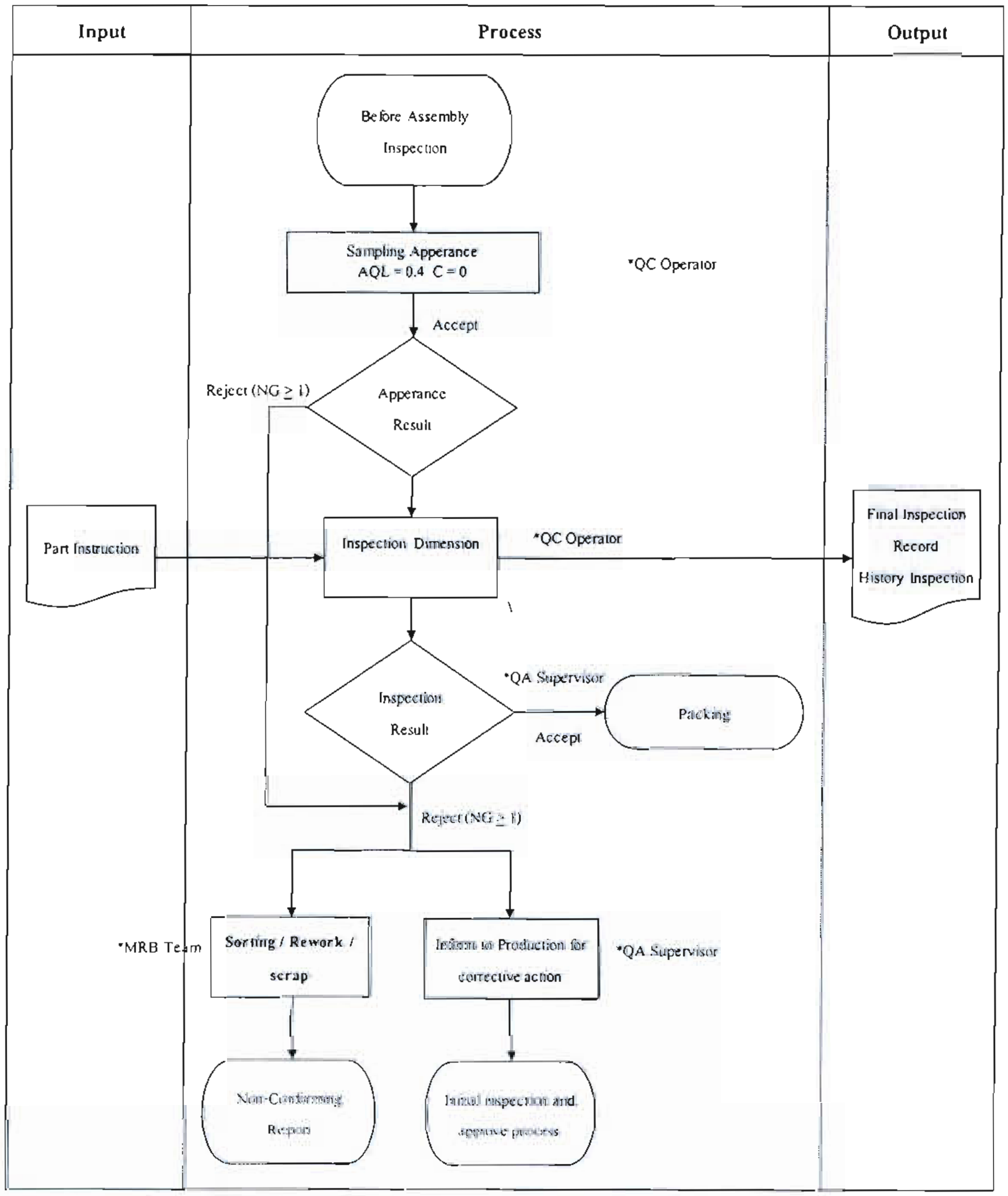
3. ระบบการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบ (Before assembly inspection)

ตรวจสอบคุณภาพจะเกิดขึ้นอีกครั้ง ซึ่งการตรวจสอบนี้จะเป็นการตรวจสอบวัดขนาด และลักษณะภายนอกของชิ้นงาน รวมไปถึงการตรวจสอบลักษณะของบรรจุภัณฑ์และจำนวนของชิ้นงานด้วย

3.1 ศึกษาระบบการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบในปัจจุบันของการขึ้นรูปโลหะ

ปัจจุบันการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบ ใช้วิธีการสุ่มชิ้นงานเพื่อทำการตรวจสอบลักษณะรูปร่าง ขึ้นมาตรวจสอบ AQL 0.4 โดยมีเงื่อนไขในการยอมรับลอต เมื่อสุ่มตรวจสอบแล้วไม่พบของเสีย แต่จะปฏิเสธลอตเมื่อพบของเสียตั้งแต่ 1 ชิ้นขึ้นไป แล้วนำชิ้นงาน 3 ชิ้น ตรวจใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 30 เท่า จะบันทึกข้อมูลพร้อมลงลายมือชื่อในเอกสาร History inspection และการตรวจสอบวัดขนาดของชิ้นงาน ทำการตรวจสอบตามจำนวน 5 ชิ้น จะบันทึกข้อมูลพร้อมลงลายมือชื่อในเอกสาร Final inspection record และตรวจสอบเอกสารเพื่ออนุมัติ โดยหัวหน้าแผนกประกันคุณภาพ ถ้าผลการตรวจสอบพบว่าชิ้นงานเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ จะส่งไปยังกระบวนบรรจุชิ้นงาน แต่ถ้าผลการตรวจสอบพบว่าชิ้นงานไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน จะออกเอกสาร Non-conforming report แจ้งไปยังฝ่ายการผลิตเพื่อดำเนินการคัดแยกชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพออกจากชิ้นงานปกติให้ชัดเจน จากนั้นจะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและดำเนินการแก้ไข ป้องกัน ไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำ ในกระบวนการผลิตครั้งต่อไป

จากที่อธิบายมานั้นสามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพของระบบการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบดังภาพที่ 3-6



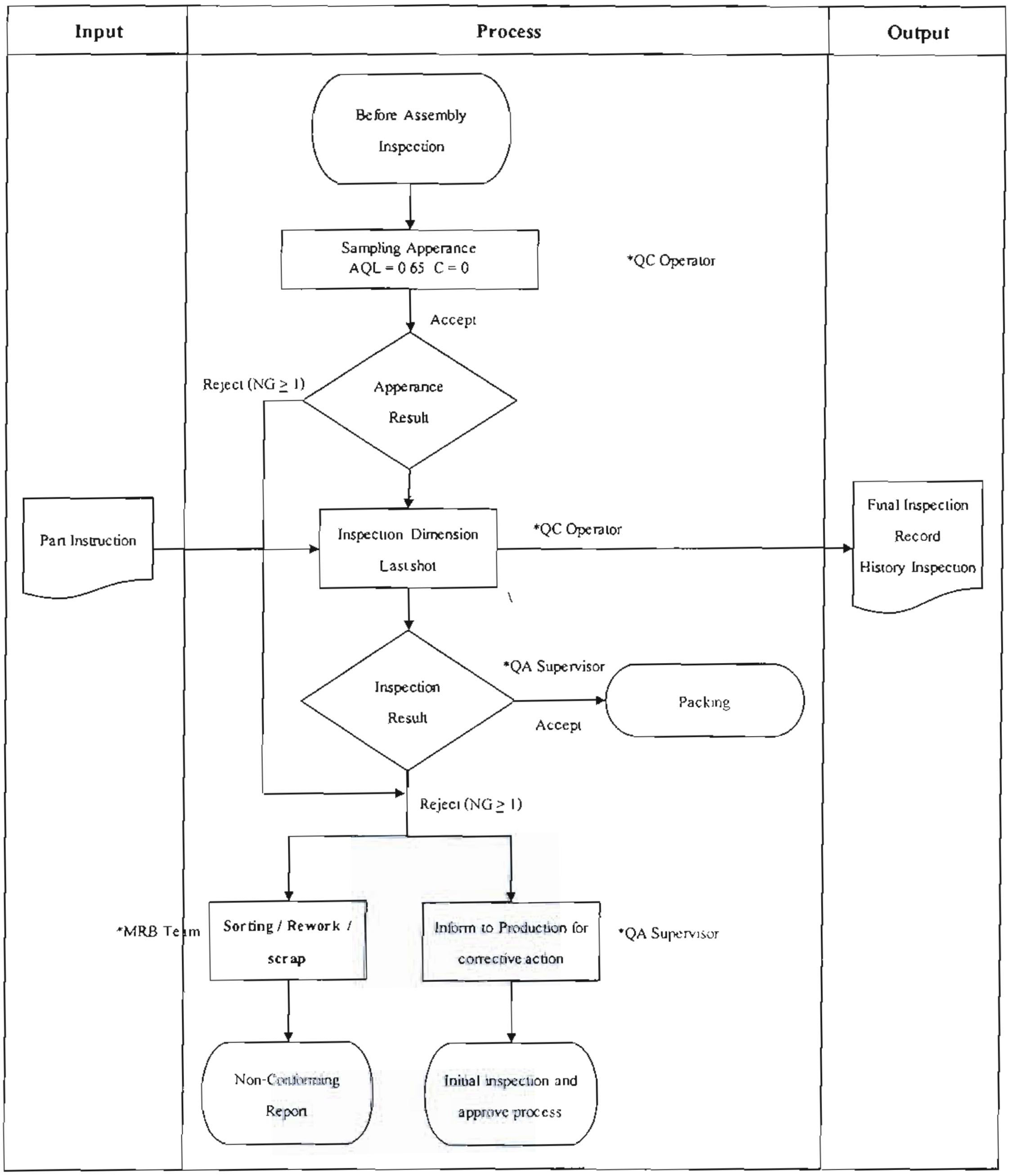
ภาพที่ 3-6 แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพการประกอบของการขึ้นรูปโลหะ

3.2 ศึกษาระบบการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบในปัจจุบัน ของการขึ้นรูปพลาสติก

ตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบจะใช้วิธีการสุ่มชิ้นงานเพื่อทำการตรวจสอบลักษณะรูปร่าง ขึ้นมาตรวจสอบ AQL 0.65 โดยมีเงื่อนไขใน การยอมรับลอตเมื่อสุ่มตัวสอบแล้ว

ไม่พบของเสีย และจะปฏิเสธลอตเมื่อพบของเสียตั้งแต่ 1 ชิ้นขึ้นไป และ ตรวจสอบวัดขนาดของชิ้นงาน ทำการตรวจสอบชิ้นงาน Last shot ทุก Cavity จะบันทึกข้อมูลพร้อมลงลายมือชื่อในเอกสาร Final inspection record และตรวจสอบเอกสารเพื่ออนุมัติ โดยหัวหน้าแผนกประกันคุณภาพ ถ้าผลการตรวจสอบพบว่าชิ้นงานเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ จะส่งไปยังกระบวนบรรจุชิ้นงาน แต่ถ้าผลการตรวจสอบพบว่าชิ้นงานไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน จะออกเอกสาร Non-conforming report แจ้งไปยังฝ่ายการผลิตเพื่อดำเนินการคัดแยกชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพออกจากชิ้นงานปกติให้ชัดเจน จากนั้นจะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ และดำเนินการแก้ไข ป้องกัน ไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำ ในกระบวนการผลิตครั้งต่อไป

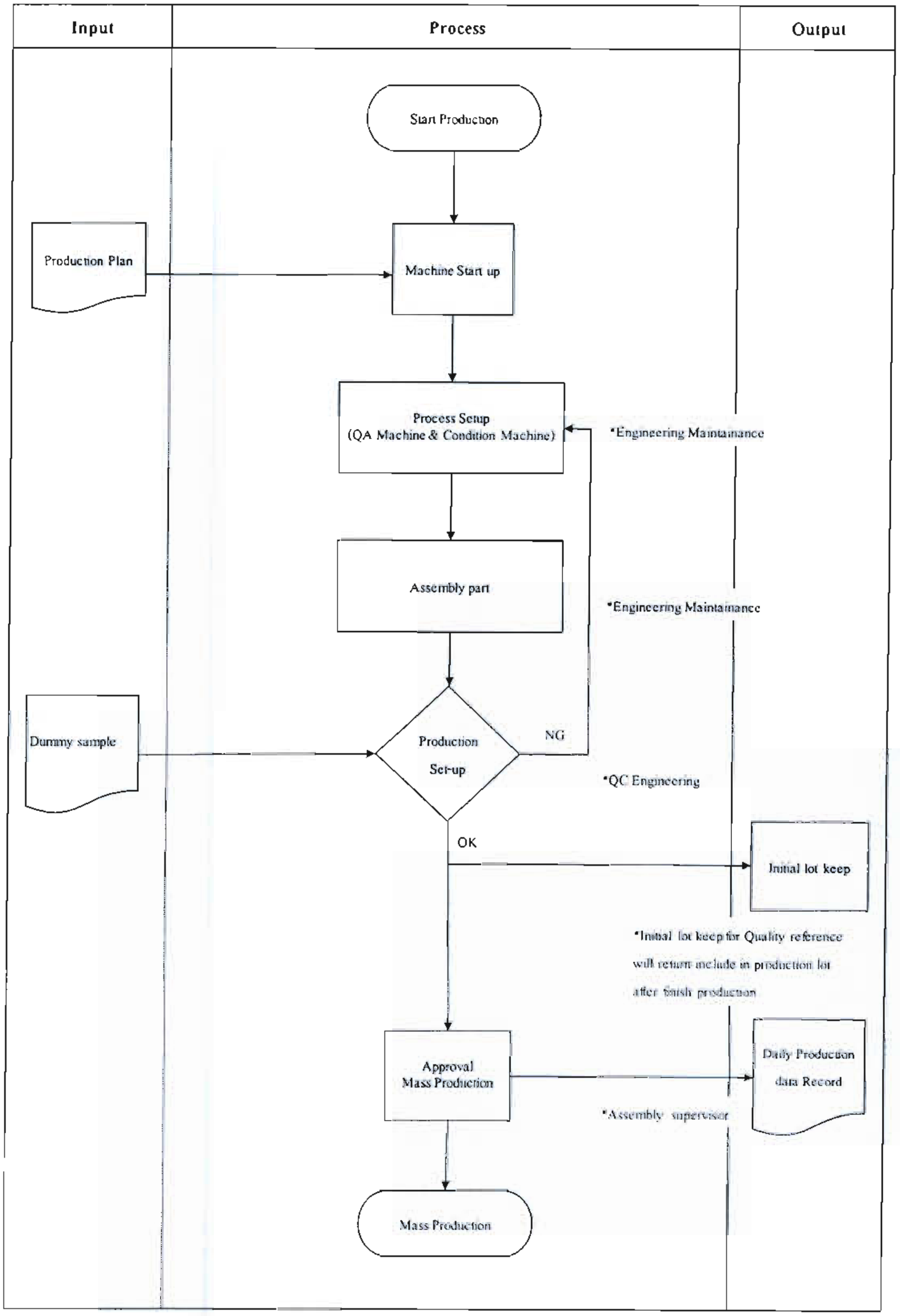
จากขั้นตอนการทำงานอธิบายมานั้นสามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพของระบบการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบได้ดังภาพที่ 3-7



ภาพที่ 3-7 แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพการประกอบของการขึ้นรูปพลาสติก

4. ระบบการตรวจสอบคุณภาพหลังการประกอบ (After assembly inspection)

ชิ้นงานที่ทำการประกอบ จะยืนยันคุณภาพ 100% โดยใช้เครื่องจักร เป็นเครื่องจักรตรวจเช็คว่า ชิ้นงานที่ทำการประกอบสามารถใช้งานได้ อ้างอิงการใช้งานจริงของลูกค้า รวมถึงเพิ่มการยืนยันชิ้นงานมีครบตามที่ระบุใน Spec. หรือไม่ โดยตรวจสอบฟังก์ชั่นการทำงาน ตรวจสอบชิ้นงานการลืมประกอบ โดยใช้อุปกรณ์นิวเมติกส์ (Cylinder) Servo Motor เป็นต้น



ภาพที่ 3-8 แผนผังขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพหลังการประกอบ

การตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานก่อนเริ่มทำการผลิตชิ้นงาน เพื่อยืนยันคุณภาพของชิ้นงานว่ามีคุณลักษณะตรงตามที่กำหนดหรือไม่ การตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานระหว่างการผลิตเป็นการรับประกันว่ากระบวนการผลิตยังคงผลิตชิ้นงานได้เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า ส่วนการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบ เพื่อเป็นการยืนยันคุณภาพ รับประกันคุณภาพว่าเป็นไปที่ลูกค้ากำหนด เมื่อเข้าสู่กระบวนการประกอบชิ้นงานสามารถประกอบร่วมได้ ไม่มีปัญหา เพิ่มความพึงพอใจให้กับลูกค้าก่อนส่งมอบ สามารถสรุปขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของการขึ้นรูปโลหะ การตรวจสอบคุณภาพของการขึ้นรูปพลาสติก การตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบและการตรวจสอบคุณภาพหลังการประกอบได้ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 สรุปการตรวจสอบของกระบวนการขึ้นรูปต่าง ๆ

<table>
<tr><th>กระบวนการตรวจสอบ</th><th>การตรวจสอบ</th></tr>
<tr><td>1. ก่อนเริ่มการผลิต
(First piece inspection)</td><td>กระบวนการขึ้นรูปโลหะ:
ฝ่ายผลิตวัดขนาดชิ้นงาน ตรวจสอบลักษณะรูปร่างจำนวน 3 ชิ้น ฝ่ายคุณภาพวัดขนาดชิ้นงาน ตรวจสอบลักษณะรูปร่าง 2 ชิ้น กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก:
ฝ่ายคุณภาพวัดขนาดชิ้นงาน ตรวจสอบลักษณะรูปร่าง ชิ้นงานชุดแรก</td></tr>
<tr><td>2. ในระหว่างการผลิต
(In-process inspection)</td><td>กระบวนการขึ้นรูปโลหะ: วัดขนาดชิ้นงาน จำนวน 3 ชิ้น ตรวจสอบลักษณะรูปร่าง
<table>
<tr><th>ชิ้นที่</th><th>Lot size</th><th>N</th><th>C</th></tr>
<tr><td>1-1000</td><td>1000</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>1001-3000</td><td>2000</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>3001-6000</td><td>3000</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>6001-10000</td><td>4000</td><td>1</td><td>0</td></tr>
</table>
กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก: ตรวจสอบลักษณะรูปร่าง
<table>
<tr><th>ชิ้นที่</th><th>Lot size</th><th>N</th><th>C</th></tr>
<tr><td>1-100</td><td>1000</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>101-300</td><td>2000</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>301-600</td><td>3000</td><td>1</td><td>0</td></tr>
<tr><td>601-1000</td><td>4000</td><td>1</td><td>0</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>3. ขั้นสุดท้ายก่อนการประกอบ
(Before assembly inspection)</td><td>ใช้มาตรฐานระบบการตรวจสอบด้วยการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ MIL-STD-105E เกณฑ์การยอมรับ 0 จะปฏิเสธเมื่อพบชิ้นงาน NG 1 (n = 5, c = 0 และ lot size 2000)
กระบวนการขึ้นรูปโลหะ มีการตรวจสอบรูปร่างตาม AQL 0.40
กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก มีการตรวจสอบรูปร่างตาม AQL 0.65</td></tr>
<tr><td>4. ขั้นสุดท้ายหลังการประกอบ
(After assembly inspection)</td><td>ตรวจสอบชิ้นงาน 100% ด้วยเครื่อง QA Machine</td></tr>
</table>

การประเมินระบบการตรวจสอบ

เพื่อเป็นการยืนยันรับประกันว่ากระบวนการผลิตยังคงผลิตชิ้นงานได้เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า ดังนั้นถ้าหากพิสูจน์ได้ว่ากระบวนการผลิตมีเสถียรภาพเพียงพอ ไม่มีความผันแปรในกระบวนการ ไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ในการประเมินความสามารถของกระบวนการผลิต จะประเมินจากดัชนีความสามารถของกระบวนการ (Process capability: C_{pk}) ศึกษาความสามารถของระบบการวัดเพื่อทำให้มั่นใจว่าผู้ที่ทำการวัด และเครื่องมือที่ใช้มีความถูกต้อง (Accuracy) และความเที่ยงตรง (Precision) ระบบการวัดที่มีความสามารถในระดับที่ยอมรับได้ต้องมีทั้งความถูกต้องและความเที่ยงตรงพร้อมกัน

5. การประเมินความสามารถของระบบการวัด สำหรับข้อมูลต่อเนื่อง เนื่องจากการตรวจสอบคุณภาพในระหว่างการผลิตจะเป็นการตรวจสอบขนาดของชิ้นงานเป็นสำคัญ ซึ่งจะประเมินทั้งความสามารถในการทำซ้ำของอุปกรณ์ (Repeatability หรือ $\sigma_{repeatability}$) และความสามารถในการผลิตซ้ำของผู้ตรวจวัด (Reproducibility หรือ $\sigma_{reproducibility}$) หรือ (GR&R) ผลที่ได้ค่า P/ T Ratio มีค่าต่ำกว่า 0.1 หรือ 10% จึงยอมรับได้ว่าระบบการวัดมีความสามารถเพียงพอของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ และกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

6. การประเมินช่วงความเชื่อมั่นของค่าความสามารถของกระบวนการ

ค่าความสามารถของกระบวนการ (Cpk) เป็นเพียงตัวประมาณค่าแบบจุด (Point estimator) ซึ่งจะมีความผันแปรในตัวเองและคลาดเคลื่อน จึงจำเป็นต้องทำการประเมินช่วงความเชื่อมั่นของดัชนีความสามารถของกระบวนการ ช่วยให้การประเมินมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยการประมาณช่วงความเชื่อมั่นจะทำบนสมมติฐานที่การแจกแจงของคุณลักษณะทางคุณภาพเป็นแบบปกติ สำหรับการประเมินช่วงความเชื่อมั่นของค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ

การประเมินช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ของค่า Cpk ของชิ้นงาน ซึ่งมีค่า Cpk น้อยที่สุด จากตัวอย่างสุ่มขนาด n = 30 คำนวณค่า Cpk ได้ = 1.862 จะมีค่าอยู่ในช่วง $= 1.37 \le C_{pk} \le 2.36$

เมื่อ 1.37 คือ ค่าขอบเขตล่างของช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ซึ่งมากกว่าค่า C_{pk} เป้าหมายที่ 1.33 จึงสรุปได้ว่าผลของข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือเพียงพอ

เนื่องจากกระบวนการไม่เกิดการแปรผันในกระบวนการ โดยพิจารณาได้จากค่าความสามารถของกระบวนการผลิต (Cpk) ดังนั้นการกำหนดมาตรฐานสำหรับการผลิต สามารถตรวจจับปัญหาได้

7. **การประเมินความสามารถของระบบการวัด** การตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบเป็นการตรวจสอบลักษณะภายนอกของชิ้นงานแล้วตัดสินว่าชิ้นงานนั้นดี (OK) หรือเสีย (NG)

จึงประเมินความสามารถของระบบการวัดสำหรับข้อมูลไม่ต่อเนื่อง (ข้อมูลจากการตรวจนับ) จะพิจารณาถึงความสามารถของพนักงานแต่ละคน โดยมีหลักเกณฑ์ในการยอมรับ คือ

1. ประสิทธิภาพของพนักงานแต่ละคน (Operator effectiveness index: O_E) จะต้องเท่ากับ 100%

2. ดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด (False alarm index: I_{FA}) จะต้องเท่ากับ 0%

3. ดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับอย่างผิดพลาด (Index of a miss: I_{MISS}) จะต้องเท่ากับ 0%

เพื่อให้มั่นใจว่าสาเหตุของการตรวจสอบไม่พบของเสีย ไม่ได้มีสาเหตุมาจากการตัดสินผิดพลาดของพนักงานตรวจสอบคุณภาพ เป็นผลให้ชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพหลุดรอดไปหาโรงงานประกอบ พิจารณาชิ้นงานนั้นเป็นชิ้นงานดีหรือเสีย

ในการปฏิบัติงานมีพนักงานตรวจสอบที่ประจำในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบ ผู้ทำการวิจัยได้เก็บข้อมูลผลการตรวจสอบคุณภาพของพนักงาน เพื่อนำมาวิเคราะห์ความสามารถของพนักงานวัด ทั้งของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ และกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการเลือกชิ้นงานจำนวน 30 ชิ้น โดยชิ้นงานดี 15 ชิ้น ชิ้นงานเสีย 11 ชิ้น และชิ้นงานที่มีคุณภาพกล้ำกึ่ง จำนวน 4 ชิ้น ชิ้นงานทั้งหมดจะถูกกำหนดให้เป็น “ลอตมาตรฐาน” โดยเป็นชิ้นงานที่สามารถตรวจสอบและตัดสินได้ด้วยสายตา เช่น ปัญหาชิ้นงานเสียรูปทรง ปัญหาชิ้นงานรอยยุบ ปัญหาชิ้นงานมีคราบสกปรก เป็นต้น

2. กำหนดจำนวนในการทดสอบซ้ำ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

3. ชิ้นงานที่ถูกกำหนดให้เป็นลอตมาตรฐานให้พนักงานตรวจสอบตัวอย่างแบบสุ่ม พร้อมทั้งบันทึกผลในตารางตรวจสอบ จนครบการประเมินผลที่ได้ออกแบบไว้

เมื่อนำข้อมูลผลการตรวจสอบคุณภาพของพนักงานแต่ละคนมาวิเคราะห์ผลหาความสามารถของพนักงานแต่ละคน ของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3-5 และตารางที่ 3-6 ของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก โดยจะแสดงถึงข้อมูลการชี้บ่งชิ้นงานลอตมาตรฐานออกมาเป็นจำนวนครั้ง เพื่อนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของพนักงานในรูปของดัชนีต่าง ๆ ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์การประเมิน

ตารางที่ 3-5 ผลการตรวจสอบคุณภาพของพนักงานแต่ละคน ของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ

พนักงาน คนที่	ชี้บ่งว่า OK อย่างถูกต้อง	ชี้บ่งว่า NG อย่างถูกต้อง	รวมจำนวน ชี้บ่งที่ถูกต้อง	จำนวน การปฏิเสธ อย่างผิดพลาด	จำนวน การยอมรับ ที่ผิดพลาด
1	57	33	90	0	0
2	57	33	90	0	0

ตารางที่ 3-6 ผลการตรวจสอบคุณภาพของพนักงานแต่ละคน ของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

พนักงาน คนที่	ชี้บ่งว่า OK อย่างถูกต้อง	ชี้บ่งว่า NG อย่างถูกต้อง	รวมจำนวน ชี้บ่งที่ถูกต้อง	จำนวน การปฏิเสธ อย่างผิดพลาด	จำนวน การยอมรับ ที่ผิดพลาด
1	57	33	90	0	0
2	57	33	90	0	0

ตารางที่ 3-7 ประสิทธิภาพของพนักงานแต่ละคน ของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ

พนักงานคนที่	O_E	I_{FA}	I_{MISS}
1	100%	0%	0%
2	100%	0%	0%

ตารางที่ 3-8 ประสิทธิภาพของพนักงานแต่ละคน ของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

พนักงานคนที่	O_E	I_{FA}	I_{MISS}
1	100%	0%	0%
2	100%	0%	0%

พิจารณาข้อมูลจากตารางที่ 3-7 และ ตารางที่ 3-8 ค่าประสิทธิภาพของพนักงานแต่ละคน O_E ค่าดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด I_{FA} และค่าดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับอย่างผิดพลาด I_{MISS} ซึ่งผ่านเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ในข้างต้น สรุปได้ว่าพนักงานที่ทำหน้าที่ตรวจสอบนั้นสามารถตัดสินใจชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการตรวจสอบในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ

ก่อนการประกอบไม่พบของเสีย ไม่ได้เกิดจากพนักงานตรวจสอบคุณภาพ ทั้งสองกระบวนการขึ้นรูปโลหะและกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

8. การประเมินระบบการสุ่มตรวจสอบชิ้นงานในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบ

ปัญหาที่ได้รับข้อร้องจากลูกค้า เดือนมกราคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2557 มีปัญหาที่เกิดขึ้น ชิ้นงานเสียที่หลุดรอดไปหาลูกค้า จำนวน 974 ชิ้น จากจำนวนชิ้นงานที่ส่งให้ลูกค้าทั้งหมด จำนวน 167,023,980 ชิ้น นำมาคิดสัดส่วนของเสียได้ 5.8 ppm จากนั้นนำข้อมูลที่ได้เพื่อเปรียบเทียบกับการใช้การตรวจสอบที่ระดับคุณภาพแห่งการยอมรับ (AQL) 0.4% และ (AQL) 0.65% ด้วย Minitab แสดงดังภาพที่ 3-9 และภาพที่ 3-10

Acceptance Sampling by Attributes

Measurement type: Go/no go

Lot quality in percent defective

Lot size: 2000

Use binomial distribution to calculate probability of acceptance

Acceptable Quality Level (AQL) 0.4 , 0.65

Rejectable Quality Level (RQL or LTPD) 4

Compare User Defined Plan(s)

Sample Size 5

Acceptance Number 0

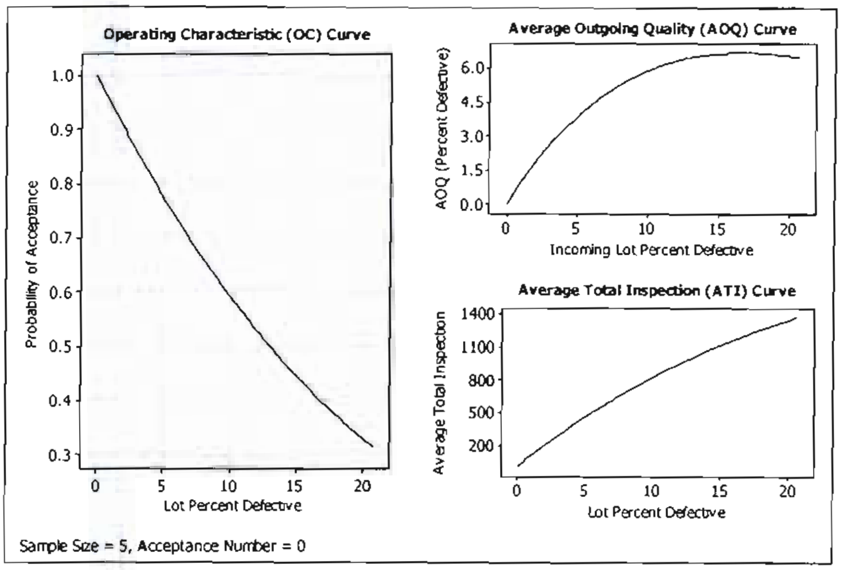
Accept lot if defective items in 5 sampled <= 0; Otherwise reject.

Percent Defective	Probability Accepting	Probability Rejecting	AOQ	ATI
0.00058	1.000	0.000	0.001	5.1
0.40000	0.980	0.020	0.391	44.6
0.65000	0.968	0.032	0.628	69.0
4.00000	0.815	0.185	3.253	373.3

Average outgoing quality limit (AOQL) = 6.681 at 16.667 percent defective

ภาพที่ 3-9 การประเมินสมรรถนะแผนการสุ่มตัวอย่างชิ้นงาน n = 5, c = 0 , N = 2000

จากแผนการชักตัวอย่าง จำนวนชิ้นงาน (N) 2,000 ชิ้น ได้ทำการสุ่มตรวจสอบ (n) 5 ชิ้น ตามแผน ผลิตภัณฑ์บกพร่องจะต้องเป็น (c) 0 หรือไม่มี ซึ่งโอกาสที่จะตรวจพบของเสียเป็นไปได้ยาก หากจะแก้ไขด้วยการตรวจสอบคุณภาพ 100% ไม่สามารถทำได้ ควรจะแก้ไขที่กระบวนการ



ภาพที่ 3-10 กราฟแสดงเส้นโค้ง OC, AOQ, ATI สำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างชิ้นงาน n = 5, c = 0 , N = 2000

8.1 กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของการขึ้นรูปโลหะ ก่อนการประกอบ จะใช้วิธีการสุ่มตรวจสอบชิ้นงานเพื่อการยอมรับลอต แบบลอตต่อลอตโดยมีมาตรฐานในการสุ่มเพื่อการยอมรับ โดยใช้ระดับคุณภาพที่ยอมรับ (Acceptable quality level: AQL) ผลของการชักสิ่งตัวอย่าง กล่าวคือ ต้องยอมรับลอดที่มีของเสียไม่เกินระดับ AQL (โอกาสยอมรับเป็น 1) และจะต้องไม่ยอมรับลอตเมื่อมีของเสียมากกว่าระดับ AQL (โอกาสยอมรับลอตเป็น 0) สำหรับการประเมินสมรรถนะหรือประสิทธิภาพของแผนการสุ่มเพื่อการยอมรับ ทางผู้วิจัยจะใช้เส้นโค้งคุณลักษณะการดำเนินการหรือเส้นโค้ง OC เป็นเครื่องมือในการประเมิน โดยใช้โปรแกรม Minitab

Acceptance Sampling by Attributes

Measurement type: Go/no go

Lot quality in percent defective

Lot size: 2000

Use binomial distribution to calculate probability of acceptance

Acceptable Quality Level (AQL) 0.4

Producer's Risk (Alpha) 0.05

Rejectable Quality Level (RQL or LTPD) 4

Consumer's Risk (Beta) 0.1

Generated Plan(s)

Sample Size 132

Acceptance Number 2

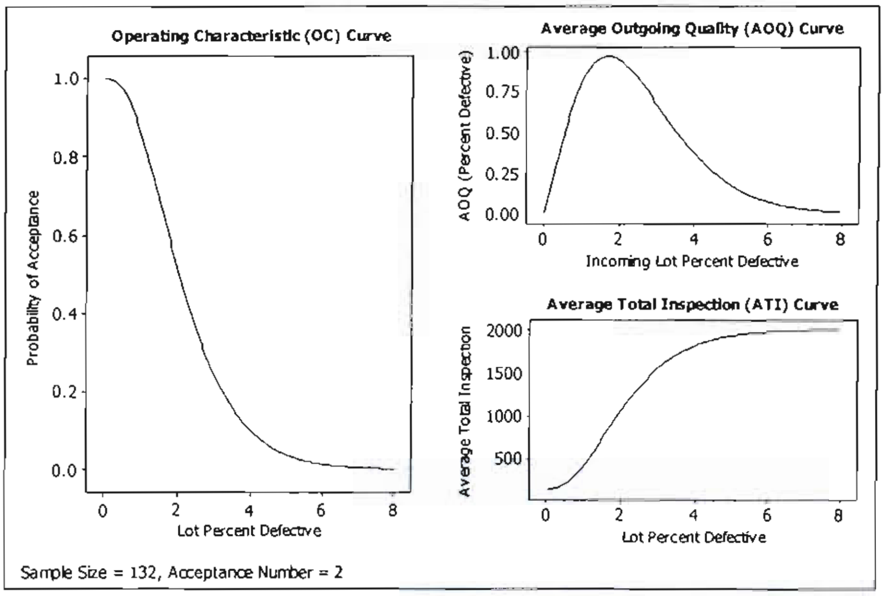
Accept lot if defective items in 132 sampled <= 2; Otherwise reject.

Percent Defective	Probability Accepting	Probability Rejecting	AOQ	ATI
0.4	0.984	0.016	0.367	162.6
4.0	0.098	0.902	0.367	1816.4

Average outgoing quality limit (AOQL) = 0.969 at 1.709 percent defective.

Graphs - Acceptance Sampling by Attributes

ภาพที่ 3-11 การสุ่มตรวจสอบชิ้นงานเพื่อการยอมรับลอตด้วยโปรแกรม Minitab ที่ AQL 0.4



ภาพที่ 3-12 กราฟผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab ของการขึ้นรูปโลหะ

จากแผนการสุ่มเพื่อการยอมรับปัจจุบัน ที่ระดับคุณภาพเพื่อการยอมรับ (AQL) ที่ 0.4 พบว่ามีความน่าจะเป็นที่แต่ละลอตจะได้รับการยอมรับเท่ากับ 0.984 หรือ 98.4% ซึ่งหมายความว่า ถ้าพนักงานตรวจสอบคุณภาพสุ่มชิ้นงานเพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบ จำนวน 100 ลอต และแต่ละลอตถูกสุ่มตัวอย่างมาตรวจตามแผนดังกล่าว จะสามารถคาดการณ์ได้ว่า จะมีล๊อตที่ยอมรับได้ 98.4 ลอต และถูกปฏิเสธเท่ากับ 1.6 ลอต จากของเสียจริง 5.8 ppm พบว่ามีความน่าจะเป็นที่แต่ละลอตจะได้รับการยอมรับเท่ากับ 1

8.2 กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ ของการขึ้นรูปพลาสติก ใช้วิธีการสุ่มตรวจสอบชิ้นงานเพื่อการยอมรับลอต แบบลอตต่อลอตโดยมีมาตรฐานในการสุ่มเพื่อการยอมรับ โดยใช้ระดับคุณภาพที่ยอมรับ (Acceptable quality level: AQL)

Acceptance Sampling by Attributes

Measurement type: Go/no go

Lot quality in percent defective

Lot size: 2000

Use binomial distribution to calculate probability of acceptance

Acceptable Quality Level (AQL) 0.65

Producer's Risk (Alpha) 0.05

Rejectable Quality Level (RQL or LTPD) 4

Consumer's Risk (Beta) 0.1

Generated Plan(s)

Sample Size 166

Acceptance Number 3

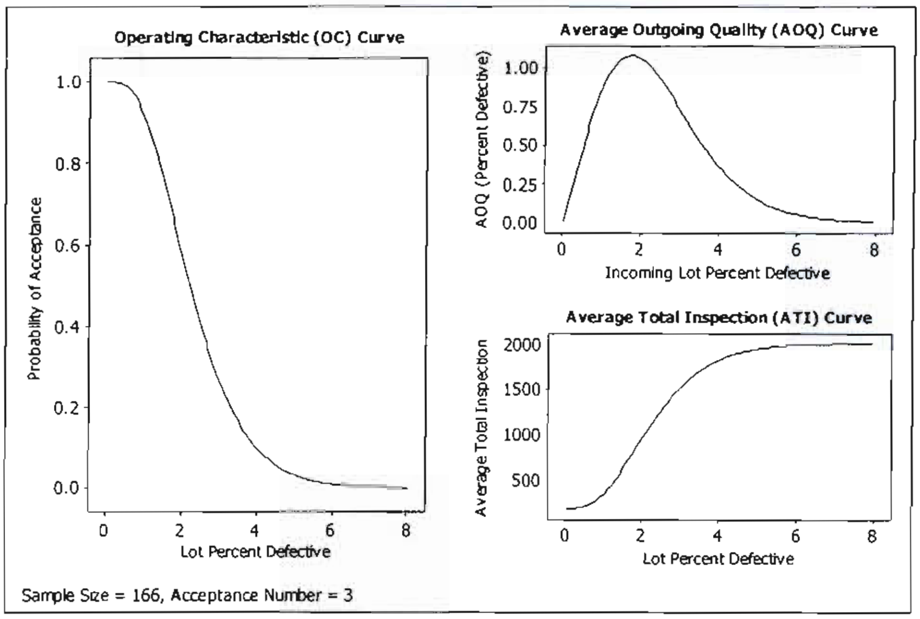
Accept lot if defective items in 166 sampled <= 3; Otherwise reject.

Percent Defective	Probability Accepting	Probability Rejecting	AOQ	ATI
0.65	0.976	0.024	0.582	209.6
4.00	0.098	0.902	0.359	1820.5

Average outgoing quality limit (AOQL) = 1.073 at 1.767 percent defective.

Graphs - Acceptance Sampling by Attributes

ภาพที่3-13 การสุ่มตรวจสอบชิ้นงานเพื่อการยอมรับลอตด้วยโปรแกรม Minitab ที่ AQL 0.65



ภาพที่ 3-14 กราฟผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม Minitab ของการขึ้นรูปพลาสติก

จากแผนการสุ่มเพื่อการยอมรับปัจจุบันที่ระดับคุณภาพเพื่อการยอมรับ (AQL) ที่ 0.65 พบว่ามีความน่าจะเป็นที่แต่ละลอตจะได้รับการยอมรับเท่ากับ 0.976 หรือ 97.6% ซึ่งหมายความว่า ถ้าพนักงานตรวจสอบคุณภาพสุ่มชิ้นงานเพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบ จำนวน 100 ลอต และแต่ละลอตถูกสุ่มตัวอย่างมาตรวจตามแผนดังกล่าว จะสามารถคาดการณ์ได้ว่า จะมีลอตที่ยอมรับได้ 97.6 ลอต และถูกปฏิเสธเท่ากับ 2.4 ลอต จากของเสียจริง 5.8 ppm พบว่ามีความน่าจะเป็นที่แต่ละลอตจะได้รับการยอมรับเท่ากับ 1

เพื่อเป็นการยืนยันรับประกันว่ากระบวนการผลิตยังคงผลิตชิ้นงานได้เป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า ดังนั้นถ้าหากพิสูจน์ได้ว่ากระบวนการผลิตมีเสถียรภาพเพียงพอ ไม่มีความผันแปรในกระบวนการ ไม่มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ในการประเมินความสามารถของกระบวนการผลิต จะประเมินจากดัชนีความสามารถของกระบวนการ (Process Capability, C_{pk}) ศึกษาความสามารถของระบบการวัดเพื่อทำให้มั่นใจว่าผู้ที่ทำการวัด และเครื่องมือที่ใช้มีความถูกต้อง (Accuracy) และความเที่ยงตรง (Precision) ระบบการวัดที่มีความสามารถในระดับที่ยอมรับได้ต้องมีทั้งความถูกต้องและความเที่ยงตรงพร้อมกัน ระบบการตรวจสอบสามารถดักจับของเสียได้ดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 สรุปสมรรถนะของระบบการวัดและระบบการตรวจสอบคุณภาพ

การประเมิน	กระบวนการขึ้นรูปโลหะ	กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก
การประเมินความสามารถของระบบการวัด (ในระหว่างการผลิต)	ค่า P/ T Ratio มีค่าต่ำกว่า 0.1 หรือ 10% จึงยอมรับได้ว่าระบบการวัดมีความสามารถเพียงพอ	ค่า P/ T Ratio มีค่าต่ำกว่า 0.1 หรือ 10% จึงยอมรับได้ว่าระบบการวัดมีความสามารถเพียงพอ
การประเมินช่วงความเชื่อมั่นของค่าความสามารถของกระบวนการ	อยู่ในช่วง $= 1.37 \le C_{pk} \le 2.36$	อยู่ในช่วง $= 1.37 \le C_{pk} \le 2.36$
การประเมินความสามารถของระบบการวัด (ก่อนการประกอบ)	ค่าประสิทธิภาพของพนักงานแต่ละคน $O_{E.}$ = 100% ค่าดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด I_{FA} = 0% และค่าดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับอย่างผิดพลาด I_{MISS} = 0% ซึ่งผ่านเงื่อนไขที่ได้กำหนด	ค่าประสิทธิภาพของพนักงานแต่ละคน $O_{E.}$ = 100% ค่าดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด I_{FA}= 0% และค่าดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับอย่างผิดพลาด I_{MISS} = 0% ซึ่งผ่านเงื่อนไขที่ได้กำหนด
การประเมินระบบการสุ่มตรวจสอบชิ้นงาน	การยอมรับ (AQL) ที่ 0.4 พบว่ามีความน่าจะเป็นที่แต่ละลอตจะได้รับการยอมรับเท่ากับ 0.984 หรือ 98.4% จากสัดส่วนของเสียจริง 5.8 ppm มีความน่าจะเป็นที่แต่ละลอตจะได้รับการยอมรับ คือ 1	การยอมรับ (AQL) ที่ 0.65 พบว่ามีความน่าจะเป็นที่แต่ละลอตจะได้รับการยอมรับเท่ากับ 0.976 หรือ 97.6% จากสัดส่วนของเสียจริง 5.8 ppm มีความน่าจะเป็นที่แต่ละลอตจะได้รับการยอมรับ คือ 1

ศึกษาปัญหาที่พบในปัจจุบันและวิเคราะห์ปัญหา

หน่วยงานประกันคุณภาพจะทำหน้าที่ในการรับข้อร้องเรียนจากลูกค้า วิเคราะห์หาสาเหตุที่เกิดขึ้น และหาแนวทางการแก้ไข และการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำ ซึ่งลูกค้ามีทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ มีมากกว่า 20 ราย ต้องมีพนักงานในการรองรับความต้องการของลูกค้า ดังตารางที่ 3-10 ที่แสดงกำลังคนของฝ่ายประกันคุณภาพ

ตารางที่ 3-10 กำลังคนของฝ่ายประกันคุณภาพในปัจจุบัน

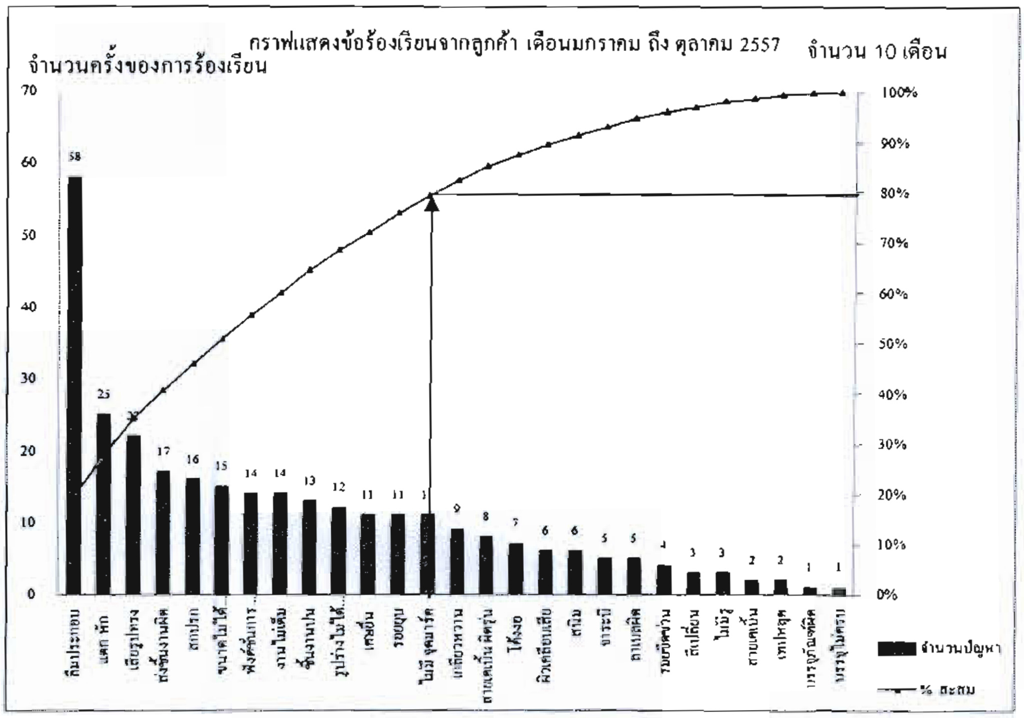
ตำแหน่ง	กะกลางวัน	กะกลางคืน
วิศวกร (Engineer)	8	0
หัวหน้าหน่วยงาน (Supervisor)	1	0
หัวหน้างาน (Leader)	1	0
พนักงาน (Operator)	6	0

ตารางที่ 3-11 กำลังคนของฝ่ายประกันคุณภาพในปัจจุบันตามลักษณะของงาน

กระบวนการ	กำลังคน
รับข้อร้องเรียนจากลูกค้า	7
ตรวจสอบและวิเคราะห์งาน Warranty	3
ตรวจติดตามปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อร้องเรียนของลูกค้า, ตรวจติดตามกระบวนการผลิต	3
คัดเลือกงานดี งานเสีย	3

ข้อมูลตารางที่ 3-11 แสดงกำลังคนของส่วนงานฝ่ายประกันคุณภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น วิศวกร 8 คน หัวหน้าหน่วยงาน 1 คน หัวหน้างาน 1 คน และพนักงาน 4 คน ถ้าวิเคราะห์ตามภาระงานโดยวิศวกร 8 คน เฉลี่ยเดือนละ 4 ปัญหา

จากการรวบรวมข้อมูลของปัญหาคุณภาพที่เกิดขึ้น จากข้อร้องเรียนของลูกค้า ตั้งแต่เดือนมกราคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2557 พบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับลักษณะภายนอกของชิ้นงาน แสดงดังภาพที่ 3-15



ภาพที่ 3-15 ปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า

จากภาพที่ 3-15 เป็นปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้าในช่วงเดือน มกราคม ถึงเดือนตุลาคม 2557 จำนวนครั้งของการร้องเรียนทั้งหมด 301 ครั้ง ส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่เกิดความผิดพลาดจากการทำงาน เมื่อพิจารณาจากระบบการวัดเชื่อถือได้ พนักงานชี้บ่งคุณภาพได้อย่างถูกต้อง แต่การสุ่มตรวจสอบไม่สามารถตรวจจับของเสียจากกระบวนการผลิตได้ จึงส่งผลให้ของเสียดังกล่าวถูกส่งไปยังลูกค้า

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเลือกที่จะปรับปรุงที่กระบวนการผลิต เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาคุณภาพเหล่านี้ โดยจะทำการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงใช้หลักการของแผนภาพพาเรโต หรือหลักการ 80-20 เพราะภายใต้สภาวการณ์โดยธรรมชาติ สิ่งที่มีความสำคัญมาก ๆ จะมีจำนวนเพียงเล็กน้อยประมาณ 80% ของปัญหาที่เกิดขึ้น ในขณะที่สิ่งที่มีความสำคัญน้อย ๆ จะมีจำนวนมาก ซึ่งประมาณ 20% โดยนำข้อมูลข้อร้องเรียนจากลูกค้าที่มีจำนวนมากไปยังข้อร้องเรียนที่มีจำนวนน้อย และเขียนเส้นกราฟสะสมของแต่ละแท่ง ข้อมูลข้อร้องเรียนพิจารณาจากเส้นโค้งสะสมที่ 80% มีปัญหาที่เกิดขึ้นจาก พนักงานลืมประกอบ แตกหัก เสียรูปทรง ส่งชิ้นงานผิด ชิ้นงานสกปรก ขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด การประกอบไม่ได้ ชิ้นงานไม่เต็ม ชิ้นงานปน เศษยื่น รอยยุบ ไม่มีจุดมาร์ค เป็นต้น

ค้นคว้าหาแนวทางการแก้ไขปัญหา

เมื่อรับเรื่องร้องเรียนจากลูกค้า จะต้องทำการตรวจสอบงานที่มีอยู่ในคลังสินค้าก่อนส่งมอบให้ลูกค้า คัดแยกงานที่คลังสินค้าของลูกค้า ออกเอกสารการตรวจสอบข้อบกพร่อง อบรมพนักงานในการตรวจสอบชิ้นงานที่ทำการผลิตใหม่ เพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นงานของเสียหลุดไปหาลูกค้าซ้ำ หลังจากนั้นทำการหาข้อมูลจริงไปตรวจสอบโดยใช้หลักการ 3G Genba สถานที่จริง Genbutsu ของจริง (ชิ้นงานที่เกิดปัญหา) และ Genjisu สถานการณ์จริง (ใช้ข้อมูลจริง) เพื่อค้นหาสาเหตุ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

1. เรียกทีมที่เกี่ยวข้องทุกส่วน เข้าร่วมประชุมเพื่อทำการวิเคราะห์ หาสาเหตุ ที่แท้จริง ทำการวิเคราะห์ซ้ำอีกครั้งจนกว่าจะเจอสาเหตุที่แท้จริง เช่น พนักงานไม่ปฏิบัติตาม WI เมื่อทำการวิเคราะห์อีกครั้ง สาเหตุที่แท้จริงเกิดจากวิธีการทำงานที่ระบุให้พนักงานทำไม่เหมาะสมด้วยเวลาที่จำกัด ทำให้พนักงานทำงานข้ามขั้นตอนการทำงาน, พนักงานไม่เข้าใจวิธีการทำงานเมื่อทำการวิเคราะห์อีกครั้ง สาเหตุที่แท้จริงเกิดจากพนักงานไม่ได้รับการทบทวนการอบรมซ้ำในแต่ละปี แผนการฝึกอบรมเติม ทำการอบรมพนักงานครั้งแรกที่เริ่มการผลิตเท่านั้น แล้วทบทวนเอกสารทุกครั้งด้วยหัวหน้างาน และผู้จัดการแผนก เพื่อเป็นการตรวจทาน ก่อนส่งเอกสารให้ลูกค้า ผลที่ได้ คือ สามารถหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา โดยใช้การระดมสมองสรุปมาเป็นแผนภูมิก้างปลา มีการทบทวนวิเคราะห์อีกครั้งด้วยหัวหน้า เพื่อให้มิติการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น รู้ว่ามีผลกระทบมากน้อยแค่ไหน มีโอกาสในการเกิดมากน้อยแค่ไหน มีวิธีการตรวจสอบที่ดีแล้วหรือไม่ ช่วยลดข้อผิดพลาด และสามารถเพิ่มเติมแนวทางการแก้ไข ในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ หัวข้อที่จะต้องตรวจติดตาม

2. ใช้ Why Why analysis ในการวิเคราะห์ปัญหา บุคลากรที่เกี่ยวข้องเข้าใจ การวิเคราะห์ปัญหาลงลึกถึงรากเหง้าที่แท้จริง สามารถแก้ปัญหาได้ตรงจุด ลดข้อผิดพลาดจากการทำงาน พนักงานตระหนักถึงผลกระทบ และเสียหายที่เกิดขึ้น

3. ดำเนินการปรับปรุงและติดตามปัญหาที่เกิดขึ้น โดยมอบหมายให้พนักงานเข้าไปตรวจสอบตามวิธีการแก้ไขปรับปรุงที่ได้ตอบลูกค้า วันละ 2 ครั้ง เมื่อพบสิ่งผิดปกติ ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ออกเอกสาร CAR ให้กับหน่วยงานที่ทำผิดตอบ และนำเรื่องรายงานในที่ประชุมผู้บริหาร ผลที่ได้ คือ การตรวจติดตามปัญหาได้รับทราบข้อมูลที่ทั่วถึง ผู้บริหารระดับสูง รู้ถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และมีโยบายให้แก้ไขโดยเร่งด่วน

4. จัดทำแผนการ Audit กระบวนการผลิต ทุก 1 เดือน โดยให้ทุกหน่วยงานมีส่วนช่วยในการเข้าไป Audit ผลที่ได้ คือ ข้อผิดพลาดในการไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน (WI) ลดลง พนักงานเข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติงานมากขึ้นเนื่องจากการถูกสัมภาษณ์ในระหว่างการ Audit ตรวจติดตามปัญหา

ตารางที่ 3-12 สรุปแนวทางการแก้ไขปัญหา

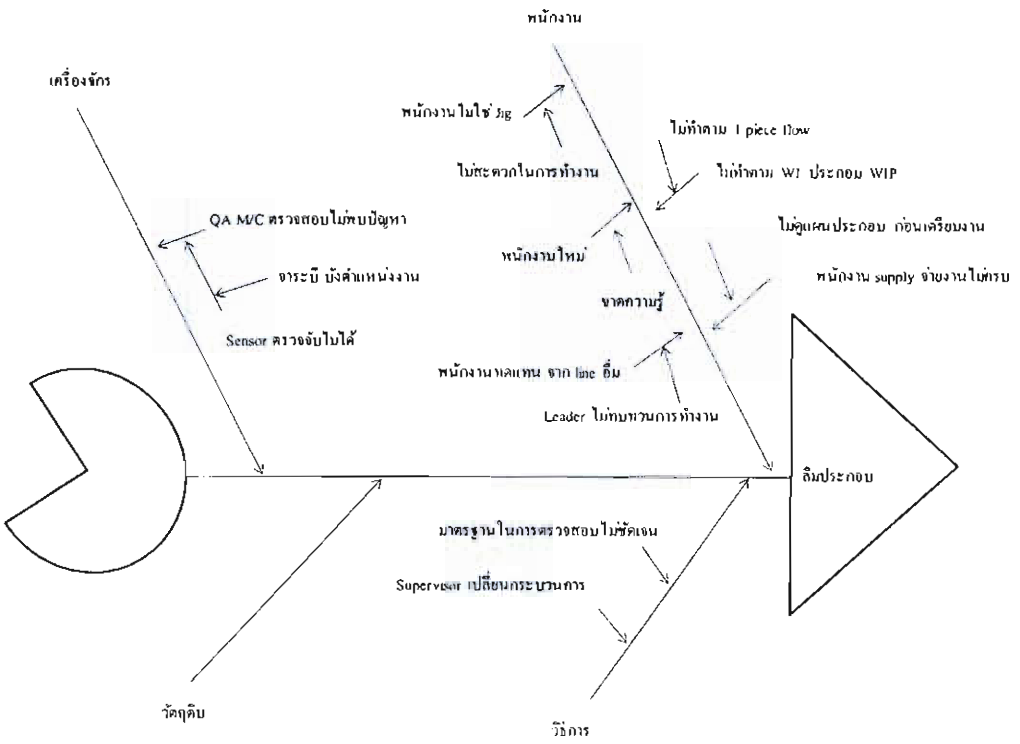
ขั้นตอน	ขั้นตอนการแก้ปัญหา	เครื่องมือที่ใช้
1	รับข้อร้องเรียน ประชุมส่วนที่เกี่ยวข้อง	1. หาข้อมูล ใช้หลักการ 3G Genba สถานที่จริง Genbutsu ของจริง (ชิ้นงานที่เกิดปัญหา) Genjisu สถานการณ์จริง (ใช้ข้อมูลจริง) 2. ระดมสมอง สรุปเป็นแผนภูมิก้างปลา
2	วิเคราะห์ปัญหา	1. แผนภูมิก้างปลา 2. Why Why analysis
3	ดำเนินการปรับปรุงและ ติดตามปัญหาที่เกิดขึ้น	1. ตรวจติดตามปัญหาตามวิธีการแก้ไขปรับปรุง วันละ 2 ครั้ง 2. พบสิ่งผิดปกติ ออกเอกสาร CAR 3. นำเรื่องที่พบ แจ้งในที่ประชุม Management review
4	ตรวจติดตามปัญหา ที่ได้รับการแก้ไข	1. ตรวจติดตาม กระบวนการผลิต เดือนละ 1 ครั้ง

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในการตอบปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า ในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ รวมไปถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ได้มีการนำแนวทางในการแก้ไขปัญหามาประยุกต์ใช้ โดยสามารถสรุปรายละเอียดในการหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา โดยผลที่ได้จากการปรับปรุง แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ประยุกต์ใช้

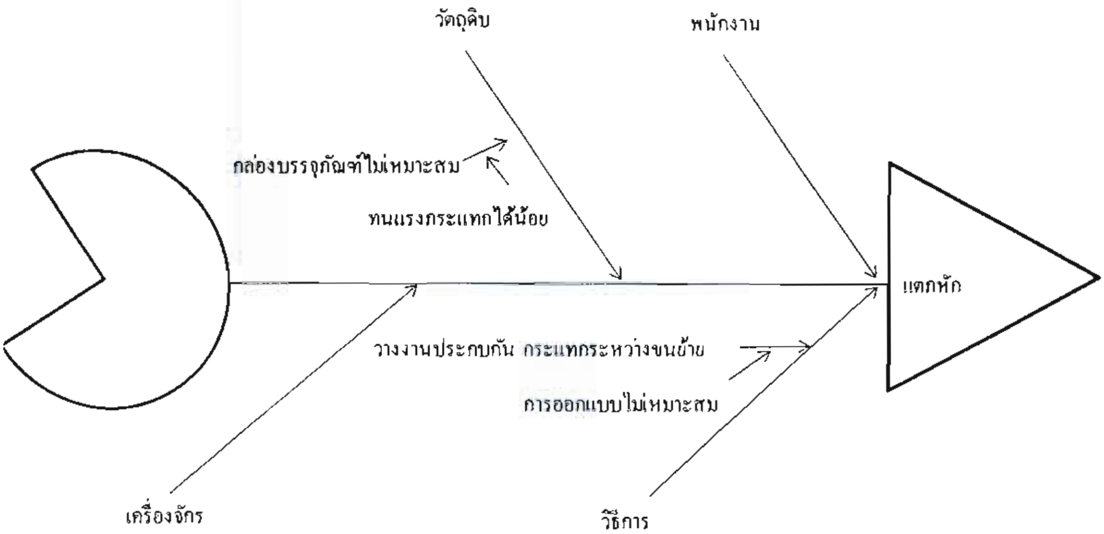
ประชุมเพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริง

เมื่อรับเรื่องร้องเรียนจากลูกค้า จะเรียกทีมที่เกี่ยวข้องทุกส่วนเข้าร่วมประชุมเพื่อวิเคราะห์ปัญหา หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา โดยทำการหาข้อมูล ใช้หลักการ 3G: Genba สถานที่จริง Genbutsu ของจริง (ชิ้นงานที่เกิดปัญหา) Genjisu สถานการณ์จริง (ใช้ข้อมูลจริง) ระดมสมองสรุปเป็นแผนภูมิก้างปลา โดยมีปัญหาที่เกิดขึ้นจากพนักงานลืมประกอบ, ชิ้นงานแตกหัก, ชิ้นงานเสียรูปทรง ส่งชิ้นงานผิด ชิ้นงานสกปรก ชิ้นงานขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด ชิ้นงานประกอบไม่ได้ ชิ้นงานไม่เต็ม ชิ้นงานปะปน และชิ้นงานมีรูปร่างไม่ได้ตามที่กำหนด โดยใช้การระดมสมองสรุปมาเป็นแผนภูมิก้างปลา ดังภาพที่ 4-1



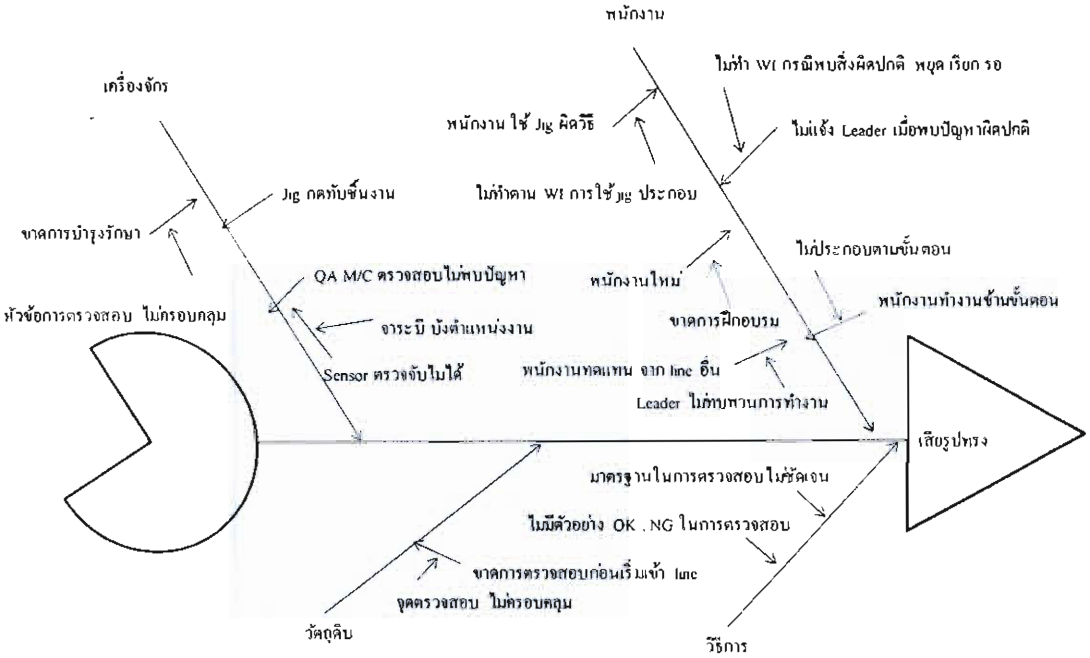
คน	ไม่ใช้ jig
	พนักงานใหม่
	พนักงานทดแทนจาก lineอื่น
	ไม่ทำตาม WI
	จ่ายงานไม่ครบ
วิธีการ	มาตรฐานในการตรวจสอบไม่ชัดเจน
	Supervisor เปลี่ยนกระบวนการ
เครื่องจักร	QA M/C ตรวจสอบไม่พบปัญหา

ภาพที่ 4-1 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุพนักงานลืมประกอบ



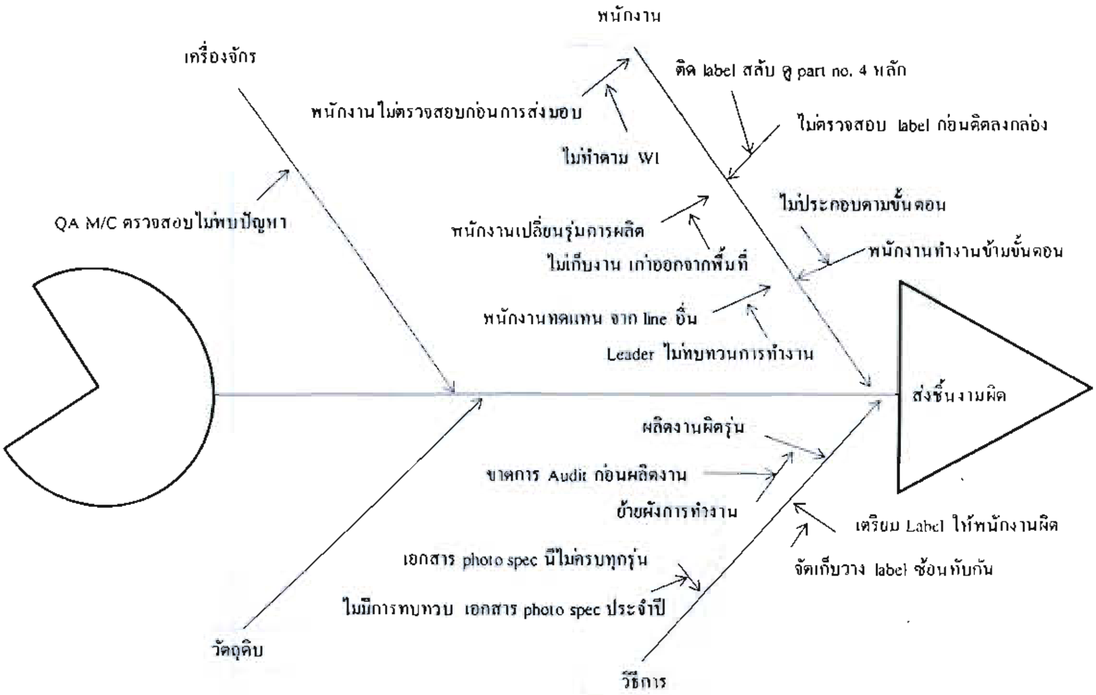
วิธีการ	วางงานประกบ กระแทกระหว่างขนย้าย
วัตถุดิบ	กล่องบรรจุภัณฑ์ไม่เหมาะสม

ภาพที่ 4-2 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุชิ้นงานแตกหัก



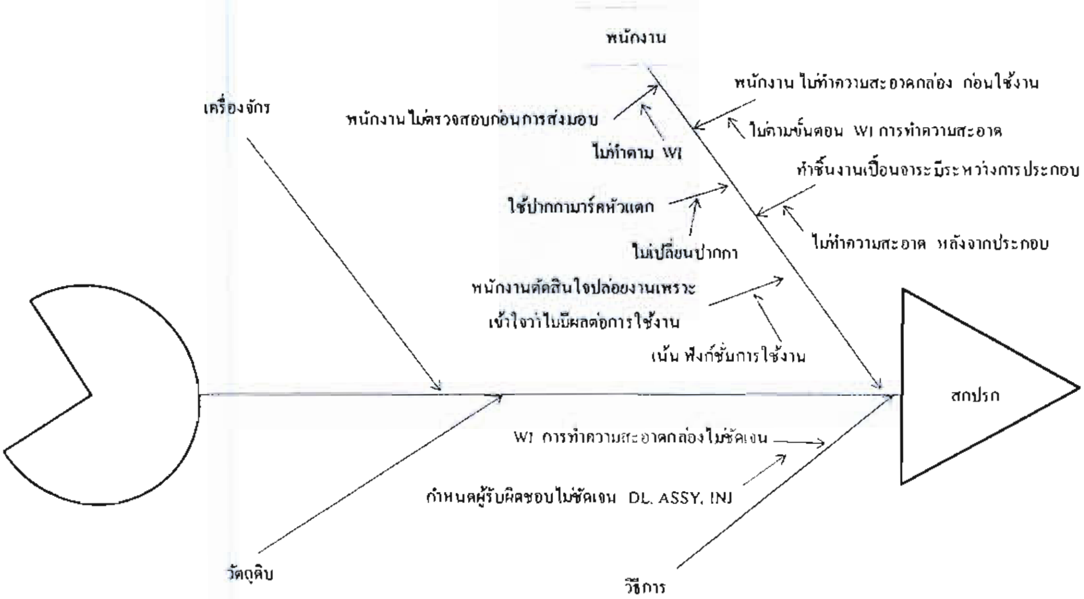
คน	ใช้ jig ผิดวิธี
	พนักงานใหม่
	พนักงานทดแทนจาก lineอื่น
	ไม่แจ้ง Leader เมื่อพบปัญหาผิดปกติ
	พนักงานข้ามขั้นตอน
วิธีการ	มาตรฐานในการตรวจสอบไม่ชัดเจน
	ไม่มีตัวอย่าง OK. NG ในการตรวจสอบ
เครื่องจักร	ขาดการบำรุงรักษา
	Jig กดทับชิ้นงาน
	QA M/C ตรวจสอบไม่พบปัญหา

ภาพที่ 4-3 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุชิ้นงานเสียรูปทรง



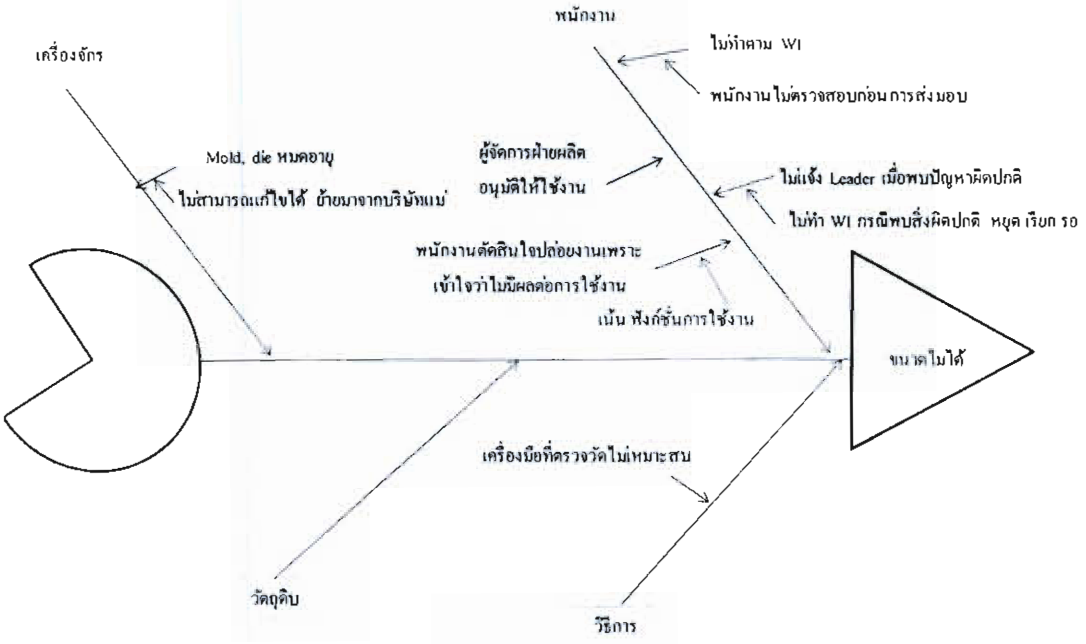
คน	ไม่ตรวจสอบก่อนการส่งมอบ
	เปลี่ยนรุ่นการผลิต
	พนักงานทดแทนจาก lineอื่น
	ไม่ตรวจสอบ Label ก่อนติดลงกล่อง
	พนักงานข้ามขั้นตอน
วิธีการ	ผลิตงานผิดรุ่น
	เอกสาร Photo spec มีไม่ครบทุกรุ่น
	เตรียม label ให้ผิด
เครื่องจักร	QA M/C ตรวจสอบไม่พบปัญหา

ภาพที่ 4-4 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุส่งชิ้นงานผิด



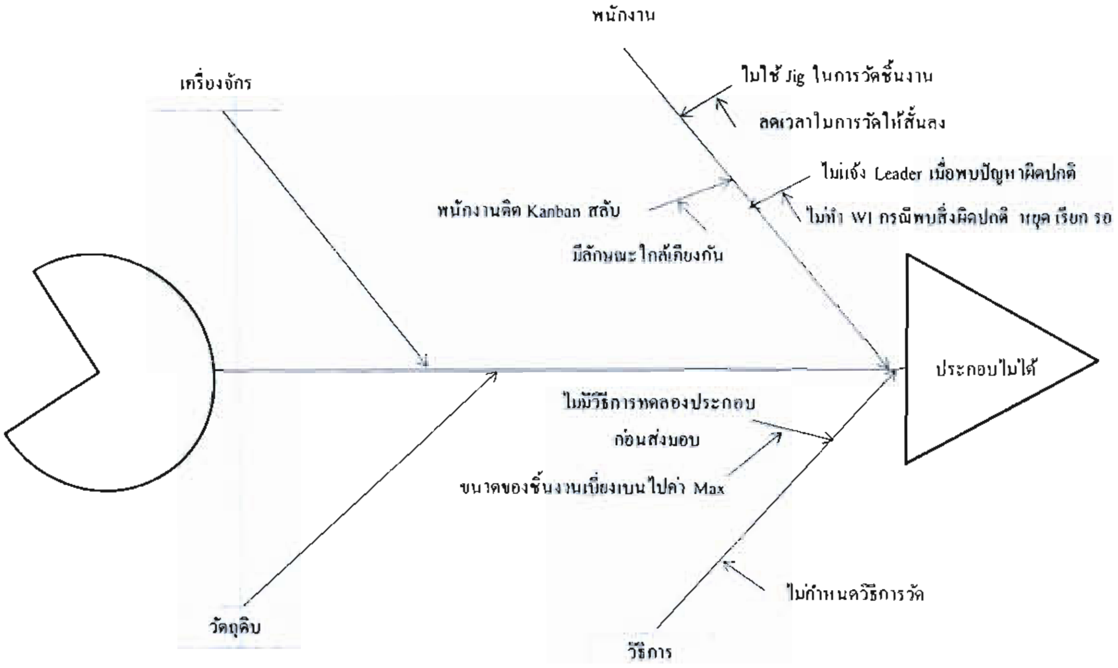
คน	ไม่ตรวจสอบก่อนการส่งมอบ
	พนักงานตัดสินใจปล่อยงาน
	ใช้ปากกามาร์คหัวแตก
	ทำชิ้นงานเปื้อนจาระบี ก่อนประกอบ
	พนักงานไม่ทำความสะอาดกล่อง ก่อนใช้งาน
วิธีการ	WI การทำความสะอาดกล่องไม่ชัดเจน

ภาพที่ 4-5 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุชิ้นงานสกปรก



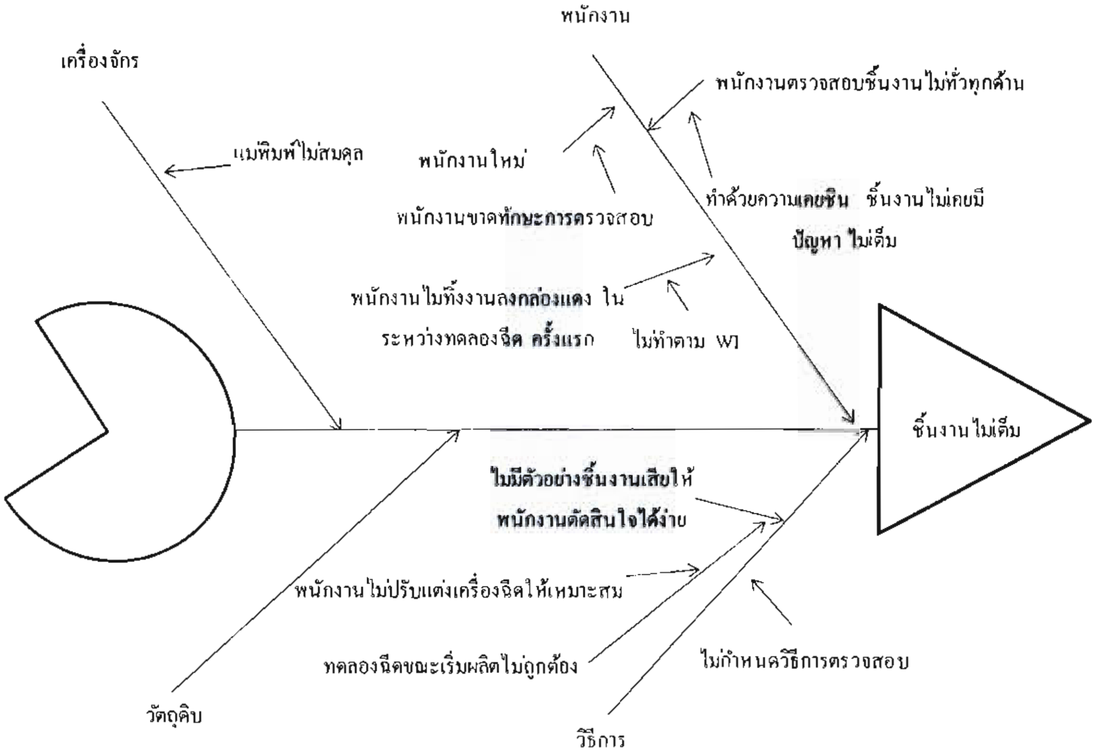
คน	ผู้จัดการฝ่ายผลิตอนุมัติให้ใช้งาน
	ตัดสินใจปล่อยงาน
	ไม่ทำตาม WI
	ไม่แจ้ง Leader เมื่อพบปัญหาผิดปกติ
วิธีการ	เครื่องมือที่ตรวจสอบไม่เหมาะสม
เครื่องจักร	Mold , Die หมดอายุ

ภาพที่ 4-6 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุชิ้นงานขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด



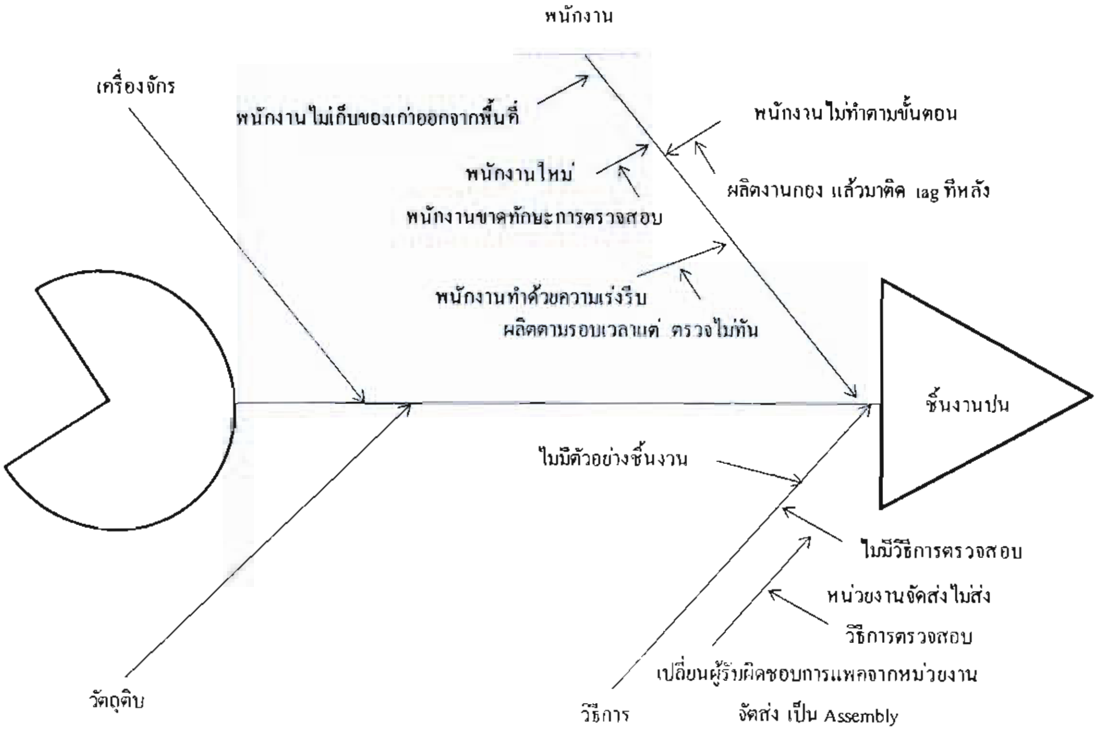
คน	ติด Kanban สลับ
	ไม่ใช้ Jig ในการวัดชิ้นงาน
	ไม่แจ้ง Leader เมื่อพบปัญหาผิดปกติ
วิธีการ	ไม่มีวิธีการทดลองประกอบก่อนส่งมอบ
	ไม่กำหนดวิธีการวัด

ภาพที่ 4-7 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุชิ้นงานประกอบไม่ได้



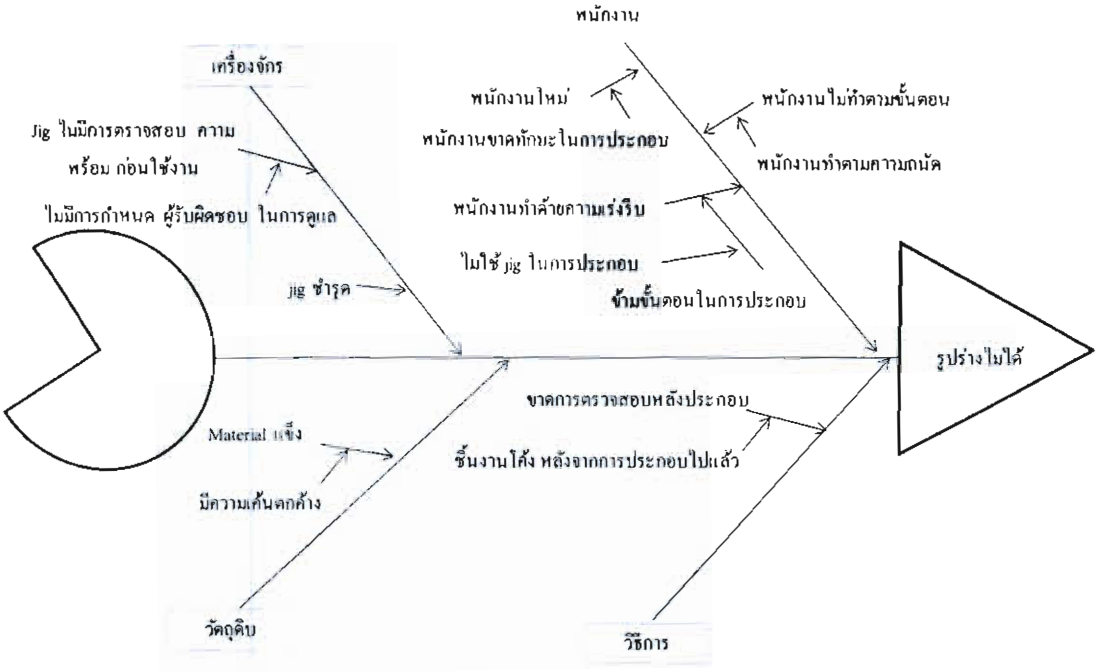
คน	พนักงานใหม่
	พนักงานไม่ทิ้งงานลงกล่องแดง
	พนักงานตรวจสอบไม่ทั่วทุกด้าน
วิธีการ	ไม่มีตัวอย่างชิ้นงานไม่เต็ม
	ไม่กำหนดวิธีการตรวจสอบ
เครื่องจักร	แม่พิมพ์ไม่สมดุล

ภาพที่ 4-8 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุส่งชิ้นงานขนาดไม่เต็ม



คน	ไม่เก็บของเก่าออกจากพื้นที่
	พนักงานใหม่
	ทำงานด้วยความเร่งรีบ
	ไม่ทำตามขั้นตอน
วิธีการ	ไม่มีวิธีการตรวจสอบ
	ไม่มีตัวอย่างชิ้นงาน

ภาพที่ 4-9 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุชิ้นงานปน



คน	พนักงานใหม่
	ทำงานด้วยความเร่งรีบ
	ไม่ทำตามขั้นตอน
วิธีการ	ขาดการตรวจสอบหลังประกอบ
เครื่องจักร	Jig ไม่มีการตรวจสอบความพร้อมก่อนใช้งาน
วัตถุดิบ	แข็ง

ภาพที่ 4-10 แผนภูมิก้างปลาแสดงสาเหตุชิ้นงานมีรูปร่างไม่ได้ตามกำหนด

เมื่อได้ผลสรุปจากการระดมสมอง สรุปเป็นแผนภูมิก้างปลา โดยนำสาเหตุทั้งหมดในแผนภูมิก้างปลา จากภาพที่ 4-1-ภาพที่ 4-10 ที่มีสาเหตุจากปัญหาที่เกิดขึ้นจากพนักงานลืมประกอบชิ้นงานแตกหัก ชิ้นงานเสียรูปทรง ส่งชิ้นงานผิด ชิ้นงานสกปรก ชิ้นงานขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด ชิ้นงานประกอบไม่ได้ ชิ้นงานไม่เต็ม ชิ้นงานปน และชิ้นงานมีรูปร่างไม่ได้ตามกำหนด จากนั้นก็นำมาจัดเรียงลำดับความสัมพันธ์ของปัญหาจากสาเหตุที่เกิดขึ้นออกมาเป็นตารางแสดงความสัมพันธ์ของปัญหาที่มีสาเหตุเกิดจากพนักงาน สาเหตุเกิดจากวิธีการ สาเหตุเกิดจากเครื่องจักร และวัตถุดิบ โดยมีเนื้อหาที่สรุปได้ดังตารางที่ 4-1-ตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-1 ความสัมพันธ์ของปัญหาที่เกิดจากพนักงาน

	สาเหตุที่เกิดขึ้น \ ปัญหา	พนักงานลืมประกอบ	ชิ้นงานแตกร้าว	ชิ้นงานผิดรูปทรง	ส่งชิ้นงานผิด	ชิ้นงานสกปรก	ชิ้นงานเขียนเดทไม่ได้ตามที่กำหนด	ชิ้นงานประกอบไม่ได้	ชิ้นงานไม่เต็ม	ชิ้นงานบิ่น	ชิ้นงานมีรูปร่างไม่ได้	ความถี่	แนวทางการแก้ไข
	พนักงานใหม่ขาดการฝึกอบรม	1		1					1	1	1	5	เลือกแก้ไขด้วย Why Why analysis
	พนักงานไม่ทำตาม WI	1					1		1	1	1	5	เลือกแก้ไขด้วย Why Why analysis
	พนักงานไม่ใช้ Jig, ใช้ผิดวิธี	1		1				1				3	กำชับเน้นย้ำให้พนักงานเข้าใจวิธีการประกอบต้องใช้ Jig กำหนดบทลงโทษถ้าไม่ใช้ Jig
	พนักงานทดแทนจาก Line อื่น	1		1	1							3	ทำการอบรมพนักงานทุกครั้ง ก่อนเริ่มงาน และตรวจติดตามการทำงานทุก 1 ชั่วโมง
	ไม่แจ้ง Leader เมื่อพบงานผิดปกติ			1			1	1				3	กำชับให้พนักงานแจ้ง Leader ทุกครั้งที่พบปัญหา หากไม่แจ้งจะมีบทลงโทษโดยการออกใบเตือน
	พนักงานข้ามขั้นตอน			1	1							2	ให้พนักงานทบทวนขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้อง ก่อนเริ่มทำงานเวลา 08.00 น., 13.00 น.
	พนักงานไม่ตรวจสอบก่อนการส่งมอบ				1	1						2	ทำการอบรมการตรวจสอบงานก่อนส่งมอบ
	พนักงานทำด้วยความเร่งรีบ									1	1	2	ทำการอบรมการทำงานตามเวลามาตรฐานที่กำหนด หากพบงานกอง จะมีบทลงโทษโดยการออกใบเตือน
	พนักงานตัดสินใจปล่อยเพราะเข้าใจว่าไม่มีผลต่อฟังก์ชั่นการใช้งาน					1	1					2	ทำการอบรมพนักงาน ปัญหาเกี่ยวกับชิ้นงาน หากพบสิ่งผิดปกติให้แจ้งหัวหน้า
Man	เปลี่ยนรุ่นการผลิต				1							1	กำชับพนักงานให้ผลิตชิ้นงานตามแผนการผลิต และเขียนสรุปใบรายงานทุกครั้งที่ผลิตจบรุ่น
	พนักงานติด Kanban สลับ							1				1	กำชับให้พนักงานตรวจ Kanban ทุกครั้ง ก่อนติด
	พนักงานไม่เคลียของเก่าออกจากพื้นที่									1		1	กำชับพนักงานให้ผลิตชิ้นงานตามแผนการผลิต และเขียนสรุปใบรายงานทุกครั้งที่ผลิตจบรุ่น
	พนักงานไม่ทำความสะอาดกล่องก่อนใช้งาน					1						1	กำชับให้พนักงานทำความสะอาดกล่องก่อนการใช้งานทุกครั้ง
	พนักงาน Supply จ่ายงานไม่ครบ	1										1	กำชับให้พนักงาน Supply ตรวจนับจำนวนทุกครั้งที่นำงานเตรียมประกอบ
	พนักงานไม่ตรวจสอบ Label ก่อนติดลงกล่อง				1							1	กำชับให้พนักงานตรวจสอบ Label ทุกครั้งก่อนติด
	ผู้จัดการฝ่ายผลิตอนุมัติให้ใช้						1					1	ทำการแจ้งลูกค้าเมื่อเกิดปัญหา เพื่อได้รับการอนุมัติจากลูกค้าก่อนการจัดส่ง
	พนักงานตรวจสอบชิ้นงานไม่ทั่วทุกด้าน								1			1	กำชับให้พนักงานตรวจสอบชิ้นงานให้ทั่วทุกด้าน ตาม WI
	ทำชิ้นงานเปื้อนจาระบีก่อนประกอบ					1						1	กำชับให้พนักงานทำความสะอาดชิ้นงานที่เปื้อนจาระบีก่อนประกอบทุกครั้ง
	พนักงานใช้ปากกา Marker หัวแตก					1						1	กำชับให้พนักงานใช้ปากกาไม่เลอะชิ้นงาน

ตารางที่ 4-2 ความสัมพันธ์ของปัญหาที่เกิดจากวิธีการ เครื่องจักร และวัตถุดิบ

สาเหตุที่เกิดขึ้น	ปัญหา	หน้างานมีเส้นประขอบ	ชิ้นงานแตกหัก	ชิ้นงานเสียรูปทรง	ส่งชิ้นงานผิด	ชิ้นงานสกปรก	ชิ้นงานขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด	ชิ้นงานประกอบไม่ได้	ชิ้นงานไม่เต็ม	ชิ้นงานบิ่น	ชิ้นงานมีรูปร่างไม่ได้	ความถี่	แนวทางการแก้ไข
Method	ไม่กำหนดวิธีการวัด การตรวจสอบ							1	1	1		3	เลือกแก้ไขด้วย Why Why analysis
	ไม่มีตัวอย่าง OK, NG ในการตรวจสอบ			1					1	1		3	เลือกแก้ไขด้วย Why Why analysis
	มาตรฐานในการตรวจสอบไม่ชัดเจน	1		1								2	จัดทำมาตรฐาน ในการตรวจสอบให้ชัดเจน โดยเพิ่มให้ผู้จัดการเป็นผู้อนุมัติเอกสาร
	ขาดการตรวจสอบหลังการประกอบ										1	1	ทบทวนการตรวจสอบหลังการประกอบ ในเอกสารขั้นตอนการตรวจสอบก่อนส่งมอบ
	WI การทำความสะอาดกล่อง ไม่ได้ชัดเจน					1						1	จัดทำมาตรฐานในการทำความสะอาดกล่อง และกำหนดผู้รับผิดชอบหลัก
	เครื่องมือที่ตรวจวัดไม่เหมาะสม						1					1	ทบทวนเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
	Supervisor เปลี่ยนกระบวนการ	1										1	จัดทำขั้นตอนการทำงาน กรณีที่มีการเปลี่ยนกระบวนการ
	วางงานประกบ กระแทกระหว่างขนย้าย		1									1	ทบทวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่และทดสอบการกระแทกระหว่างขนย้าย
	ไม่มีวิธีการทดลองประกอบก่อนการส่งมอบ							1				1	ทบทวนการประกอบก่อนการส่งมอบ และจัดทำมาตรฐานทดลองประกอบงานก่อนส่ง
	ผลิตงานผิดรุ่น				1							1	ทบทวนการตรวจสอบติดตาม (Internal audit) กรณีย้าย Line การผลิต
	เอกสาร Photo spec มีไม่ครบทุกรุ่น				1							1	จัดทำเอกสาร Photo spec กำหนดผู้รับผิดชอบหลักในการจัดทำเอกสาร
	เตรียม Label ให้ผิด				1							1	จัดทำมาตรฐานในการเตรียม Label จัดทำบันทึกการเบิก-จ่าย Label
Machine	QA machine ตรวจสอบไม่พบปัญหา	1		1	1							3	เลือกแก้ไขด้วย Why Why analysis
	Jig กดทับชิ้นงาน			1								1	ทบทวนการทำงานของ Jig
	ขาดการบำรุงรักษา			1								1	จัดทำแผนการตรวจสอบให้ครอบคลุมการทำงานของเครื่องจักร
	Mold die หมดอายุ ไม่สามารถแก้ไขได้						1					1	จัดทำแผนการแก้ไข และแผนการผลิต Mold ใหม่เพื่อทดแทน
	แม่พิมพ์ไม่สมดุล								1			1	ทบทวนการตรวจสอบสภาพแม่พิมพ์ก่อนการผลิต และกำหนดผู้รับผิดชอบ
	Jig ไม่มีการตรวจสอบความพร้อมก่อนใช้งาน										1	1	ทบทวนแผนการบำรุงรักษา Jig และการตรวจสภาพความพร้อมก่อนการใช้งาน
Material	กล่องบรรจุภัณฑ์ไม่เหมาะสม		1									1	ทบทวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่และทดสอบการกระแทกระหว่างขนย้าย
	Material แข็ง เกิน spec										1	1	ทบทวน Spec ของ Material ใหม่

วิเคราะห์ปัญหา

จากเครื่องมือทางสถิติที่ใช้แผนภูมิก้างปลา สรุปสาเหตุต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นมาเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ของปัญหา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ Why Why analysis อีกครั้งเพื่อหารากเหง้าที่แท้จริงของปัญหาที่เกิดขึ้น ผลจากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากตารางความสัมพันธ์ของปัญหาที่จำแนกสาเหตุที่เกิดจากคน (พนักงาน) ผู้วิจัยเลือกปัญหาของสาเหตุที่เกิดจากคน เนื่องมาจากพนักงานใหม่ขาดการฝึกอบรม และพนักงานไม่ปฏิบัติตาม WI ซึ่งมีความถี่ของสาเหตุการเกิดอยู่ที่ระดับ 5 ดังตารางที่ 4-3 Why Why analysis จากปัญหาที่เกิดจากพนักงาน

ปัญหาของสาเหตุที่เกิดจากวิธีการ เนื่องมาจากไม่ได้กำหนดวิธีการวัด, การตรวจสอบ และไม่มีตัวอย่าง OK, NG ในการตรวจสอบ ซึ่งมีความถี่ของการสาเหตุการเกิดอยู่ที่ระดับ 3 ดังตารางที่ 4-4 Why Why analysis จากปัญหาที่เกิดจากวิธีการ

ปัญหาของสาเหตุที่เกิดจากเครื่องจักร เนื่องมาจากเครื่อง QA Machine ตรวจสอบไม่พบปัญหา ซึ่งมีความถี่ของสาเหตุการเกิดอยู่ที่ระดับ 2 ดังตารางที่ 4-5 Why Why analysis จากปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักร

ปัญหาของสาเหตุที่เกิดจากวัตถุดิบ เนื่องมาวัตถุดิบมีความแข็งมากกว่ามาตรฐาน ดังตารางที่ 4-6 Why Why analysis จากปัญหาที่เกิดจากวัตถุดิบ

ใช้วิธีการ Why Why analysis โดยใช้โครงสร้างในการเขียน ตามภาพที่ 4-11 วิธีการเขียน Why Why analysis ด้านซ้ายสุดจะเป็นปรากฏการณ์หรือ ปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นจะเริ่มถาม ทำไม ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบสาเหตุรากเหง้าของปัญหา แล้วจึงหามาตรการโต้ตอบ เพื่อดำเนินการแก้ไข แต่เมื่อสาเหตุนั้นไม่ตรงกับความเป็นจริง ก็จะทำสัญลักษณ์ NG แล้วก็จะตัดส่วนนี้ออก

	ทำไม 1	ทำไม 2	ทำไม 3	ทำไม 4	ทำไม 5	มาตรการแก้ไข
สาเหตุที่เกิดขึ้น	สาเหตุ	สาเหตุ	สาเหตุ	สาเหตุ	สาเหตุ	มาตรการ
		สาเหตุ	สาเหตุ	สาเหตุ		มาตรการ
		สาเหตุ	สาเหตุ	สาเหตุ	NG	

ภาพที่ 4-11 วิธีการเขียน Why Why analysis

ตารางที่ 4-3 Why Why analysis จากปัญหาที่เกิดจากพนักงาน

ปัญหา	สาเหตุ	ทำไม 1	ทำไม 2	ทำไม 3	ทำไม 4	ทำไม 5	มาตรการแก้ไข
พนักงานลืมประกอบ ชิ้นงานเสียรูปทรง ชิ้นงานไม่เต็ม ชิ้นงานปน ชิ้นงานมีรูปร่างไม่ได้ตามกำหนด	พนักงานใหม่	พนักงานขาดความเข้าใจในวิธีการทำงาน	ฝึกอบรมไม่เพียงพอ	พนักงานสับสนวิธีการทำงานในเอกสารมาตรฐานวิธีการทำงาน	วิธีการทำงานในเอกสารมาตรฐานวิธีการทำงานไม่ชัดเจน		กำหนดให้มีการฝึกอบรมพนักงานทุกเช้าก่อนเริ่มงานวันละ 1 ชั่วโมง
		พนักงานขาดความเข้าใจในวิธีการทำงาน	อบรมพนักงานใช้เวลาสั้น	ให้พนักงานทำงานทันที ขาดการติดตามจากหัวหน้างาน			ให้หัวหน้างานติดตามการทำงานของพนักงานใหม่หลังจากการ อบรม และให้เริ่มปฏิบัติงานทุก 2 ชั่วโมง
พนักงานลืมประกอบ ชิ้นงานขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด ชิ้นงานไม่เต็ม ชิ้นงานปน ชิ้นงานมีรูปร่างไม่ได้ตามกำหนด	พนักงานไม่ทำตาม WI	ไม่ใช้ Jig ในการประกอบ	ไม่สะดวกในการทำงาน	พนักงานเร่งผลิตให้ได้งานตามเป้าหมาย			ชี้แจงให้พนักงานทราบ และตระหนักในเรื่องคุณภาพ หากทำงานข้ามขั้นตอน เร่งผลิตจะเกิดผลเสีย
		ประกอบงานกอง	วางงานข้าม Process				กำหนดให้พนักงานทบทวนการทำงานที่ถูกต้อง บันทึกลงในเอกสารทบทวนความพร้อมก่อนเริ่มทำงาน ให้ถูกต้องตาม WI

ตารางที่ 4-4 Why Why analysis จากปัญหาที่เกิดจากวิธีการ

ปัญหา	สาเหตุ	ทำไม 1	ทำไม 2	ทำไม 3	ทำไม 4	ทำไม 5	มาตรการแก้ไข
ชิ้นงานประกอบไม่ได้ ชิ้นงานไม่เต็ม ชิ้นงานมีรูปร่างไม่ได้ตามกำหนด	ไม่กำหนดวิธีการวัด, การตรวจสอบ	ไม่มีจุดตรวจสอบใน Inspection standard	DWG ไม่ได้กำหนดจุดควบคุม	ทีม Design ไม่ได้คำนึงถึงปัญหาที่จะเกิด	ไม่มีประวัติของปัญหาที่เกิดขึ้น		ทบทวนจัดทำมาตรฐานวิธีการวัด เพิ่มจุดตรวจสอบใน Inspection standard และ ใน DWG
		ไม่มีจุดตรวจสอบใน Inspection standard	ย้าย Line การผลิตมาจากบริษัทแม่	ขาดเอกสารควบคุมจากบริษัทแม่	อยู่ระหว่างดำเนินการด้านเอกสาร		ทบทวนจุดตรวจสอบ ดำเนินการขอเอกสารการควบคุมจากบริษัทแม่
ชิ้นงานเสียรูปทรง ชิ้นงานไม่เต็ม ชิ้นงานปน	ไม่มีตัวอย่าง OK, NG ในการตรวจสอบ	เปลี่ยนการทำงานจาก Delivery เป็น Assembly	ไม่มีเอกสาร WI ของ Assembly				ทบทวนจัดทำมาตรฐานวิธีการวัด และทำตัวอย่างชิ้นงาน OK, NG ไว้ที่จุดปฏิบัติงาน
		ตัวอย่างหมดอายุ อยู่ระหว่างทำตัวอย่างใหม่					ทบทวนจัดทำมาตรฐานวิธีการวัด และทำตัวอย่างชิ้นงาน OK, NG ไว้ที่จุดปฏิบัติงาน

ตารางที่ 4-5 Why Why analysis จากปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักร

ปัญหา	สาเหตุ	ทำไม 1	ทำไม 2	ทำไม 3	ทำไม 4	ทำไม 5	มาตรการแก้ไข
พนักงานลืมประกอบ ชิ้นงานเสียรูปทรง	QA Maehine ตรวจสอบไม่พบปัญหา	Sensor ตรวจจับไม่ได้	มีจาระบีตรงคำแหน่งตรวจ Sensor จึงตรวจจับมี Spring	ขาดการตรวจสอบความพร้อมอง Sensor ก่อนใช้งาน			กำหนดวิธีการ ขั้นตอนการทำงาน รอบเวลาในการตรวจสอบ ของ QA M/C และ Sensor
		ชิ้นงานนั้น ไม่มีผลกับฟังก์ชั่นการใช้งาน	QA Machine ตรวจเฉพาะฟังก์ชั่นการใช้งาน				ทบทวนการจัดทำมาตรฐานวิธีการวัด

ตารางที่ 4-6 Why Why analysis จากปัญหาที่เกิดจากวัตถุดิบ

ปัญหา	สาเหตุ	ทำไม 1	ทำไม 2	ทำไม 3	ทำไม 4	ทำไม 5	มาตรการแก้ไข
ชิ้นงานมีรูปร่างไม่ได้ตามกำหนด	Material แข็งเกิน Spec	Material ตรวจสอบก่อนเข้า line ผลิต	จุดตรวจสอบไม่ครอบคลุม	ขาดการตรวจสอบ ค่าความชื้นก่อน-หลัง อบ			จัดทำมาตรฐานในการตรวจสอบ ความแข็งของ Material โดยกำหนดให้ Supplier ส่งผลการทดสอบความแข็งทุกครั้งที่มีการจัดส่ง
		Material เปลี่ยน Spec.	project cost down		NG		
		เปลี่ยนผู้ผลิต	มีข้อกำหนดให้เปลี่ยนจากลูกค้า		NG		

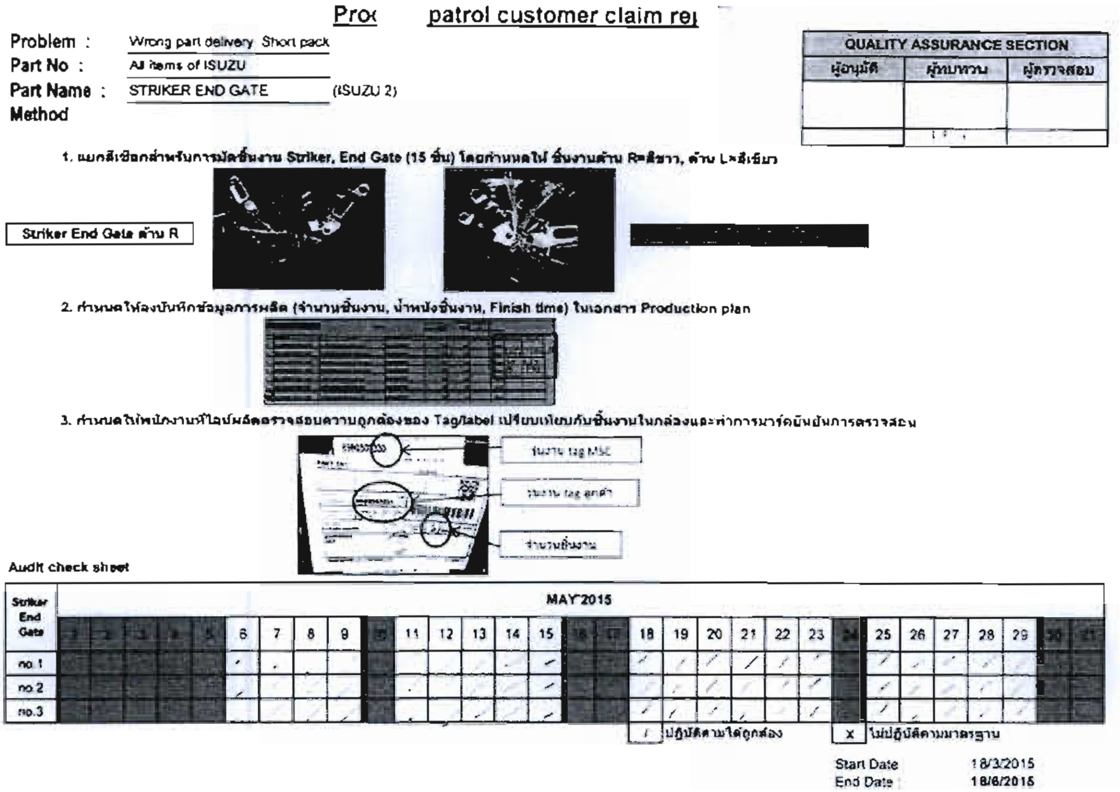
ดำเนินการปรับปรุงและติดตามปัญหาที่เกิดขึ้น

การดำเนินการปรับปรุงและติดตามปัญหาที่เกิดขึ้น ได้ดำเนินการ 3 เรื่อง ผลจากการปรับปรุงและติดตามปัญหา ได้ดำเนินการยังไม่พบปัญหาสิ่งผิดปกติ

1. ตรวจติดตามปัญหาตามวิธีการแก้ไขปรับปรุง โดยระบุรายละเอียด เกี่ยวกับการแก้ไขและดำเนินการปรับปรุงลงในเอกสาร การตรวจติดตามปัญหาที่ได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้า ในตัวอย่างภาพที่ 4-12 เอกสารตรวจติดตามปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า แล้วกำหนดให้พนักงานเข้าไปตรวจสอบวันละ 2 ครั้ง หากมีการปฏิบัติตามการแก้ไขและดำเนินการปรับปรุง ไม่พบความผิดปกติ และไม่เกิดปัญหาขึ้นอีก ภายในระยะเวลา 3 เดือน ก็จะทำการปิดปัญหาและยกเลิกการติดตาม โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 เป็นต้นมา

2. พบสิ่งผิดปกติ ออกเอกสาร CAR กรณีที่พนักงานเข้าไปตรวจติดตามปัญหา หากไม่มีการปฏิบัติตามการแก้ไขและดำเนินการปรับปรุง ก็จะออกเอกสาร CAR รายงานสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นเพื่อให้ส่วนงานที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงใหม่ แล้วตอบกลับเอกสาร CAR ตัวอย่างภาพที่ 4-13 เอกสาร CAR รายงานสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น จากที่เริ่มตรวจติดตามตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 ผู้ที่เข้าไปตรวจติดตามยังไม่พบสิ่งผิดปกติ จึงไม่มีการออกเอกสาร CAR

3. นำเรื่องที่พบ แจ้งในที่ประชุม Management review เพื่อรายงานให้ผู้บริหารทราบถึงปัญหาทางด้านคุณภาพที่เกิดขึ้น กำหนดประชุมเดือนละ 1 ครั้ง โดยตัวแทนผู้จัดการของแต่ละแผนกจะเข้าร่วมประชุม



Pro(patrol customer claim re|

QUALITY ASSURANCE SECTION		
ผู้อนุมัติ	ผู้ทบทวน	ผู้ตรวจสอบ

Problem : Wrong part delivery Short pack

Part No : All items of ISUZU

Part Name : STRIKER END GATE (ISUZU 2)

Method

1. แยกสีเชือกสำหรับการมัดชิ้นงาน Striker, End Gate (15 ชิ้น) โดยกำหนดให้ ชิ้นงานด้าน R=สีขาว, ด้าน L=สีเขียว

Striker End Gate ด้าน R

[redacted]

2. กำหนดให้ลงบันทึกข้อมูลการผลิต (จำนวนชิ้นงาน, น้ำหนักชิ้นงาน, Finish time) ในเอกสาร Production plan

3. กำหนดให้พนักงานที่ไลน์ผลิตตรวจสอบความถูกต้องของ Tag/label เปรียบเทียบกับชิ้นงานในกล่องและทำการมาร์คยืนยันการตรวจสอบ

จำนวน tag MSC

จำนวน tag ลูกค้า

จำนวนชิ้นงาน

Audit check sheet

Striker End Gate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
no.1						/	.					/	/	/	/			/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	/		
no.2						/	/	/	/		.		/	/	/			/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	/		
no.3							/	/	/		.		/	/	/			/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	/		

(MAY'2015)

/ ปฏิบัติตามได้ถูกต้อง

x ไม่ปฏิบัติตามมาตรฐาน

Start Date 18/3/2015

End Date 18/6/2015

ภาพที่ 4-12 เอกสารตรวจติดตามปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า

CORRECTIVE ACTION REQUEST *Doc.No. QCF-82-40*

☐ MANUFACTORY PROCESS AUDIT.

☐ MANUFACTORY PRODUCT AUDIT. Rev.No 001

Auditee Name : (ชื่อผู้ถูกตรวจสอบ)		CAR.NO.	Leader Auditee	Lead Auditor	Date
			(หัวหน้าผู้ถูกตรวจ)	(หัวหน้าทีมตรวจสอบ)	(วันที่ออก CAR)
Audit Date :					
Audit Result : (ผลการตรวจสอบ) Element______	☐ First Audit : Not Pass. (ตรวจสอบครั้งแรกไม่ผ่าน) ☐ Follow up Result : Not Pass. (ผลการตรวจติดตาม ไม่ผ่าน) ☐ NO.1 ☐ NO.2 ☐ NO.3		Approved by	Reviewed by	Prepared by

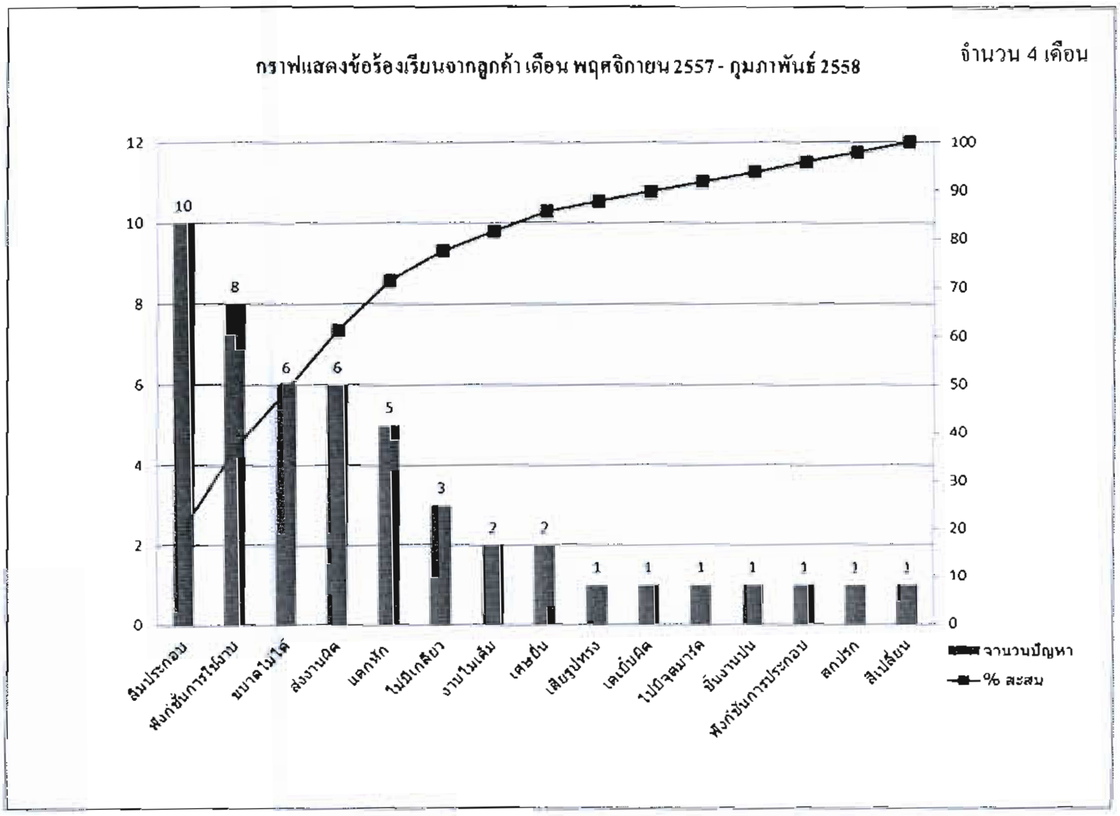
Nonconformance Detail : (รายละเอียดสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด)

Cause of Problem : (สาเหตุของปัญหา)	Verification Audit Date (วันที่ทวนสอบการตรวจสอบ)
Correction (การแก้ไข)	By :
	Date :
	Auditee Head :
Corrective Action / Prevent Recurrence (การป้องกันปัญหาไม่ให้เกิดซ้ำ)	By :
	Date :
	Auditee Head :

Follow up Audit : (การตรวจติดตาม)	Follow up Audit Result (ผลการตรวจติดตาม)		
	☐ Effective (มีประสิทธิภาพ)		
	☐ Not Effective (ไม่มีประสิทธิภาพ)		
	QA Manager	Lead Auditor	Auditor

ภาพที่ 4-13 เอกสาร CAR รายงานสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น

จากผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอุปกรณ์ล็อคประตูรถยนต์ อุปกรณ์ล็อคฝากระโปรงรถและอุปกรณ์ล็อคกระบะท้าย จากการรวบรวมข้อมูลของปัญหาคุณภาพที่เกิดขึ้น จากข้อร้องเรียนของลูกค้า หลังการปรับปรุง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2558 พบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับลักษณะภายนอกของชิ้นงาน แสดงดังภาพที่ 4-14



ภาพที่ 4-14 ปัญหาจากข้อร้องเรียนจากลูกค้าหลักการแก้ไข

ข้อร้องเรียนปัญหาหลังการปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2558 (4 เดือน) จำนวน 49 ครั้ง ค่าเฉลี่ยประมาณ 13 ครั้งต่อเดือน ชิ้นงานของเสียที่หลุดรอดไปหาลูกค้า จำนวน 71 ชิ้น จากจำนวนชิ้นงานที่ส่งให้ลูกค้าทั้งหมด 65,687,980 ชิ้น นำมาคิดเป็นสัดส่วนของเสียได้ 1.08 ppm.

ข้อร้องเรียนก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง สามารถนำมาเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 เปรียบเทียบค่า ppm ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

ปัญหา	ก่อนการปรับปรุง ppm	หลังการปรับปรุง ppm
ลืมประกอบ	0.38	0.23
แตก หัก	0.16	0.11
เสียรูปทรง	0.15	0.06
ส่งชิ้นงานผิด	3.84	0.12
สกปรก	0.10	0.02
ขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด	0.17	0.24
ฟังก์ชั่นการประกอบไม่ได้	0.08	0
งานไม่เต็ม	0.08	0.11
ชิ้นงานปน	0.08	0.03
รูปร่างขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด	0.07	0

วิเคราะห์ต้นทุนที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ

จากระบบการตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ และกระบวนการฉีดพลาสติกนั้น สามารถสรุปต้นทุนที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ เมื่อพิจารณาภาพรวมจากกำลังคนที่ใช้ในการตรวจสอบ จะพบว่ากำลังคนที่ใช้ในการตรวจสอบพอเพียง และสามารถตรวจจับปัญหาได้

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าต้นทุนที่ใช้ในการปรับปรุงการตรวจสอบคุณภาพนั้นเท่ากับศูนย์

วิเคราะห์ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า

1. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้าภายในประเทศ

จากการรวบรวมข้อมูลที่ผ่านมา พบว่าถ้าได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้าภายในประเทศจะมีการดำเนินการตั้งแต่การเข้าไปรับผิดชอบในการคัดแยกชิ้นงานดีและชิ้นงานเสียที่บริษัทตัวอย่าง การคัดแยกชิ้นงานดีและชิ้นงานเสียที่ลูกค้า ตลอดจนการแก้ไขชิ้นงานถ้าสามารถทำได้และลูกค้ายอมรับ ซึ่งในการดำเนินการดังกล่าวจะมีค่าใช้จ่ายที่ตามมา เช่น กำลังคน เวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่สูญเสียไปจากกิจกรรมดังกล่าว ซึ่งค่าใช้จ่ายดังกล่าวสามารถประมาณได้ดังนี้ เมื่อต้นทุนสำหรับการจ้างพนักงาน 1 คนเท่ากับ 300 บาทต่อวัน

1.1 ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการคัดแยกชิ้นงานเท่ากับ 37.5 บาท/ ชั่วโมง

1.2 เวลาที่ใช้ในการคัดแยกชิ้นงานแต่ละครั้งเฉลี่ยเท่ากับ 2 วัน/ ครั้ง

1.3 กำลังคนที่ใช้ในการคัดแยกและแก้ไขเท่ากับ 4 คน/ ครั้ง

1.4 ค่าใช้จ่ายในการเดินทางเท่ากับ 2,500 บาท/ วัน

ข้อร้องเรียนจากลูกค้าภายในประเทศ 56 ครั้ง (ช่วงก่อนการปรับปรุง เดือนมกราคม-เดือนตุลาคม 2557) คิดเป็น 5.6 ครั้ง/ เดือน

ข้อร้องเรียนจากลูกค้าภายในประเทศ 9 ครั้ง (ช่วงหลังการปรับปรุง เดือนพฤศจิกายน 2557-เดือนกุมภาพันธ์ 2558) คิดเป็น 2.25 ครั้ง/ เดือน

จากข้อมูลที่กล่าวมาสามารถสรุปเป็นค่าใช้จ่ายโดยประมาณเมื่อเกิดข้อร้องเรียนจากลูกค้า เมื่อ 1 วันเท่ากับ 8 ชั่วโมง

ก่อนการปรับปรุงได้เท่ากับ $[\,[37.5\times(2\times8)\times4]+[\,(2500\times2)\,]\times5.6]=41{,}440$ บาท/ เดือน

หลังการปรับปรุงได้เท่ากับ $[\,[37.5\times(2\times8)\times4]+[\,(2500\times2)\,]\times2.25\,]=16{,}650$ บาท/ เดือน

2. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้าต่างประเทศ

พบว่าถ้าได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้าต่างประเทศจะมีการดำเนินการตั้งแต่การคัดแยกชิ้นงานดีและชิ้นงานเสียที่บริษัทตัวอย่าง ค่าใช้จ่ายในการขนส่งชิ้นงานเสียกลับมาวิเคราะห์ปัญหา ค่าใช้จ่ายในการส่งชิ้นงานแลกเปลี่ยน ค่าใช่จ่ายในการผลิตชิ้นงานทดแทน ค่าชิ้นงานที่ต้องผลิตเพื่อแลกเปลี่ยน ซึ่งค่าใช้จ่ายดังกล่าวสามารถประมาณได้ดังนี้ เมื่อต้นทุนสำหรับการจ้างพนักงาน 1 คนเท่ากับ 300 บาท/ วัน

2.1 ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการคัดแยกชิ้นงานเท่ากับ 37.5 บาท/ ชั่วโมง

2.2 เวลาที่ใช้ในการคัดแยกชิ้นงานแต่ละครั้งเฉลี่ยเท่ากับ 2 วัน/ ครั้ง

2.3 กำลังคนที่ใช้ในการคัดแยกและแก้ไขเท่ากับ 5 คน/ ครั้ง

2.4 ค่าใช้จ่ายในการส่งชิ้นงานทั้งทางเครื่องบินหรือเรือโดยสาร ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า

2.5 ลูกค้าคิดค่าปรับการตรวจเช็คงานก่อนเข้าไลน์การผลิต 400 บาท/ ชั่วโมง

ข้อร้องเรียนจากลูกค้าต่างประเทศ 245 ครั้ง (ช่วงก่อนการปรับปรุง เดือนมกราคม- เดือนตุลาคม 2557) คิดเป็น 24.5 ครั้ง/ เดือน

ข้อร้องเรียนจากลูกค้าต่างประเทศ 40 ครั้ง (ช่วงหลังการปรับปรุง เดือนพฤศจิกายน 2557-เดือนกุมภาพันธ์ 2558) คิดเป็น 10 ครั้ง/ เดือน

จากข้อมูลที่กล่าวมาสามารถสรุปเป็นค่าใช้จ่ายโดยประมาณเมื่อเกิดข้อร้องเรียนจากลูกค้า เมื่อ 1 วันเท่ากับ 8 ชั่วโมง

ก่อนการปรับปรุงได้เท่ากับ $[\,[37.5\times(2\times8)\times4]\times24.5] = 58{,}800$ บาท/ เดือน

หลังการปรับปรุงได้เท่ากับ $[\,[37.5\times(2\times8)\times4]\times10] = 24{,}000$ บาท/ เดือน

รวมค่าใช้จ่ายโดยประมาณเมื่อเกิดข้อร้องเรียนจากลูกค้า ก่อนการปรับปรุง 100,240 บาท/ เดือน

รวมค่าใช้จ่ายโดยประมาณเมื่อเกิดข้อร้องเรียนจากลูกค้า หลังการปรับปรุง 40,650 บาท/ เดือน

บทที่ 5
สรุปผลและอภิปราย

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการปรับปรุงคุณภาพจากการเกิดปัญหาข้อร้องเรียนด้านคุณภาพจากลูกค้า ก่อนดำเนินการปรับปรุงตั้งแต่เดือนมกราคม 2557 ถึงเดือนตุลาคม 2557 ข้อร้องเรียนจากลูกค้าอยู่ที่ 301 ครั้ง หรือประมาณ 30 ครั้ง/ เดือน และหลังดำเนินการปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2558 ข้อร้องเรียนจากลูกค้าอยู่ที่ 49 ครั้งหรือประมาณ 13 ครั้ง/ เดือน

จากการศึกษาระบบการทำงาน มีการตรวจสอบก่อนเริ่มการผลิต ระหว่างการผลิต และก่อนการประกอบ พบว่าระบบการตรวจสอบคุณภาพไม่สามารถตรวจจับงานเสีย จากนั้นจึงได้ทำการประเมินระบบการวัด พบว่ากระบวนการผลิตชิ้นงานเป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้า กระบวนการผลิตมีเสถียรภาพเพียงพอ ไม่มีความผันแปรในกระบวนการ ไม่มีของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โอกาสที่พบของเสียเป็นไปได้ยาก หากจะแก้ไขด้วยการตรวจสอบคุณภาพ 100% ไม่สามารถทำได้ แต่ควรจะแก้ไขที่กระบวนการ แต่อย่างไรก็ตามการปรับแผนการตรวจสอบเพื่อแก้ไขที่กระบวนการต้องเพิ่มพนักงานเข้ามาตรวจสอบ และการจัดการอื่น ๆ ทำให้มีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยการศึกษาใช้หลักการ 3G: Genba สถานที่จริง Genbutsu ของจริง (ชิ้นงานที่เกิดปัญหา) Genjisu สถานการณ์จริง (ใช้ข้อมูลจริง) ระดมสมอง สรุปเป็นแผนภูมิก้างปลา โดยมีปัญหาที่เกิดขึ้นจาก พนักงานลืมประกอบ ชิ้นงานแตกหัก ชิ้นงานเสียรูปทรง ส่งชิ้นงานผิด ชิ้นงานสกปรก ชิ้นงานขนาดไม่ได้ตามที่กำหนด ชิ้นงานประกอบไม่ได้ ชิ้นงานไม่เต็ม ชิ้นงานปน และชิ้นงานมีรูปร่างไม่ได้ตามกำหนด แล้วนำสาเหตุที่ได้นำมาจัดเรียงลำดับความสัมพันธ์ของปัญหาจากสาเหตุที่เกิดขึ้นออกมาเป็นตารางแสดงความสัมพันธ์ของปัญหาที่มีสาเหตุเกิดจากพนักงาน สาเหตุเกิดจากวิธีการ สาเหตุเกิดจากเครื่องจักร และวัตถุดิบ จากนั้นก็นำข้อมูลที่มีความถี่มาก มาทำการวิเคราะห์ Why why analysis อีกครั้งเพื่อหารากเหง้าที่แท้จริงของปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อดำเนินการปรับปรุงและติดตามปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดเป็นปัญหาซ้ำกับชิ้นงานเดิม และรายงานที่ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ สามารถแก้ไขปัญหาและป้องกันไม่ให้ปัญหานั้นเกิดขึ้นซ้ำอีก และเพิ่มความเชื่อมั่นให้กับลูกค้า ไม่มีการร้องขอจากลูกค้าให้แก้ไขเอกสารหรือดำเนินการเพิ่มเติม ส่งผลให้การประเมินคุณภาพจากลูกค้าอยู่ในระดับดีถึงดีมาก

ผลการลดค่าใช้จ่ายจากการบริการลูกค้า การคัดแยกชิ้นงาน หลังจากได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้า ปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้าที่ลดลง ทำให้ค่าใช้จ่ายจากปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า เช่น การดำเนินการตั้งแต่การเข้าไปรับผิดชอบในการคัดแยกชิ้นงานดีและชิ้นงานเสียของบริษัทตัวอย่าง การคัดแยกชิ้นงานดีและชิ้นงานเสียที่ลูกค้า ตลอดจนการแก้ไขชิ้นงานถ้าสามารถทำได้และลูกค้ายอมรับ ซึ่งในการดำเนินการดังกล่าวจะมีค่าใช้จ่ายที่ตามมา เช่น กำลังคน เวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของการเกิดปัญหาข้อร้องเรียนก่อนดำเนินการปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพ หลังจากการปรับปรุงสามารถลดปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้าลงต่อเดือนได้ประมาณ 17 ครั้ง ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการคัดแยกชิ้นงาน รวมถึงการซ่อมแซมและการบริการลูกค้าหลังจากได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้า ลดลงได้ประมาณ 40,800 บาท/ เดือน หรือเท่ากับ 489,600 บาท/ ปี

ตารางที่ 5-1 สรุปผลการเปรียบเทียบก่อน-หลัง การปรับปรุง

ลูกค้า	เรื่อง	ก่อนการปรับปรุง 10 เดือน	หลังการปรับปรุง 4 เดือน
ภายในประเทศ	ข้อร้องเรียน (ครั้ง)	56	9
	ค่าใช้จ่าย (บาท) ต่อเดือน	41,440	16,650
ต่างประเทศ	ข้อร้องเรียน (ครั้ง)	245	40
	ค่าใช้จ่าย (บาท) ต่อเดือน	58,800	24,000
รวมข้อร้องเรียน (ครั้ง)		301	49
สัดส่วนของเสีย ppm		5.8	1.08
รวมค่าใช้จ่ายต่อเดือน (บาท)		100,240	40,650

อภิปรายผลการวิจัย

จากการดำเนินการศึกษาระบบการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานก่อนเริ่มทำการผลิต ระหว่างกระบวนการผลิต ของกระบวนขึ้นรูปโลหะ กระบวนการฉีดพลาสติก และการตรวจสอบคุณภาพก่อนการประกอบ ระบบการวัดปัจจุบันน่าเชื่อถือได้ ตามมาตรฐานการตรวจสอบด้วยการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ MIL-STD-105E เกณฑ์การยอมรับ 0 จะปฏิเสธเมื่อพบชิ้นงาน NG ชิ้น พนักงานสามารถชี้บ่งคุณภาพได้อย่างถูกต้อง การตรวจสอบคุณภาพที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เป็น

การสุ่มตรวจสอบ พนักงานจึงไม่สามารถพบปัญหา จึงส่งผลให้มีของเสียหลุดรอดไปหาลูกค้า เพื่อเป็นการลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ขั้นตอนในการศึกษานั้นจะศึกษาถึงสภาพปัจจุบันของปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นจะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์จะใช้เครื่องมือทางสถิติ เช่น แผนภาพพาเรโต ตามหลักการ 80-20 พิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงกราฟ 80% และจึงมาวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ด้วยการระดมสมองโดยใช้แผนภูมิก้างปลา การวิเคราะห์ Why Why analysis เป็นต้น หลังจากนั้นจะนำเสนอถึงแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาแก่ผู้บริหาร เพื่อดำเนินการปรับปรุงต่อไป

ข้อเสนอแนะ

การอบรมพนักงานและเน้นย้ำพนักงานถึงความสำคัญหลักเกณฑ์หรือมาตรฐานที่ใช้ในการพิจารณาปัญหาคุณภาพของชิ้นงานเบื้องต้นเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะปัญหาคุณภาพที่ตรวจสอบเบื้องต้นได้ด้วยสายตา เพราะปัญหาข้อร้องเรียนจากลูกค้า เกิดจากความผิดพลาดจากพนักงานเป็นปัญหางานเกี่ยวกับลักษณะภายนอกของชิ้นงานซึ่งสามารถตรวจสอบได้ด้วยสายตา

ปัญหาที่พบในการวิจัย

1. ความคุ้นเคยในการทำงานของพนักงานและแนวคิดในการทำงานของพนักงานเก่า เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเคยชินหรือแนวคิดของบุคคลนั้นจะต้องใช้ทั้งเหตุและผลในการเปลี่ยนแปลง จนกว่าบุคคลเหล่านั้นจะยอมรับและเชื่อถือในตัวเรา

2. นโยบายของผู้บริหาร ที่จะลดต้นทุนการผลิต ลดคน ลดเวลาในการผลิตให้สั้นลง จึงทำให้พนักงานไม่สามารถทำงานได้ตามขั้นตอนการปฏิบัติงานเดิม พนักงานต้องทำงานเพิ่มขึ้น แต่เวลาที่ใช้สั้นลง

3. การใช้เครื่องจักรเข้ามาตรวจสอบ จะต้องมีการบำรุงรักษา และการวางแผนบำรุงเชิงป้องกันเป็นอย่างดี ผู้ที่รับผิดชอบดูแล จะต้องมีความรู้ ทักษะที่สูงมากในการซ่อม หรือแก้ไข เพราะหากเครื่องเสีย หรือไม่สามารถตรวจจับปัญหา ปัญหาก็จะหลุดไปถึงลูกค้า

4. พนักงานในองค์การไม่เห็นความสำคัญของการควบคุมคุณภาพไม่สร้างระบบการควบคุม เนื่องจากต้องเร่งทำงาน เพื่อส่งให้ทันรอบการจัดส่งที่ลูกค้ากำหนด ตามระบบ Kanban

5. ขาดการสนับสนุนในเรื่องของเงินทุนที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาและการควบคุมคุณภาพ

บรรณานุกรม

กฤติกา ลิ้มลาวัลย์. (2546). *ระดับการควบคุมคุณภาพภายในของการผลิตสินค้าของอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า*. เข้าถึงได้จาก: http://www.bu.ac.th/knowledgecenter/epaper/july_dec2004/kritika.pdf

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2542). *มาตรฐานระบบการตรวจสอบด้วยการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ MIL-STD-105E* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). *หลักการการควบคุมคุณภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2553). *การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA)*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. (2557). *การควบคุมคุณภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท้อป.

ทิพรัตน์ โคตรชมพู. (2552). *การปรับปรุงคุณภาพด้วยแผนกประกันคุณภาพ กรณีศึกษา: เพิ่มงานประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่แผนกฉีดพลาสติก*. งานนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

นันทพร หงษ์คำ. (2553). *การปรับปรุงระบบการตรวจสอบคุณภาพของผู้ผลิตชิ้นส่วนสำหรับแอร์รถยนต์*. โครงงานทางวิศวกรรม, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

บรรหาญ ลิลา. (2556). *เอกสารประกอบการสอนวิชาการควบคุมคุณภาพ*. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ปาจรีย์ รุจิแสวง. (2555). *การเตรียมตัวด้านการศึกษาเพื่อเข้าสู่ประชาคมอาเซียน กรณีศึกษา: นักศึกษาคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. แบบฝึกหัดการวิจัยปัญหาเศรษฐกิจปัจจุบัน, คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพฑูรย์ ฮ้อยิ่ง. (2547). *แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ สำหรับการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์หลายชนิด*. ดุษฎีนิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วารุณี เปรมานนท์ และพงศ์พันธ์ แก้วตาทิพย์. (2552). *งานขึ้นรูปโลหะเล่มที่ 1 แม่พิมพ์โลหะแผ่น*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

สาธิตา เผื่อนเอี่ยม. (2550). *การประเมินและปรับปรุงแผนการสุ่มตัวอย่างสำหรับตรวจสอบในอุตสาหกรรมบรรจุชิ้นส่วนรถยนต์แยกประกอบเพื่อส่งออกต่างประเทศ (CKD).* งานนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมชัย อัครทิวา. (2549). *Why-Why analysis เทคนิคการวิเคราะห์อย่างถึงแก่น เพื่อปรับปรุงสถานประกอบการ* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

Nasreddin Dhafr, Munir Ahmad , Brian Burgess & Siva Canagassababady. (2005). *Improvement of quality performance in manufacturing organizations by minimization of production defects.* Science Direct.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวก ก-1 ข้อมูลการประเมินความสามารถของระบบการวัด สำหรับข้อมูลต่อเนื่องของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ

Part No	พนักงานคนที่ 1				พนักงานคนที่ 2			
	วัดครั้งที่		X	R	วัดครั้งที่		X	R
	1	2			1	2		
1	19.955	19.951	19.953	0.004	19.954	19.957	19.956	0.003
2	19.954	19.953	19.954	0.001	19.951	19.953	19.952	0.002
3	19.954	19.957	19.956	0.003	19.952	19.957	19.955	0.005
4	19.952	19.953	19.953	0.001	19.951	19.953	19.952	0.002
5	19.954	19.951	19.953	0.003	19.955	19.952	19.954	0.003
6	19.953	19.955	19.954	0.002	19.952	19.957	19.955	0.005
7	19.953	19.954	19.954	0.001	19.956	19.954	19.955	0.002
8	19.957	19.954	19.956	0.003	19.955	19.951	19.953	0.004
9	19.954	19.951	19.953	0.003	19.952	19.956	19.954	0.004
10	19.951	19.952	19.952	0.001	19.952	19.957	19.955	0.005
11	19.955	19.953	19.954	0.002	19.955	19.951	19.953	0.004
12	19.955	19.954	19.955	0.001	19.956	19.953	19.955	0.003
13	19.955	19.953	19.954	0.002	19.954	19.956	19.955	0.002
14	19.956	19.952	19.954	0.004	19.956	19.952	19.954	0.004
15	19.955	19.951	19.953	0.004	19.952	19.955	19.954	0.003
16	19.956	19.955	19.956	0.001	19.956	19.958	19.957	0.002
17	19.955	19.953	19.954	0.002	19.955	19.952	19.954	0.003
18	19.955	19.957	19.956	0.002	19.956	19.952	19.954	0.004
19	19.957	19.955	19.956	0.002	19.956	19.957	19.957	0.001
20	19.957	19.956	19.957	0.001	19.956	19.952	19.954	0.004
			19.954	0.002			19.954	0.003

จากข้อมูลผลการวัดชิ้นงานนำข้อมูลไปประเมินความสามารถในการทำซ้ำของเครื่องมือ ได้จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดซ้ำของเครื่องมือ ($\sigma_{repeatability}$) จากการวัดซ้ำของพนักงานแต่ละคน โดยความผันแปรของการวัดซ้ำจะแทนด้วยค่าพิสัย ดังนี้

$$\bar{\bar{R}} = \frac{1}{2}\left(\bar{R}_1 + \bar{R}_2\right)$$

$$= \frac{1}{2}(0.002 + 0.003)$$

$$= 0.0025$$

จะได้, $$\hat{\sigma}_{repeatability} = \frac{\bar{\bar{R}}}{d_2}$$

$$= \frac{0.0025}{1.128}$$

$$= 0.002$$

เมื่อค่า d_2 ได้จากตารางค่าคงที่ของแผนภูมิควบคุมที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 2 เนื่องจากค่าพิสัยแต่ละตัวได้จากการวัดซ้ำ 2 ครั้งของพนักงานแต่ละคน มีค่าเท่ากับ 1.128

ในขณะที่ความสามารถในการทำซ้ำของพนักงาน คือ ค่าความผันแปรที่ประเมินได้จากความแตกต่างของค่าที่ได้จากการวัดจากพนักงานทั้ง 2 คน ดังนี้

$$\bar{\bar{x}}_{max} = \max(\bar{\bar{x}}_1, \bar{\bar{x}}_2)$$

$$\bar{\bar{x}}_{min} = \min(\bar{\bar{x}}_1, \bar{\bar{x}}_2)$$

จะได้, $$R_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}}_{max} - \bar{\bar{x}}_{min})$$

$$\hat{\sigma}_{reproducibility} = \frac{R_{\bar{x}}}{d_2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{R_{\bar{x}}}{d_2}\right)^2 - \frac{\hat{\sigma}_{repeatability}^{\ 2}}{nr}}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{19.954 - 19.954}{1.128}\right)^2 - \frac{0.002^2}{20 \times 2}}$$

$$= 0$$

โดยที่, $$\sigma^2_{gage} = \sigma^2_{repeatability} + \sigma^2_{reproducibility}$$

ดังนั้น, $$\sigma^2_{gage} = \sigma^2_{repeatability} + \sigma^2_{reproducibility}$$

$$= 0.002^2 + 0^2$$

$$= 0.002^2$$

จะได้ค่า,

$$\hat{\sigma}_{gage} = \sqrt{0.002^2}$$

$$= 0.002$$

จึงประมาณค่า P/ T Ratio ได้ดังนี้

$$P/T = \frac{k\hat{\sigma}_{gage}}{USL - LSL}$$

$$= \frac{6(0.002)}{20-18}$$

$$= 0.006$$

จะเห็นได้ว่าค่า P/ T Ratio มีค่าต่ำกว่า 0.1 หรือ 10% จึงยอมรับได้ว่าระบบการวัดมีความสามารถเพียงพอ

ตารางภาคผนวก ก-2 ข้อมูลการประเมินความสามารถของระบบการวัด สำหรับข้อมูลต่อเนื่อง ของกระบวนการขึ้นพลาสติก

Part No	พนักงานคนที่ 1				พนักงานคนที่ 2			
	วัดครั้งที่		$\bar{X}$	R	วัดครั้งที่		$\bar{X}$	R
	1	2			1	2		
1	3.23	3.26	3.245	0.03	3.28	3.23	3.255	0.003
2	3.24	3.23	3.235	0.01	3.26	3.27	3.265	0.002
3	3.27	3.25	3.260	0.02	3.28	3.27	3.275	0.005
4	3.23	3.27	3.250	0.04	3.23	3.24	3.235	0.002
5	3.28	3.25	3.265	0.03	3.27	3.26	3.265	0.003
6	3.26	3.23	3.245	0.03	3.28	3.23	3.255	0.005
7	3.25	3.28	3.265	0.03	3.26	3.23	3.245	0.002
8	3.23	3.27	3.250	0.04	3.24	3.27	3.255	0.004
9	3.23	3.28	3.255	0.05	3.28	3.28	3.280	0.004
10	3.25	3.28	3.265	0.03	3.23	3.27	3.250	0.005
11	3.24	3.27	3.255	0.03	3.24	3.28	3.260	0.04
12	3.28	3.25	3.265	0.03	3.27	3.26	3.265	0.003
13	3.27	3.24	3.255	0.03	3.24	3.23	3.235	0.002
14	3.28	3.27	3.275	0.01	3.27	3.24	3.255	0.03
15	3.28	3.23	3.255	0.05	3.26	3.23	3.245	0.03
16	3.27	3.23	3.250	0.04	3.27	3.28	3.275	0.002
17	3.25	3.26	3.255	0.01	3.24	3.28	3.260	0.04
18	3.28	3.26	3.270	0.02	3.23	3.28	3.255	0.05
19	3.26	3.25	3.255	0.01	3.26	3.27	3.265	0.01
20	3.23	3.27	3.250	0.04	3.24	3.28	3.260	0.04
			3.256	0.002			3.258	0.003

จากข้อมูลผลการวัดชิ้นงานนำข้อมูลไปประเมินความสามารถในการทำซ้ำของเครื่องมือ ได้จากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวัดซ้ำของเครื่องมือ ($\sigma_{repeatability}$) จากการวัดซ้ำของพนักงานแต่ละคน โดยความผันแปรของการวัดซ้ำจะแทนด้วยค่าพิสัย ดังนี้

$$\bar{\bar{R}} = \frac{1}{2}\left(\overline{R_1} + \overline{R_2}\right) = \frac{1}{2}(0.002 + 0.003) = 0.0025$$

จะได้,

$$\hat{\sigma}_{repeatability} = \frac{\bar{\bar{R}}}{d_2} = \frac{0.0025}{1.128} = 0.002$$

เมื่อค่า d_2 ได้จากตารางค่าคงที่ของแผนภูมิควบคุมที่ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 2 เนื่องจากค่าพิสัยแต่ละตัวได้จากการวัดซ้ำ 2 ครั้งของพนักงานแต่ละคน มีค่าเท่ากับ 1.128

ในขณะที่ความสามารถในการทำซ้ำของพนักงาน คือ ค่าความผันแปรที่ประเมินได้จากความแตกต่างของค่าที่ได้จากการวัดจากพนักงานทั้ง 2 คน ดังนี้

$$\bar{\bar{x}}_{max} = \max(\bar{\bar{x}}_1, \bar{\bar{x}}_2)$$

$$\bar{\bar{x}}_{min} = \min(\bar{\bar{x}}_1, \bar{\bar{x}}_2)$$

จะได้,

$$R_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}}_{max} - \bar{\bar{x}}_{min} \;)$$

$$\hat{\sigma}_{reproducibility} = \frac{R_{\bar{x}}}{d_2} = \sqrt{\left(\frac{R_{\bar{x}}}{d_2}\right)^2 - \frac{\hat{\sigma}_{repeatability}^{\;2}}{nr}} = \sqrt{\left(\frac{3.256 - 3.258}{1.128}\right)^2 - \frac{0.002^2}{20 \times 2}} = 0$$

โดยที่,

$$\sigma^2_{gage} = \sigma^2_{repeatability} + \sigma^2_{reproducibility}$$

ดังนั้น,

$$\sigma^2_{gage} = \sigma^2_{repeatability} + \sigma^2_{reproducibility} = 0.002^2 + 0^2 = 0.002^2$$

จะได้ค่า,

$$\hat{\sigma}_{gage} = \sqrt{0.002^2}$$

$$= 0.002$$

จึงประมาณค่า P/ T Ratio ได้ดังนี้

$$P/T = \frac{k\hat{\sigma}_{gage}}{USL - LSL}$$

$$= \frac{6(0.002)}{4-2}$$

$$= 0.006$$

จะเห็นได้ว่าค่า P/ T Ratio มีค่าต่ำกว่า 0.1 หรือ 10% จึงยอมรับได้ว่าระบบการวัดมีความสามารถเพียงพอ

Process Capability Analysis Sheet

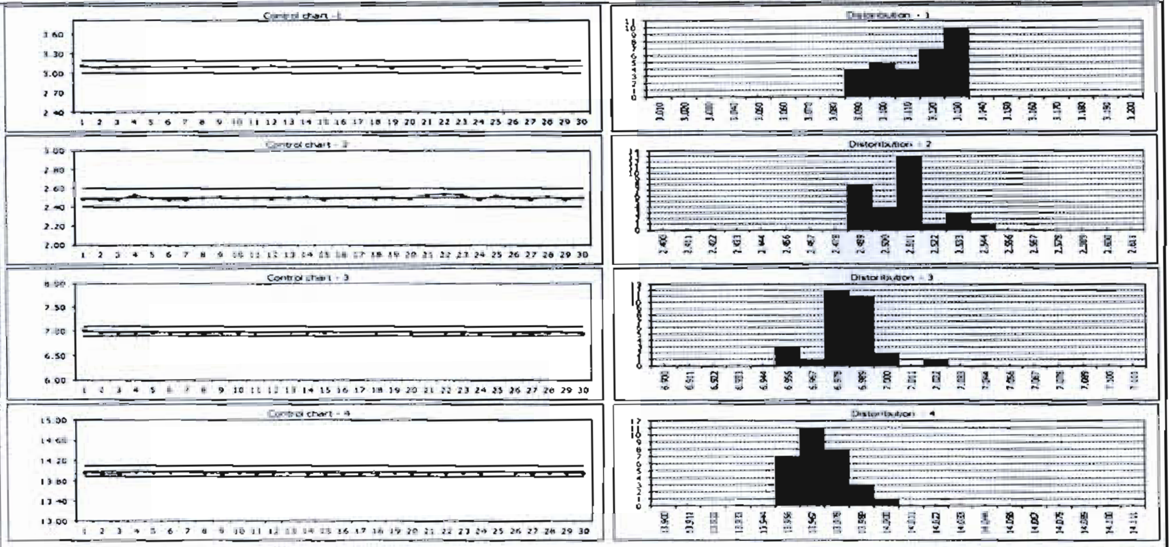
Customer: ABC
Part No: B105213
Subject:
Item No:
Date: 16-May-15

Results: O = OK, X = NG
Sample Lot size
Q'ty: 30 Pcs

Process Capability Index

Cp	ประเมินผล	การแก้ไข	ข้อแนะนำ
Cp ≥ 1.67	ดีมาก	-	Cp = Cpk เมื่อการผลิตอยู่ตรงกลาง Center พอดี
Cp ≥ 1.33	ดี	รักษามาตรฐานและควบคุมต่อไป	Cpk จะมีค่าเท่ากับ หรือน้อยกว่า Cp เสมอ
Cp ≥ 1.00	ไม่เพียงพอ	ควรปรับปรุงเพื่อป้องกันปัญหา	Cpk = 1 ผลิตได้ถูกต้องตรงตามข้อกำหนด
Cp ≥ 0.67	ผิดปกติ	เกิดของเสียขึ้น รีบตรวจสอบและแก้ไขทันที	Cpk < 1 ผลิตได้ไม่ถูกต้องตรงตามข้อกำหนด
Cp ≤ 0.67	รุนแรง	ตรวจสอบ Spec และความผิดปกติทั้งหมด และแก้ไขโดยด่วน	Cp < 1 แสดงว่ากระบวนการไม่มีความสามารถในการผลิต

MO no								
Item No.	1		2		3		4	
Upper	3.190		2.600		7.100		14.100	
Mean	3.100		2.500		7.000		14.000	
Lower	3.010		2.400		6.900		13.900	
Unit								
SPEC	3.100	Results	2.500	Results	7.000	Results	14.000	Results
+	0.090		0.100		0.100		0.100	
-	0.090		0.100		0.100		0.100	
Q'ty	30		30		30		30	
1	3.120	O	2.490	O	7.020	O	13.970	O
2	3.090	O	2.480	O	6.980	O	13.950	O
3	3.110	O	2.480	O	6.970	O	13.950	O
4	3.100	O	2.530	O	6.970	O	13.990	O
5	3.100	O	2.500	O	6.980	O	13.970	O
6	3.120	O	2.480	O	6.970	O	13.970	O
7	3.090	O	2.480	O	6.970	O	13.980	O
8	3.120	O	2.500	O	6.950	O	13.960	O
9	3.110	O	2.510	O	6.980	O	13.950	O
10	3.120	O	2.500	O	6.970	O	13.970	O
11	3.080	O	2.500	O	6.970	O	13.950	O
12	3.120	O	2.490	O	6.980	O	13.960	O
13	3.090	O	2.500	O	6.980	O	13.980	O
14	3.110	O	2.510	O	6.970	O	13.960	O
15	3.110	O	2.480	O	6.980	O	13.980	O
16	3.090	O	2.500	O	6.990	O	13.950	O
17	3.120	O	2.500	O	6.980	O	13.980	O
18	3.110	O	2.490	O	6.970	O	13.950	O
19	3.080	O	2.500	O	6.990	O	13.970	O
20	3.120	O	2.490	O	6.970	O	13.960	O
21	3.100	O	2.530	O	6.980	O	13.960	O
22	3.090	O	2.540	O	6.970	O	13.960	O
23	3.120	O	2.530	O	6.970	O	13.970	O
24	3.080	O	2.480	O	6.960	O	13.980	O
25	3.120	O	2.520	O	6.980	O	13.980	O
26	3.110	O	2.500	O	6.970	O	13.970	O
27	3.100	O	2.480	O	6.960	O	13.950	O
28	3.080	O	2.510	O	6.980	O	13.970	O
29	3.110	O	2.480	O	6.980	O	13.960	O
30	3.120	O	2.500	O	6.950	O	13.960	O
MIN	3.080		2.480		6.950		13.950	
MAX	3.120		2.540		6.990		13.990	
R	0.040		0.060		0.040		0.040	
Average	3.105		2.499		6.974		13.963	
Stdev	0.015		0.017		0.013		0.011	
Cp	2.061		1.937		2.505		3.141	
Cpk	1.954		1.924		1.862		1.989	
K	0.052		0.007		0.257		0.367	



Comment

Approved by	Checked by	Prepared by
K.Suchanjira	-	K.Cheraltwan

ภาพภาคผนวก ก-1 การประเมินช่วงความเชื่อมั่นของค่าความสามารถของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ

Process Capability Analysis Sheet

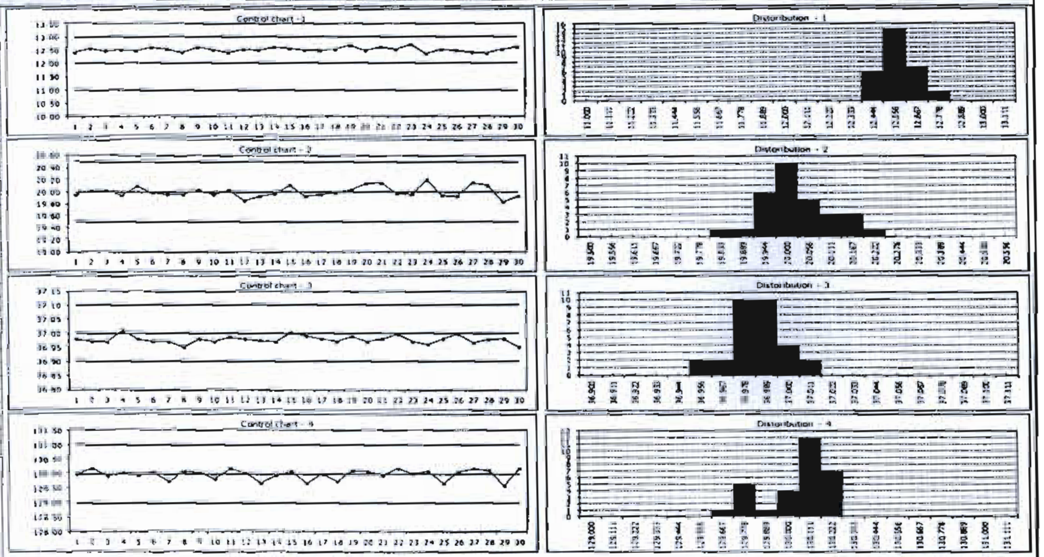
Customer ABC
Part No SA-L3478
Subject
Item No
Date 24-May-15

Results O = OK X = NG
Sample Lot size
Q'ty 30 Pcs

MO no								
Item No	1		2		3		4	
Upper	13.000		20.500		37.100		131.000	
Mean	12.000		20.000		37.000		130.000	
Lower	11.000		19.500		36.900		129.000	
Unit								
SPEC	12.000	Results	20.000	Results	37.000	Results	130.000	Results
+	1.000		0.500		0.100		1.000	
-	1.000		0.500		0.100		1.000	
Q'ty	30		30		30		30	
1	12.420	O	19.950	O	36.982	O	130.002	O
2	12.[illegible]	O	20.025	O	36.972	O	130.202	O
3	12.479	O	20.024	O	36.970	O	129.935	O
4	12.5[illegible]	O	19.938	O	37.010	O	130.058	O
5	12.479	O	20.100	O	36.980	O	129.870	O
6	12.612	O	19.978	O	36.970	O	130.031	O
7	12.539	O	19.950	O	36.970	O	129.760	O
8	12.412	O	19.950	O	36.950	O	130.006	O
9	12.611	O	20.031	O	36.980	O	130.060	O
10	12.512	O	19.950	O	36.970	O	129.830	O
11	12.400	O	20.029	O	36.987	O	130.195	O
12	12.512	O	19.849	O	36.985	O	130.040	O
13	12.460	O	19.920	O	36.974	O	129.656	O
14	12.611	O	19.955	O	36.970	O	129.950	O
15	12.556	O	20.108	O	37.003	O	130.096	O
16	12.495	O	19.920	O	36.990	O	129.695	O
17	12.479	O	19.950	O	36.980	O	130.006	O
18	12.541	O	19.977	O	36.970	O	129.750	O
19	12.680	O	20.036	O	36.989	O	130.120	O
20	12.479	O	20.138	O	36.970	O	130.096	O
21	12.610	O	20.144	O	36.980	O	129.960	O
22	12.610	O	19.970	O	36.987	O	130.190	O
23	12.712	O	19.950	O	36.970	O	130.020	O
24	12.348	O	20.197	O	36.960	O	130.098	O
25	12.512	O	19.932	O	36.980	O	129.880	O
26	12.479	O	19.920	O	36.997	O	130.079	O
27	12.401	O	20.148	O	36.965	O	130.195	O
28	12.372	O	20.100	O	36.978	O	130.136	O
29	12.511	O	19.825	O	36.980	O	129.600	O
30	12.612	O	19.820	O	36.950	O	130.198	O
MIN	12.348		19.825		36.950		129.800	
MAX	12.712		20.197		37.010		130.202	
R	0.364		0.372		0.060		0.602	
Average	12.514		19.997		36.977		129.991	
Stdev	0.087		0.091		0.014		0.174	
Cp	3.837		1.823		2.457		1.916	
Cpk	1.860		1.811		1.905		1.899	
=	0.514		0.007		0.226		0.009	

Process Capability Index

Cp	ประเมินผล	การแก้ไข	ข้อแนะนำ
Cp ≥ 1.67	ดีมาก	-	Cp = Cpk เมื่อกระบวนการได้ศูนย์กลาง Center กัน
Cp ≥ 1.33	ดี	พยายามรักษาและควบคุมต่อไป	Cpk จะมีค่าเท่ากับ หรือน้อยกว่า Cp เสมอ
Cp ≥ 1.00	ไม่เพียงพอ	ควรปรับปรุงเพื่อป้องกันปัญหา	Cpk = 1 ผลิตได้ถูกต้องตรงตามข้อกำหนด
Cp ≤ 0.67	ผิดปกติ	เกิดของเสียขึ้น รีบตรวจสอบและแก้ไขทันที	Cpk < 1 ผลิตได้ไม่ถูกต้องตรงตามข้อกำหนด
Cp ≤ 0.67	รุนแรง	ตรวจสอบ Spec และความผิดปกติทั้งหมด และแก้ไขโดยด่วน	Cp < 1 แสดงว่ากระบวนการไม่มีความสามารถในการผลิต



Comment

Approved by	Checked by	Prepared by
K.Suchenjira		K.Charattwan

ภาพภาคผนวก ก-2 การประเมินช่วงความเชื่อมั่นของค่าความสามารถของกระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

ตารางภาคผนวก ก-3 ข้อมูลการประเมินความสามารถของระบบการวัด ข้อมูลไม่ต่อเนื่องของกระบวนการขึ้นรูปโลหะ

Part	Reference	ARUNEE			KANJANA		
		1	2	3	1	2	3
1	G	G	G	G	G	G	G
2	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
3	G	G	G	G	G	G	G
4	G	G	G	G	G	G	G
5	G	G	G	G	G	G	G
6	G	G	G	G	G	G	G
7	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
8	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
9	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
10	G	G	G	G	G	G	G
11	G	G	G	G	G	G	G
12	G	G	G	G	G	G	G
13	G	G	G	G	G	G	G
14	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
15	G	G	G	G	G	G	G
16	G	G	G	G	G	G	G
17	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
18	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
19	G	G	G	G	G	G	G
20	G	G	G	G	G	G	G
21	G	G	G	G	G	G	G
22	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
23	G	G	G	G	G	G	G
24	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
25	G	G	G	G	G	G	G
26	G	G	G	G	G	G	G
27	G	G	G	G	G	G	G
28	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
29	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
30	G	G	G	G	G	G	G

ตารางภาคผนวก ก-4 ข้อมูลการประเมินความสามารถของระบบการวัด ข้อมูลไม่ต่อเนื่อง กระบวนการขึ้นรูปพลาสติก

Part	Reference	WANPEN			SARAWUT		
		1	2	3	1	2	3
1	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
2	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
3	G	G	G	G	G	G	G
4	G	G	G	G	G	G	G
5	G	G	G	G	G	G	G
6	G	G	G	G	G	G	G
7	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
8	G	G	G	G	G	G	G
9	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
10	G	G	G	G	G	G	G
11	G	G	G	G	G	G	G
12	G	G	G	G	G	G	G
13	G	G	G	G	G	G	G
14	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
15	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
16	G	G	G	G	G	G	G
17	G	G	G	G	G	G	G
18	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
19	G	G	G	G	G	G	G
20	G	G	G	G	G	G	G
21	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
22	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
23	G	G	G	G	G	G	G
24	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
25	G	G	G	G	G	G	G
26	G	G	G	G	G	G	G
27	G	G	G	G	G	G	G
28	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
29	G	G	G	G	G	G	G
30	G	G	G	G	G	G	G

รายงานการฝึกอบรมการปฏิบัติงาน (On - the - Job Training Report)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน/ มาตรฐานการทำงาน (Work Instruction/ Operation Standard) ขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้อง

รหัสขั้นตอนการปฏิบัติงาน/ มาตรฐานการทำงาน (Code WI/ OS) ขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้อง

วันที่/ Date 27 January 2015 เวลา/ Time 09.0-11.00 (2.00 ชม.)

สถานที่/ Venue QA Office F4 วิทยากร/ Instructure K.Nopporn

แผนก/ Section ASSY ฝ่าย/ Department PD

โปรดระบุวัตถุประสงค์การ On - the - job - training

☐ 1 พนักงานใหม่ ☑ 2 ทบทวนให้พนักงาน ☐ 3 พนักงานโยกย้าย ปรับเปลี่ยนตำแหน่งงาน

☑ 4 เปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน/ เอกสาร ☐ 5 อื่น ๆ (โปรดระบุ)

ลำดับ No.	บริษัท				รหัสพนักงาน Employee Code	ชื่อ - นามสกุล Name - Surname	ลงชื่อ Sign	ผลการประเมิน		หมายเหตุ Remark
	ABC	[illegible]	[illegible]	[illegible]				ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1	✔				2228	น.ส.พาชื่น [illegible]	พาชื่น	✓		
2	✔				2363	น.ส.รุ่งนภา แก้วพวง	รุ่งนภา	✓		
3	✔				2363	น.ส.ทัศพร [illegible]	ทัศพร	✓		
4	✔				2453	นาย[illegible] [illegible]	[illegible]			

ผู้จัดฝึกอบรม (Training Sponsor) Chanatbear

วันที่ (Date) [illegible]

Nopporn

ผู้ประเมิน (Evaluator)

วันที่ Date ...27.../...04.../...15...

หมายเหตุ [illegible]

Remark After training, please send this form to Training section within 15 working days.

Rev. No. 007 Doc. No. APF-63-17

ภาพภาคผนวก ก-3 เอกสารการฝึกอบรมพนักงาน

		ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
การทำงาน	ความรู้	• บอกหัวข้อตรวจสอบด้วยสายตาและปฏิบัติจริง • รู้ความแตกต่างของชิ้นส่วนได้ • รู้วิธีการประกอบ SCREW PLATE • รู้ตำแหน่งการประกอบ O-RING • รู้วิธีการใช้ Hand press • รู้จุดสำคัญและเหตุผลที่เป็นจุดสำคัญของงาน	• เข้าใจขั้นตอนการทำงาน	• เข้าใจการจัดทำและปรับปรุงแก้ไข OS • รู้จัก muda, mura, muri ในการทำงาน Muda : ความสูญเปล่า Mura : ไม่สม่ำเสมอ ไม่มีมาตรฐาน Muri : ทำงานเกินไป • สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุที่ไม่บรรลุตามเป้าการผลิต
	ความสามารถ	• สามารถตัดสินได้ว่า Set ผิดหรือประกอบผิด • สามารถทำงานได้ด้วยความเข้าใจจุดสำคัญของงานและเหตุผล • สามารถประกอบ CASE SUB FR ด้วยเวลาภายใน 30 วินาที	• สามารถแนะนำงานให้กับพนักงานระดับ 1 ได้	• สามารถแก้ไขขั้นตอนของกระบานการได้ • สามารถจัดทำและ ปรับปรุงแก้ไขตามเอกสารขั้นตอนการทำงานได้ • สามารถติดตามและทำการปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ • สามารถฝึกอบรมงานให้กับพนักงานใหม่ได้

ภาพภาคผนวก ก-4 เอกสารทบทวนวิธีการทำงาน

		ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
เปลี่ยนรุ่น	ความรู้	• ดู list ชี้บ่ง แล้วรู้ part การผลิต • รู้ความแตกต่างของชิ้นส่วน • รู้ตำแหน่งที่อยู่ของ sample • รู้สถานที่จัดเก็บ JIG • รู้วิธีการ Set counter	• รู้ Part name / Part no.และ • รู้วิธีการเปลี่ยนรุ่น • รู้วิธีใช้ JIG	• เข้าใจการจัดทำ และปรับปรุง
	ความสามารถ	• สามารถ Set Counter ได้ • สามารถทำการเปลี่ยนรุ่นได้ภายใน 3.00 นาที	• สามารถแนะนำการเปลี่ยนรุ่นให้กับพนักงานระดับ I ได้	• สามารถจัดทำและแก้ไขขั้นตอนการทำงาน • สามารถเปลี่ยนลำดับการผลิตได้ • สามารถฝึกอบรมให้กับพนักงานระดับ I ได้ • สามารถติดตามและทำการปรับปรุงได้
คุณภาพ	ความรู้	• รู้หน้าที่ , ชื่อเฉพาะ และชนิดของชิ้นงาน • รู้ความผิดปกติของชิ้นงาน • เข้าใจหัวข้อของเอกสารตรวจสอบ • รู้ตำแหน่งของกล่องแดง	• ตระหนักและเข้าใจในหัวข้อเอกสารตรวจสอบ • รู้พื้นที่ควบคุมเครื่องมือวัด • สามารถตัดสินของเสียของในกระบวนการผลิตได้ • ตระหนักรู้ถึงของเสียที่เกิดขึ้นในอดีต • รู้ความผิดปกติและวิธีการรักษาเครื่องมือวัด	• สามารถนำเสนอและติดตามสาเหตุ , มาตรการ , การวิเคราะห์ , ข้อเสนอการปรับปรุง ที่มีต่อของเสียที่เกิดได้ • ตระหนักและเข้าใจถึงคุณภาพ , หัวข้อการประกันคุณภาพ และฟังก์ชั่นการทำงานของชิ้นงาน
	ความสามารถ	• สามารถเช็คจุดผิดพลาดได้	• สามารถเช็คด้วยสายตา	• สามารถปรับปรุงคุณภาพได้ • สามารถจัดทำ One Point Std. ได้ ปฏิบัติจริงและแนะนำได้ • มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องคุณภาพ และสามารถฝึกอบรมพนักงานใหม่ได้

ภาพภาคผนวก ก-5 เอกสารทบทวนวิธีการทำงานกรณีเปลี่ยนรุ่น และด้านคุณภาพ

		ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
เครื่องจักร	ความรู้	• เข้าใจหัวข้อตามตารางการตรวจเช็คเครื่องจักร • รู้วิธีการตรวจสอบเครื่องมือ/เครื่องจักร • รู้วิธีการใช้งานเครื่องมือ/เครื่องจักร	• รู้หน้าที่ของเครื่องมือ	• สามารถวิเคราะห์และจัดการกับปัญหาของ JIG และเครื่องจักรเบื้องต้นได้
	ความสามารถ	• สามารถเช็ค Locking Nut & Bolt For Jig • สามารถตรวจสอบการทำงาน Buzzer ได้ด้วยการฟัง	• สามารถตรวจสอบหัวข้อจากตารางการตรวจสอบเครื่องจักรได้ตามคู่มือ • สามารถแนะนำเนื้อหาของตารางการตรวจสอบให้พนักงานระดับ I	• สามารถบำรุงรักษาเกี่ยวกับ JIG, เครื่องมือ,เครื่องจักร และสามารถติดตามการปรับปรุงได้ • สามารถสอนการใช้งานเกี่ยวกับ JIG,เครื่องมือ , เครื่องจักร ได้
การจัดการสิ่งผิดปกติ	ความรู้	• เข้าใจ Route ของการจัดการกับสิ่งผิดปกติ	• เข้าใจกฎ รวมถึง Route ของการจัดการกับสิ่งผิดปกติ	• สามารถปรับปรุงและติดตามผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของความผิดปกติทั้งหมด
	ความสามารถ	• สามารถรายงานต่อ L/D ,FM กรณีมีการเจ็บป่วย หรือ บาดเจ็บ • สามารถรายงาน L/D ,FM หรือ พนักงานระดับ L ขึ้นไปหากพบสิ่งผิดปกติ	• ตัดสินใจดำเนินการกับสิ่งผิดปกติ และตระหนักถึงกฎ รวมทั้ง Route การจัดการสิ่งผิดปกติ (คน • ชิ้นงาน • เครื่องจักร เป็นต้น)	• Take action ไปสู่แผนกอื่น • สามารถทำการแนะนำให้กับพนักงานเรื่อง กฎการจัดการสิ่งผิดปกติ

ภาพภาคผนวก ก-6 เอกสารทบทวนวิธีการทำงานกรณีเกี่ยวกับเครื่องจักร และการจัดการสิ่งผิดปกติ

		ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
5ส และความปลอดภัย	ความรู้	• เข้าใจความหมายของ 5ส. • รู้พื้นที่รับผิดชอบ 5ส ของคนเอง • สามารถบอกและเข้าใจกฎความปลอดภัยของสถานปฏิบัติงาน • ทราบถึงพื้นที่อันตราย	• สามารถค้นพบสิ่งผิดปกติ ปฏิบัติตามมาตรฐาน 5ส • เข้าใจข้อมูลภัยพิบัติของแผนกอื่น	• สามารถจัดทำและปรับปรุงตารางความรับผิดชอบ 5ส ได้ • เข้าใจมาตรการแก้ไขเมื่อเกิดสิ่งสกปรก • รู้วิธีการลงข้อมูลในแผนกิจกรรมการลงมือทำ และสิ่งแวดล้อมการทำงาน
	ความสามารถ	• สามารถทำกิจกรรม 5ส โดยใช้ตารางความรับผิดชอบ 5ส เป็นหลัก	• สามารถแนะนำพนักงานระดับ 1 และปฏิบัติได้จริง โดยใช้ตารางความรับผิดชอบ 5ส เป็นหลัก • จัดการเมื่อรู้ว่าจะเกิดอันตราย และทำไคเซ็นได้	• สามารถแนะนำกฎความปลอดภัยได้ • สามารถปรับปรุงและติดตามหัวข้อที่เหมาะสมต่อการ Patrol ตรวจความปลอดภัย

ภาพภาคผนวก ก-7 เอกสารทบทวนวิธีการทำงานกรณีเกี่ยวกับ 5ส และความปลอดภัย