บทที่ 7
การทดสอบยืนยันผล และการตรวจติดตามควบคุม

การทดสอบยืนยันผล และตรวจติดตามควบคุมเป็นขั้นตอนสุดท้ายในกระบวนการซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma) ซึ่งประกอบไปด้วยการเก็บข้อมูลที่ได้จากการปรับค่าของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญตามที่สรุปในขั้นตอนที่แล้วเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลทั้งหมด 10 ชุดข้อมูล โดยที่ไม่สามารถทำการทดสอบยืนยันผลได้ตามที่เขียนไว้ในหัวข้อ 1.9 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย เนื่องด้วยข้อจำกัดด้านระยะเวลาในการวิจัยและได้รับอนุญาตให้ทำการทดสอบยืนยันผลจากทางโรงงานกรณีศึกษาตามระยะเวลาดังกล่าวคือ 1 สัปดาห์ ซึ่งเท่ากับ 5 วัน หรือ 10 กะทำงานเท่านั้น ซึ่งจะนำข้อมูลมาตรวจสอบว่าจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยเป็นไปตามผลการทดลองหรือไม่ จากนั้นจึงทำแผนการควบคุมเพื่อกำหนดรอบการตรวจสอบและวิธีในการตรวจสอบปัจจัยปรับตั้งให้เป็นไปตามที่ได้ทำการทดลองไว้ และมีการนำแผนภูมิควบคุมเข้ามาใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตให้อยู่ในค่าควบคุม โดยหากออกนอกค่าควบคุมให้ดำเนินตามแผนการแก้ไขเมื่อกระบวนการออกนอกเส้นควบคุม รวมถึงจัดทำมาตรฐานการทำงานใหม่ในปัจจัยเชิงคุณลักษณะที่เป็นขั้นตอนการทำงาน

7.1 การทดสอบยืนยันผล

การทดสอบยืนยันผลเป็นการยืนยันผลของค่าปัจจัยนำเข้าที่สำคัญทั้งหมดที่ได้เลือกและกำหนดมาในขั้นตอนที่แล้วที่มีการสรุปปัจจัยที่ทำการปรับปรุงทั้งหมด 5 ปัจจัย โดยค่าที่เหมาะสมของ 5 ปัจจัยดังกล่าวแสดงในตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 ระดับของปัจจัยที่เหมาะสมที่จะทำการปรับปรุง

สัญลักษณ์ของปัจจัย	ปัจจัย	ระดับที่เหมาะสม	หน่วย
A	อุณหภูมิ	27.6	องศาเซลเซียส
B	ความชื้น	84.6	เปอร์เซ็นต์
C	ความเร็วลม	0.35	เมตรต่อวินาที
D	วิธีในการเป่าลม	กำหนดทิศทาง	-
E	วิธีในการเช็ดรถ	กำหนดทิศทาง	-

7.1.1 ขั้นตอนในการทดลอง

ทำการทดลองโดยมีการปรับตั้งค่าเครื่องที่ทำการปรับปรุงให้เรียบร้อยก่อนการปฏิบัติ และกำหนดให้มีการตรวจสอบเพื่อให้ค่าปรับตั้งเป็นไปตามที่กำหนดไว้ รวมถึงแจ้งหัวหน้างานให้ทำการปรับ

วิธีการทำงานเป่าลมรถและเช็ดรถให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข. 2 มาตรฐานการทำงานในขั้นตอนเตรียมผิวชิ้นงาน (เป่าลม และเช็ดรถ) โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1) ทำการปรับตั้งค่าอุณหภูมิให้มีค่าตามที่ได้จากการทดลองคือ 27.6 องศาเซลเซียส
2) ทำการปรับตั้งค่าความชื้นให้มีค่าตามที่ได้จากการทดลองคือ 84.6 เปอร์เซ็นต์
3) ทำการปรับค่าความเร็วลมให้มีค่าตามที่ได้จากการทดลองคือ 0.35 เมตรต่อวินาที
4) แจ้งหัวหน้างานว่าให้พนักงานตำแหน่งงานเป่าลมทำการเป่าลมด้วยวิธีกำหนดทิศทาง
5) แจ้งหัวหน้างานว่าให้พนักงานตำแหน่งงานเช็ดรถทำการเช็ดรถด้วยวิธีกำหนดทิศทาง
6) เข้าสู่กระบวนการทดลองโดยใช้ขนาดตัวอย่างในการทดลองตามที่ได้คำนวณไว้คือ อย่างน้อย 197 คัน แต่ในการปฏิบัติจริงใช้การเก็บข้อมูลที่ 200 คัน ซึ่งนับเป็น 1 ชุดการทดลอง
7) ทำการตรวจสอบรถที่ออกมาในสายงานตรวจสอบ แล้วบันทึกข้อมูลจนครบ 10 ชุดการทดลอง แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ต่อไป

7.1.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

เริ่มจากการนำข้อมูลผลการทดลองมาคิดเป็นจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ย แล้วนำไปคำนวณค่าใช้จ่ายในการซ่อมข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อรถ 1 คัน แล้วจึงนำข้อมูลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกัน จากนั้นจึงสรุปจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยและค่าใช้จ่ายในการซ่อมข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อรถ 1 คันที่ลดได้โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7.2 จำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยในการทดลองปรับค่าปัจจัยที่ระดับที่เหมาะสม

กลุ่มตัวอย่าง	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนข้อบกพร่องที่พบ	จำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อรถ 1 คัน
1	200	35	0.18
2	200	30	0.15
3	200	31	0.16
4	200	27	0.14
5	200	39	0.20
6	200	38	0.19
7	200	34	0.17
8	200	28	0.14
9	200	29	0.15
10	200	27	0.14

จากตารางได้ว่าจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มตัวอย่างที่พบมีค่าตั้ง 0.14 ถึง 0.20 ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยรวมของจำนวนรถทั้งหมด 2,000 คัน จะได้ว่า

$$\text{จำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ย} = \frac{\text{จำนวนข้อบกพร่องรวม}}{\text{จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด}}$$

$$= 318 / 2000$$

$$= 0.159 = 0.16$$

ตารางที่ 7.3 จำนวนข้อบกพร่องแบ่งตามประเภทการซ่อมในการทดลองปรับค่าปัจจัยที่ระดับที่เหมาะสม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนข้อบกพร่องที่พบ	การซ่อมสีแห้งช้าเฉพาะจุด	การซ่อมสีแห้งช้าขนาดใหญ่	การขัดซ่อมเพื่อพ่นใหม่ทั้งคัน
1	35	26	8	1
2	30	25	5	0
3	31	24	7	0
4	27	22	4	1
5	39	28	10	1
6	38	33	5	0
7	34	28	5	1
8	28	23	5	0
9	29	26	3	0
10	27	24	3	0

ดังนั้นจึงสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการซ่อมข้อบกพร่องเฉพาะข้อบกพร่องที่เลือกทำการแก้ไขแบ่งตามชนิดการซ่อมได้ดังนี้

1) การซ่อมสีแห้งช้าเฉพาะจุด พบ 259 ข้อบกพร่อง = 192.5 x 259

= 49,857.5 บาท

2) การซ่อมสีแห้งช้าขนาดใหญ่ พบ 55 ข้อบกพร่อง = 345 x 55

= 18,975 บาท

3) การขัดซ่อมทั้งคันเพื่อพ่นใหม่ พบ 4 ข้อบกพร่อง = 2585 x 4

= 10,340 บาท

เมื่อรวมค่าใช้จ่ายในการซ่อมทั้งหมด แล้วนำมาเฉลี่ยด้วยจำนวนรถที่ตรวจสอบจะได้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมเฉลี่ยต่อรถ 1 คันคือ

ค่าใช้จ่ายในการซ่อมเฉลี่ย = ค่าใช้จ่ายในการซ่อมข้อบกพร่อง (บาท) / จำนวนรถที่ตรวจสอบ (คัน)

= 49,857.5 + 18,975 + 10,340 (บาท) / 2000 (คัน)

= 39.58 บาท = 40 บาท

ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการซ่อมข้อบกพร่องนอกสายการผลิตโดยเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณด้วยจำนวน 2000 คันคือ 40 บาทต่อคัน

สรุปผลการทดลองได้ว่าจำนวนข้อบกพร่องโดยเฉลี่ยที่เก็บได้มีค่าเท่ากับ 0.16 ซึ่งมากกว่าค่าที่โปรแกรม Minitab ฟังก์ชั่น Response Optimization คำนวณออกมาได้ 0.13 แต่มีค่าลดลงจากก่อนการปรับปรุงที่มีจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยอยู่ที่ 0.37 เท่ากับ 57% และเมื่อคำนวณค่าใช้จ่ายในการซ่อมข้อบกพร่องพบว่าเหลือเพียง 40 บาทต่อคัน ซึ่งลดลงจากก่อนการปรับปรุงที่มีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 88 บาทต่อคันถึง 55% ซึ่งลดลงจากเดิม 48 บาทต่อคัน ทำให้คาดว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมต่อปีได้ถึง 8,013,840 บาทต่อปี (คิดจากยอดการผลิตที่พยากรณ์ในปี พ.ศ. 2553 เท่ากับ 166,955 คัน)

7.1.3 การคำนวณค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง และสรุปค่าใช้จ่ายที่ลดได้

ในงานวิจัยนี้มีการปรับปรุงที่อาจมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมอยู่ 3 ปัจจัยคือปัจจัยความเร็วลมที่อาจจะส่งผลให้มีปริมาณการใช้สีที่มากขึ้น วิธีในการเช็ดรถและวิธีในการเป่าลมรถที่อาจทำให้พนักงานทำงานไม่ทำตามเวลาในการทำงานที่กำหนดไว้ซึ่งสามารถนำมาคิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านแรงงานคนที่เพิ่มขึ้นมา

ส่วนของปัจจัยความเร็วลมเมื่อทำการปรับตั้งค่าอยู่ที่ 0.35 เมตรต่อวินาที แล้วทำการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้สีในรถ 3 ล็อตการผลิตเป็นจำนวนทั้งหมด 90 คันพบว่ามีปริมาณการใช้สีอยู่ที่ประมาณ 96 กิโลกรัม คิดเป็นจำนวนสีเท่ากับ 6 ถังที่ใน 1 ถังมีปริมาณสีคือ 16 กิโลกรัมดังนั้นจึงสามารถคำนวณปริมาณการใช้สีเฉลี่ยได้ดังนี้

รถ 3 ล็อตการผลิตเท่ากับ 90 คัน มีปริมาณการใช้สีเท่ากับ 96 กิโลกรัม

รถ 1 คัน มีปริมาณการใช้สีเท่ากับ 96/90 = 1.07 กิโลกรัมต่อคัน

จากข้อมูลปริมาณการใช้สีระหว่างเดือนมกราคม 2553 ถึงเดือนกรกฎาคม 2553 โรงงานกรณีศึกษามีปริมาณการใช้สีเฉลี่ยอยู่ที่ 0.82 กิโลกรัม ซึ่งสามารถนำมาคำนวณค่าใช้จ่ายที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นโดยคิดค่าสี 1 ถังเท่ากับ 850 บาท และคิดจากยอดการผลิตที่พยากรณ์ในปี พ.ศ. 2553 ที่คิดกำลังการผลิตที่ 166,955 คัน ได้เท่ากับ

[{(1.07 – 0.82 = 0.25 กิโลกรัม) x 166,955} / 16] x 850 = 2,217,371 บาท

ตารางที่ 7.4 แบบฟอร์มการตรวจสอบอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม

แบบฟอร์มการตรวจสอบค่าปรับตั้งอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมของห้องพ่นสีจริง

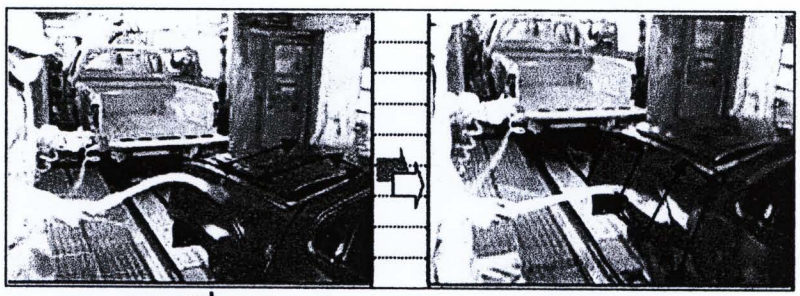
วันที่ ___/___/___ กะ_____/ กลางวัน ผู้ตรวจสอบ _____

เวลาตรวจสอบ	อุณหภูมิ		ความชื้น		ความเร็วลม		ผลการตรวจสอบ	
	ค่าที่กำหนด	ค่าที่วัดได้	ค่าที่กำหนด	ค่าที่วัดได้	ค่าที่กำหนด	ค่าที่วัดได้		
07.30	27.6		84.6		0.35		OK	NG
10.00	27.6		84.6		0.35		OK	NG
13.00	27.6		84.6		0.35		OK	NG
15.00	27.6		84.6		0.35		OK	NG

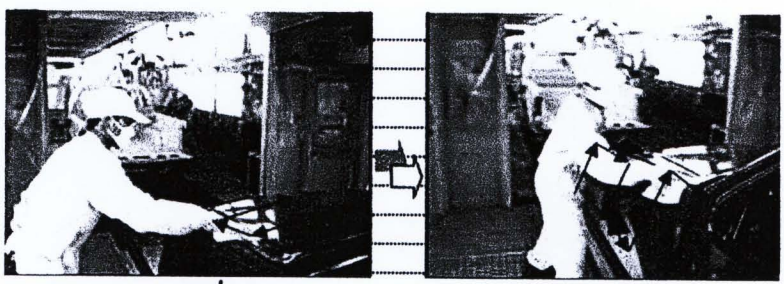
วันที่ ___/___/___ กะ_____/ กลางคืน ผู้ตรวจสอบ _____

เวลาตรวจสอบ	อุณหภูมิ		ความชื้น		ความเร็วลม		ผลการตรวจสอบ	
	ค่าที่กำหนด	ค่าที่วัดได้	ค่าที่กำหนด	ค่าที่วัดได้	ค่าที่กำหนด	ค่าที่วัดได้		
20.00	27.6		84.6		0.35		OK	NG
22.00	27.6		84.6		0.35		OK	NG
01.00	27.6		84.6		0.35		OK	NG
03.00	27.6		84.6		0.35		OK	NG

1) แผนการควบคุมปัจจัยเชิงคุณลักษณะที่มีอยู่ 2 ปัจจัยคือ วิธีในการเป่าลมรถ และวิธีในการเช็ดรถจะใช้วิธีการทำเอกสารชี้แจงการปฏิบัติของพนักงานให้มีการกำหนดทิศทางในการทำงานทั้ง 2 ปัจจัย ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข. 2 มาตรฐานการทำงานในขั้นตอนเตรียมผิวชิ้นงาน (เป่าลม และเช็ดรถ)



รูปที่ 7.1 การกำหนดทิศทางการเป่าลมรถ



รูปที่ 7.2 การกำหนดทิศทางการเช็ดรถ

7.3 การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุม

โรงงานกรณีศึกษามีรูปแบบในการเก็บข้อมูลเป็นจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อรถ 1 คัน ซึ่งเป็นการแจกแจงแบบปัวซอง ซึ่งแผนภูมิควบคุมที่มีความเหมาะกับงานวิจัยนี้คือแผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ u-chart (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2547) ซึ่งมีการคำนวณค่าที่อ้างอิงจากการเก็บข้อมูลผลการทดลองปรับตั้งระดับที่เหมาะสมของปัจจัย 2,000 คันในตารางที่ 7.2 โดยที่จำนวนที่เก็บข้อมูลในแผนภูมิแต่ละกลุ่มที่ 200 คันได้ค่าดังนี้

$$UCL_u, LCL_u = \bar{u} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{N}}$$

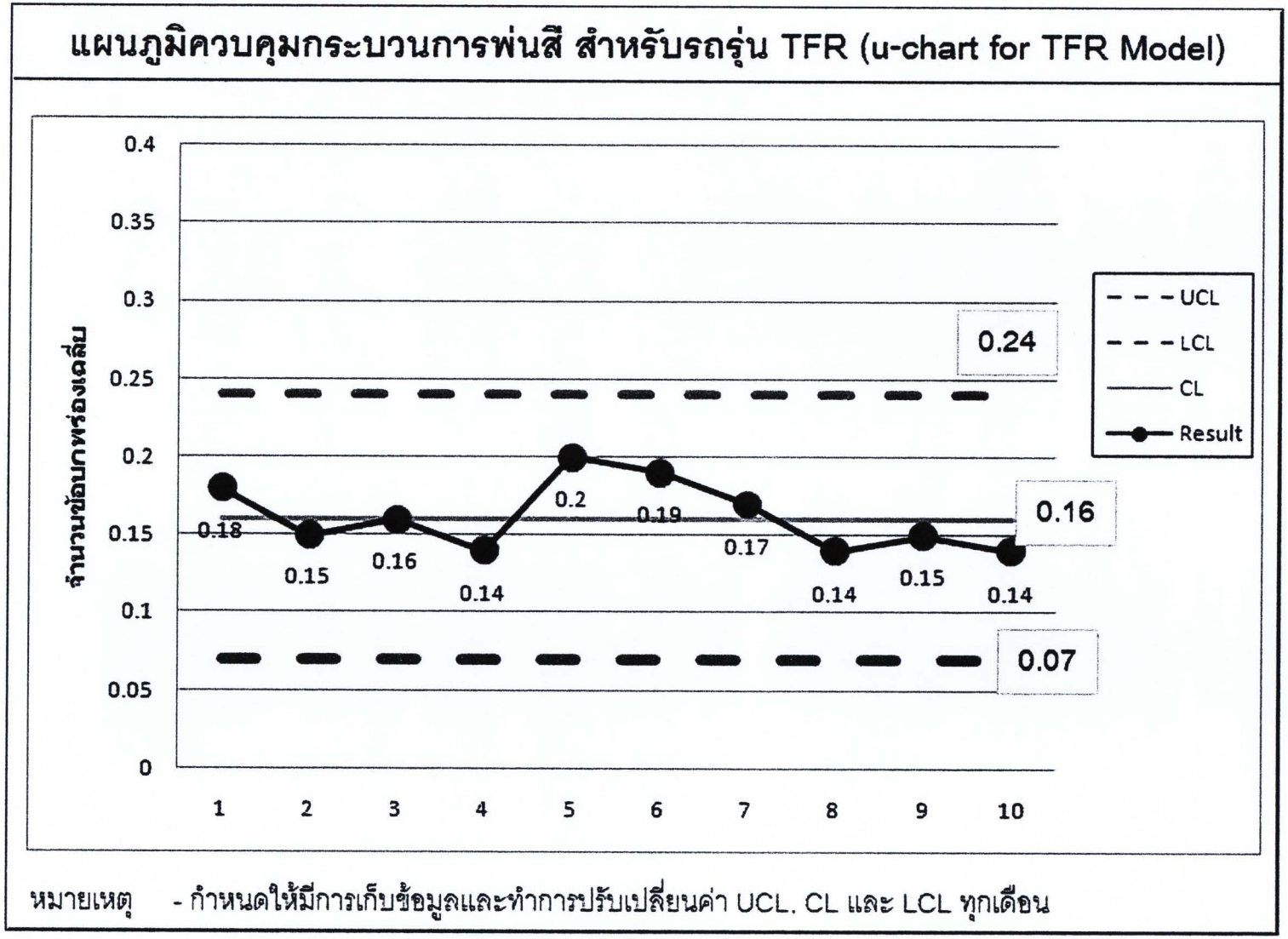
โดยที่ค่าของ $\bar{u}$ หรือ CL = $\frac{\text{จำนวนข้อบกพร่องรวมของผลิตภัณฑ์ (C)}}{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ตรวจสอบ (N)}}$

$= 318 / 2000 = 0.16$

ดังนั้น $UCL = 0.16 + 3\sqrt{\frac{0.16}{200}} = 0.24$

$LCL = 0.16 - 3\sqrt{\frac{0.16}{200}} = 0.07$

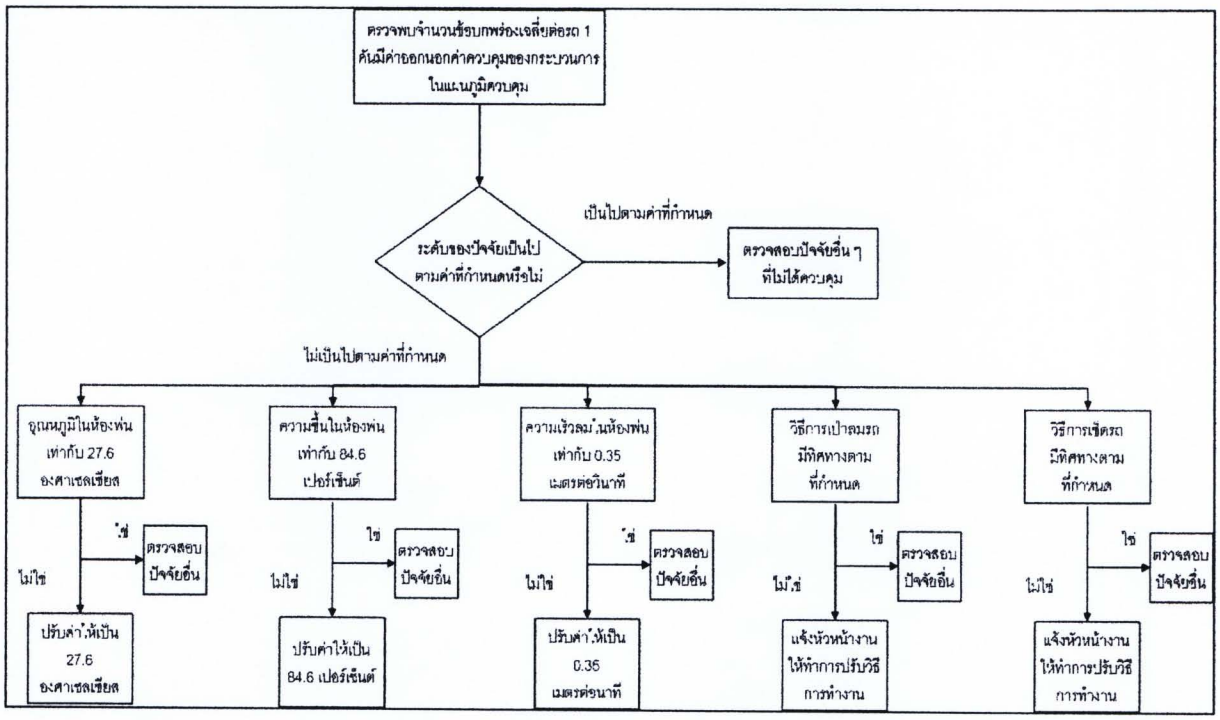
ตารางที่ 7.5 การใช้แผนภูมิควบคุมสำหรับควบคุมกระบวนการพ่นสี



หมายเหตุ - กำหนดให้มีการเก็บข้อมูลและทำการปรับเปลี่ยนค่า UCL. CL และ LCL ทุกเดือน

7.4 แผนปฏิบัติการแก้ไขเมื่อพบจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อรถ 1 คัน ออกนอกค่าควบคุม (Out of Control Action Plan หรือ OCAP)

การใช้แผนภูมิควบคุมกระบวนการนั้นเป็นการช่วยให้สามารถตรวจพบความผิดปกติซึ่งคือจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อรถ 1 คันมีค่าออกนอกค่าควบคุมของกระบวนการ โดยหากพบแล้วต้องทำการแก้ไขตามแผนปฏิบัติการแก้ไขเมื่อพบจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อรถ 1 คัน ออกนอกค่าควบคุม ดังนี้



รูปที่ 7.3 แผนปฏิบัติการแก้ไขเมื่อพบจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อรถ 1 คัน ออกนอกค่าควบคุม

7.5 สรุประยะการทดสอบยืนยันผล และการตรวจติดตามควบคุม

ในการทดสอบยืนยันผลเป็นจำนวน 5 วันได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 10 กลุ่มพบว่าจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อรถ 1 คันมีค่าเท่ากับ 0.16 ซึ่งมีค่าลดลงจากก่อนปรับปรุง 57% และเมื่อคิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมข้อบกพร่องแบ่งตามประเภทการซ่อมมีค่าเท่ากับ 40 บาทต่อคัน ซึ่งเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุงมีค่าลดลง 55% ซึ่งทั้งสองตัวชี้วัดสามารถลดลงได้มากกว่าค่าที่ตั้งไว้คือ 40% ของทั้งจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยและค่าใช้จ่ายในการซ่อมข้อบกพร่อง โดยเมื่อคำนวณกับจำนวนการผลิตที่พยากรณ์ไว้ในปี 2553 พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมต่อปีได้ถึง 8,013,840 บาทต่อปี และเมื่อคิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดได้จริงหลังหักค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงได้เท่ากับ 5,796,469 บาท

จากนั้นได้มีการจัดทำแผนควบคุมทั้งปัจจัยปรับตั้งค่าและปัจจัยเชิงคุณลักษณะ โดยปัจจัยปรับตั้งค่าได้ออกแบบแบบฟอร์มการตรวจสอบอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลม ในห้องพ่นสีจริงซึ่งมีการกำหนดให้ต้องมีการมาตรวจสอบทุก 2 ชั่วโมงเพื่อทำการปรับค่าปรับตั้งเพื่อให้อุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วลมเป็นไปตามระดับที่กำหนดไว้ ส่วนปัจจัยเชิงคุณลักษณะได้เพิ่มข้อกำหนดเพิ่มเติมเรื่องทิศทางในการทำงานขั้นตอนการเป่าลมและเช็ดรถ

และสุดท้ายได้ออกแบบแผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ U-Chart เพื่อทำการควบคุมไม่ให้กระบวนการออกนอกเส้นขอบเขตควบคุมโดยหากออกนอกขอบเขตควบคุม ต้องมีการดำเนินการแก้ไขในทันทีตามแผนปฏิบัติการแก้ไขเมื่อพบจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อรถ 1 คัน ออกนอกค่าควบคุม