บทที่ 7
การประยุกต์การใช้งานระบบควบคุมคุณภาพที่ออกแบบไว้

7.1 การปรับปรุงกระบวนการกำหนดมาตรฐานการควบคุมคุณภาพ

การปรับปรุงกระบวนการทำงานเป็นส่วนหนึ่งของระบบควบคุมคุณภาพซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขหรือหาแนวทางป้องกันสิ่งบกพร่องต่างๆให้หมดไป สำหรับขั้นตอนปฏิบัติมีรายละเอียดดังรูปที่ 7.1

รูปที่ 7.1 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

จากรูปที่ 7.1 แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงกระบวนการทำงานจะเริ่มที่การระบุถึงหัวข้อปัญหาซึ่งอาจจะได้หัวข้อของปัญหาจากใบแจ้งปัญหา ข้อมูลคุณภาพในอดีต หรือ

การร้องเรียนจากลูกค้า หลังจากนั้นก็จะเป็นการรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ทราบ หลังจากได้ทราบถึงหัวข้อของปัญหาแล้วก็จะเป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเพื่อกำหนดแนวทางปฏิบัติในการแก้ไขปัญหา จากนั้นก็นำข้อปฏิบัติไปทดลองปฏิบัติแล้วทำการประเมินผล ถ้าผลการประเมินออกมาในด้านดีก็ให้นำขั้นตอนที่ได้ทดลองปฏิบัตินั้นไปจัดทำเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงาน แต่ถ้าผลการประเมินออกมาไม่ดีก็ให้นำกลับไปวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อหาแนวทางการปฏิบัติใหม่

ตารางที่ 7.1 แสดงถึงข้อมูลคุณภาพของรางสายไฟฟ้าประเภทข้างตัวอีขนาด 600x100x3000 ของโรงงานตัวอย่างในช่วงก่อนปรับปรุงสำหรับจุดตรวจสอบหลังชุบ จากตารางจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์บกพร่องคิดเป็นร้อยละมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 14.39 และสำหรับประเภทของสิ่งบกพร่องที่ได้พบมีรายละเอียดตามตารางที่ 7.2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าสิ่งบกพร่องที่ได้พบมากที่สุดคือการชุบไม่ติดของผลิตภัณฑ์ที่ไม่สอดคล้องตามเกณฑ์ที่กำหนด(ข้อ 5.2.1.2 ข้อ ข)

ตารางที่ 7.1 ข้อมูลของรางสายไฟฟ้าข้างตัวอีขนาด 600x100x3000 ของจุดตรวจสอบหลังชุบ

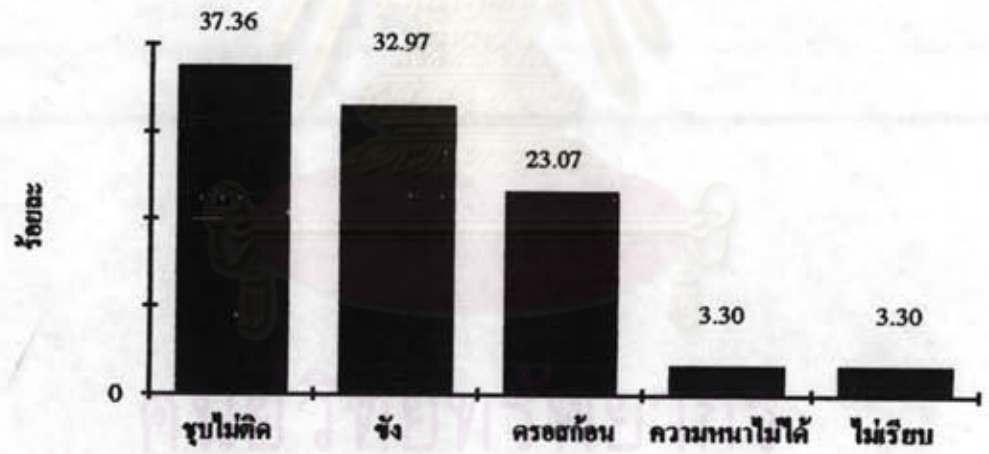
เวลา (ปี 2539)	จำนวนทั้งหมด (ชิ้น)	จำนวนตรวจสอบ (ชิ้น)	จำนวนที่บกพร่อง (ชิ้น)	คิดเป็นร้อยละ (%)
1-15 / 9	750	117	18	15.38
16-30 / 9	661	102	16	15.67
1-15 / 10	1660	255	32	12.55
16-31 / 10	336	54	10	18.52
1-15 / 11	-	-	-	-
16-30 / 11	-	-	-	-
รวม	3407	528	76	14.39

สำหรับในเดือนที่ 11/2539 นั้นปรากฏว่าไม่มีรางสายไฟฟ้าข้างตัวอีขนาด 600x100x3000 เข้ามาชุบจึงไม่สามารถรวบรวมข้อมูลเพื่อคำนวณหาค่าร้อยละรางสายไฟฟ้าบกพร่องได้

ตารางที่ 7.2 แสดงประเภทของสิ่งบกพร่องที่ได้พบของจุดตรวจสอบหลังชุบ

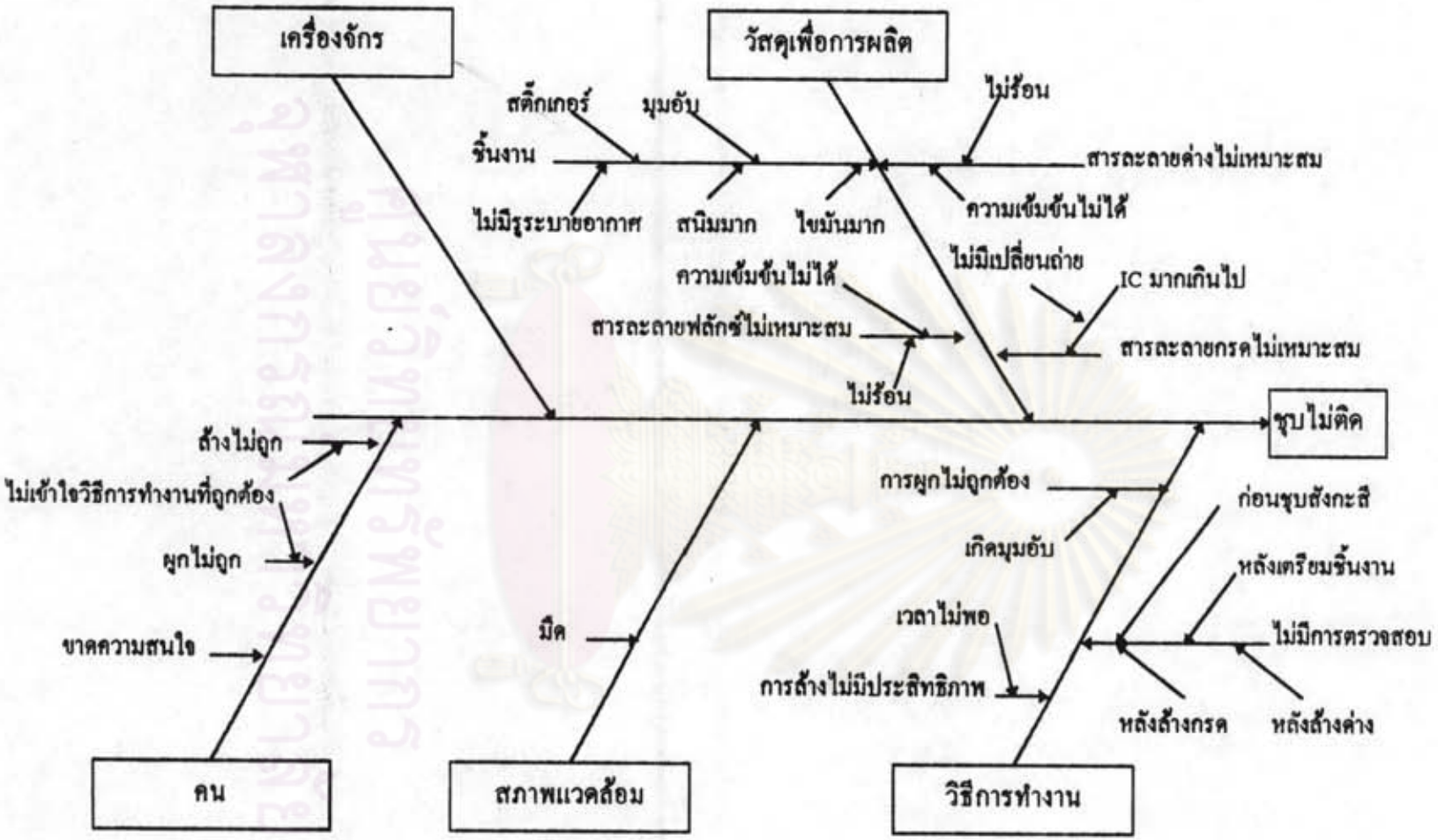
เวลา (ปี 2539)	ความถี่ที่พบ				
	ชุบไม่ติด	ไม่เรียบ	ขัง	ก้อนครอส	ความหนาต่ำ
1-15 / 9	18	-	-	-	-
16-30 / 9	7	3	6	3	-
1-15 / 10	5	-	24	15	-
16-31 / 10	4	-	-	3	3
รวม	34	3	30	21	3
คิดเป็นร้อยละ	37.36	3.30	32.97	23.07	3.30

หมายเหตุ : - ตารางที่ 7.2 เป็นข้อมูลคุณภาพของรางสายไฟฟ้าข้างตัวอีขนาด 600x100x3000 ในช่วงเดือน 9/2539 ถึงเดือน 10/2539



รูปที่ 7.2 แสดงแผนภูมิแท่งของค่าร้อยละของประเภทสิ่งบกพร่องต่างๆที่ได้พบ

จากตารางที่ 7.2 จะสามารถระบุหัวข้อของปัญหาประจำจุดตรวจสอบหลังชุบได้คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนที่ชุบไม่ติดเกินเกณฑ์ที่กำหนด หลังจากนั้นก็ได้มีการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นไปได้ของการชุบไม่ติด ซึ่งก็ได้ประยุกต์ใช้แผนภูมิก้างปลาช่วยในการวิเคราะห์ รูปที่ 7.3 แสดงถึงแผนภูมิก้างปลาที่ระบุถึงสาเหตุของการชุบไม่ติดของผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากการประชุมผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย



รูปที่ 7.3 แสดงการใช้แผนภูมิก้างปลาในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นไปได้ของการชุบไม่ติดของผลิตภัณฑ์

หลังจากได้วิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นไปได้แล้วก็ได้มีการกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาการชุบไม่ติดที่เกิดขึ้นซึ่งได้กำหนดเฉพาะวิธีปฏิบัติที่พอจะทำได้เท่านั้น รายละเอียดของวิธีการปฏิบัติมีดังต่อไปนี้

วิธีการปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาการชุบไม่ติด

1. ให้หัวหน้าแผนกทุกท่านชี้แจ้งถึงความสำคัญของปัญหาพร้อมทั้งควบคุมดูแลพนักงานปฏิบัติงานในแผนกของตนเองอย่างใกล้ชิด
2. มีการติดหลอดไฟเพื่อให้แสงสว่างเพิ่มในจุดที่จำเป็น
3. กำหนดให้มีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์หลังการเตรียมผลิตภัณฑ์
4. กำหนดให้มีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์หลังการล้างน้ำหลังแช่สารละลายด่าง
5. กำหนดให้มีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์หลังการล้างน้ำหลังแช่สารละลายกรด
6. กำหนดให้มีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์หลังการจุ่มสารละลายฟลักซ์
7. กำหนดให้มีการติดอุปกรณ์วัดอุณหภูมิของสารละลายฟลักซ์ตลอดเวลา

ตารางที่ 7.3 แสดงถึงข้อมูลคุณภาพของรางสายไฟฟ้าประเภทข้างตัวอีขนาด 600x100x3000 ของโรงงานตัวอย่างในช่วงหลังปรับปรุงสำหรับจุดตรวจสอบหลังชุบ

เวลา (ปี 2540)	จำนวนทั้งหมด (ชิ้น)	จำนวนตรวจสอบ (ชิ้น)	จำนวนที่บกพร่อง (ชิ้น)	คิดเป็นร้อยละ (%)
1-15 / 1	966	147	9	6.12
16-31 / 1	1092	170	11	6.47
1-15 / 2	483	75	3	4.00
16-28 / 2	56	9	0	0
1-15 / 3	536	85	4	4.71
16-31 / 3	-	-	-	-
รวม	3133	486	27	5.56

ตารางที่ 7.4 แสดงประเภทของสิ่งบกพร่องที่ได้พบของจุดตรวจสอบหลังชุบ

เวลา (ปี 2540)	ความถี่ที่พบ			
	ชุบไม่ติด	ไม่เรียบ	ขัง	ก้อนครอส
1-15 / 1	3	3	3	-
16-31 / 1	-	-	8	3
1-15 / 2	-	-	3	-
16-28 / 2	-	-	-	-
1-15 / 3	3	-	1	-
16-31 / 31	-	-	-	-
รวม	6	3	15	3
คิดเป็นร้อยละ	22.22	11.11	55.56	11.11

หมายเหตุ : - ตารางที่ 7.4 เป็นข้อมูลคุณภาพของรางสายไฟฟ้าข้างตัวอีขนาด 600x100x3000 ในช่วงเดือน 1/2540 ถึงเดือน 3/2540

จากตารางที่ 7.1 และตารางที่ 7.3 แสดงให้เห็นได้ว่าค่าร้อยละรางสายไฟฟ้าบกพร่องมีค่าลดลงจากร้อยละ 14.39 เป็นร้อยละ 5.56 และจากตารางที่ 7.4 แสดงให้เห็นว่าปัญหาที่มีความถี่มากที่สุดในช่วงหลังการปรับปรุงกระบวนการทำงานได้แก่การขังของสังกะสี

7.2 การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุม

ในงานวิจัยนี้ได้เสนอการประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมเพื่อควบคุมค่าความหนาของรางสายไฟฟ้าที่ผ่านการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ตารางที่ 7.5 เป็นข้อมูลความหนาของรางสายไฟฟ้าประเภทข้างตัวอีขนาด 600x100x3000 ที่รวบรวมขึ้นจากการตรวจสอบความหนาในช่วงหลังชุบ

ตารางที่ 7.5 แสดงข้อมูลความหนาของรางสายไฟฟ้าข้างตัวอีขนาด 600x100x3000 (µm)

กลุ่มย่อยที่	ใบรายงานชุบ	x1	x2	x3	sum x	$\bar{x}$	R
1	11792	94.67	98.67	91.67	285.01	95	7
2	11897	75	80	78.67	233.67	77.89	5
3	11900	86.67	82.67	79	248.34	82.78	7.67
4	12033	78.67	81	85	244.67	81.56	6.33
5	12032	79	94	91.67	264.67	88.22	15
6	12085	82.33	82.67	84.33	249.33	83.11	2
7	12083	78.33	82	81	241.33	80.44	3.67
8	12088	86.33	85	85.67	257	85.67	1.33
9	12086	82.33	81	83	246.33	82.11	2
10	12089	79	93.33	80.67	253	84.33	14.33
11	12084	85.67	83.67	91.33	260.67	86.89	7.66
12	12133	69	84	76.33	229.33	76.44	15
13	12131	79	95.67	88	262.67	87.56	16.67
14	12134	82.33	81	82.67	246	82	1.67
15	12128	68.67	81	87	236.67	78.89	18.33
16	12127	76	91.33	87.33	254.66	84.89	15.33
17	12130	82	81	79	242	80.67	3
18	12183	74.33	80.33	78	232.66	77.55	6
19	12195	89.33	86.67	89.33	265.33	88.44	2.66
20	12194	85.67	84.33	85	255	85	1.34

ตารางที่ 7.5 แสดงข้อมูลความหนาของรางสายไฟฟ้าข้างตัวอีขนาด 600x100x3000 (µm)(ต่อ)

กลุ่มย่อยที่	ใบรายงานชุบ	x1	x2	x3	sum x	$\bar{x}$	R
21	12189	70.67	79.67	87.67	238.01	79.34	17
22	12202	86.67	77.67	79.67	244.01	81.34	9
23	12199	72.67	82	88	242.67	80.89	15.33
24	12198	80.33	75.67	85.33	241.33	80.44	9.66
25	12197	85	88	86.33	259.33	86.44	3
26	12193	90.67	83.67	86.67	261.01	87	7
27	12191	93.33	76.33	90	259.66	86.55	17
28	12190	77.33	82.67	83.33	243.33	81.11	6
						$\bar{\bar{X}}$ = 83.305	
						$\bar{R}$ = 8.428	

จากตารางที่ 7.5 จะเห็นได้ว่าค่า $\bar{\bar{X}} = 83.305$ และค่า $\bar{R} = 8.428$

ดังนั้น $\bar{X}$ CHART

$$CL = \bar{\bar{X}}$$
$$= 83.305$$
$$UCL = \bar{\bar{X}} + (A_2 \times \bar{R})$$
$$= 83.305 + 1.023 \times 8.428$$
$$= 91.927$$
$$LCL = \bar{\bar{X}} - (A_2 \times \bar{R})$$
$$= 83.305 - 1.023 \times 8.428$$
$$= 74.683$$

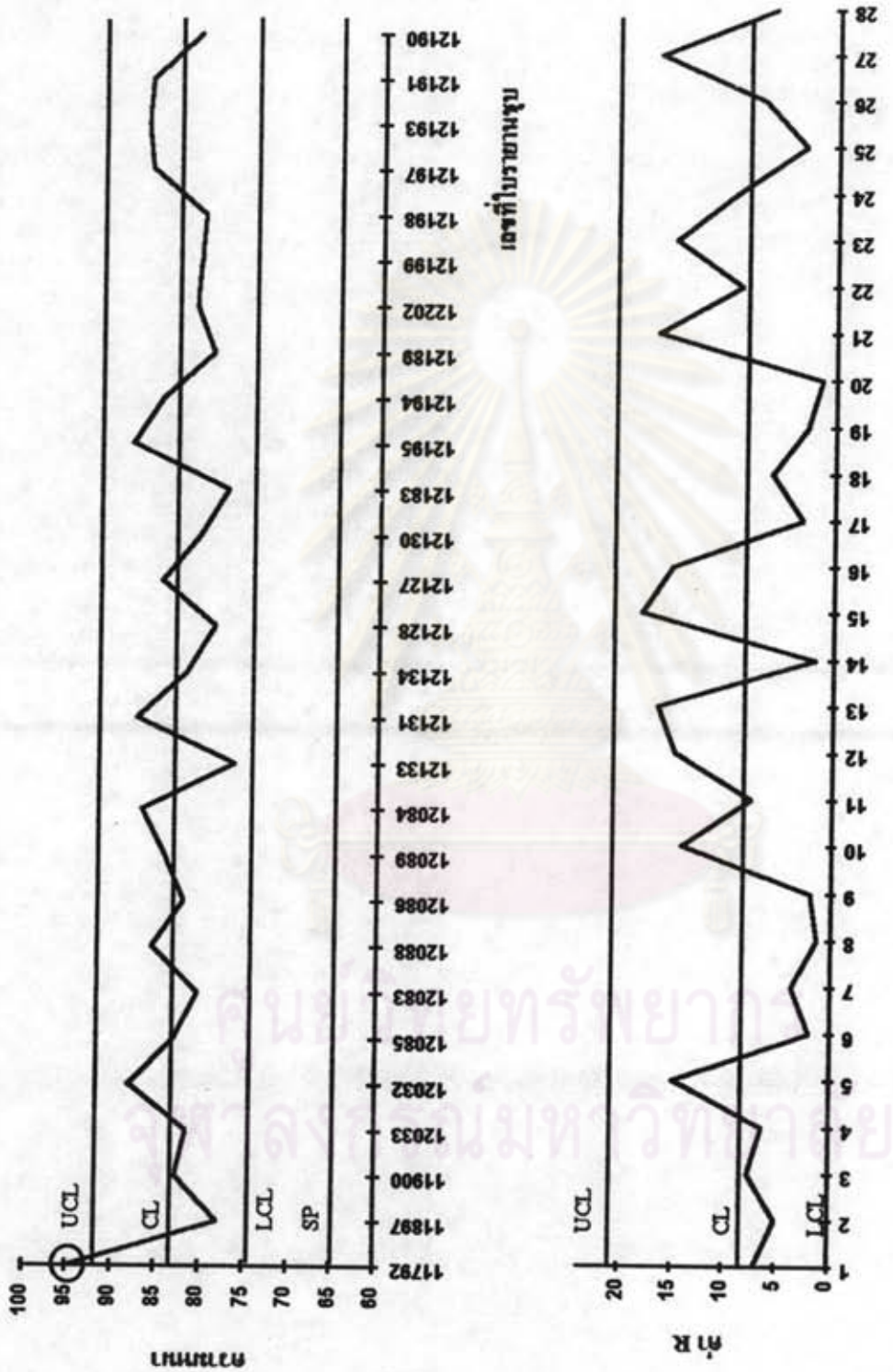
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และ $\bar{R}$ CHART

$$CL = \bar{R}$$
$$= 8.428$$
$$UCL = D_4 \times \bar{R}$$
$$= 2.574 \times 8.428$$
$$= 21.694$$
$$LCL = D_3 \times \bar{R}$$
$$= 0 \times 8.428$$
$$= 0$$

สำหรับค่า A_2, D_3 และ D_4 หาได้จากตารางตัวประกอบของแผนภูมิควบคุมที่ได้แสดงไว้ในภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7.4 แสดงแผนภูมิควบคุมค่าความหนาของผิวเคลือบสังกะสีของรางสายไฟฟ้าช้างตัวอึขนาด 600x100x3000

จากรูปที่ 7.4 จะเห็นได้ว่ามีจุดที่ตกอยู่นอกเส้นควบคุมทั้งหมด 1 จุดโดยตกอยู่นอกเส้นควบคุมขอบบนของแผนภูมิควบคุม $\bar{X}$ ดังนั้นจึงมีจุดที่ต้องทำการพิจารณาค้นหาสาเหตุของความผิดปกติทั้งหมด 1 จุด ตารางที่ 7.6 เป็นข้อมูลคุณภาพของจุดที่ผิดปกติซึ่งได้จากการสอบกลับใบรายงานชุบและใบรายงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 7.6 ข้อมูลคุณภาพของจุดที่ผิดปกติในแผนภูมิควบคุม

ใบรายงานชุบ 11792	ข้อมูลที่สอบกลับได้
1. สภาพผิวผลิตภัณฑ์	1. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการขึ้นรูปโดยกรรมวิธีการรีดร้อนและสภาพการสึกกร่อนของผิวอยู่ในระดับเกรด A (ภาคผนวก จ)
2. การกำจัดสนิม	2. ผ่านการกำจัดสนิมด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 4.36 (โดยน้ำหนัก) ระยะเวลาในการแช่สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 7 ชั่วโมง 10 นาที
3. อุณหภูมิในการชุบ	3. อุณหภูมิที่ใช้ชุบคือ 444 องศาเซลเซียส โดยที่ระยะเวลาในการชุบเท่ากับ 3 นาที ยกขึ้นจากบ่อชุบด้วยอัตราเร็ว 0.8 m/min
4. การเย็นตัว	4. ผ่านการเย็นตัวด้วยการจุ่มลงในน้ำลดอุณหภูมิ
5. สภาพผิวเคลือบที่เกิดขึ้น	5. ปกติ

จากตารางที่ 7.6 สามารถสรุปได้ว่าสาเหตุของความผิดปกติของจุดที่ตกอยู่นอกเส้นควบคุมอยู่ที่ขั้นตอนการกำจัดสนิม ซึ่งจะเห็นได้ว่าระยะเวลาที่ใช้ในการกำจัดสนิมยาวนานถึง 7 ชั่วโมง 10 นาที ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความหยาบของผิวมากขึ้น และเป็นเหตุให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาเพิ่มนั่นเอง

เนื่องจากจุดที่ผิดปกติบนแผนภูมิควบคุมนั้นเป็นจุดที่ผิดปกติที่สามารถหาต้นสาเหตุได้ ดังนั้นจึงต้องทำการกำจัดทิ้ง แล้วทำการคำนวณหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมใหม่ดังนี้

จากความสัมพันธ์ $$\bar{\bar{X}}' = \frac{\sum \bar{X} - \sum \bar{X}_d}{m - m_d}$$

และ $$\bar{R}' = \frac{\sum R - \sum R_d}{m - m_d}$$

โดยที่ m คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดก่อนปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

m_d คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ถูกตัดออก

$\sum \bar{X}$ คือ ผลรวมทั้งหมดของ $\bar{X}$ ก่อนปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

$\sum \bar{X}_d$ คือ ผลรวมทั้งหมดของ $\bar{X}$ ที่ถูกตัดออก

$\sum R$ คือ ผลรวมทั้งหมดของ R ก่อนปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

$\sum R_d$ คือ ผลรวมทั้งหมดของ R ที่ถูกตัดออก

$\bar{\bar{X}}'$ คือ ค่าของ $\bar{\bar{X}}$ หลังปรับปรุง

$\bar{R}'$ คือ ค่าของ $\bar{R}$ หลังปรับปรุง

ในการตัดจุดที่ผิดปกติออกจากแผนภูมิควบคุมนี้ได้ทำการตัดจุดที่ผิดปกติออกทั้งแผนภูมิควบคุม $\bar{X}$ และแผนภูมิควบคุม R ดังนั้นจะได้

$$\bar{\bar{X}}' = \frac{2332.55 - 95}{28 - 1} = 82.87$$

$$\bar{R}' = \frac{235.98 - 7}{28 - 1} = 8.48$$

และ $\sigma o = \bar{R}' / d_2$

$= 8.48 / 1.693$

$= 5.009$

ดังนั้น $\bar{\bar{X}}$ CHART $CL = \bar{\bar{X}}'$

$= 82.87$

$UCL = \bar{\bar{X}}' + (A \times \sigma o)$

$= 82.87 + 1.732 \times 5.009$

$= 91.55$

$LCL = \bar{\bar{X}}' - (A \times \sigma o)$

$= 82.87 - 1.732 \times 5.009$

$= 74.19$

และ $\bar{R}$ CHART $CL = \bar{R}'$

$= 8.48$

$UCL = D_2 \times \sigma o$

$= 4.358 \times 5.009$

$= 21.829$

$LCL = D_1 \times \sigma o$

$= 0 \times 5.009$

$= 0$

สำหรับค่า A , D_1 และ D_2 หาได้จากตารางตัวประกอบของแผนภูมิควบคุมที่ได้แสดงไว้ในภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องจากข้อกำหนดค่าความหนาของผลิตภัณฑ์เป็นข้อกำหนดด้านเดียว ดังนั้นจึงสามารถคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการได้จากความสัมพันธ์

$$PCR = (\mu - LSL) / (3 \times \sigma)$$

โดยที่ $\sigma = \bar{R} / d_2$

ดังนั้น $\sigma = 8.48 / 1.693$

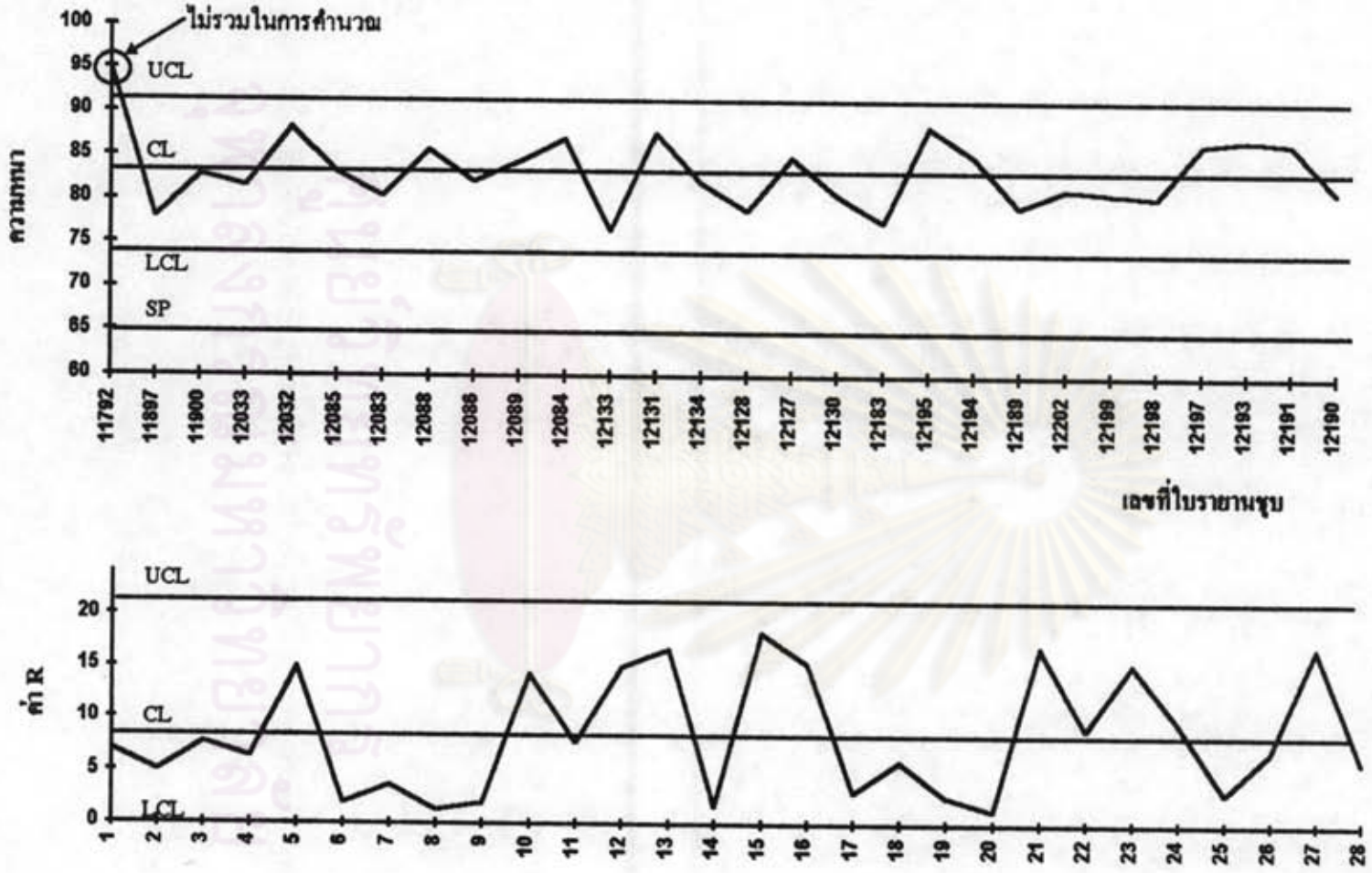
$= 5.009$

และ $PCR = (82.87 - 65.0) / (3 \times 5.009)$

$= 1.189$

เนื่องจากค่า PCR มีค่ามากกว่า 1 แต่ยังน้อยกว่า 1.25 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าสมรรถนะกระบวนการอยู่ในขั้นพอใช้ และช่วงความหนามาตรฐานของรางสายไฟฟ้าข้างตัวอีขนาด 600x100x3000 ที่ชุบโดยโรงงานตัวอย่างคือ $82.87^{\pm 8.68}$ µm เนื่องจากสมรรถนะกระบวนการยังมีค่าต่ำกว่า 1.25 (กรณีข้อกำหนดด้านเดียว) ดังนั้นจึงควรปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีสมรรถนะสูงขึ้นซึ่งสามาถทำได้ 2 วิธี คือ เพิ่มค่าเฉลี่ยความหนาให้มีค่าสูงขึ้น หรือ ลดค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความหนาลง หรือ จะปรับปรุงด้วยวิธีการทั้งสองไปพร้อมๆกันเลยก็ได้ ในการเพิ่มค่าเฉลี่ยความหนาให้มีค่าสูงขึ้นนั้นสามารถทำได้ง่ายๆ โดยการเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ชุบผลิตภัณฑ์ หรือเพิ่มอุณหภูมิที่ใช้ในการชุบผลิตภัณฑ์ก็ได้ แต่การลดค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความหนาลงไม่สามารถทำได้ง่ายๆ เนื่องจากขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ทางโรงงานตัวอย่างไม่สามารถควบคุมได้ เช่น รางสายไฟฟ้าที่ส่งเข้ามาชุบเป็นผลิตภัณฑ์ของลูกค้าจึงไม่สามารถควบคุมส่วนผสมทางเคมี หรือ ความหยาบของผิวได้ เป็นต้น

รูปที่ 7.5 แสดงแผนภูมิควบคุมค่าความหนาของผิวเคลือบสังกะสีของรางสายไฟฟ้าข้างตัวอีขนาด 600x100x3000 หลังจากทำการตัดจุดที่ผิดปกติที่ทราบสาเหตุออกแล้ว



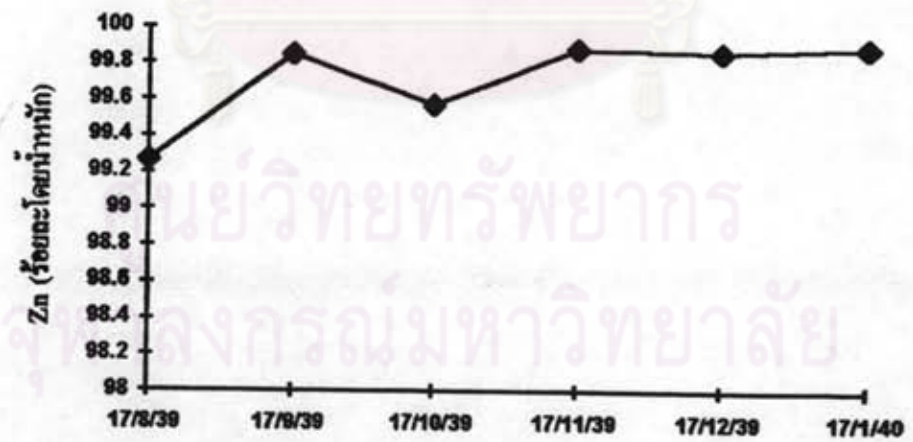
7.3 การประยุกต์ใช้กราฟ

จากรูปที่ 7.6 แสดงให้เห็นว่าปริมาณสังกะสี(ร้อยละโดยน้ำหนัก)มีค่าไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99.00 ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เดือน 08/2539 ถึงเดือน 01/2540 ซึ่งมีค่ามากกว่าข้อกำหนดที่ต้องการ(ร้อยละโดยน้ำหนัก 98.0)

ตารางที่ 7.7 แสดงส่วนผสมทางเคมีของสังกะสีหลอมเหลวในบ่อ(ตักชิ้นตัวอย่างไปทดสอบ)

เวลา	Zn	Al	Cu	Pb	Cd	Fe	อื่นๆ
17/08/39	99.27	0.562	0.058	0.046	0.010	0.003	0.051
17/09/39	99.85	0.0053	-	-	-	0.033	-
17/10/39	99.57	0.0049	0.065	0.0026	0.0010	0.0026	0.3539
17/11/39	99.88	0.0040	0.014	0.028	0.0022	0.026	0.0458
17/12/39	99.86	0.042	0.017	0.028	0.0067	0.046	0.0003
17/01/40	99.89	0.0088	0.010	0.046	0.0008	0.039	0.0054

หมายเหตุ : หน่วยร้อยละโดยน้ำหนัก



รูปที่ 7.6 แสดงปริมาณสังกะสีในบ่อ(ตักชิ้นตัวอย่างไปทดสอบ)หน่วยร้อยละโดยน้ำหนัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.8 แสดงค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไดโครเมต(กรัม/ลิตร)

วันที่	ช่วง			วันที่	ช่วง		
(1/2540)	< 1.5	1.5 - 3.0	> 3.0	(2/2540)	< 1.5	1.5 - 3.0	> 3.0
7	*			1		*	
8		*		3	*		
9	*			4		*	
10		*		5		*	
11		*		6		*	
13		*		7		*	
14		*		8		*	
15		*		10	*		
16	*			11		*	
17		*		12	*		
18	*			13		*	
20		*		14		*	
21		*		15		*	
22		*		17		*	
23		*		18		*	
24		*		19	*		
25		*		20		*	
27	*			21		*	
28	*			22		*	
29		*		24		*	
30	*			25		*	
31		*		26	*		
				27		*	
				28		*	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 7.8 จะเห็นได้ว่าเมื่อค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไดโครเมต มีค่าอยู่ในช่วง 1.5 - 3.0 กรัม/ลิตร แล้วจะสามารถใช้งานอยู่ได้โดยประมาณ 1 - 6 วัน จากนั้นค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไดโครเมตจะลดลงมาอยู่ในช่วงน้อยกว่า 1.5 กรัม/ลิตร และจะมีการปรับค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไดโครเมตให้กลับไปอยู่ในช่วง 1.5 - 3.0 กรัม/ลิตร โดยใช้เวลาประมาณ 1 - 2 วัน

ตารางที่ 7.9 แสดงอุณหภูมิที่ใช้ในการชุบรางสายไฟฟ้าข้างตัวอีขนาด 600x100x3000

อุณหภูมิชุบ (องศาเซลเซียส)									
443	444	442	444	443	446	445	443	445	443
445	442	444	443	443	443	444	444	446	445
444	448	444	447	445	446	443	445		
รวม 12439		ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 444.25				ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.456			

หมายเหตุ : ข้อมูลอุณหภูมินี้เป็นกลุ่มตัวอย่างเดียวกันกับที่ใช้สร้างแผนภูมิควบคุม

ตารางที่ 7.10 แสดงความถี่ของอุณหภูมิที่ช่วงอุณหภูมิต่างๆ

ช่วงอุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	ความถี่	จำนวน
< 442.5	II	2
442.5 - 443.5	IIIIIIII	8
443.5 - 444.5	IIIIIII	7
444.5 - 445.5	IIIIII	6
445.5 - 446.5	III	3
446.5 - 447.5	I	1
> 447.5	I	1
	รวม	28

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 7.10 สามารถประมาณได้ว่าลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของอุณหภูมิที่ใช้ชุบรางสายไฟฟ้าข้างตัวอีขนาด 600x100x3000 ควรจะมีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบนอร์มอล ซึ่งเราสามารถทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นได้โดยการทดสอบแบบไคร์สแควร์ ที่ระดับ α = 0.05 ดังนี้

สถิติสำหรับทดสอบคือ χ^2 ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$\chi^2 = \sum(Oi - Ei)^2 / Ei$$

โดยที่ Oi = ค่าความถี่ของข้อมูล

Ei = ค่าความถี่คาดหมายจากการกระจายของความน่าจะเป็นแบบนอร์มอลซึ่งต้องมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 5 ถ้ากลุ่มใดมีค่าน้อยกว่า 5 ให้รวมกับกลุ่มที่อยู่ติดกันให้ได้ความถี่มากกว่าหรือเท่ากับ 5

สมมุติฐานคือ

Ho : อุณหภูมิชุบมีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบนอร์มอล

H1 : อุณหภูมิชุบมีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบอื่น

ประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อมูล 2 ตัวคือ ค่าเฉลี่ยซึ่งมีค่าเท่ากับ 444.25 °C และค่าความเบี่ยงเบนมาตราฐานซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.456 คำนวณหาค่าสถิติทดสอบซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 7.11

ตารางที่ 7.11 แสดงการหาค่าสถิติทดสอบการกระจายของความน่าจะเป็นของอุณหภูมิชุบ

อุณหภูมิชุบ (องศาเซลเซียส)	Oi	ความน่าจะเป็นนอร์มอล $\bar{X} = 444.25$ Sd = 1.456	Ei	$(Oi - Ei)^2$	χ^2
< 442.5	2	0.114700	3.211600	} 2.77900	0.26828
442.5 - 443.5	8	0.188540	5.279120		
443.5 - 444.5	7	0.264920	7.417760	0.174523	0.02353
444.5 - 445.5	6	0.236540	6.623120	0.388280	0.05860
445.5 - 446.5	3	0.134167	3.756676		
446.5 - 447.5	1	0.048330	1.353240	} 0.219399	0.04012
> 447.5	1	0.012803	0.358484		
	28			Total	0.39053

จากตารางค่าการกระจายของความน่าจะเป็นแบบ χ^2 ได้ $\chi^2_{0.05,4-2-1} = 3.841$ ดังนั้นจากตารางที่ 7.11 ได้ค่า $\chi^2 = 0.39053$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 3.841 ($\chi^2_{0.05,4-2-1}$) ดังนั้นจึงยอมรับว่าอุณหภูมิชุบมีลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบนอร์มอล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้น สามารถประมาณช่วงอุณหภูมิชุบได้ด้วยระดับ $\alpha = 0.05$ ดังนี้

$$\bar{X} - t_{\alpha/2,n-1} \times S/\sqrt{n} \leq \mu \leq X + t_{\alpha/2,n-1} \times S/\sqrt{n}$$

โดยที่ $\bar{X} = 444.25$ องศาเซลเซียส

$t_{\alpha/2,n-1} = 2.052$ $(t_{0.025,28-1})$

$S = 1.456$

$n = 28$

เพราะฉะนั้นจะได้

$$444.25 - 2.052 \times 1.456/\sqrt{28} \leq \mu \leq 444.25 + 2.052 \times 1.456/\sqrt{28}$$

$$443.68 \leq \mu \leq 444.81$$

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าอุณหภูมิชุบอยู่ในช่วง 443.68 ถึง 444.81 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการบันทึกเอกสารในระบบควบคุมคุณภาพ

QC 01 **ใบตรวจสอบรางสายไฟฟ้าหลังตกแต่ง** เลขที่ _____

เลขที่ใบรายงานชุบ_____ วันที่ _____

บริษัทลูกค้า _____ LOT NO. _____

ประเภทรางสายไฟฟ้า LD600x100x30000 จำนวน 20 ชิ้น สุ่มตรวจ 3 ชิ้น

เกณฑ์	ตัวอย่างชิ้นที่ / = ผ่าน x = ไม่ผ่าน												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 .ความเรียบ	/	/	/										
2. สังกะสีขัง	/	/	/										
3. สังกะสีตามขอบ	/	/	/										
4. การเห็นเนื้อเหล็ก	/	/	/										
5. ผิวบริเวณผูกลวด	/	/	/										
6. จุดดำ	/	/	/										
7. Dross (ก้อนบูล)	/	/	/										
8. ขี้เถ้า	/	/	/										
9. การยึดติดแน่น	/	/	/										
10. เศษลวดผูกงาน	/	/	/										
11. การทาสี	/	/	/										
12. บิดเบี้ยว	/	/	/										

ผลการตรวจสอบ ⊘ ผ่าน ○ ไม่ผ่าน เลขที่ใบแจ้งปัญหา_____

หมายเหตุ _____
ผิวเคลือบปกติ
_____
_____
_____

ผู้ตรวจสอบ _____ (/ /) ผู้จัดการส่วนควบคุมคุณภาพ _____ (/ /)

ตัวอย่างการบันทึกเอกสารในระบบควบคุมคุณภาพ

QC 10	ใบตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก่อนชุบ	เลขที่ _____
บริษัทลูกค้า _____		วันที่ _____
LOT NO. _____		RT NO. _____
ประเภทผลิตภัณฑ์ LD600x100x3000		จำนวน __20__ชิ้น สุ่มตรวจ__3__ชิ้น

ผลการตรวจสอบ

⊘ เหมาะสม เครื่องมือวัด ตลับเมตร

◯ ไม่เหมาะสม เลขที่ใบแจ้งความไม่เหมาะสม_____

เนื่องจาก

- ◯ ส่วนผสมทางเคมี
- ◯ ชิ้นส่วนที่ประกอบกัน
- ◯ การต่อเกย ผิวสัมผัส
- ◯ ความเสี่ยงต่อการสูญเสียความเหนียว
- ◯ ทางไหลอากาศ และน้ำสังกะสี
- ◯ อื่นๆ
- ◯ ขี้เชื่อม
- ◯ ขนาดและน้ำหนัก
- ◯ ความเสี่ยงต่อการบิด
- ◯ ที่แขวนชิ้นงาน
- ◯ สภาพผิว

หมายเหตุ _____

_____

_____

_____

ผู้ตรวจสอบ _____

(/ /)

ผู้จัดการส่วนควบคุมคุณภาพ _____

(/ /)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการบันทึกเอกสารในระบบควบคุมคุณภาพ

QC 14	ใบตรวจสอบรางสายไฟฟ้าหลังชุบ												เลขที่ _____
เลขที่ใบรายงานชุบ_____													วันที่ _____
บริษัทลูกค้า _____ LOT NO. _____													
ประเภทรางสายไฟฟ้า___LD 600x100x3000___ จำนวน ___20___ชิ้น สุ่มตรวจ___3___ชิ้น													
เกณฑ์	ตัวอย่างชิ้นที่ / = ผ่าน x = ไม่ผ่าน												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 .ความเรียบ	/	/	/										
2. สังกะสีขัง	/	/	/										
3. การเห็นเนื้อเหล็ก	/	/	/										
4. ผิวบริเวณผูกลวด	/	/	/										
5. Dross (ก้อนมูล)	/	/	/										
6. การยึดติดแน่น	/	/	/										
7. บิด	/	/	/										
8. ความหนา	เครื่องมือวัด___เครื่องวัดความหนา___												
ตำแหน่ง 1	76	67	78										
ตำแหน่ง 2	69	71	81										
ตำแหน่ง 3	72	74	69										
ค่าเฉลี่ย	72.3	70.7	76										
ผลการตรวจสอบ ⊘ ผ่าน ○ ไม่ผ่าน										เลขที่ใบแจ้งปัญหา_____			
หมายเหตุ _____													
ผู้ตรวจสอบ _____ (/ /)										ผู้จัดการส่วนควบคุมคุณภาพ _____ (/ /)			

ตัวอย่างการบันทึกเอกสารในระบบควบคุมคุณภาพ

P 03 ใบตรวจสอบผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการชุบ เลขที่ _____

เลขที่ใบรายงานชุบ_____ วันที่ _____

ประเภทรางสายไฟฟ้า____LD600x100x3000___ จำนวน ___20___ชิ้น

จุดตรวจสอบหลังเตรียม

สิ่งปนเปื้อน
- (✓) กำจัดได้
- ( ) กำจัดไม่ได้

( ) ขี้เชื่อม ( ) สติ๊กเกอร์ ( ) กาวยาง
( ) สีที่ไม่ละลายน้ำ ( ) แชล็ค
( ) อื่นๆ_____

ทางไหลน้ำและอากาศ
- (✓) มี
- ( ) ไม่มี

รูปทรงผลิตภัณฑ์
- ( ) บิดเบี้ยว
- (✓) ปกติ

ผู้ตรวจสอบ_____
(_____/_____/_____)
เลขที่ใบแจ้งปัญหาส่วนผลิต_____

จุดตรวจสอบหลังล้างน้ำหลังแช่ด่าง ค่า pH ของน้ำล้างด่าง_____7.2_____

สิ่งปนเปื้อน
- ( ) ความมัน
- (✓) ไม่มัน

( ) ขี้เชื่อม ( ) สติ๊กเกอร์ ( ) กาวยาง
( ) สีที่ไม่ละลายน้ำ ( ) แชล็ค
( ) อื่นๆ_____

ทางไหลน้ำและอากาศ
- (✓) มี
- ( ) ไม่มี

รูปทรงผลิตภัณฑ์
- ( ) บิดเบี้ยว
- (✓) ปกติ

ผู้ตรวจสอบ_____
(_____/_____/_____)
เลขที่ใบแจ้งปัญหาส่วนผลิต_____

จุดตรวจสอบหลังล้างน้ำหลังแช่กรด ค่า pH ของน้ำล้างกรด_____6.8_____

สิ่งปนเปื้อน
- ( ) มี
- (✓) ไม่มี

( ) ขี้เชื่อม ( ) สติ๊กเกอร์ ( ) กาวยาง
( ) สีที่ไม่ละลายน้ำ ( ) แชล็ค
( ) อื่นๆ_____

ทางไหลน้ำและอากาศ
- (✓) มี
- ( ) ไม่มี

รูปทรงผลิตภัณฑ์
- ( ) บิดเบี้ยว
- (✓) ปกติ

ผู้ตรวจสอบ_____
(_____/_____/_____)
เลขที่ใบแจ้งปัญหาส่วนผลิต_____

จุดตรวจสอบหลังจุ่มฟลักซ์

ฟลักซ์ที่เคลือบผิว	สิ่งปนเปื้อน	ทางไหลน้ำและอากาศ	รูปทรงผลิตภัณฑ์
(✓) ทั่ว	( ) มี	(✓) มี	( ) บิดเบี้ยว
( ) ไม่ทั่ว	(✓) ไม่มี	( ) ไม่มี	(✓) ปกติ

ผู้ตรวจสอบ_____
(_____/_____/_____) เลขที่ใบแจ้งปัญหาส่วนผลิต_____