บทที่ 8

การควบคุมกระบวนการผลิต

ในบทนี้จะกล่าวถึงการควบคุมกระบวนการผลิต เพื่อจุดประสงค์ในการตรวจสอบและควบคุมปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่ได้จากการวิเคราะห์ผล และได้ทำการทดสอบเพื่อยืนยันผลการสรุปเรียบร้อยแล้ว ได้แก่ ค่าอัตราการแกว่งของสเปรย์ $CuCl_2$ Solution ค่ามุมในการแกว่งของสเปรย์ $CuCl_2$ Solution ค่าแรงดันของสเปรย์ $CuCl_2$ Solution และค่าความเร็วของสายพานใน $CuCl_2$ Chamber ของกระบวนการสร้างเส้นลายวงจร โดยการนำความรู้และเครื่องมือเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control) มาประยุกต์ใช้

8.1 แผนการควบคุม

8.1.1 ปัจจัยควบคุม

กระบวนการที่เกี่ยวข้องในการกำหนดแผนควบคุมคือ กระบวนการสร้างเส้นลายวงจรและปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่พิจารณาในการกำหนดแผนการควบคุม ได้แก่ ค่าอัตราการแกว่งของสเปรย์ $CuCl_2$ Solution ค่ามุมในการแกว่งของสเปรย์ $CuCl_2$ Solution ค่าแรงดันของสเปรย์ $CuCl_2$ Solution และค่าความเร็วของสายพานใน $CuCl_2$ Chamber ของกระบวนการสร้างเส้นลายวงจร เพื่อเป็นการประกันว่าปัจจัยทั้ง 4 ที่ต้องการควบคุมจะอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติและมีค่าตามกำหนดไว้คือ

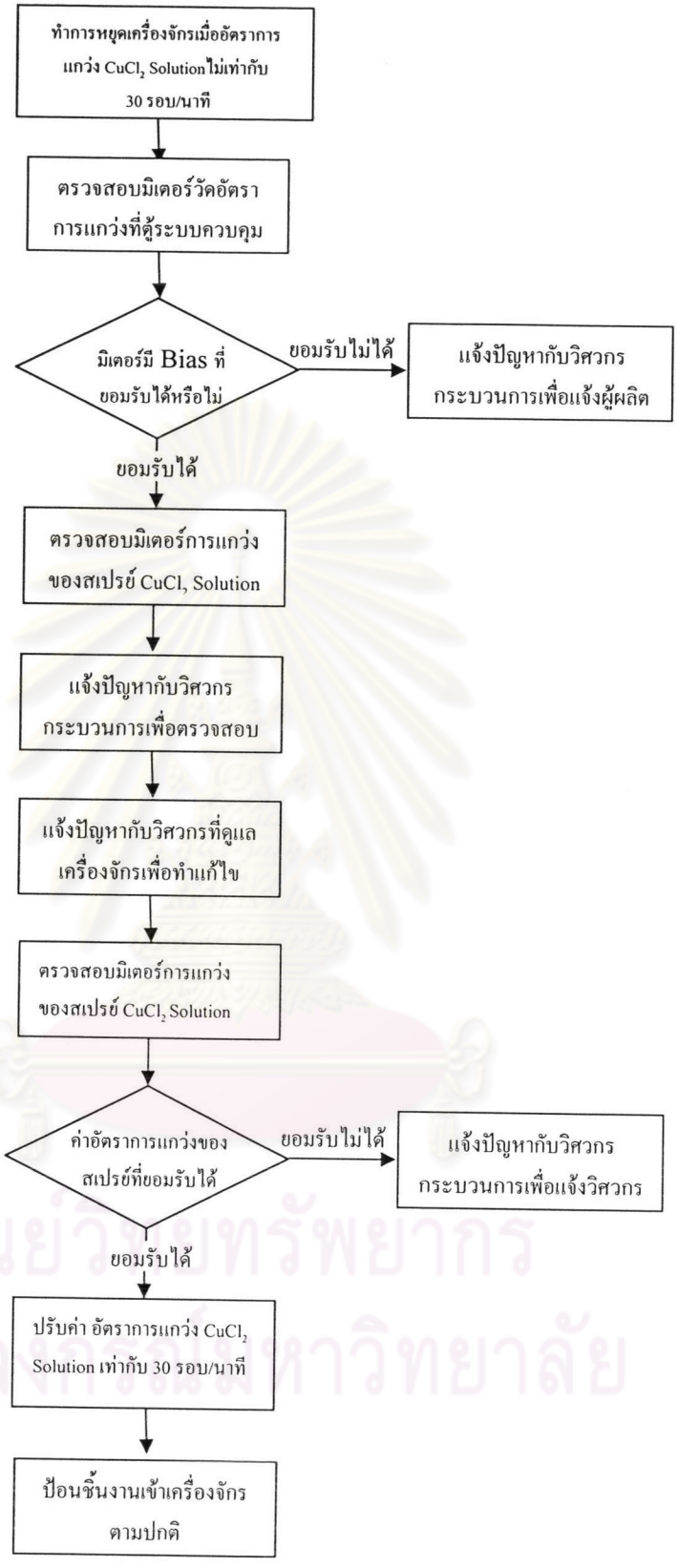
- ค่าอัตราการแกว่งของสเปรย์ $CuCl_2$ Solution ระดับ 30.00 รอบ/นาที
- ค่ามุมในการแกว่งของสเปรย์ $CuCl_2$ Solution ระดับ 60.00 องศา
- ค่าแรงดันของสเปรย์ $CuCl_2$ Solution และ ระดับ 0.140 เมกกะปาสคาล
- ค่าความเร็วของสายพานใน $CuCl_2$ Chamber ระดับ 2.1332 เมตร/นาที

ในการควบคุมคุณภาพของเครื่องจักรสร้างเส้นลายวงจร เพื่อให้ได้ค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์มีค่าใกล้เคียงค่ากลางมากที่สุด พนักงานจะต้องทำตามเอกสารที่อ้างอิงแนวทางในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับข้อแนะนำในการปฏิบัติงาน ว่าด้วยค่าของระดับปัจจัยทั้ง 4 ค่า

และความถี่ในการตรวจสอบค่าของแต่ละปัจจัยก่อนป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องจักรและบันทึกค่าระดับปัจจัยทั้ง 4 ลงใน Wrorking Record Sheet ในแต่ละวันเป็นประจำ ดังตารางที่ 8.1

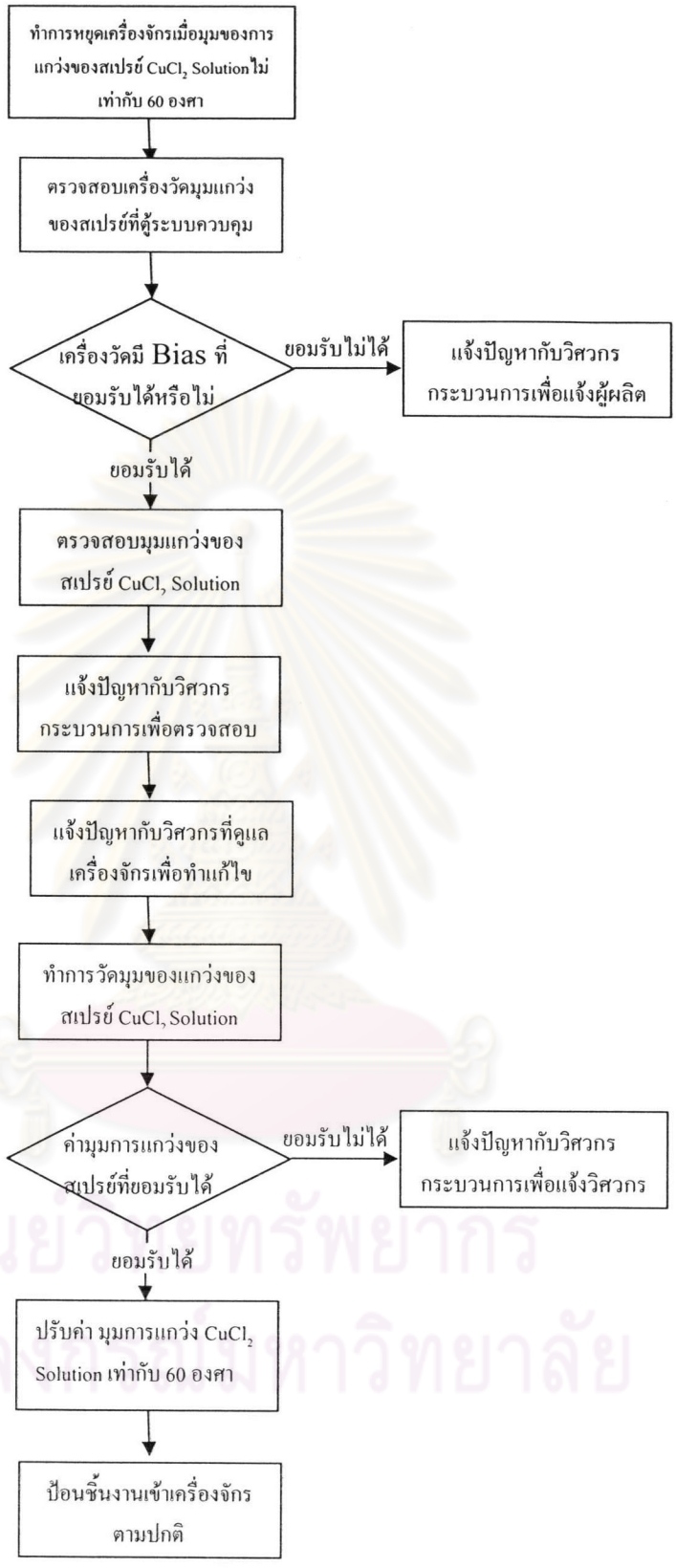
นอกจากนี้ยังได้จัดทำขั้นตอนในการปฏิบัติการแก้ไขหากพบว่าค่าระดับปัจจัยไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ โดยให้ช่างผู้ดูแลกระบวนการหยุดเครื่องจักรทันที และทำการแก้ไขค่าระดับปัจจัยนั้น ๆ ให้กลับมาที่ค่ากำหนดไว้ตามขั้นตอนรูปที่ 8.1 ถึง 8.4 ซึ่งแผนการควบคุมที่กำหนดขึ้นมาใหม่นี้จะทำการบันทึกไว้ในเอกสารที่ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานเพื่อให้พนักงานประจำกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรปฏิบัติงานไปในแนวทางเดียวกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



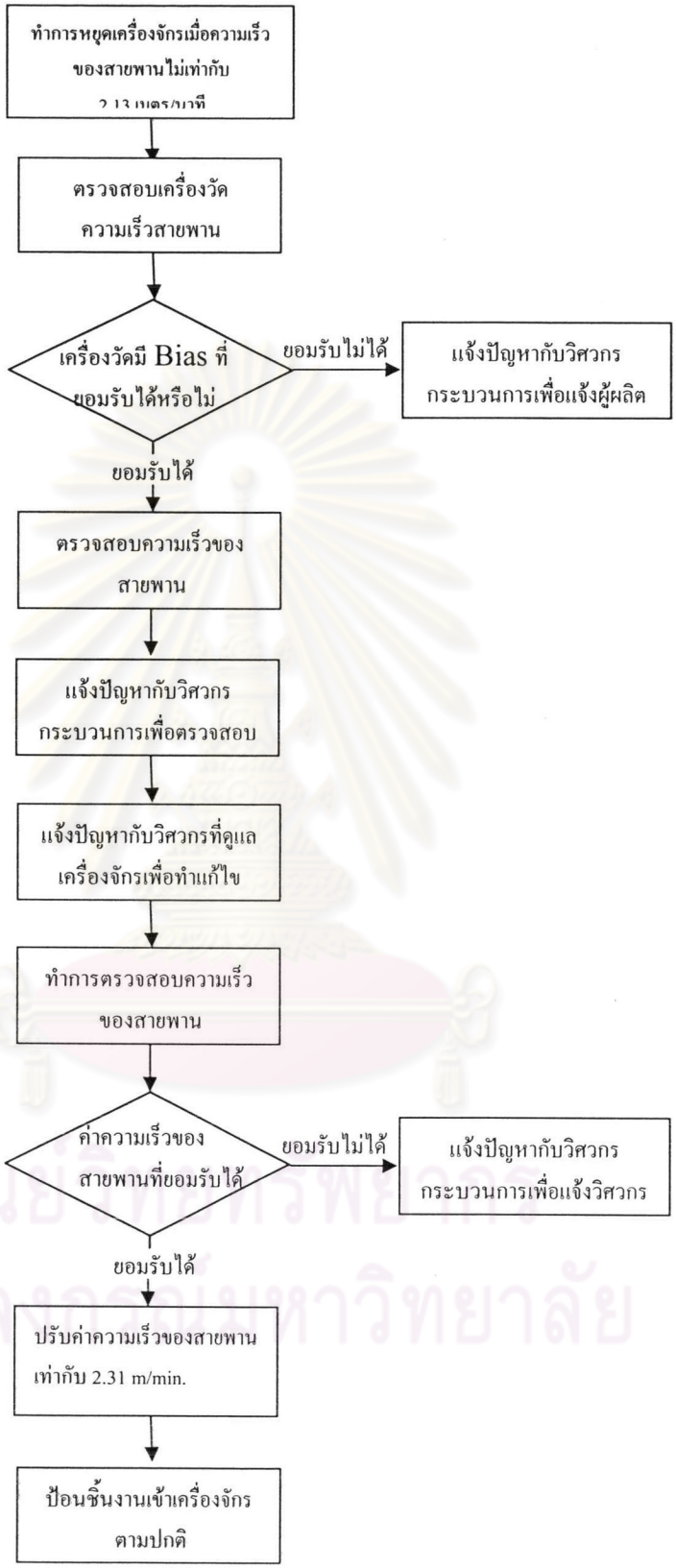
รูปที่ 8.1 ขั้นตอนการแก้ไขเมื่อค่าอัตราการแกว่งของสเปรย์$CuCl_2$ Solutionไม่ได้ตามข้อกำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

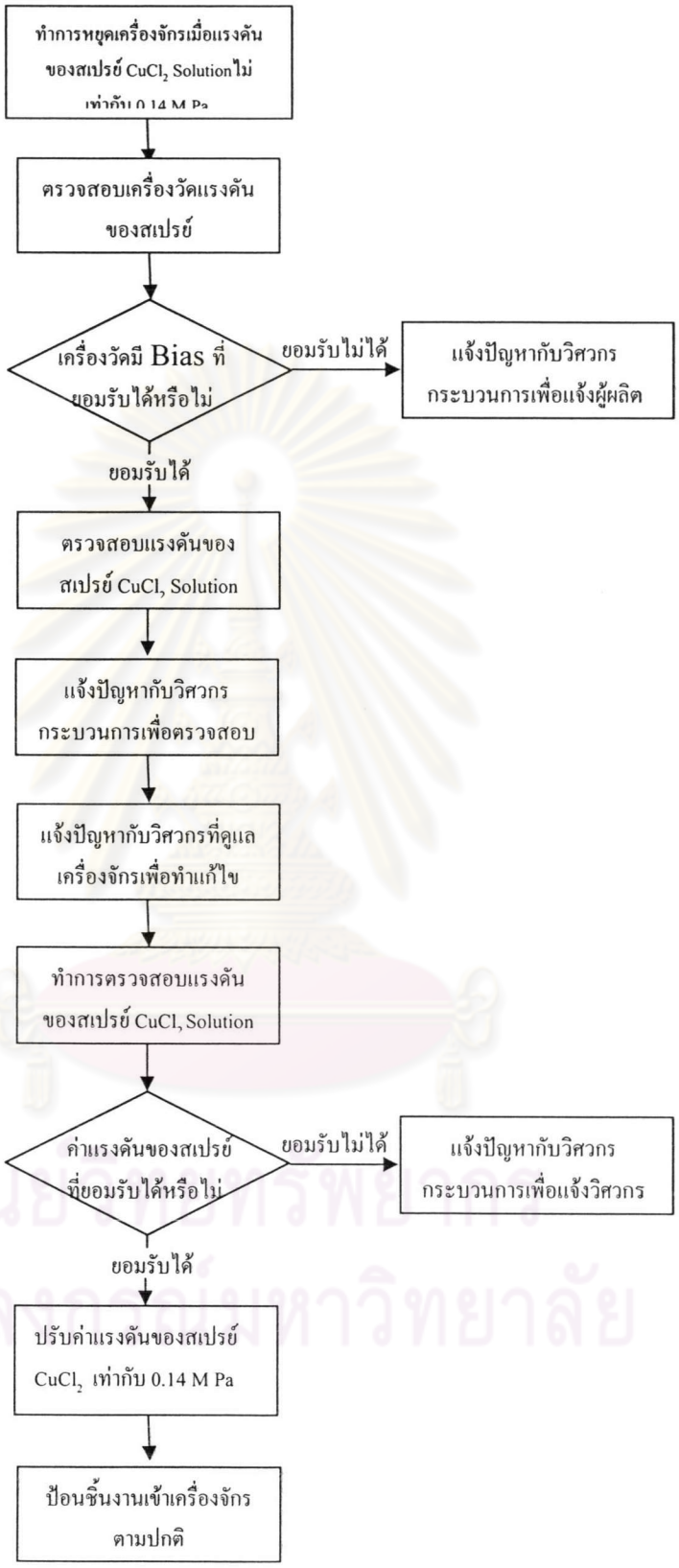


รูปที่ 8.2 ขั้นตอนการแก้ไขเมื่อค่ามุมของการแกว่งของสเปรย์$CuCl_2$Solution ไม่ได้ตามข้อกำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8.3 ขั้นตอนการแก้ไขเมื่อค่าของความเร็วของสายพานไม่ได้ตามข้อกำหนด



รูปที่ 8.4 ขั้นตอนการแก้ไขเมื่อค่าแรงดันของสเปรย์$CuCl_2$Solutionไม่ได้ตามข้อกำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.1 แสดงแบบฟอร์มการบันทึกผลหลังการตรวจสอบเครื่องจักรก่อนป้อนชิ้นงาน

Working Record Sheet

Date :_____ Machine : _____

No.	Product	Lot No.	Oscillation Speed Round/Min.	Angle (Degree)	Pressure (M Pa.)	Speed (M./Min.)	Circuit Width	Checker
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								

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8.1.2 การประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุม

แผนการควบคุมของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ 4 ปัจจัยกำหนด หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการควบคุมให้ปัจจัยทั้ง 4 นี้อยู่ในค่าที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลอง โดยได้ทำการเปลี่ยนแปลงค่าที่เหมาะสมของปัจจัยดังกล่าวมาแล้ว และได้ประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมแบบ $\overline{X}$ and R มาใช้ในการตรวจจับและควบคุมปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยว่าอยู่ในสภาวะที่กำหนดหรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าตัวแปรตอบสนอง (Circuit Width) โดยรายละเอียดของแผนภูมิควบคุมที่ประยุกต์ใช้มีดังนี้คือ

- ขนาดสิ่งตัวอย่าง

การกำหนดขนาดสิ่งตัวอย่างในการตรวจสอบ จะใช้จำนวนสิ่งตัวอย่าง 2 ตัวต่อการสุ่มวัดต่อช่วงเวลาที่กำหนด เนื่องจากเป็นจำนวนที่เหมาะสมและเป็นไปตามเอกสารควบคุมการผลิต ที่องค์กรกำหนดขึ้น และเหตุผลหนึ่งคือ ทำให้ประหยัดเวลาในการวัดค่าของข้อมูลที่ต้องการ เนื่องจากกำลังการผลิตของเครื่องวัดมีอยู่อย่างจำกัด

- ความถี่ในการชักตัวอย่าง

ให้พนักงานที่เกี่ยวข้องทำการสุ่มชิ้นงานจากกระบวนการผลิตตามช่วงระยะเวลาที่กำหนดไว้ จากนั้นความถี่ในการชักสิ่งตัวอย่างคือ 1 ครั้งต่อกะ

- วิธีการวัด

ให้พนักงานที่เกี่ยวข้องทำการสุ่มชิ้นงานจากกระบวนการผลิตตามช่วงระยะเวลาที่กำหนดไว้ จากนั้นให้นำงานดังกล่าวไปวัดค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ โดยใช้เครื่อง Smart Vision

- กฎการการตัดสินใจ

กฎการตัดสินใจเกี่ยวกับลักษณะรูปแบบของข้อมูลในแผนภูมิควบคุมที่บ่งบอกถึงสภาวะของกระบวนการที่ออกนอกระบบควบคุมจะอ้างอิงกฎในการตัดสินใจ 3 ข้อดังนี้คือ ดังนี้คือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก) ค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไปอย่างกะทันหัน : มีหนึ่งจุดของข้อมูลล่าสุดออกนอกเส้นควบคุมขีดจำกัดบนหรือขีดจำกัดล่าง โดยที่จุดของข้อมูลที่ผ่านมาจำนวน 4 – 5 จุดส่วนใหญ่จะกระจายตัวอยู่รอบเส้นกึ่งกลาง

ข) มีแนวโน้มเคลื่อนขึ้นหรือลง : ข้อมูลล่าสุดจำนวน 7 จุดมีแนวโน้มเคลื่อนตัวขึ้นหรือลงทิศทางใดทิศทางหนึ่ง

ค) ค่าเฉลี่ยเปลี่ยนไป : ข้อมูลล่าสุดจำนวน 9 จุดมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยเปลี่ยนเมื่อเทียบกับข้อมูลในช่วงก่อนหน้า 9 จุดนี้

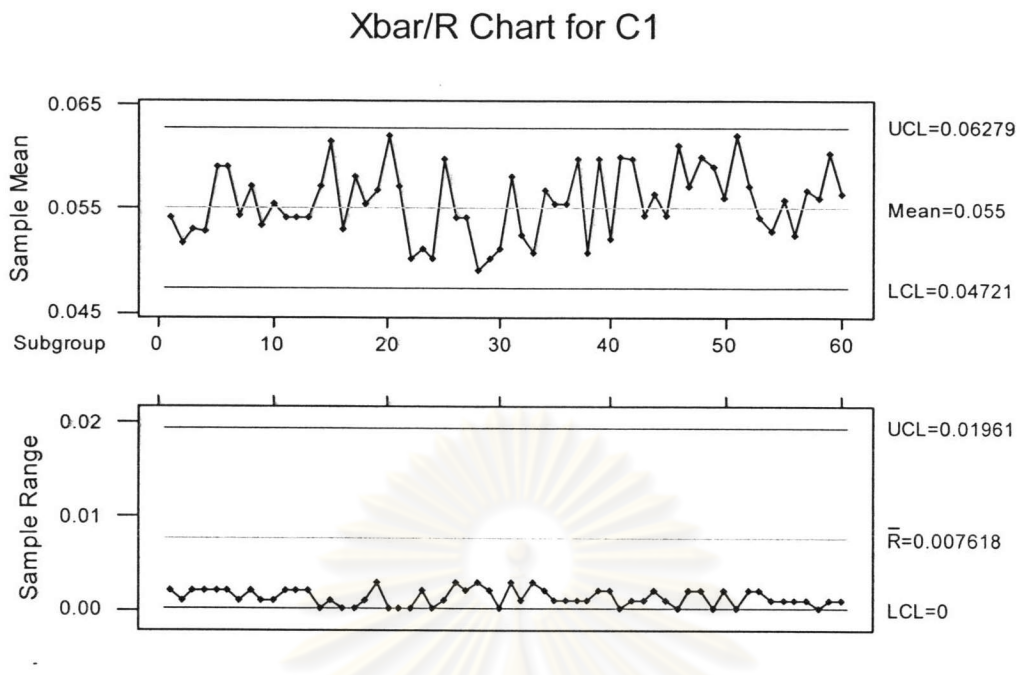
นอกจากนี้ยังได้กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อที่จะป้องกันข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเมื่อข้อมูลของปัจจัยทั้งสองในแผนภูมิควบคุมการเกิดสภาวะนอกการควบคุม (Out of Control) ซึ่งอ้างอิงจากจากกฎการตัดสินใจทั้ง 3 ข้อข้างต้น ทางองค์กรมีหน่วยงานในการเก็บบันทึกข้อมูลแก้ไขและป้องกันเมื่อข้อมูลเกิดภาวะออกนอกการควบคุม เพื่อที่จะแก้ไขให้ปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัย เข้าสู่การควบคุมทางสถิติโดยเร็ว

8.2 ข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

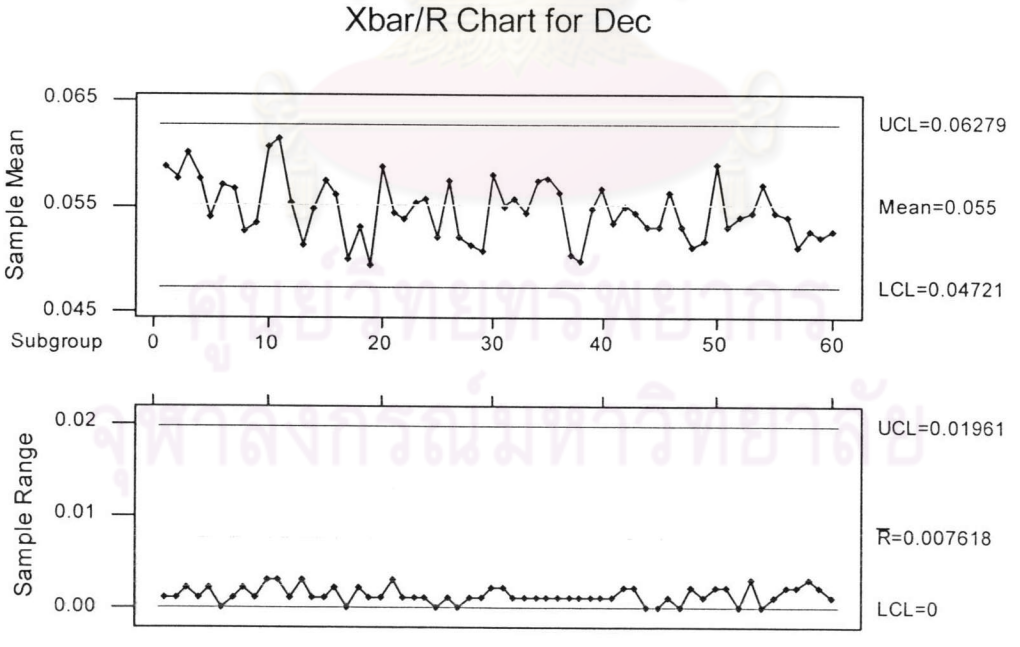
8.2.1 การควบคุมตัวแปรตอบสนอง

การควบคุมตัวแปรตอบสนอง (Circuit Width) ให้มีค่าอยู่ใกล้ค่ากลางของขอบเขตควบคุมมากที่สุด จึงนำเทคนิคทางสถิติควบคุม Statiatic Process Control มาประยุกต์ โดยใช้ $\overline{X}$ and R Chart โดยทำการเก็บข้อมูล 60 กลุ่มข้อมูล(ค่าเฉลี่ยจากการวัดสิ่งตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง) จากข้อมูลเดือน พฤศจิกายน และ ธันวาคม 2547 กลุ่มข้อมูล 3 สิ่งตัวอย่าง

จากรูปที่ 8.5 และ 8.6 เป็นแผนภูมิควบคุมค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ จะเห็นได้ว่ากระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติและมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.055 มิลลิเมตรทั้งในเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคม 2547 ซึ่งมีข้อมูลมีค่าเท่ากับค่าที่ลูกค้ากำหนดไว้



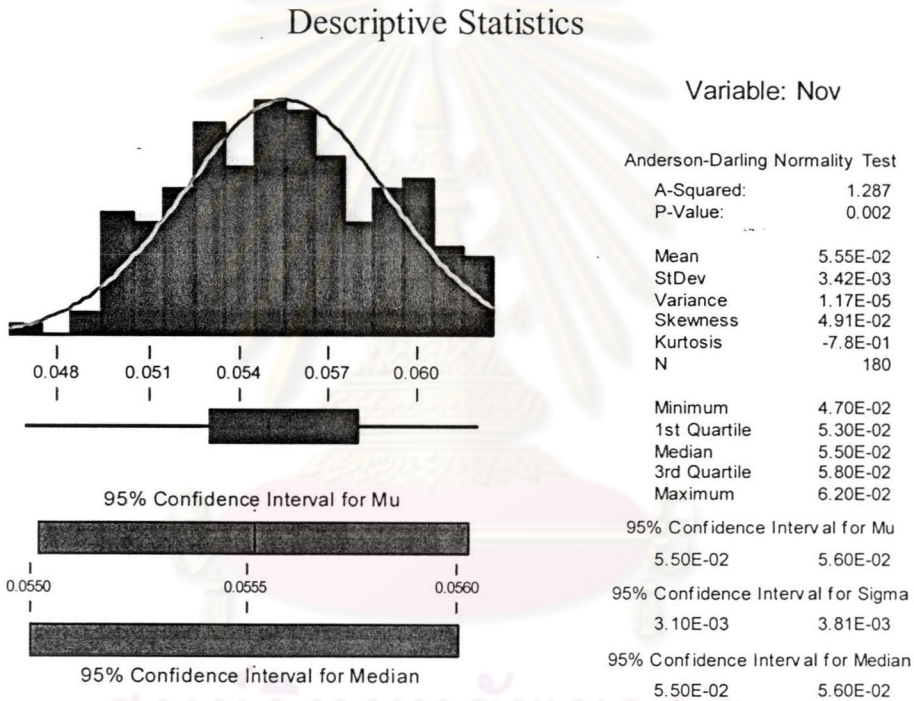
รูปที่ 8.5 กราฟแสดง $\bar{X}$ and R Chart ของค่าความกว้างของเส้นลายวงจรพิมพ์ของเดือนพฤศจิกายน 2547



รูปที่ 8.6 กราฟแสดง X and R Chart ของค่าความกว้างของเส้นลายวงจรพิมพ์ของเดือนธันวาคม 2547

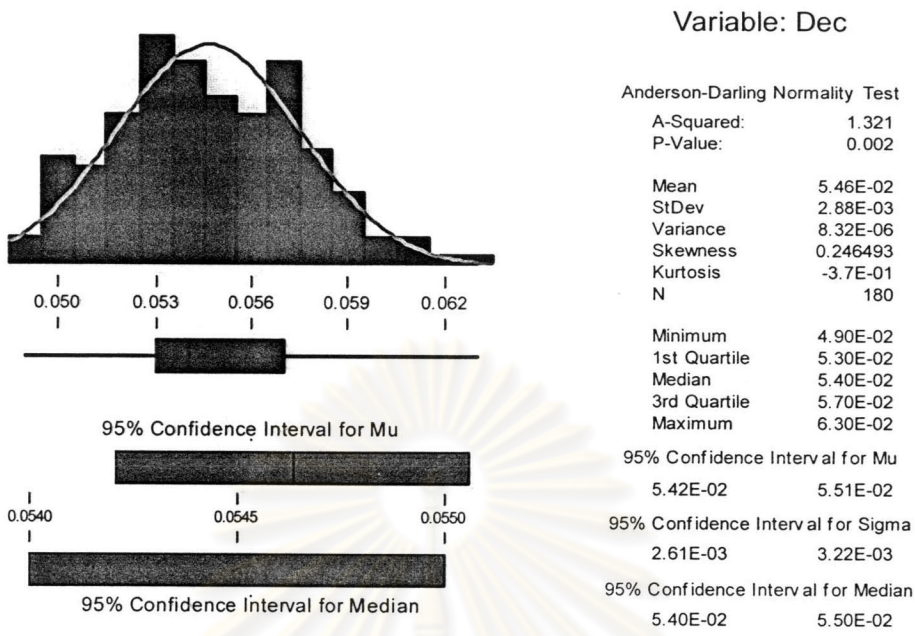
8.2.2 ค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์หลังการปรับปรุง

เมื่อทำการควบคุมปัจจัยนำเข้าที่สำคัญคือ ค่าอัตราการแกว่งของสเปรย์ $CuCl_2$ Solution ค่ามุมในการแกว่งของสเปรย์ $CuCl_2$ Solution ค่าแรงดันของสเปรย์ $CuCl_2$ Solution และค่าความเร็วของสายพานใน $CuCl_2$ Chamber ของกระบวนการสร้างเส้นลายวงจร ตามที่กำหนดแล้ว ในส่วนค่าเฉลี่ยความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ ในระยะยาวอยู่ที่ช่วงใด แผนการตรวจสอบของค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ในปัจจุบันจะใช้การสุ่มงานเพื่อนำไปวัดค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ในกระบวนการตรวจสอบขั้นสุดท้าย (Final Inspection) ซึ่งได้ผลการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมแสดงดังรูปที่8.7 และ 8.8



รูปที่ 8.7 การกระจายของค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ของเดือนพฤศจิกายน 2547

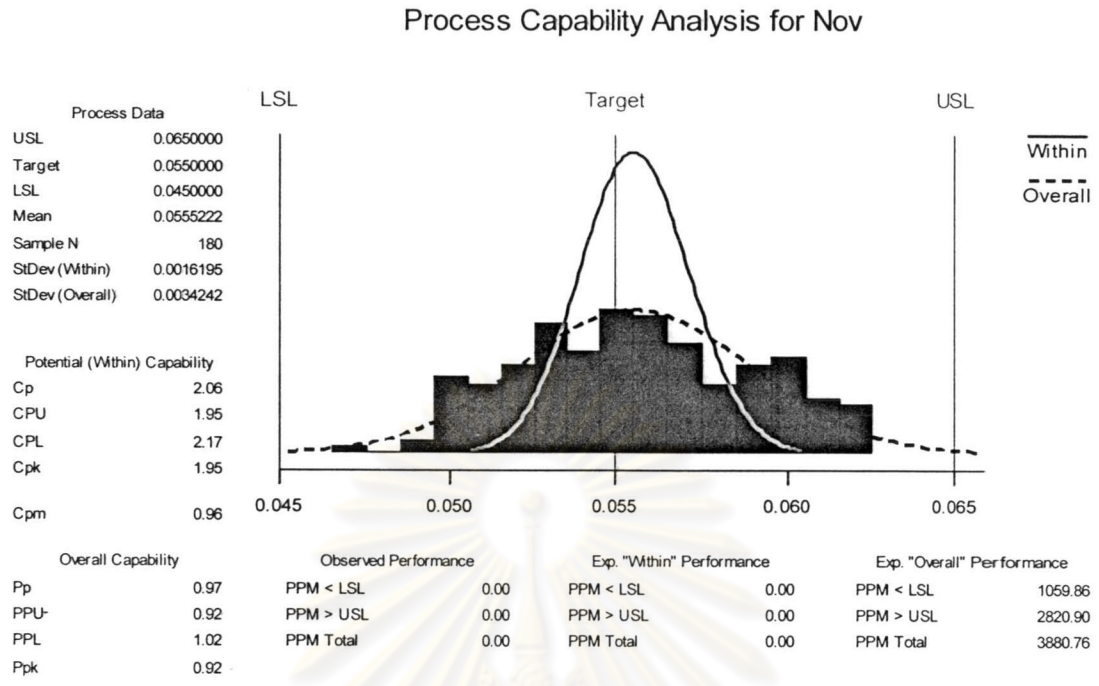
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



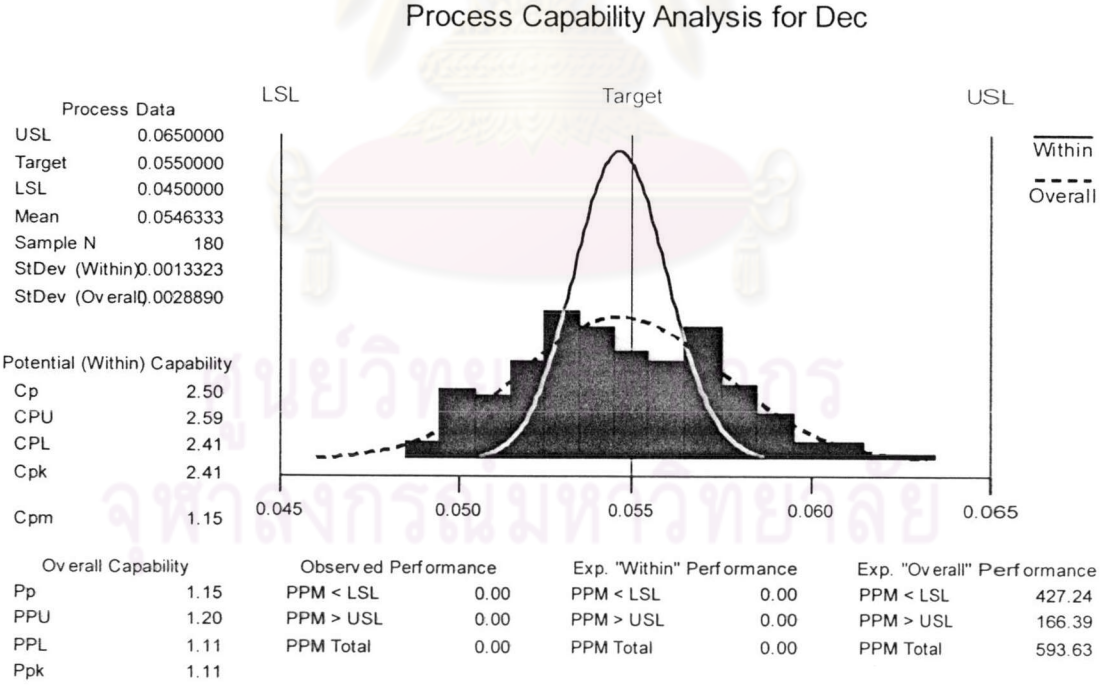
รูปที่ 8.8 การกระจายของค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ของเดือนธันวาคม 2547

จากแผนภาพในรูปที่ 8.7 และ 8.8 การกระจายของค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์มีค่าเฉลี่ยในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม 2547 คือ 0.055 และ 0.0546 มิลลิเมตร ตามลำดับซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายตามข้อกำหนดคือ 0.055 มิลลิเมตร และมีค่าความแปรปรวนในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม 2547 คือ 0.00342 และ 0.00288 มิลลิเมตร ซึ่งข้อมูลดังกล่าวยืนยันให้เห็นว่ากระบวนการหลังการปรับปรุงสามารถที่จะทำให้ค่าเฉลี่ยค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์เข้าใกล้ค่าเป้าหมาย อีกทั้งกระบวนการควบคุมปัจจัยนำเข้าทั้ง 4 ปัจจัย สามารถลดค่าความผันแปรของกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรพิมพ์ที่มีต่อค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์

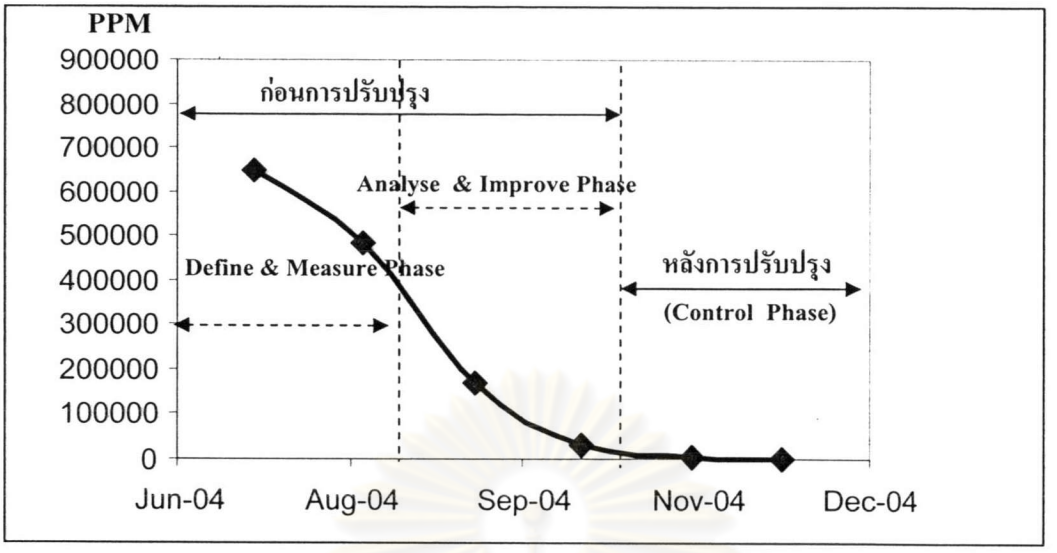
เมื่อวิเคราะห์ความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงแก้ไขแล้ว จะได้ว่าค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการของเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม 2547 คือ 2.17 และ 2.41



รูปที่ 8.9 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงใน เดือนพฤศจิกายน 2547



รูปที่ 8.10 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงใน เดือน ธันวาคม 2547



PPM	649019	482961	168597	33080	3881	594
Month	Jul-04	Aug-04	Sep-04	Oct-04	Nov-04	Dec-04

รูปที่ 8.11 สัดส่วนของเสียของค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์เมื่อเป้าหมายของแผ่นวงจรพิมพ์มีขนาดความกว้างของเส้นลายวงจรพิมพ์เท่ากับ 0.055 มิลลิเมตร ไม่ได้ตามข้อกำหนด

จากการพิจารณารูปที่ 8.11 หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่กระบวนการสร้างเส้นลายวงจรนี้สามารถลดค่าสัดส่วนของเสียของค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ไม่ได้ตามข้อกำหนดลงเหลือ 594 PPM ซึ่งเดิมก่อนการปรับปรุงมีค่า 649,019 - 30,000 PPM ซึ่งลดลงได้ประมาณ 30% และนอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงการดำเนินงานก่อนการปรับปรุงคือช่วงขั้นตอนการวิเคราะห์ผลและช่วงการปรับปรุงกระบวนการ จะเห็นแนวโน้มของปัจจัยนำเข้าที่สำคัญทั้ง 5 ปัจจัยว่ามีนัยสำคัญ

จากข้อมูลหลังปรับปรุงมาพิจารณาค่าแปรปรวนของค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์พบว่า การปรับปรุงกระบวนการสร้างเส้นลายวงจรเพื่อให้ขนาดของความแปรปรวนของค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์นั้น ซึ่งส่วนที่ลดลงได้เป็นความแปรปรวนระหว่างกลุ่มย่อยและระหว่างรุ่นของการสร้างเส้นลายวงจร โดยสังเกตจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมมีค่าเท่ากับ 0.0116 มิลลิเมตร และหลังการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 0.0029 มิลลิเมตร สามารถทำให้ค่าความแปรปรวนของค่าความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ลดลง 75%

8.3 สรุปขั้นตอนการควบคุมกระบวนการผลิต

จากการทดสอบยืนยันผลการทดลองที่ผ่านมาพบว่าสามารถกำหนดค่าของปัจจัยที่ได้จากการหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมและรวมถึงการควบคุมผลลัพธ์ของกระบวนการจึงได้ทำการควบคุมกระบวนการโดยใช้เทคนิคทางการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ เมื่อทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการหลังการปรับปรุงมีค่าเพิ่มสูงขึ้นและมีค่ามากกว่า 1.33 ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของลูกค้าค่าความแปรปรวนของความกว้างของขนาดเส้นลายวงจรพิมพ์ลดลงและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นมีค่าเพียง 594 PPM

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย