



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การประยุกต์ใช้กระบวนการทางสถิติควบคุมคุณภาพ

ของกระบวนการตรวจสอบผ้า

Application of SPC for Quality Control on Cloth Inspection

โดย

นาย รัชชัย ว่องไวยิ่งเจริญ

นาย ดลธรรม เอฬกานนท์

31 มกราคม 2554

สัญญาเลขที่ CORE53520001

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การประยุกต์ใช้กระบวนการทางสถิติควบคุมคุณภาพ
ของกระบวนการตรวจสอบผ้า

Application of SPC for Quality Control on Cloth Inspection

นาย ธีรชัย ว่องไวยิ่งเจริญ

นาย ดลธรรม เอฬกานนท์

วิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ชุดโครงการ สหกิจวิจัยและพัฒนา ณ สถานประกอบการ

Industrial Co-operative Research & Development (In CoRe)

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยการประยุกต์ใช้กระบวนการทางสถิติควบคุมคุณภาพของกระบวนการตรวจสอบผ้า เพื่อลดปัญหาดำหนึบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน โดยการนำเอาหลักการทางสถิติมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพ (SPC) โดยเริ่มจากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ความยาวขนเส้นด้าย 6.01-7.00 μm มีอิทธิพลต่อการเกิดดำหนึบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากันน้อยที่สุด และเมื่อนำมาใช้ในกระบวนการทอผ้าจริงพบว่า ดำหนึบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากันลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คำสำคัญ: ผ้าทอ, เส้นใยผ้าไม่เท่ากัน, กระบวนการทางสถิติควบคุมคุณภาพ, วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

Abstract

The research objective of application of SPC for quality control on cloth inspection was reduced cloth-defecting from string different. The technique was used the statistical process control (SPC). Initially, the result of one-way analysis of variance (One-way ANOVA) was string length 6.01-7.00 μm , which it was minimum effect to weave-cloth defect from un-balance. The result of weave-cloth manufacturing was significant reduced the defect from un-balance at 95% confidence.

Keywords : Weave-Cloth, Un-balance String, Statistical Process Control, One-way Analysis of Variance

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนของทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการอุตสาหกรรมและวิจัย สำหรับปริญญาดรี ประจำปี 2553 และคุณประนาท เขียวจิตพิฤติ บริษัท เครื่องนุ่งห่มสำเร็จรูป จำกัด ที่ให้ความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด ทางผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตการทำวิจัย	3
1.5 ขั้นตอนการทำวิจัยและดำเนินงาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	3
1.7 แผนการดำเนินการวิจัย	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การควบคุมกระบวนการโดยอาศัยสถิติ (Statistics Process Control)	5
2.2 เครื่องมือทางสถิติ	7
2.3 สถิติเพื่อการควบคุมคุณภาพ	20
2.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance: ANOVA	28
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย	32
3.1 การดำเนินงานวิจัย	32
3.2 วิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวเบื้องต้น	33
3.3 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)	33
3.4 วิเคราะห์ด้วยเทคนิคเชิงสถิติ z-test เพื่อพิสูจน์ถึงความถูกต้อง (Confirmation)	34
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	35
4.1 การดำเนินงานวิจัย	35
4.2 การวิเคราะห์ผลการวิจัย	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	38
5.1 สรุปผลการวิจัย	38
5.2 ข้อเสนอแนะ	39
บรรณานุกรม	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1-1 ปัญหาที่พบจากโรงงานตัวอย่าง	1
1-2 แผนการดำเนินการวิจัย	4
2-1 แสดงประเภทและลักษณะเฉพาะกราฟ	10
2-2 ตัวอย่างการสร้างแผนภูมิ Pareto แสดงเปอร์เซ็นต์ของเสีย	12
2-3 ตัวอย่างใบตรวจสอบ	13
2-4 ตัวอย่างใบตรวจสอบแบบหลายแผนก	14
2-5 ตัวอย่างใบตรวจสอบของการทำงาน	14
2-6 การหาค่า F-test	29
3-1 พารามิเตอร์ความยาวขนเส้นด้าย	33
4-1 การแบ่งกลุ่มพารามิเตอร์ความยาวขนเส้นด้าย	35
4-2 ผลการวิเคราะห์ One-way ANOVA	35
4-3 ผลการวิเคราะห์ z-test	37
5-1 การแบ่งกลุ่มเพื่อทำการทดสอบพารามิเตอร์ความยาวขนเส้นด้าย	38

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 แผนผังพาเรโตเกี่ยวกับปริมาณรอยตำหนิ	2
2-1 การกำหนดหัวข้อปัญหา	6
2-2 แผนภาพก้างปลา	8
2-3 ตัวอย่างแผนภาพก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหาทรายพัง	9
2-4 แผนภูมิพาเรโต	11
2-5 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโตของของเสียในการผลิต	12
2-6 ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายของความกว้างของข้อมูลรูปหวีหัก	15
2-7 ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายของความกว้างของข้อมูล แบบระฆังคว่ำ	16
2-8 แผนภูมิควบคุม	19
2-9 แสดงแผนภาพกระจาย	20
2-10 แสดงแนวคิดของการคิดค่าเบี่ยงเบน	22
2-11 สภาวะของกระบวนการ	24
2-12 แสดงแนวคิดของการวัดการกระจายด้วยดัชนี C_p	25
2-13 ความผันแปรสำหรับความสามารถของกระบวนการ	27
2-14 แนวคิดการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ	27
3-1 ตำหนิผ้าทอที่เกิดจากเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน	32
4-1 กราฟ Box Plot	36

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

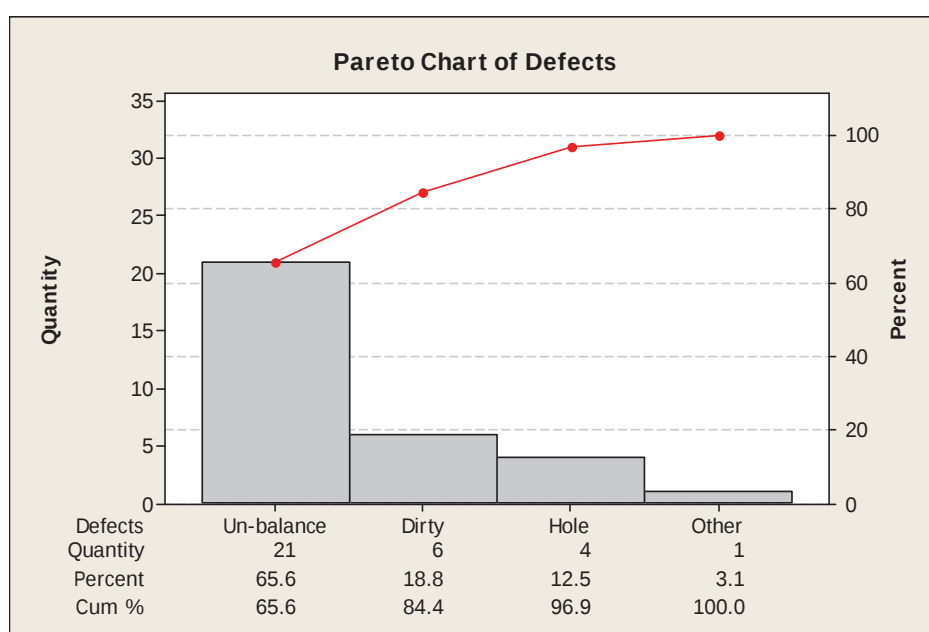
ในอดีตยุคต้นของการปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นยุคของปริมาณความต้องการสินค้ามากกว่าปริมาณการสนองตอบ (Demand over Supply) ซึ่งองค์กรการผลิตส่วนใหญ่จะใช้ระบบการผลิตแบบจำนวนมากๆ (Mass Production) เนื่องจากในขณะนั้น ไม่ว่าจะผลิตอะไรออกมาก็สามารถขายได้หมด ถือว่าการผลิตเป็นหัวใจสำคัญขององค์กร แต่ในยุคโลกาภิวัตน์ เช่นปัจจุบัน ผู้ผลิตมีการแข่งขันอย่างรุนแรง เนื่องด้วยเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้า นอกจากความสามารถในการทำงานได้ตามหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นแล้ว ผู้บริโภคยังมีความคาดหวังให้ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการด้านอื่นๆ ได้อีกด้วย เช่น การมีลักษณะรูปร่างที่ออกแบบมาอย่างสวยงาม ความคงทน การดูแลรักษาง่าย เป็นต้น

ในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม ส่วนใหญ่เป็นการผลิตตามคำสั่งของลูกค้าในลักษณะรับจ้างผลิต การผลิตจึงต้องอาศัยทักษะความสามารถของพนักงาน (Skill) และพนักงานต้องมีความสามารถในการทำงานมากกว่าหนึ่งงาน เพื่อให้สายการผลิตของอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มมีลักษณะเป็นแบบยืดหยุ่น (Flexible) โดยการผลิตแบบยืดหยุ่นนี้ ส่งผลให้ข้อมูลในการผลิตมีความสำคัญในการตัดสินใจในด้านต่างๆ เช่น การตรวจติดตามความคืบหน้าของงานในการผลิต การวางแผนและควบคุมการผลิต (Production planning and control) รวมถึงใช้ในการจัดสมดุลในสายการผลิต (Line balancing) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการผลิต จึงต้องมีการออกแบบระบบเก็บข้อมูลจากการผลิตเพื่อช่วยสนับสนุนกิจกรรมดังกล่าว

ตารางที่ 1-1 ปัญหาที่พบจากโรงงานตัวอย่าง

ปัญหาที่พบ	เปอร์เซ็นต์
ผ้าทอมีเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance)	65.6
ผ้าทอเกิดรอยสกปรก (Dirty)	18.8
ผ้าทอมีรู (Hole)	12.5
อื่นๆ (Other)	3.1
รวม	100.00

จากตารางที่ 1-1 พบว่าปัญหาสำคัญที่พบในโรงงานตัวอย่างนี้ คือ ผ้าทอเกิดตำหนิ ได้แก่ ผ้าทอมีเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) ผ้าทอเกิดรอยสกปรก (Dirty) และผ้าทอมีรู (Hole) เป็นต้น เมื่อนำเอาข้อมูลในเดือนสิงหาคม 2553 เกี่ยวกับปริมาณรอยตำหนิที่เกิดขึ้นเหล่านี้มาลำดับความสำคัญ พบว่า ผ้าทอมีเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) มีปริมาณมากที่สุด ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เท่ากับ 65.6% และเมื่อสร้างกราฟโดยใช้แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 แผนผังพาเรโตเกี่ยวกับปริมาณรอยตำหนิ

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2.1 เพื่อประยุกต์ใช้การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติในการตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการทอผ้า เพื่อลดปัญหาตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน

1.2.2 เพื่อลดปัญหารอยตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ความยาวขนเส้นด้ายมีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.4 ขอบเขตการทำวิจัย

ประยุกต์ใช้กระบวนการทางสถิติควบคุมคุณภาพของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผ้า เพื่อลดปัญหาดำหนึบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากันเท่านั้น

1.5 ขั้นตอนการทำวิจัยและดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาปัญหา ตำรวงานวิจัยและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 ศึกษากระบวนการผลิตและปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเกิดปัญหาดำหนึบนผ้าทอในลักษณะต่างๆ และคัดเลือกปัญหาที่จะทำการแก้ไข ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นมากที่สุด

1.5.3 นำใช้หลักการทางด้านสถิติมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพ (SPC)

1.5.4 ดำเนินการทดลองตามรูปแบบการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูล และสรุปผลการทดลอง

1.5.5 ออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE) เพื่อพิสูจน์สมมติฐานเกี่ยวกับความยาวของเส้นด้ายมีอิทธิพลต่อการเกิดดำหนึบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) หรือไม่

1.5.6 นำเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) มาใช้ในการวิเคราะห์

1.5.7 สรุปผลการทำวิจัย

1.5.8 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.6.1 สามารถประยุกต์ใช้การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติในการตรวจสอบคุณภาพของกระบวนการทอผ้า เพื่อลดปัญหาดำหนึบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน

1.6.2 สามารถลดปัญหาดำหนึบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากันได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิธีทางสถิติเป็นเครื่องมือ ในการควบคุมและการทวนสอบ ชี้วัดความสามารถของกระบวนการและ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งคุณภาพของการผลิตและการดำเนินการทั้งหมด การกำหนดขั้นตอนในการใช้วิธีทางสถิติ โดย

- กำหนดงานที่จำเป็นที่ต้องใช้วิธีทางสถิติ
- เลือกวิธีทางสถิติที่เหมาะสม
- ควบคุมการใช้วิธีทางสถิติ
- รายงานผลของการใช้วิธีทางสถิติให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ควรพิจารณาใช้วิธีทางสถิติ ในเรื่อง

- การออกแบบ
- การควบคุมกระบวนการ
- การป้องกันผลิตภัณฑ์บกพร่อง
- การวิเคราะห์ปัญหา, การหาสาเหตุ
- การประมาณการต่างๆ
- การวัด การประเมินคุณลักษณะทางคุณภาพ
- การประเมินความเสี่ยง
- การกำหนดข้อกำหนดของกระบวนการและผลิตภัณฑ์

2.1 การควบคุมกระบวนการโดยอาศัยสถิติ (Statistics Process Control)

เป็นการแยกแยะสาเหตุความผันแปรแบบพิศุขรรษชาติ (Special Cause) ออกจากสาเหตุ ความผันแปรแบบธรรมษชาติ (Common Cause) เพื่อหาทางกำจัดทิ้ง และพยายามรักษาให้ กระบวนการอยู่ภายใต้สาเหตุความผันแปรแบบธรรมษชาติเสมอ ซึ่งจะให้มีลักษณะสำคัญ คือ สามารถคาดการณ์ตัวแบบความผันแปรได้

2.1.1 ขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวทางคิวชีสตอรี (QC Story)

- | | | | |
|--|---|---|---|
| 1. การกำหนดหัวข้อปัญหา | } | → | P |
| 2. การสำรวจสภาพปัจจุบันและตั้งเป้าหมาย | | | |
| 3. การวางแผนแก้ไข | | | |
| 4. การวิเคราะห์สาเหตุ | | | |
| 5. การกำหนดมาตรการตอบโต้และการปฏิบัติ | | → | D |
| 6. การติดตามผล | | → | C |
| 7. การทำให้เป็นมาตรฐาน | | → | A |

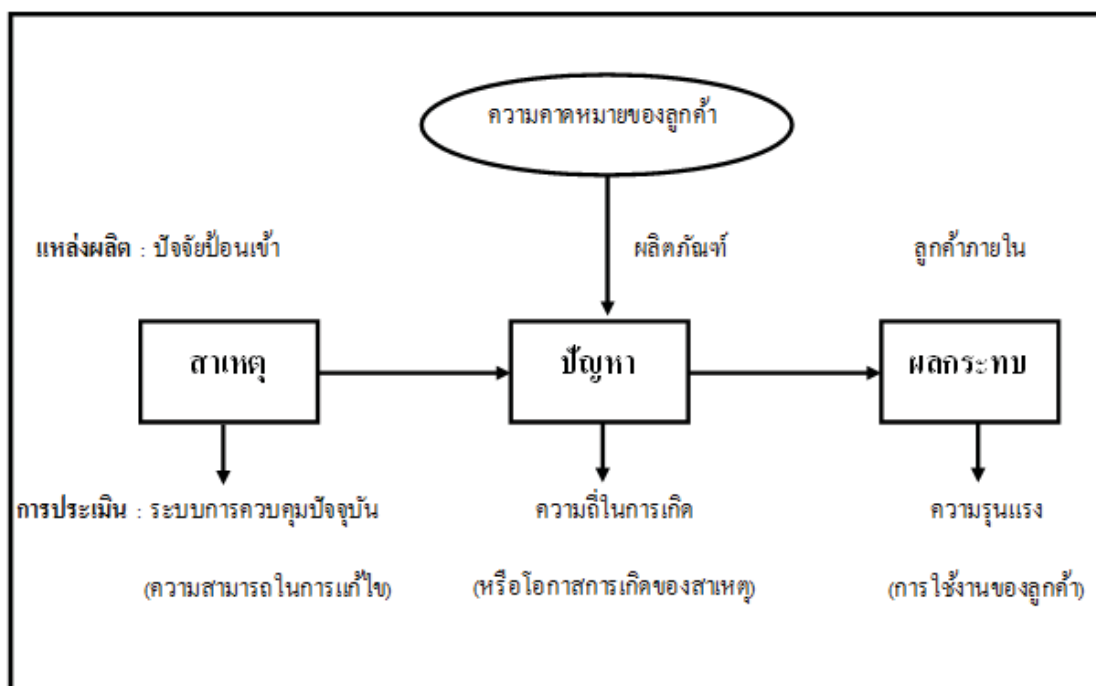
2.1.2 การกำหนดหัวข้อปัญหา

ในการพิจารณาเลือกปัญหามาแก้ไขจะคำนึงถึง

ความถี่ในการเกิดปัญหา

ความรุนแรงของปัญหา

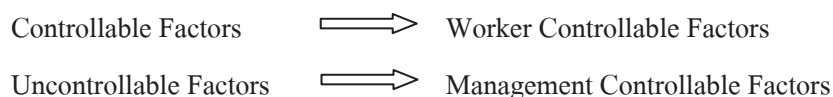
ความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา



ภาพที่ 2-1 การกำหนดหัวข้อปัญหา

2.1.3 การวิเคราะห์สาเหตุ

คำว่า สาเหตุ หมายถึง การแปรเปลี่ยนระดับของปัจจัยป้อนเข้าสำหรับกระบวนการผลิต แล้วทำให้ค่าที่ควรจะเป็นของคุณลักษณะของผลลัพธ์จากกระบวนการแปรเปลี่ยนไป ดังนั้น สาเหตุนี้จะต้องมาจากการพิจารณาปัจจัยป้อนเข้าเสมอ การแปรเปลี่ยนของปัจจัยป้อนเข้าแบ่งเป็น



วิธีการวิเคราะห์ปัญหา จะใช้วิธีการระดมสมองผ่านการสังเกตการณ์จากหลักการ 3 จริงคือ สถานที่ เกิดเหตุจริง สภาพแวดล้อมจริง และของจริง เพื่อสร้างสมมติฐานของสาเหตุ จากนั้น ให้ดำเนินการ พิสูจน์ด้วยเครื่องมือทางสถิติที่เหมาะสม ได้แก่ ชุดเครื่องมือ 7 อย่าง

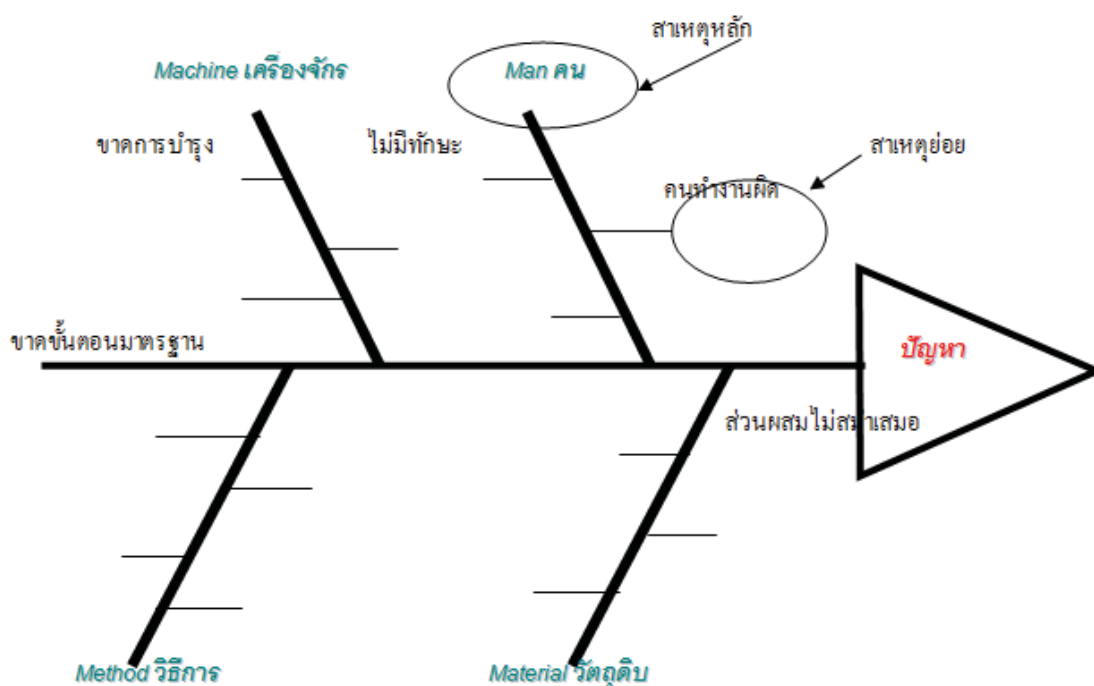
1. แผนภาพก้างปลา Fish Bone Diagram
2. กราฟ Graph
3. แผนภาพพาราโด Perato Diagram
4. ใบตรวจสอบ Check Sheet
5. ฮิสโตแกรม Histogram
6. แผนภูมิควบคุม Control Chart
7. แผนภาพการกระจาย

2.2 เครื่องมือทางสถิติ

2.2.1 แผนภาพก้างปลา Fish Bone Diagram

จากแนวคิดของ ดร. จูจิ อิชิกาวา ได้สร้างแผนภาพ ที่แสดงถึงสาเหตุจากใหญ่มาหาเล็ก หรือเหตุและผลทำให้เกิดปัญหา บางครั้งก็เรียกว่า แผนภาพ อิชิกาวา หรือแผนภาพเหตุและผล Cause and effect diagram

การวิเคราะห์ กำหนดแนวความคิดของการจำแนกสาเหตุ โดยใช้แนวความคิดจาก แหล่งกำเนิดของสาเหตุ คือ 4M คือ Man คน Machine เครื่องจักร Material วัตถุดิบ และ Method วิธีการทำงาน



ภาพที่ 2-2 แผนภาพก้างปลา

การวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้แผนภาพก้างปลา

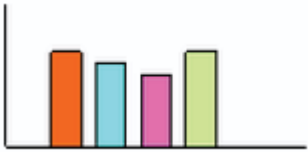
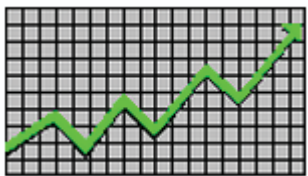
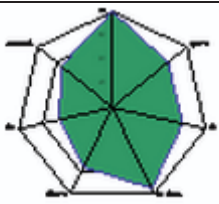
การวิเคราะห์ประเภทนี้จะมุ่งสู่รายการหาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา จึงได้ใช้แผนภาพก้างปลาประเภทกำหนดรายการของสาเหตุ โดยมุ่งสู่รายละเอียดของสาเหตุของปัญหา ระดมความคิดที่ใช้ในการสร้างแผนภาพก้างปลาแบบนี้ ใช้หลักการ 3 จริ่งของพนักงานในการวิเคราะห์จากการวิเคราะห์ใช้หลักการวิเคราะห์ผ่านหลักการ 3 จริ่ง คือ

- 1) การสังเกตที่หน้างานจริง
- 2) ในสภาพแวดล้อมหรือสภาวะจริง
- 3) ด้วยการดำเนินการกับงานจริง

2.2.2 กราฟ (Graph)

คือ แผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติที่ใช้ เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูลและ

ตารางที่ 2-1 แสดงประเภทและลักษณะเฉพาะกราฟ

ประเภทของกราฟ	ลักษณะเฉพาะ
 กราฟแท่ง	- ใช้เมื่อมีข้อมูลมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ข้อมูล โดยให้การ - ไม่เหมาะสมที่จะใช้ดูแนวโน้มในระยะยาว แต่เหมาะ
 กราฟเส้น	- ใช้สำหรับดูแนวโน้ม การพยากรณ์ในอนาคต หรือทำนายผล - ใช้ในการควบคุมแผนงานให้ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้
 กราฟวงกลม	- พื้นที่ของกราฟเท่ากับ 100% แต่ละส่วนที่แบ่งออกมาจะ
 กราฟใยแมงมุม	- เป็นกราฟรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งจะแสดงการเปรียบเทียบ

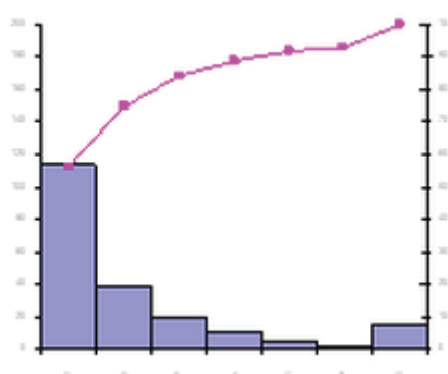
2.2.3 แผนภูมิ Pareto

หลักการ Pareto จากหลักการของนักเศรษฐศาสตร์ ชาวอิตาลี คนจำนวนเล็กน้อยมีรายได้จำนวนมาก ขณะที่ คนส่วนใหญ่ (จำนวนมาก) มีรายได้เพียงเล็กน้อย เช่น คนรวยเพียง 20% มีรายได้รวมกันถึง 80 % ในขณะที่ คนที่เหลืออีก 80 % มีรายได้รวมกันแค่ 20%

หลักการของพาเรโต คือ ในปัญหาใดๆ ก็ตามย่อมเกิดขึ้นจากสาเหตุหลายๆ อย่างและในบรรดาสาเหตุทั้งหมดนี้ จะมีสาเหตุหลักเพียงไม่กี่อย่างที่มีบทบาทสำคัญต่อปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนั้น ถ้าแก้ไขให้สำเร็จลุล่วงอย่างมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องแก้ไขสาเหตุหลักเสียก่อน

การนำแผนภูมิพาเรโตเป็นเครื่องมือที่ใช้ลำดับสำคัญของสาเหตุหรือปัญหาที่เกิดขึ้น โดยประยุกต์กราฟแท่งที่แสดงการเรียงลำดับค่าของข้อมูลที่มีค่าสูงสุดไว้ทางซ้าย แล้วเรียงลำดับค่าของข้อมูลที่ลดลงมาทางขวาของกราฟ เพื่อใช้เปรียบเทียบให้เห็นถึงการลำดับความสำคัญของข้อมูล พร้อมกับระบุขนาดหรือปริมาณของความสำคัญที่เสนอนั้นๆ

ข้อบกพร่อง/ของเสีย ส่วนใหญ่จำนวนมาก เกิดจาก ปัญหา/ต้นเหตุ จำนวนน้อย

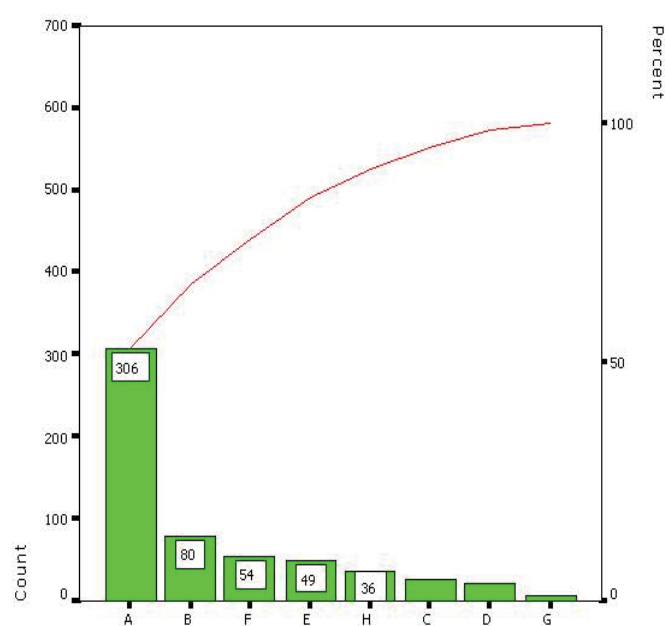


ภาพที่ 2-4 แผนภูมิพาเรโต

การตีความหมายแผนภูมิพาเรโต แผนภูมิพาเรโตใช้ในการตีความความหมายความมีเสถียรภาพหรือไม่ของข้อมูลที่จัดเก็บและวิเคราะห์โดยพิจารณาว่า ถ้าข้อมูลเป็นไปตามหลักการของพาเรโต แสดงว่าข้อมูลนั้นอยู่ในสภาวะเสถียรภาพและสามารถใช้คาดการณ์ได้ แต่ถ้าข้อมูลไม่ได้เป็นไปตามหลักการของพาเรโต แสดงว่าข้อมูลไร้เสถียรภาพอันเนื่องมาจากข้อมูลที่เก็บมาอยู่ในการปรับตัว (Transient State) เข้าสู่สภาวะเสถียรภาพ จึงควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมอีก หรืออีกกรณีหนึ่งคือ ข้อมูลนั้นมาจากกระบวนการที่ไร้เสถียรภาพมีความจำเป็นต้องแก้ไขด้วยการทำให้กระบวนการมีมาตรฐาน

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างการสร้างแผนภูมิ Pareto แสดงเปอร์เซ็นต์ของเสีย

ลำดับที่	ชนิดของเสีย	เปอร์เซ็นต์ของเสีย	เปอร์เซ็นต์สะสม
1	A. ทรายพัง	52.76	52.76
2	B. รูพรุน	13.79	66.55
3	C. มีครีป	9.31	75.86
4	D. หัวน้ำกินเนื่องาน	8.45	84.31
5	E. ไม่เต็มแบบ	6.21	90.52
6	F. ผิวไม่เรียบ	4.65	95.17
7	G. แบบหล่อโปร่งพอง	3.45	98.62
8	H. โก่งตัว	1.38	100



ภาพที่ 2-5 ตัวอย่างแผนภูมิพารेटอของของเสียในการผลิต

ประโยชน์ของแผนผังพารेटอ

- สามารถเข้าใจว่าแต่ละหัวข้อมีส่วนเป็นเท่าใดในส่วนทั้งหมด
- ใช้กราฟแท่งบ่งชี้ขนาดของปัญหา ทำให้โน้มน้าวใจได้ดี
- ไม่ต้องใช้การคำนวณที่ยาก ก็สามารถจัดทำได้และใช้ในการเปรียบเทียบผลได้
- ใช้สำหรับการตั้งเป้าหมาย ทั้งตัวเลขและปัญหา

2.2.4 ใบตรวจสอบ Check Sheet

ใบตรวจสอบ เป็นเอกสารที่อยู่ในรูปตาราง แบบฟอร์ม หรือแผนภาพใด ๆ ที่ออกแบบให้มีลักษณะง่ายต่อการจดบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลหรือการวิเคราะห์ผลอาจจะทำเป็นรูปแบบตารางแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ที่ต้องการตรวจสอบไว้พร้อมแล้ว สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่ต้องกรอกรายละเอียดใหม่ เพียงแต่กาเครื่องหมายลงไปในช่วงที่ตรงกับรายละเอียดที่จดเอาไว้เท่านั้น

ใบตรวจสอบ ใช้ในการตรวจสอบหาสิ่งผิดปกติในการดำเนินการ การผลิต การทำงานต่าง ๆ ลักษณะเป็นเอกสารแผ่นเดียวที่มี รายละเอียดของสิ่งผิดปกติ และรายการการตรวจสอบ ตำแหน่งหรือจุดที่ทำการตรวจสอบ

การออกแบบใบตรวจสอบ ให้พิจารณาดังนี้

- สถานที่ หน่วยงานที่จะตรวจสอบ
- ผลิตภัณฑ์ / การทำงานที่จะตรวจสอบ
- คุณลักษณะทางคุณภาพที่ต้องการตรวจสอบ แบ่งเป็น

คุณลักษณะที่วัดได้ โดยใช้เครื่องมือวัด เช่น ขนาดของชิ้นงาน ใช้เวอร์เนียวัดความแข็งของชิ้นงาน

และวัดไม่ได้โดยแต่บอกได้ ส่วนใหญ่ใช้การตรวจสอบด้วยตาเทียบกับมาตรฐาน เช่น รอยตำหนิ

- สามารถการตรวจสอบลักษณะคุณภาพได้หลาย ลักษณะในใบเดียวกัน
- แบ่งการตรวจสอบ เป็นตามราย เดือน รายลัปดาห์ รายวัน หรือรายกะ หรือ Lot ที่ทำการตรวจสอบ

ตารางที่ 2-3 ตัวอย่างใบตรวจสอบ

วันที่ 1/11/46	ชื่อชิ้นงาน เหล็กเพลท		สายการผลิตที่ A
การตรวจสอบแบบ	100%		
ประเภทสิ่งบกพร่อง	กะเช้า	กะบ่าย	กะดึก
1. ไม่ได้ขนาด	//	///	//
2. มีรอยขีดข่วน	//////	//////	//////
3. ความเรียบ	///	///	///
4. อื่นๆ	///	/	//
ผู้ตรวจ	/...../.....	ผู้ทบทวน	/...../.....

ตารางที่ 2-4 ตัวอย่างใบตรวจสอบแบบหลายแผนก

วันที่ 1/11/46	ชื่อชิ้นงาน เหล็กเพลท		ตรวจ 100%
สายการผลิต	กะงาน		
	เช้า	บ่าย	ดึก
A	● ● △△△△ △△△△☆☆ ☆☆□□□	● ● ● △△△ △△△△☆☆ ☆☆□□□	● ● △△△△ △△☆☆☆☆□ □
B	● △△△△☆ ☆☆□□□	● ● △△△△ ☆☆☆□□	● ● △△△△ ☆☆☆□□□
● = ขนาด	△ = รอยขีดข่วน	☆ = ความเรียบ	□ = อื่น ๆ
ผู้ตรวจ	/...../.....		ผู้ทบทวน/...../.....

ตารางที่ 2-5 ตัวอย่างใบตรวจสอบของการทำงาน

วันที่ 1/11/46	ชื่องาน คำร้องเรียนของลูกค้า		แผนก ตลาด	
ประเภทสิ่งบกพร่อง	สป 1	สป 2	สป 3	สป 4
1. ส่งสินค้าล่าช้ากว่ากำหนด	//////	////////	//////	////////
2. สินค้าไม่ตรงรายการในใบส่งของ	//	/	/	/
3. สินค้าเสียหายจากการส่ง	///	//	//	//
4. สินค้ามีตำหนิ	/	/		/
5. อื่นๆ		/		/
ผู้ตรวจ	/...../...		ผู้ทบทวน/...../.....	

2.2.5 ฮิสโตแกรม Histogram

ฮิสโตแกรม Histogram เป็นลักษณะ กราฟ แท่งที่แสดงการแจกแจงของความถี่แปร และ สิ่งปกติว่ามีการกระจายตัวเป็นลักษณะใด เช่นการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

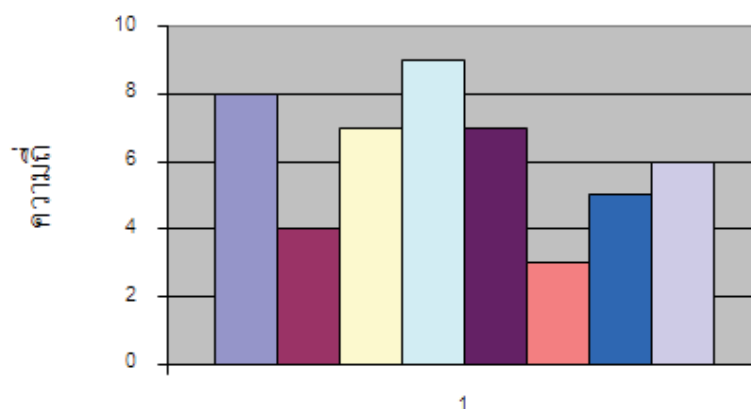
ประโยชน์ของการใช้ฮิสโตแกรม เพื่อวิเคราะห์หาความถี่แปร สาเหตุและสิ่งผิดปกติของการดำเนินการต่างๆ สิ่งปกติจากผลิตภัณฑ์ รวมทั้ง วิเคราะห์เพื่อคุณลักษณะธรรมชาติของข้อมูล

การสร้าง ฮิสโตแกรม

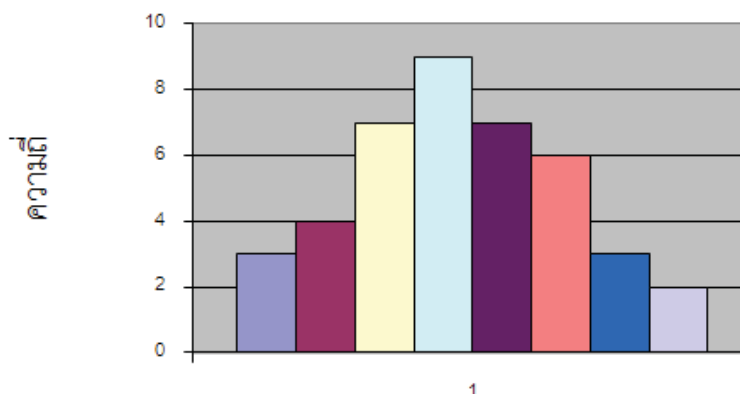
- นำข้อมูลดิบที่ได้มาเรียงลำดับข้อมูล
- คำนวณหา ชั้นข้อมูล
- แบ่งข้อมูลตามชั้น
- แบ่งช่วงกราฟตามชั้นข้อมูล
- สร้างกราฟตามข้อมูล

การตีความหมายฮิสโตแกรม

การกระจายตัวข้อมูล ในรูปทรงการกระจายตัวในภาพที่ 2-6 เป็นรูปทรงลักษณะหัวหัก แสดงว่ากระบวนการทำที่ไม่ได้มาตรฐาน



ภาพที่ 2-6 ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายของความถี่ของข้อมูลรูปหัวหัก



ภาพที่ 2-7 ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายของความกว้างของข้อมูล แบบระฆังคว่ำ

ส่วนภาพที่ 2-7 รูปทรงในการกระจายตัวจะเป็นรูปทรงระฆังคว่ำ กล่าวคือข้อมูลจะมีความปกติของข้อมูล มีค่าค่าหนึ่งอยู่ตรงกลางและมีการกระจายตัวอย่างเป็นสมมาตรซ้ายขวา เนื่องจากความผันแปรอย่างเป็นธรรมชาติ

2.2.6 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือสำคัญในการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ การสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพส่วนประกอบที่สำคัญ ก็คือค่ากลางของข้อมูล การกระจายของข้อมูล และขอบเขตที่กำหนดขึ้นเพื่อเป็นมาตรฐานสินค้า ซึ่งการสร้างมาตรฐานนี้ต้องมาจากการกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐาน คนต้องสมบูรณ์พร้อมต่อความรับผิดชอบต่องานสูง เครื่องจักรต้องพร้อมที่จะทำงานได้ จึงจะทำให้กระบวนการผลิตสมบูรณ์ไม่มีหน่วยหนึ่งหน่วยใดตกอยู่นอกเหนือเขตควบคุมคุณภาพ แต่ในทางปฏิบัติแล้วไม่มีส่วนหนึ่งส่วนใดมีความเสถียรตลอดเวลา โดยจะแปรเปลี่ยนไปตามสภาพของคน เครื่องจักร วัตถุดิบ หากมีส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ได้มาตรฐานจะทำให้สินค้าที่ผลิตมาไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดผู้ผลิตต้องแก้ไขส่วนนั้นให้ได้มาตรฐานขึ้น จึงทำให้สินค้าที่ผลิตขึ้นหยุดอยู่ในตลาดได้อย่างสมบูรณ์ แผนภูมิควบคุมจะเป็นการเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหาในกระบวนการได้ทันทั่วทั้งที่หากได้นำแผนภูมิควบคุมที่พัฒนามาอย่างถูกต้อง แผนภูมิควบคุมแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ แผนภูมิแปรผัน (Variable Control Chart) ซึ่งได้แก่ $\bar{X}$ chart , R-Chart และ $\bar{X}-R$ Chart แผนภูมิประเภทที่ 2 เป็นแผนภูมิใช้วัดข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการตรวจนับ เรียกว่า Attribute Control Chart ประกอบด้วย แผนภูมิที่ใช้ตรวจสอบจำนวนของเสีย P-Chart ซึ่งใช้กับขนาดตัวอย่างคงที่ และ Pn Chart ที่ใช้กับขนาดตัวอย่างไม่คงที่ นอกจากนี้ยังมีแผนภูมิจำนวนข้อตำหนิซึ่งอาจมีด้านที่เป็นมาตรฐานในการตรวจสอบมากกว่าชนิดเช่น C-Chart, U-Chart เป็นต้น

แผนภูมิควบคุมเป็นแผนภูมิกราฟแนวนอนที่ใช้ควบคุมการผลิตลักษณะของแผนภูมิจะเป็นกราฟของสิ่งที่ต้องการควบคุม เขียนเทียบกับเวลาวัตถุประสงค์ของแผนภูมิควบคุมคือ การควบคุมกระบวนการผลิตเพื่อให้รู้ว่า ณ เวลาใดที่มีปัญหาเรื่องคุณภาพ ทั้งนี้เพื่อการแก้ไขปรับปรุง การวิเคราะห์ความเสถียรภาพของแผนภูมิเพื่อการคาดการณ์นี้ นอกจากจะใช้แผนภาพพารेटโต สำหรับข้อมูลที่จำแนกประเภทแล้ว ถ้าหากข้อมูลดังกล่าวมีเพียงประเภทเดียว เช่นค่าใช้จ่ายรวม ค่าแรงคิ่ง น้ำหนักบรรจุ ฯลฯ มีความจำเป็นจะต้องวิเคราะห์ผ่านแผนภูมิควบคุม (Control Chart)

กระบวนการผลิตเพื่อให้กลับสู่สภาพปกติ แผนภูมิควบคุมมีความสำคัญเป็นอย่างมาก และมีลักษณะต่าง ๆ หลายรูปแบบแล้วแต่ลักษณะของการควบคุม

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้แผนภูมิ $\bar{x}$ - R Chart โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

- การเก็บรวบรวมข้อมูล
ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยทั่วไปจะต้องไม่น้อยกว่า 20 กลุ่ม และการเก็บข้อมูลจะแบ่งช่วงเวลาที่ใช้ในการเก็บโดยจะสุ่มเก็บ การเก็บข้อมูลจะเก็บอาทิตย์ละ 5 ไม่
- จัดข้อมูลออกเป็นกลุ่ม
การจัดข้อมูลนั้นจะได้จากการทดสอบจากกลุ่มข้อมูลข้อมูลที่ 1 เป็นของกลุ่มที่ 1 ข้อมูลที่ 2 เป็นของกลุ่มที่ 2 แต่ละกลุ่มจะมีข้อมูลเท่ากันตั้งแต่ 2 - 10 ข้อมูล
- บันทึกข้อมูลในแผ่นบันทึกข้อมูลหรือใบตรวจสอบ
แผนข้อมูลควรออกแบบเพื่อให้การคำนวณค่าของ $\bar{x}$ และ R ในแต่ละกลุ่มย่อยได้ง่าย (n ข้อมูล กลุ่มละ), (k กลุ่มข้อมูล)
- หาค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม

สูตรคำนวณ

$$\bar{x} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum X_i}{n}$$

- หาค่าพิสัยของแต่ละกลุ่ม

สูตรคำนวณ

$$R = X_L - X_S$$

X_L = ข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดในกลุ่ม , X_S = ข้อมูลที่มีค่าน้อยที่สุดในกลุ่ม

- หาค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมดโดยรวมค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มเข้าด้วยกันแล้วหารด้วยจำนวนกลุ่ม

สูตรคำนวณ

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_K}{K} = \frac{\sum \bar{X}_K}{K}$$

- หาค่าเฉลี่ยของพิสัย โดยรวมจำนวนเฉลี่ยทุกกลุ่มหารด้วยจำนวนกลุ่ม

สูตรคำนวณ

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} = \frac{\sum R_K}{k}$$

- คำนวณเส้นพิศักควบคุม

แผนภูมิควบคุม X

$$\text{เส้นควบคุมบน (Upper Control Limit , UCL)} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$\text{เส้นกึ่งกลาง (Center Line , CL)} = \bar{\bar{X}}$$

$$\text{เส้นควบคุมล่าง (Lower Control Limit , LCL)} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

แผนภูมิควบคุม R

$$\text{เส้นควบคุมบน (UCL)} = D_4 \bar{R}$$

$$\text{เส้นกึ่งกลาง (CL)} = \bar{R}$$

$$\text{เส้นควบคุมล่าง (LCL)} = D_4 \bar{R}$$

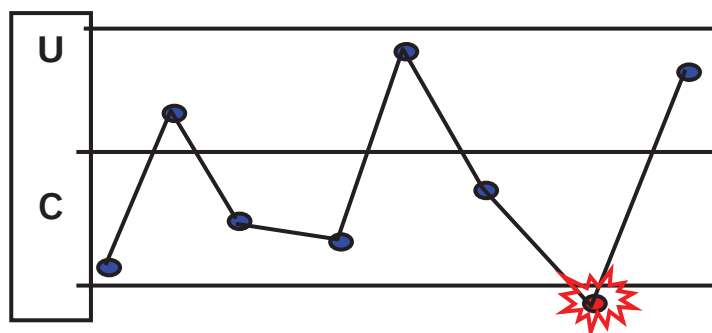
- สร้างแผนภูมิควบคุมโดยใช้กระดาษแบ่งเป็นช่องๆ ที่มีระยะห่างแน่นอน เช่น กระดาษกราฟแนวแกนอนแบ่งเป็นช่องเวลาหรือลำดับ แกนตั้งแบ่งเป็นข้อมูล โดยแผนภูมิ $\bar{X}$ และ R จะแบ่งเป็น 2 แผนภูมิ โดยมาก $\bar{X}$ จะอยู่ข้างบน และ R จะอยู่ข้างล่าง

- นำค่า $\bar{X}$ ไปพล็อตลงในแผนภูมิ $\bar{X}$ และค่า R ไปพล็อตลงในแผนภูมิ R โดยจะพล็อตค่าตั้งแต่ซ้ายก่อนแล้วเลื่อนมาทางขวามือ ตามลำดับ

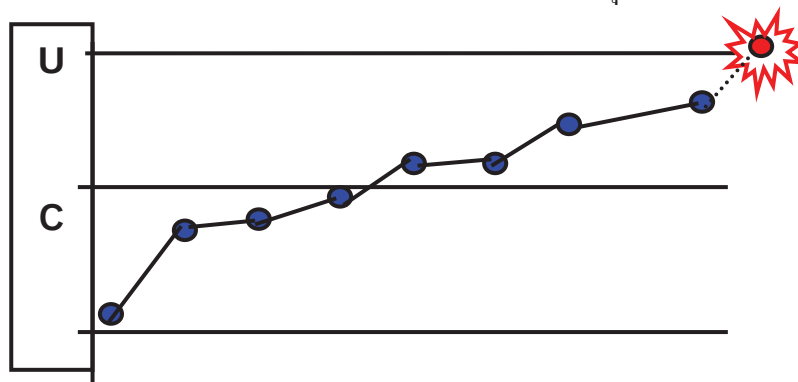
- สูตรคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} *$$

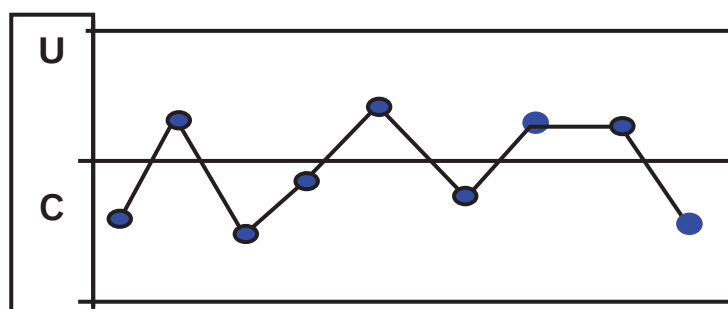
แบบกระจายมากและมีการออกนอกเขตควบคุม



แบบแนวโน้ม อาจทำให้่ออกนอกเขตควบคุมได้



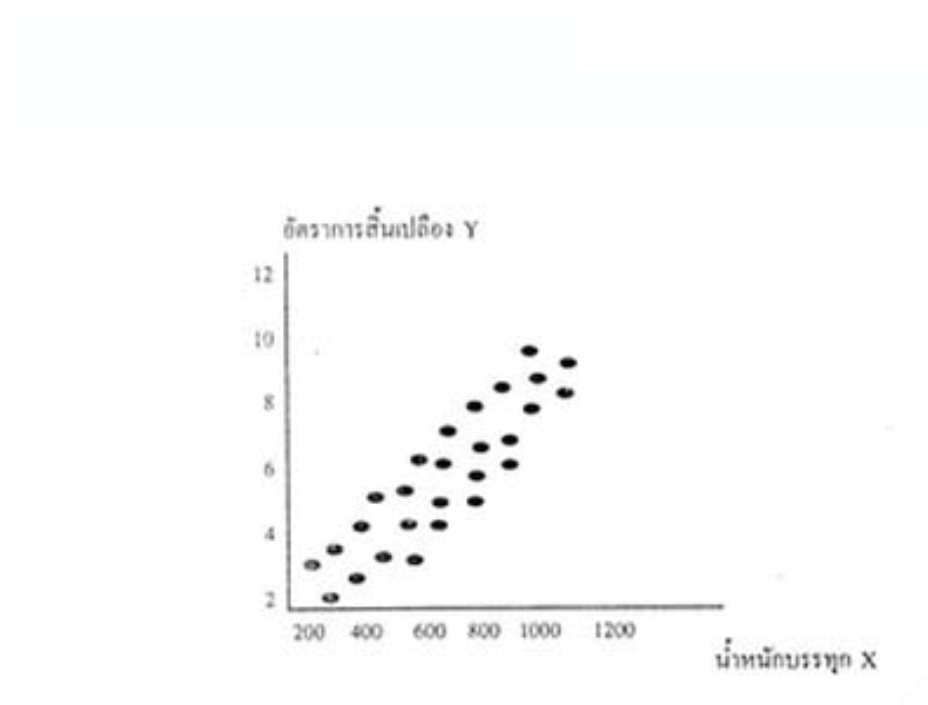
แบบการควบคุมดี ตามอคุมคติ



ภาพที่ 2-8 แผนภูมิควบคุม

2.2.7 แผนภาพกระจาย (Scatter Diagram)

คือ ผังที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ว่ามีแนวโน้มไป



ภาพที่ 2-9 แสดงแผนภาพกระจาย

จะใช้แผนผังการกระจาย

- เมื่อต้องการจะบ่งชี้สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา
- เมื่อต้องการจะตัดสินใจ ว่าผลกระทบ 2 ตัวซึ่งมีความสัมพันธ์กันอยู่ มีปัญหาที่เกิดจาก
- เมื่อต้องการอธิบายความสัมพันธ์ข้างปลา (X) ที่ได้จากการระดมสมอง ว่ามีผลกระทบต่อ
- เมื่อต้องการใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือตัวแปร 2 ตัว ที่เราสนใจศึกษาว่าจะมี

2.3 สถิติเพื่อการควบคุมคุณภาพ

วิธีการทางสถิติเป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ซึ่งทำให้สะดวกในการแปลความหมายข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้แล้ว การดำเนินงานตามระเบียบวิธีทางสถิตินั้นประกอบด้วย 4 ขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection) การนำเสนอ (Presentation) การวิเคราะห์ (Analysis) การแปลความหมาย (Interpretation) ค่าทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพกระบวนการหรือปรับปรุงกระบวนการผลิตที่จะกล่าวถึง คือ มัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม ดัชนีความสามารถของกระบวนการ

2.3.1 ค่ามัชฌิม (Mean) หรือค่าเฉลี่ย (Average)

การวิเคราะห์ค่าแนวโน้มสู่ศูนย์กลางของข้อมูล หมายถึงค่าที่ควรจะเป็นข้อมูล ซึ่งจะสะท้อนให้ทราบถึงผลของปัจจัยที่ได้รับการควบคุมในขณะรวบรวมข้อมูล และหมายความรวมถึงผลจากปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ในกระบวนการ และมักถือค่านี้เป็นสารสนเทศที่ใช้ในการตัดสินใจปัญหาเพื่อการปฏิบัติการแก้ไข ซึ่งอาจวัดเป็นค่า มัชฌิมาน (Median) หรือ ฐานนิยม (Mode) แต่ที่นิยมใช้มากจะเป็นการหาค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ย หมายถึง ค่าที่ได้จากการกำจัดทิ้งหรือการเฉลี่ยออก (Average Out) ผลของตัวแปรที่มี ใ้ได้รับการควบคุม (Uncontrolled Effect) ในขณะรวบรวมข้อมูล (กิตติศักดิ์ พลอยพาณิชย์เจริญ, 2543) โดยข้อมูลที่มีคุณภาพนั้น จะมีความเบี่ยงเบนซึ่งเป็นผลจากตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้เสมอ โดยความเบี่ยงเบนดังกล่าวจะมีลักษณะสมมาตรรอบค่าที่ควรจะเป็น อาทิในการเก็บรวบรวมข้อมูล 5 ตัวจากประชากรชุดหนึ่ง จะได้ข้อมูลคือ

$$\mu - \varepsilon_2, \mu - \varepsilon_1, \mu + \varepsilon_1 \text{ และ } \mu + \varepsilon_2$$

จะสามารถหาค่าที่ควรจะเป็นได้จาก

$$\frac{(\mu - \varepsilon_2) + (\mu - \varepsilon_1) + \mu + (\mu + \varepsilon_1) + (\mu + \varepsilon_2)}{5} = \mu \quad (2-1)$$

โดยทั่วไปค่าเฉลี่ยมักแทนด้วยค่า $\bar{y}$ ดังนั้นรูปแบบทั่วไปขอ $\bar{y}$ คือ

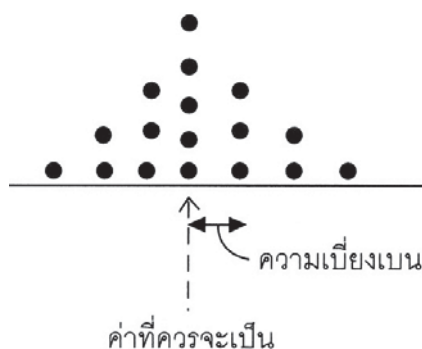
$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (2-2)$$

หากความเบี่ยงเบนในข้อมูลเกิดจากผลของความผันแปรที่ผิดธรรมชาติแล้ว จะทำให้ที่ใดที่ไม่มีสารสนเทศใดๆ ต่อการตัดสินใจทั้งสิ้น ซึ่งค่าเฉลี่ย จะเป็นตัวสถิติที่ใช้วัดค่าแนวโน้มสู่ศูนย์กลางของข้อมูลที่กระจายแบบปกติเท่านั้น กล่าวคือ ข้อมูลต้องมีรูปทรงของรูปแบบข้อมูลค่อนข้างสมมาตรรอบค่าหนึ่ง คือเป็นตัวแทนมีขดเดียว (Unimodel Pattern) นอกจากนี้แล้ว ยังจะต้องเป็นข้อมูลที่รวบรวมมาจากประชากรที่มีขนาดความเบี่ยงเบนคงที่ด้วย (กิตติศักดิ์, 2543)

2.3.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าการกระจายของข้อมูลภายใต้สภาวะควบคุมจะสื่อถึงอิทธิพลของปัจจัยที่มี ใ้ได้รับการควบคุมในขณะรวบรวมข้อมูล ซึ่งหมายถึงผลจากปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้โดยธรรมชาติของกระบวนการ หรือผลของการออกแบบทางวิศวกรรม โดยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นการวัดการกระจายที่ได้จากการแก้ไขเครื่องหมายของส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย ของข้อมูลแต่ละจำนวนจากค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{y} - \bar{y}$) แต่ละค่านำมายกกำลังสองทำให้เครื่องหมายกลายเป็นบวกหมด

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างใช้สัญลักษณ์ S หรือ SD และส่วนเบี่ยงเบนที่ได้จากประชากรใช้สัญลักษณ์ภาษากรีก σ อ่านว่า ซิกมา (Sigma)



ภาพที่ 2-10 แสดงแนวคิดของการคิดค่าเบี่ยงเบน
ที่มา : กิตติศักดิ์ (2543)

$$\text{ความเบี่ยงเบน} = \sum_{i=1}^n (y_i - \text{ค่าที่ควรจะเป็น}) \quad (2-3)$$

จากภาพที่ 2-9 เราจะพบว่า ค่าที่ควรจะเป็นนิยมใช้กันมากคือค่าเฉลี่ย ($\bar{y}$) แต่ในงานวิศวกรรมคุณภาพบางครั้งนิยมใช้เป็นค่าเป้าหมาย (Target)

$$\text{ความเบี่ยงเบน} = \sum_{i=1}^n (y - \bar{y}) \quad (2-4)$$

ด้วยเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีปัญหาเรื่องทางหรือเครื่องหมายบวก ลบเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้ผลรวมในสมการที่ 2-5 จะเป็นศูนย์เสมอ การแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการใส่เครื่องหมายสัมบูรณ์ (Absolute value) จะได้เรียกว่าค่าความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ $\sum_{i=1}^n (|y - \bar{y}|)$ หรือการยกกำลังสอง (Squaring) ค่าความเบี่ยงเบนกำลังสองนี้เรียกว่า “ผลรวมกำลังสอง (sum of square; SS) โดย

$$\text{ผลรวมกำลังสอง} = \sum_{i=1}^n (y - \bar{y})^2 \quad (2-5)$$

ซึ่งหากนำสิ่งตัวอย่างไปอนุมานประชากรแล้วค่าที่ควรจะเป็นก็จะหมายถึงค่าที่ควรจะเป็นของประชากร (μ) ดังนั้น

$$SS = \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2 \quad (2-6)$$

แต่โดยที่ μ เป็นค่าคงที่ที่ไม่ทราบค่า จึงต้องประมาณค่าด้วยค่าเฉลี่ยจากสิ่งตัวอย่าง ($\bar{y}$) ซึ่งจะทำให้สูญเสียความอิสระของของตัวแปรสุ่มในการประมาณค่าไปเท่ากับ 1 ตัว ดังนั้นจึงสามารถนิยามสถิติสำหรับวัดค่าการกระจายต่อหน่วยในประชากรคือ

$$\text{ความแปรปรวน(Variance)} = \frac{\text{ผลรวมกำลังสอง(SS)}}{\text{องศาแห่งความอิสระ(df)}} \quad (2-7)$$

$$\text{ความแปรปรวน}(S^2) = \frac{\sum_{i=1}^n (y - \bar{y})^2}{n - 1} \quad (2-8)$$

ค่าที่ได้จากสมการที่ 2.8 จะมากกว่าความเป็นจริงเนื่องมาจากการยกกำลังสองของค่าความเบี่ยงเบน จึงสามารถหาค่าเบี่ยงเบนที่แท้จริงด้วยการถอดรากที่สองของค่าความแปรปรวนดังกล่าว เรียกค่านี้ว่า “ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน” (Standard Deviation) แทนด้วย S ซึ่งจะเป็นค่าที่ใช้อนุมานความเบี่ยงเบนของประชากร (σ)

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y - \bar{y})^2}{n - 1}} \quad (2-9)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2}{N}} \quad (2-10)$$

2.3.3 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม

ในการทดสอบประชากรให้ μ เป็นค่าเฉลี่ยของประชากร โดยที่ $\bar{x}$ เป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง โดยที่ $\bar{x}$ เป็นตัวประมาณการของ μ เราจะสามารถมีความมั่นใจได้ $(1 - \alpha)100\%$ ว่าค่าความผิดพลาดจะไม่เกินค่าที่กำหนด e ซึ่งกรณีจำนวนตัวอย่างมากกว่า 30 ตัวอย่างสามารถประมาณค่าความผิดพลาด e ที่สัมพันธ์กับจำนวนตัวอย่าง n ได้ดังนี้

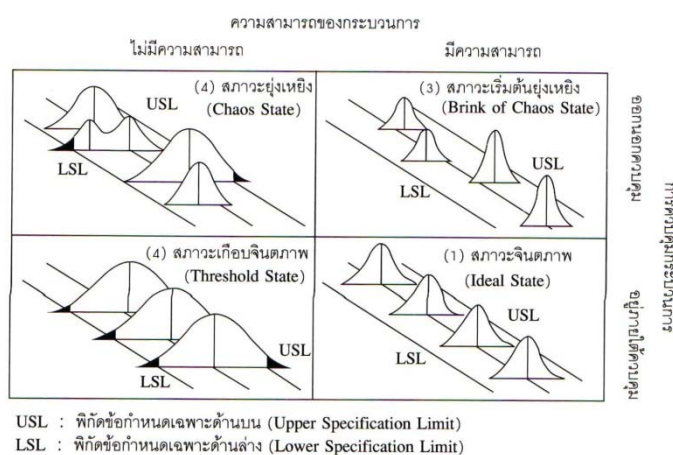
$$e = |\bar{X} - \mu| \leq \left| Z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right| \quad (2-11)$$

$$n = \left[\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{e} \right]^2 \quad (2-12)$$

2.3.4 ดัชนีแสดงความสามารถ (Capability Index)

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการควบคุมกระบวนการ ซึ่งจะพบว่ากระบวนการใดที่จะได้รับการจำแนกออกเป็น 4 สภาวะ ประกอบด้วย สภาวะจินตภาพ (Ideal state) และสภาวะเกือบจินตภาพ (threshold state) ซึ่งเป็นสภาวะที่กระบวนการมีเสถียรภาพ (Stable) ที่สามารถคาดการณ์ได้ แต่แตกต่างกันตรงที่สภาวะจินตภาพนั้นกระบวนการมีความสามารถในขณะที่สภาวะเกือบจินตภาพนั้นกระบวนการจะไม่มีความสามารถต่อข้อกำหนดเฉพาะ นอกจากนั้นแล้ว ยังประกอบด้วยสภาวะเริ่มต้นยุ่งเหยิง (Brink of chaos state) และสภาวะยุ่งเหยิง (Chaos state) ซึ่งเป็นสภาวะที่กระบวนการไม่มีเสถียรภาพ ทำให้ไม่สามารถคาดการณ์ได้ทั้ง 2 สภาวะ แต่แตกต่างกันตรงที่สภาวะเริ่มต้นยุ่งเหยิง ความผันแปรของกระบวนการยังอยู่ภายใต้ความผันแปรที่ยอมรับให้เกิดหรืออยู่ในพิสัยของสเปก ในขณะที่สภาวะยุ่งเหยิง จะมีความผันแปรของกระบวนการอยู่นอกพิสัยของสเปก ดังแสดงในภาพที่ 2-11

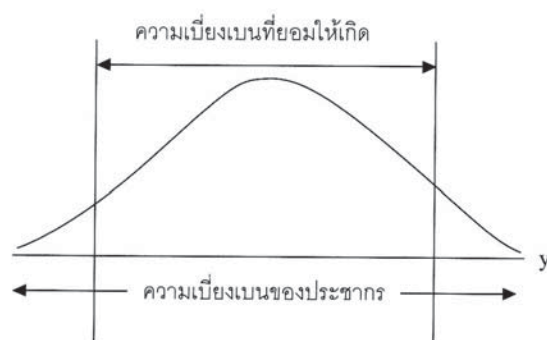
การตัดสินใจเกี่ยวกับประชากรในงานวิศวกรรมนั้นมักจะคำนึงถึงค่าความเบี่ยงเบนของประชากรว่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้หรือไม่ เพราะถ้าหากขนาดของความเบี่ยงเบนไม่ว่าจะมากหรือน้อยเพียงไรก็ตามอยู่นอกขอบเขตที่ยอมรับแล้ว จะจำเป็นต้องดำเนินการแก้ไขทันที โดยสถิติที่ใช้เป็นตัววัดความเบี่ยงเบนของข้อมูลประชากรเมื่อเทียบกับขนาดของความเบี่ยงเบนที่ยอมรับให้เกิดขึ้นแล้ว เรียกว่า “ดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Index)” หรือ C_p โดยนิยามได้ว่า



ภาพที่ 2-11 สภาวะของกระบวนการ

ที่มา : กิตติศักดิ์ (2544)

$$C_p = \frac{\text{ความเบี่ยงเบนที่ยอมให้เกิด}}{\text{ความเบี่ยงเบนของประชากร}} \quad (2-13)$$



ภาพที่ 2-12 แสดงแนวคิดของการวัดการกระจายด้วยดัชนี C_p
ที่มา : กิตติศักดิ์ (2543)

โดยทั่วไปงานวิศวกรรมการผลิต มักจะนิยามความเบี่ยงเบนที่ยอมให้เกิดในรูปของขนาดความคลาดเคลื่อนอนุโลม (Tolerance) ของข้อกำหนดเฉพาะ (Specification) และนิยามความเบี่ยงเบนของประชากรในรูป 6 เท่าของขนาดความเบี่ยงเบนมาตรฐานของสิ่งตัวอย่าง จึงสามารถนิยามสมการ 2.14 ได้เป็น

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6SD} \quad (2-14)$$

โดยที่

C_p	คือ	ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability)
USL	คือ	ขีดจำกัดบน (Upper Specific Limit)
LSL	คือ	ขีดจำกัดล่าง (Lower Specific Limit)
SD	คือ	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ประมาณเท่ากับ σ)

ค่า C_p ที่ได้เป็นการเปรียบเทียบระหว่างความกว้างของข้อกำหนด ($USL - LSL$) กับความกว้างของสีสโตแกรมของกระบวนการผลิต ($6SD$) ดังนั้นหากความกว้างของข้อกำหนดยิ่งมากกว่า

ความกว้างของฮิสโตแกรมของกระบวนการผลิตเท่าไรค่า C_p ก็จะยิ่งมากขึ้นและโอกาสที่จะเกิดของเสียก็จะยิ่งน้อยลง สำหรับกรณีข้อกำหนดเฉพาะมีพิสัยความคลาดเคลื่อนอนุโลมเพียงด้านเดียว จะพิจารณาการกระจายของกระบวนการเพียงครั้งหนึ่งคือ (3σ) กับระยะระหว่างค่าเซตตั้งของกระบวนการ (X) และพิสัยความคลาดเคลื่อนอนุโลมดังสมการ 2-17 และ 2-18

กรณีคำนึงพิสัยข้อกำหนดเฉพาะด้านบน

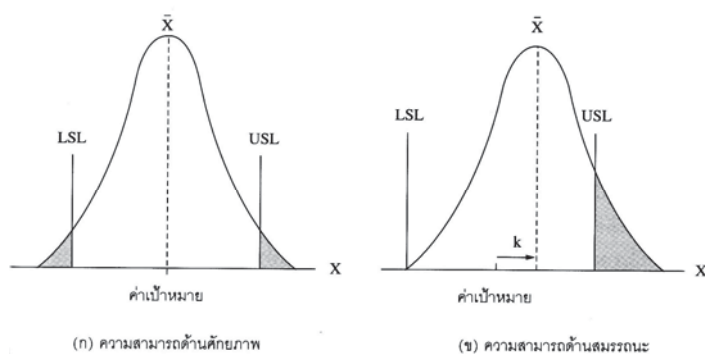
$$C_p = \frac{USL - LSL}{3SD} \quad (2-17)$$

กรณีคำนึงถึงพิสัยข้อกำหนดเฉพาะด้านล่าง

$$C_p = \frac{\bar{X} - LSL}{3SD} \quad (2-18)$$

กระบวนการ (Process) คือ องค์ประกอบที่แน่นอนประการหนึ่งของเครื่องจักร อุปกรณ์ วิธีการ วัตถุดิบ และพนักงานที่ก่อให้เกิดการผลิต ส่วนความสามารถ (Capability) คือ ความสามารถที่ขึ้นอยู่กับสมรรถนะที่ได้รับการทดสอบเพื่อให้บรรลุผลลัพธ์ที่สามารถวัดได้ ดังนั้น ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) จึงหมายถึง ความผันแปรโดยธรรมชาติที่ได้รับการวัดของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการศึกษา (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชย์เจริญ, 2544) แสดงดังภาพที่ 2-13

การพิจารณาปรับปรุงกระบวนการนั้นมักจะประเมินจากดัชนีความสามารถของกระบวนการ ซึ่งการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการนี้จะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขหรือข้อกำหนดที่ว่าจะพิจารณาค่าเซตตั้งของกระบวนการหรือไม่ ในกรณีที่กำหนดให้ค่าเซตตั้งของกระบวนการหรือค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ในตำแหน่งค่าเป้าหมาย จะเรียกค่าความสามารถของกระบวนการนี้เฉพาะเจาะจงว่า ความสามารถด้านศักยภาพ (Process Potential capability) แต่ถ้าหากการศึกษาให้ความสนใจถึงค่าเซตตั้งที่เป็นจริงของกระบวนการแล้วจะเรียกค่าความสามารถเฉพาะเจาะจงว่า ความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ (Process performance capability) ซึ่งกิตติศักดิ์ พลอยพานิชย์เจริญ (2544) ได้สรุปแนวคิดความสามารถของกระบวนการดังภาพที่ 2-14



ภาพที่ 2-13 ความผันแปรสำหรับความสามารถของกระบวนการ
ที่มา : กิตติศักดิ์ (2544)

“ภาพถ่าย”	“ภาพยนตร์”	
C_p, C_R	P_p, P_R	ความสามารถด้านศักยภาพ
C_{pk}, C_{pm}	P_{pk}, P_{pm}	ความสามารถด้านสมรรถนะ
(ST) การศึกษาภายใต้ การควบคุมเชิงสถิติ	(LT) การศึกษาภายใต้ สภาพจริงของกระบวนการ (อาจจะไม่อยู่ภายใต้ การควบคุมเชิงสถิติก็ได้)	

ภาพที่ 2-14 แนวคิดการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ เป็นกลวิธีที่มีความสำคัญมากต่อการประยุกต์เพื่อการปรับปรุงคุณภาพกระบวนการโดยรวม เพราะจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อ โดยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการที่สำคัญที่จะนำมาใช้ประโยชน์ เช่น

- 1) การคาดการณ์ว่ากระบวนการมีความสามารถในการผลิตได้ตามข้อกำหนดเฉพาะได้ดีเพียงใด
- 2) การช่วยเหลือนักออกแบบหรือนักวิจัยพัฒนาในการตัดสินใจเลือกหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการ
- 3) การช่วยกำหนดความถี่ของการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการเฝ้าระวังกระบวนการ

- 4) การกำหนดความต้องการด้านสมรรถนะสำหรับอุปกรณ์ใหม่
- 5) การเลือกผู้ส่งมอบ และควบคุมผู้ส่งมอบ
- 6) การวางแผนลำดับขั้นตอนของกระบวนการผลิตเมื่อมีอิทธิพลร่วม (Interaction effect)
- 7) การลดความผันแปรในกระบวนการผลิต
- 8) การลดต้นทุนคุณภาพ (Cost of Quality) ด้วยการลดต้นทุนด้านข้อบกพร่องด้านคุณภาพอันเนื่องมาจากการลดปริมาณข้อบกพร่องของกระบวนการลง

2.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance: ANOVA

การทดสอบความแปรปรวนนั้น ในกรณีที่มีตัวแปรอิสระ 1 ตัวจะเรียก One – way ANOVA , 2 ตัว เรียก Two –way ANOVA และ ถ้ามีตัวแปรอิสระ 3 ตัว ก็จะเป็นการวิเคราะห์ 3-way ANOVA ซึ่งการวิเคราะห์และการตีความก็จะยากขึ้นตามลำดับ

2.4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One- way ANOVA)

ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

- 1 ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ (ตัวแปรตาม) ต้องมีระดับการวัดตั้งแต่มาตราอันตรภาค (Interval scale) ขึ้นไป
- 2 กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ
- 3 กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มต้องเป็นอิสระจากกัน
- 4 กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมาจากประชากรที่มีความแปรปรวนเท่ากัน

สมมติฐาน

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนนั้น สมมติฐานไร้นัยสำคัญ (Null hypothesis) จะกำหนดให้ค่าเฉลี่ยของประชากรแต่ละกลุ่ม มีค่าเท่ากัน สอบสมมติฐานทางเลือก (Alternative hypothesis) กำหนดให้ว่าจะมีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ ที่แตกต่างกัน เขียนเป็นสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_k$$

$$H_1: \text{มี } \mu \text{ อย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน}$$

(หรือ $H_1: \mu_i \neq \mu_j \text{ เมื่อ } i \neq j$)

ค่าสถิติที่ต้องคำนวณ

สิ่งสำคัญในการวิเคราะห์ความแปรปรวน คือการคำนวณผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (The sum of square) ซึ่งเป็นค่าที่จะนำไปหาค่าความแปรปรวน

1. Total sum of squares (SS_T) หาได้จาก

$$\sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N} \quad \text{หรือ} \quad SS_T = \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X})^2$$

2. Between – groups sum of squares (SS_B)

$$\sum_{j=1}^K \left(\frac{T_j^2}{n_j} \right) - \frac{T^2}{N} \quad \text{หรือ} \quad \sum_{j=1}^K n_j (\bar{X}_j - \bar{X})^2$$

3. Within – group sum of squares (SS_W)

$$\sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \sum_{j=1}^K \left(\frac{T_j^2}{n_j} \right) \quad \text{หรือ} \quad \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X}_j)^2$$

ค่า SS_T หรือ SS_B และ SS_W เมื่อหารด้วยค่าองศาอิสระ (df) ของแต่ละตัวจะหมายถึงความแปรปรวน (Mean of square : MS) โดยมี $df_T = N - 1$, $df_B = K - 1$ และ $df_W = N - K$ เมื่อ N คือจำนวนข้อมูลหรือกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดและ K คือจำนวนกลุ่ม

การคำนวณค่าสถิติ F – test

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ค่าขึ้นไปนั้นจะใช้ F – test สำหรับการทดสอบซึ่งในกรณีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวนี้ ค่า F หาได้จากอัตราส่วนความแปรปรวนโดยหาจากความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (SS_B) หารด้วยความแปรปรวนภายในกลุ่ม (SS_W) ซึ่งมีค่า $df = K - 1$ (degree of freedom for the numerator) และ $df_L = N - K$ (degree of freedom for the denominator) การหาค่า F – test สามารถสรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 2-6 การหาค่า F-test

Source of	SS	df	MS	F
Veariation				
Between groups	SS_B	$K - 1$	$SS_B / K - 1$	MS_B / MS_W
Within groups	SS_W	$N - K$	$SS_W / N - K$	
Total	$SS_B + SS_W$	$N - 1$		

ความหมายของสัญลักษณ์

T_i = ผลรวมของคะแนน n ค่าในแต่ละกลุ่ม

T = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n_j = จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

K = จำนวนกลุ่ม

X_{ij} = ข้อมูลตัวที่ i ในกลุ่ม j

$\bar{X}_j$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่ม j

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยรวม

$\sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2$ = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองทุกค่าในทุกกลุ่ม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมพร พรหมดวง (2544) เป็นงานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแนวเชื่อมเพื่อให้ได้แนวเชื่อมที่มีคุณภาพดี นำมาเป็นมาตรฐานอ้างอิงการทำงานและทำการซ่อมบำรุงรถชุดแร่โดยใช้การออกแบบการทดลองของนายทาคุชิ ซึ่งปัจจัยที่นำมาศึกษาคือ

1. ชนิดกระแสไฟ
2. ปริมาณกระแสไฟอบลวดเชื่อม
3. ปริมาณกระแสไฟอบชิ้นงาน

จากการศึกษา ได้นำมาทำการทดสอบหาคุณภาพทางกลและโครงสร้างทางโลหะวิทยา มีการทดสอบ ค่าต้านแรงดึง ค่าความต้านทานการกระแทก ค่าความแข็ง และดูโครงสร้างทางโลหะวิทยาจากผลการทดลองค่าอัตราซิกแนลทูนอยซ์หรือค่าเฉลี่ยแต่ละระดับของนายทาคุชิ จึงได้เงื่อนไขที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิที่ 1250 °C ปริมาณกระแสไฟที่ 150 แอมป์ ชนิดกระแสไฟสลับ และอบลวดเชื่อมที่ 3000 °C

นิธิศ บริสุทธิ์ (2544) รายงานการวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงการปรับปรุงคุณภาพเพื่อลดความผันแปรของค่า PSA ของหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ ซึ่งพบว่าค่า $C_p = 0.3$ และ $C_{pk} = -0.6$ และจากการศึกษาด้วยวิธีแบบ 2^k Factorial Design พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อ PSA คือ Bond Force (X_A) Clamp Bar (X_B) และ Tip Force (X_C) จากการออกแบบการทดลองด้วยวิธีของ Box-Behnken เพื่อศึกษาถึง Response Surface ทำให้ได้สมการความสัมพันธ์คือ $Y = 0.7525 - 0.02237X_A + 0.0055X_B$

เขาวภา เลหาทวิโชค (2544) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาผิวอลูมิเนียมออกไซด์ในกระบวนการทำโนไดซ์ (Anodized) เพื่อหาความเหมาะสมของกระบวนการ รวมถึงการวิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยที่มีผลต่อความไม่สม่ำเสมอของผิวอลูมิเนียมออกไซด์ โดยขั้นตอนการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการศึกษาปัจจัยภายนอก ได้แก่ ความแตกต่างของวัสดุ และลักษณะรูปร่างชิ้นงาน รวมถึงการศึกษาความไม่สม่ำเสมอของผิวอลูมิเนียมออกไซด์ ส่วนที่สอง เป็นการศึกษาปัจจัยที่จำเป็นต้องควบคุมในกระบวนการทำโนไดซ์ ซึ่งได้แก่ ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า ระยะเวลาในการชุบ ความเข้มข้นของกรดซัลฟูริก และอุณหภูมิในการชุบ ซึ่งได้ทำการทดลองและวิเคราะห์ผลโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง จากผลการทดลองพบว่า วัสดุ และลักษณะรูปร่างชิ้นงานไม่ส่งผลต่อความหนาผิวอลูมิเนียมออกไซด์ สำหรับการศึกษปัจจัยภายในพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความหนาผิวอลูมิเนียมออกไซด์ มากที่สุดคือ ระยะเวลาในการชุบ รองลงมาคือ ความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้า และอุณหภูมิในการชุบ

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

3.1 การดำเนินงานวิจัย

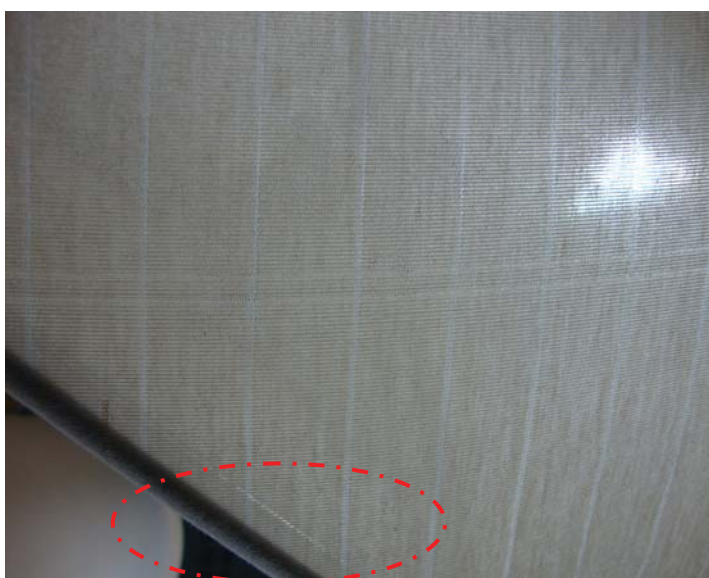
การดำเนินงานวิจัยนี้ มีการประยุกต์ใช้กระบวนการทางสถิติควบคุมคุณภาพของกระบวนการตรวจสอบผ้า เพื่อลดปัญหาตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน โดยการนำเอาหลักการทางสถิติมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพ (SPC) โดยเริ่มจากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวเบื้องต้น โดยมีการตั้งสมมติฐานถึงอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance)

3.2 วิเคราะห์การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE) ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance: One-way ANOVA)

3.3 วิเคราะห์ด้วยเทคนิคเชิงสถิติ z-test เพื่อพิสูจน์ถึงความถูกต้อง (Confirmation)

จากปัญหาสำคัญที่ทำให้ผ้าเกิดรอยตำหนิ คือ ผ้าทอมีเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ตำหนิผ้าทอที่เกิดจากเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน

3.2 วิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้น

จากการวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวเบื้องต้น โดยการระดมสมอง (Brainstorming) กับทีมงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานจริงในโรงงาน มีข้อสังเกตร่วมกันว่าก่อนที่จะนำเส้นด้ายที่สั่งเข้ามาจากผู้ส่งวัตถุดิบ (Supplier) มาใช้งานในกระบวนการทอผ้า จะมีการนำเอาเส้นด้ายมาทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง USTER เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับความยาวขนเส้นด้ายกับข้อกำหนด คือ ความยาวขนเส้นด้ายในการทอผ้า จะต้องอยู่ในช่วง 5.00-8.00 μm โดยทีมงานมีการตั้งสมมติฐานร่วมกันว่าข้อกำหนดดังกล่าวน่าจะมีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) ดังนั้น จึงมีการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE) เพื่อพิสูจน์สมมติฐานเกี่ยวกับความยาวของเส้นด้ายมีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) หรือไม่ ด้วยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance : One-way ANOVA) จากการตั้งสมมติฐานถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน จึงได้แบ่งกลุ่มเพื่อทำการทดสอบเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริง จึงได้แบ่งกลุ่มการทดลองเป็น 3 กลุ่มคือ G1, G2 และ G3 ซึ่งแต่ละกลุ่ม โดยแบ่งช่วงความยาวขนเส้นด้ายออกเป็นช่วงเท่าๆ กัน คือ กลุ่มละ 1 μm โดยมีการกำหนดรายละเอียดของพารามิเตอร์ความยาวขนเส้นด้าย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 3-1 พารามิเตอร์ความยาวขนเส้นด้าย

ประเภทกลุ่ม (Group)	ความยาวขนเส้นด้าย (Length)
กลุ่มที่ 1 (G1)	5.00-6.00 μm
กลุ่มที่ 2 (G2)	6.01-7.00 μm
กลุ่มที่ 3 (G3)	7.01-8.00 μm

3.3 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance: One-way ANOVA)

การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และสร้างกราฟ Box Plot เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance)

3.4 วิเคราะห์ด้วยเทคนิคเชิงสถิติ z-test เพื่อพิสูจน์ถึงความถูกต้อง (Confirmation)

หลังจากใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) ได้แล้ว จากนั้นจะทำการทดสอบโดยการนำค่าของกลุ่มที่มีผลต่อการเกิดตำหนิน้อยที่สุด มาทำการพิสูจน์ถึงความถูกต้อง (Confirmation) ด้วยการนำมาทดสอบใช้ในกระบวนการทอผ้าจริง โดยใช้จำนวนการทดสอบการทอผ้า 30 ครั้ง จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเชิงสถิติด้วยวิธีทดสอบแบบ z-test

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการวิเคราะห์ปัญหาลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน เนื่องจากความยาวของเส้นด้ายช่วงความยาวของเส้นด้ายในการทอผ้า 5.00-8.00 μm มีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) ดังนั้น จึงมีการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE) เพื่อพิสูจน์สมมติฐานเกี่ยวกับความยาวของเส้นด้ายมีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน ด้วยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance: One-way ANOVA) โดยมีการกำหนดรายละเอียดของพารามิเตอร์ความยาวของเส้นด้ายออกเป็น 3 กลุ่ม โดยแบ่งให้อยู่ในช่วงที่เท่าๆ กัน แสดงดังตารางที่ 4-1

4.1 การดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 4-1 การแบ่งกลุ่มพารามิเตอร์ความยาวของเส้นด้าย

ประเภทกลุ่ม (Group)	ความยาวของเส้นด้าย (Length)
กลุ่มที่ 1 (G1)	5.00-6.00 μm
กลุ่มที่ 2 (G2)	6.01-7.00 μm
กลุ่มที่ 3 (G3)	7.01-8.00 μm

ผลการวิเคราะห์ด้วยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ดังแสดงในตารางที่ 4-2 พบว่า ความยาวของเส้นด้ายทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างกันต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

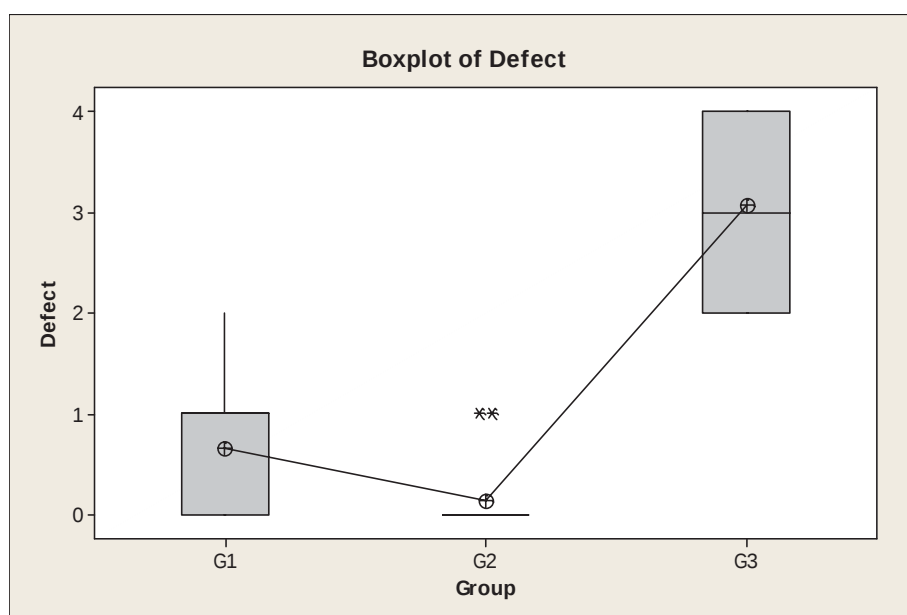
ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ One-way ANOVA

One-way ANOVA: Defect versus Group

Source	DF	SS	MS	F	P
Group	2	73.244	36.622	96.13	0.000
Error	42	16.000	0.381		
Total	44	89.244			

S = 0.6172 R-Sq = 82.07% R-Sq(adj) = 81.22%

เมื่อทำการพิจารณากราฟ Box Plot ดังแสดงในภาพที่ 3 พบว่า กลุ่มที่ 2 (G2) มีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยไม่เท่ากัน (Un-balance) น้อยที่สุด รองลงมาจะเป็น กลุ่มที่ 1 (G1) และกลุ่มที่ 3 (G3) ตามลำดับ นั้นหมายความว่า ความยาวขนเส้นด้ายในช่วงกลุ่มที่ 2 (G2) คือ 6.01-7.00 μm นั้น มีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยไม่เท่ากัน (Un-balance) น้อยที่สุด



ภาพที่ 4-1 กราฟ Box Plot

จากนั้นนำเอาค่าในช่วงกลุ่มที่ 2 (G2) คือ 6.01-7.00 μm มาพิสูจน์ถึงความถูกต้อง (Confirmation) ด้วยการนำมาทดสอบใช้ในกระบวนการทอผ้าจริง โดยใช้จำนวนการทดสอบการทอผ้า 30 ครั้ง แล้วทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเชิงสถิติ z-test ดังแสดงในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ z-test

One-Sample Z: Defect

The assumed standard deviation = 0.05

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean
Defect	30	0.10000	0.30513	0.00913

4.2 การวิเคราะห์ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ z-test จากการทดลอง โดยใช้จำนวนการทดสอบการทอผ้า 30 ครั้ง พบว่า ค่าเฉลี่ย (Mean) การเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) = 0.1 ด้วยค่าความเชื่อมั่นที่ 95% กล่าวคือ โอกาสเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) เกือบเป็นศูนย์นั่นเอง

สรุปได้ ในช่วงกลุ่มที่ 2 (G2) คือ 6.01-7.00 μm มีโอกาสเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากันน้อยที่สุดจาก 3 กลุ่ม

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

โครงสร้างของอุตสาหกรรมสิ่งทอในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 5 อุตสาหกรรมใหญ่ๆ คือ อุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์ อุตสาหกรรมปั่นด้าย อุตสาหกรรมทอผ้าและดักผ้า อุตสาหกรรมฟอกย้อม พิมพ์ และตกแต่งสำเร็จ และอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม

ในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม ปัญหาสำคัญที่พบในโรงงานตัวอย่างนี้ คือ ผ้าทอเกิดตำหนิ จากการนำเอาข้อมูลในเดือนสิงหาคม 2553 เกี่ยวกับปริมาณรอยตำหนิที่เกิดขึ้น พบว่า ผ้าทอมีเส้นใยไม่เท่ากัน (Un-balance) มีปริมาณมากที่สุด จากการวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวเบื้องต้น ตั้งสมมติฐานว่า ความยาวขนเส้นด้ายในช่วง 5.00-8.00 μm มีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยไม่เท่ากัน โดยการนำเอาหลักการทางสถิติมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพ (Statistical Process Control: SPC) จึงมีการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE) ด้วยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance: One-way ANOVA) โดยมีการกำหนดรายละเอียดของพารามิเตอร์ความยาวขนเส้นด้าย โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 การแบ่งกลุ่มเพื่อทำการทดสอบพารามิเตอร์ความยาวขนเส้นด้าย

ประเภทกลุ่ม (Group)	ความยาวขนเส้นด้าย (Length)
กลุ่มที่ 1 (G1)	5.00-6.00 μm
กลุ่มที่ 2 (G2)	6.01-7.00 μm
กลุ่มที่ 3 (G3)	7.01-8.00 μm

จากผลการวิเคราะห์สรุปว่า กลุ่มที่ 2 (G2) มีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยไม่เท่ากัน (Un-balance) น้อยที่สุด รองลงมาจะเป็น กลุ่มที่ 1 (G1) และกลุ่มที่ 3 (G3) ตามลำดับ นั้นหมายความว่า ความยาวขนเส้นด้ายในช่วงกลุ่มที่ 2 (G2) คือ 6.01-7.00 μm นั้น มีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยไม่เท่ากัน (Un-balance) น้อยที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยนี้ ได้นำหลักการทางสถิติมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพ (Statistical Process Control: SPC) ร่วมด้วยการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE) โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance: One-way ANOVA) ซึ่งเทคนิคดังกล่าวนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้เช่นกัน และควรมีการออกแบบการทดลองอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล หรือการเปรียบเทียบความแปรปรวนแบบอื่นๆ เช่น การเปรียบเทียบแบบพหุคูณ (Multiple comparison) เพื่อให้การทดลองมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- ทรงพล พิเศษฐ์วัฒนา. 2541. “การประยุกต์การออกแบบการทดลองในการปรับปรุงคุณภาพของแรงดึงหัวอ่านเขียนข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปริญญา ศรีสัตยกุล. 2546. “การออกแบบและวิเคราะห์การทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการพิมพ์ตะกั่วบัดกรีพร้อมหลอมละลายเคลือบแผ่นวงจร”. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และพงษ์ชนัน เหลืองไพบูลย์. 2551. “การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง”. สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด.
- อเนกพงศ์ สุขมี. 2546 “การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการบัดกรีแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยกระบวนการใช้คลื่นน้ำโลหะเหลวโดยวิธีการออกแบบการทดลอง”. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Douglas C. Montgomery. 2001. “Design and Analysis of Experiments”. 5th ed. United States of America. John Wiley & Sons.
- Minitab Inc. 2000. “User’s Guide 2 : Data Analysis and Quality Tools”. United States of America.

การประยุกต์ใช้กระบวนการทางสถิติควบคุมคุณภาพของกระบวนการตรวจสอบผ้า

Application of SPC for Quality Control on Cloth Inspection

(C5320006)

รัชชัย ว่องไวยิ่งเจริญ¹ ดลธรรม เอพกานนท์¹ ณัฐพล มีแก้ว¹ ประนาท เรียรฐิติพฤติ²

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ekkachai.r@rmutk.ac.th

²บริษัท เครื่องนุ่งห่มสำเร็จรูป จำกัด

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยการประยุกต์ใช้กระบวนการทางสถิติควบคุมคุณภาพของกระบวนการตรวจสอบผ้า เพื่อลดปัญหาดำหนึบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน โดยการนำเอาหลักการทางสถิติมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพ (SPC) โดยเริ่มจากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ความยาวขนเส้นด้าย 6.01-7.00 μm มีอิทธิพลต่อการเกิดดำหนึบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากันน้อยที่สุด และเมื่อนำมาใช้ในกระบวนการทอผ้าจริงพบว่า ดำหนึบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากันลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คำสำคัญ: ผ้าทอ, เส้นใยผ้าไม่เท่ากัน

, กระบวนการทางสถิติควบคุมคุณภาพ

, วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

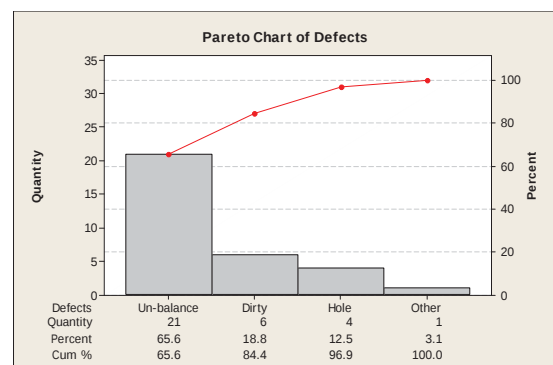
Abstract

The research objective of application of SPC for quality control on cloth inspection was reduced cloth-defecting from string different. The technique was used the statistical process control (SPC). Initially, the result of one-way analysis of variance (One-way ANOVA) was string length 6.01-7.00 μm , which it was minimum effect to weave-cloth defect from un-balance. The result of weave-cloth manufacturing was significant reduced the defect from un-balance at 95% confidence.

Keywords : Weave-Cloth, Un-balance String , Statistical Process Control , One-way Analysis of Variance

1. บทนำ

ในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มมีลักษณะการผลิตที่ต้องอาศัยทักษะความสามารถของพนักงาน (Skill) และพนักงานต้องมีความสามารถในการทำงานมากกว่าหนึ่งงาน เพื่อให้สายการผลิตของอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มมีลักษณะเป็นแบบยืดหยุ่น (Flexible) โดยการผลิตแบบยืดหยุ่นนี้ส่งผลให้ข้อมูลในการผลิตมีความสำคัญในการตัดสินใจในด้านต่างๆ เช่น การตรวจติดตามความคืบหน้าของงานในการผลิต การวางแผนและควบคุมการผลิต (Production planning and control) รวมถึงใช้ในการจัดสมดุลในสายการผลิต (Line balancing) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการผลิต จึงต้องมีการออกแบบระบบเก็บข้อมูลจากการผลิตเพื่อช่วยสนับสนุนกิจกรรมดังกล่าว

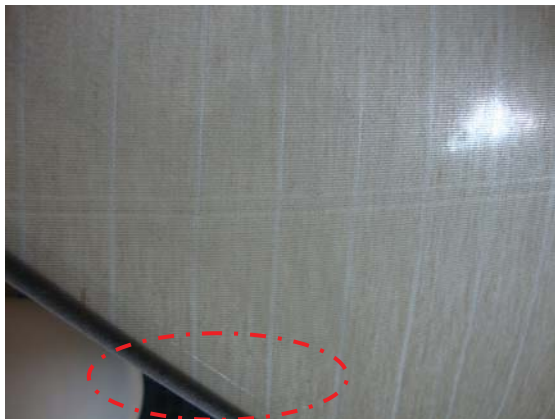


รูปที่ 1 แผนผังพาเรโตเกี่ยวกับปริมาณรอยดำหนึ

ปัญหาสำคัญที่พบในโรงงานตัวอย่างนี้ คือ ผ้าทอเกิดตำหนิ ได้แก่ ผ้าทอมีเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) ผ้าทอเกิดรอยสกปรก (Dirty) และผ้าทอมีรู (Hole) เป็นต้น เมื่อนำเอาข้อมูลในเดือนสิงหาคม 2553 เกี่ยวกับปริมาณรอยตำหนิที่เกิดขึ้นเหล่านี้ มาลำดับความสำคัญโดยใช้แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) ดังแสดงในรูปที่ 1 พบว่า ผ้าทอมีเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) มีปริมาณมากที่สุด

2. การดำเนินงานวิจัย

ปัญหาสำคัญที่ทำให้ผ้าเกิดรอยตำหนิ คือ ผ้าทอมีเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2 นั้น



รูปที่ 2 ตำหนิผ้าทอที่เกิดจากเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน

จากการวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวเบื้องต้นโดยการระดมสมอง (Brainstorming) กับทีมงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานจริงในโรงงาน มีข้อสังเกตร่วมกันว่าก่อนที่จะนำเส้นด้ายที่ส่งเข้ามาจากผู้ส่งวัตถุดิบ (Supplier) มาใช้งานในกระบวนการทอผ้า จะมีการนำเอาเส้นด้ายมาทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง USTER เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับความยาวของเส้นด้ายกับข้อกำหนด คือ ความยาวของเส้นด้ายในการทอผ้า จะต้องอยู่ในช่วง 5.00-8.00 μm โดยทีมงานมีการตั้งสมมติฐานร่วมกันว่าข้อกำหนดดังกล่าวน่าจะมีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) ดังนั้น จึงมีการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE) เพื่อพิสูจน์สมมติฐานเกี่ยวกับ

ความยาวของเส้นด้ายมีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) หรือไม่ ด้วยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance : One-way ANOVA) โดยมีการกำหนดรายละเอียดของพารามิเตอร์ความยาวของเส้นด้าย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ความยาวของเส้นด้าย

ประเภทกลุ่ม (Group)	ความยาวของเส้นด้าย (Length)
กลุ่มที่ 1 (G1)	5.00-6.00 μm
กลุ่มที่ 2 (G2)	6.01-7.00 μm
กลุ่มที่ 3 (G3)	7.01-8.00 μm

ผลการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ความยาวของเส้นด้ายทั้ง 3 กลุ่ม มีความแตกต่างกันต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

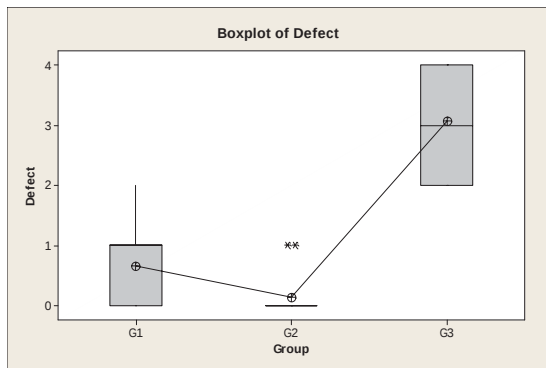
ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ One-way ANOVA

One-way ANOVA: Defect versus Group

Source	DF	SS	MS	F	P
Group	2	73.244	36.622	96.13	0.000
Error	42	16.000	0.381		
Total	44	89.244			

S = 0.6172 R-Sq = 82.07% R-Sq(adj) = 81.22%

เมื่อทำการพิจารณากราฟ Box Plot ดังแสดงในรูปที่ 3 พบว่า กลุ่มที่ 2 (G2) มีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) น้อยที่สุด รองลงมาจะเป็น กลุ่มที่ 1 (G1) และกลุ่มที่ 3 (G3) ตามลำดับ นั่นหมายความว่าความยาวของเส้นด้ายในช่วงกลุ่มที่ 2 (G2) คือ 6.01-7.00 μm นั้น มีอิทธิพลต่อการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) น้อยที่สุด



รูปที่ 3 กราฟ Box Plot

จากนั้นนำเอาค่าในช่วงกลุ่มที่ 2 (G2) คือ 6.01-7.00 μm มาพิสูจน์ถึงความถูกต้อง (Confirmation) ด้วยการนำมาทดสอบใช้ในระบบการทอผ้าจริง โดยใช้จำนวนการทดสอบการทอผ้า 30 ครั้ง แล้วทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเชิงสถิติ z-test ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) = 0.1 กล่าวคือ โอกาสเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) เกือบเป็นศูนย์นั่นเอง

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ z-test

One-Sample Z: Defect

The assumed standard deviation = 0.05

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean
Defect	30	0.10000	0.30513	0.00913

3. สรุปผลการวิจัย

การประยุกต์ใช้กระบวนการทางสถิติควบคุมคุณภาพของกระบวนการตรวจสอบผ้า เพื่อลดปัญหาตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) โดยการนำเอาหลักการทางสถิติมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมคุณภาพ (Statistical Process Control : SPC) ผลการดำเนินงานสามารถลดการเกิดตำหนิบนผ้าทอในลักษณะเส้นใยผ้าไม่เท่ากัน (Un-balance) ได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยการสนับสนุนของทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการอุตสาหกรรมและวิจัยสำหรับปริญญาดุษฎี ประจำปี 2553 และคุณประนาศ เชียรจิตติพจน์ บริษัท เครื่องนุ่งห่มสำเร็จรูป จำกัด ที่ให้ความสะดวกในการทำการวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด ทางผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ทรงพล พิเศษวิวัฒน์. 2541. "การประยุกต์การออกแบบการทดลองในการปรับปรุงคุณภาพของแรงดึงหัวอ่านเขียนข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์." วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปริญญา ศรีสัตยกุล. 2546. "การออกแบบและวิเคราะห์การทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการพิมพ์ตะกั่วบัดกรีพร้อมหลอมละลายเคลือบแผ่นวงจร". วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และพงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์. 2551. "การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง". สำนักพิมพ์ท็อป จำกัด.
- อเนกพงศ์ สุขมี. 2546 "การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการบัดกรีแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยกระบวนการใช้คลื่นน้ำโลหะเหลวโดยวิธีการออกแบบการทดลอง". วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- B-W. Cha and S-J. Na. 2003. "A Study on the Relationship Between Welding Conditions and Residual Stress of Resistance Spot Welded 304-Type Stainless Steels". Journal

of Manufacturing Systems. Korea. Vol.
22/No3: 181-189.

Douglas C. Montgomery. 2001. "Design and
Analysis of Experiments". 5th ed. United
States of America. John Wiley & Sons.

Minitab Inc. 2000. "User's Guide 2 : Data
Analysis and Quality Tools". United States of
America.

สรุปข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะผู้ทรงคุณวุฒิ

โครงการ “การประยุกต์ใช้กระบวนการทางสถิติควบคุมคุณภาพของกระบวนการตรวจสอบผ้า”

ข้อคิดเห็น

1. ควรปรับปรุงวัตถุประสงค์ และสิ่งที่คาดว่าจะได้รับ (หัวข้อ 1.2 และ 1.6) ให้สอดคล้องกัน
/ ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว
2. ควรแก้ไขให้เอกสารเป็นระบบ มีหมายเลขหน้า สอดคล้องกัน
/ ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว
3. ควรเพิ่มเติมข้อมูลว่าใช้เครื่องมือใดในการวัดขนาดความยาวขนเป็น 5.00-6.00 , 6.01-7.00 และ 7.01-8.00 μm และวัดอย่างไร
/ อธิบายไว้หน้า 33 => ทำการตรวจสอบด้วยเครื่อง USTER เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับ
4. ควรเพิ่มบทคัดย่อ สารบัญ สารบัญรูป สารบัญตาราง เอกสารอ้างอิง และบทความสำหรับเผยแพร่
/ ได้ดำเนินการเพิ่มเติม สารบัญ, สารบัญรูป, สารบัญตาราง, บรรณานุกรม และบทความสำหรับ

ข้อเสนอแนะ

1. น่าจะมีข้อสรุปว่าขนของเส้นด้ายที่พบว่า 5-8 μm ทำให้เกิดตำหนิน้อยนั้น จะทำให้เกิดแนวทางการดำเนินงานของโรงงานอย่างเป็นรูปธรรมอย่างไร
/ ขนาดขนของเส้นด้าย 5-8 μm นั้น เป็นข้อกำหนดของโรงงาน