

## บทที่ 5

### การออกแบบวิเคราะห์ปัญหา

#### 5.1 บทนำ

การวิเคราะห์ปัญหาโดยการตัดสินใจซึ่งปราศจากข้อมูลทางสถิติอ้างอิงจะทำให้เกิดความผิดพลาดในกระบวนการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นในขั้นตอนการวิเคราะห์นี้จึงมีความสำคัญอย่างมากที่ต้องอาศัยวิธีการทางสถิติ ซึ่งจะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ คือ การตั้งสมมติฐาน และการทดสอบสมมติฐาน การวิเคราะห์เพื่อค้นหาค่าสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาโดยนำผังแสดงเหตุและผล การวิเคราะห์ของ FMEA โดยเลือกสาเหตุจากการเรียงลำดับจากเหตุที่มีความเป็นไปได้สูงกว่าหรือมีความร้ายแรงมากกว่า เพื่อทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาก่อนตามลำดับไป แต่ทั้งนี้เหตุที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดอาจจะไม่จำเป็นต้องเป็นสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาก็ได้ โดยทั่วไปการวิเคราะห์โดยอาศัยสารสนเทศที่ได้จากการทดลองจะลดโอกาสผิดพลาดได้ การตัดสินใจที่อาศัยหลักการของสถิติวิศวกรรมหรือหลักการอนุมานทางสถิติ โดยการดำเนินการทดลองเพื่อหาข้อมูลสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อเป็นการยืนยันว่าสาเหตุที่สงสัยนั้นคือสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือความบกพร่องด้านคุณภาพ นอกจากนี้เมื่อมีการยืนยันว่าสาเหตุเหล่านั้นมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ก็ยังสามารถสรุปได้ต่อไปว่าสาเหตุดังกล่าวอย่างมีผลกระทบมากน้อยเพียงใด

การแก้ปัญหาด้วยการลองผิดลองถูกโดยไม่ได้ทำการทดลองหรือทดสอบด้วยวิธีการเก็บข้อมูลและพิสูจน์ข้อมูลอย่างถูกต้องเป็นวิธีการที่ไม่ได้ทำการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง ปัญหาเหล่านี้อาจดีขึ้นชั่วคราวแต่ก็กลับเกิดขึ้นอีกภายหลัง นั่นก็หมายความว่าปัญหาไม่ได้มีการแก้ไขอย่างแท้จริง

ในการกำจัดสาเหตุของปัญหานั้น ได้ทำการยึดหลักกำจัดสาเหตุหลัก ๆ ให้หมดก่อนแล้วทำการติดตามผลของปัญหาต่อไป ซึ่งเป็นไปได้ที่ข้อบกพร่องอาจจะหมดไปหรือดีขึ้นจนถึงระดับที่น่าพอใจ ดังนั้นในการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาจึงต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและปัจจัยแวดล้อมของปัญหาให้ได้มากที่สุดเพื่อสามารถยืนยันได้อย่างแน่ชัดว่าสาเหตุเหล่านั้นเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปัญหาคุณภาพหรือไม่

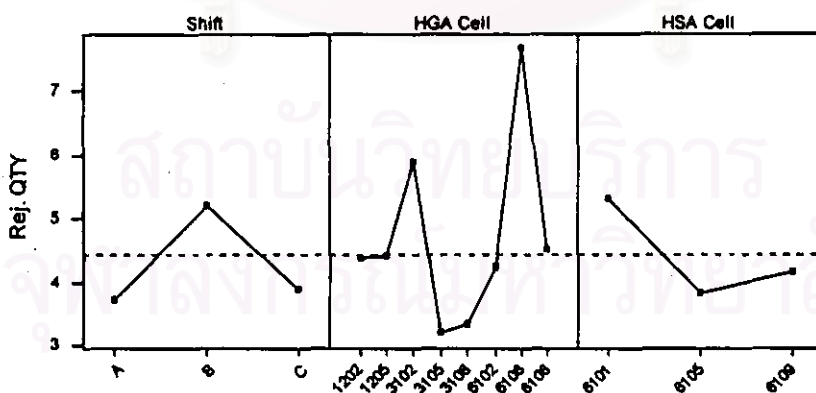
#### 5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและปัจจัยแวดล้อม

### 5.2.1 วิเคราะห์หาการเกิดข้อบกพร่องของปัจจัยหลักสถานที่และพนักงานกะ

ในการวิเคราะห์หาความแตกต่างของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในแต่ละหน่วยการผลิตย่อย เวลาของการผลิต และพนักงานแต่ละกะการผลิตว่ามีความแตกต่างกันของประสิทธิผลการผลิตหรือไม่ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมคือจำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในแต่ละหน่วยการผลิตของ HGA และ HSA รวมทั้งจำนวนข้อบกพร่องที่เกิดจากพนักงานในแต่ละกะการทำงาน ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูลต้องมีจำนวนมากพอเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดจากการตัดสินใจ จากข้อมูลเหล่านั้นสามารถสร้างกราฟแสดงปัจจัยหลัก (Main Effect Plot) เพื่อทำการวิเคราะห์ว่าปัจจัยใดมีผลต่อการเกิดข้อบกพร่อง จากกราฟแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์จะพบว่าข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์มีความแปรปรวนในแต่ละพนักงานในแต่ละกะทำงาน พนักงานในกะ B มีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำกว่ามาตรฐานเนื่องจากมีจำนวนข้อบกพร่องเกินกว่าค่าเฉลี่ยของข้อบกพร่องและเช่นเดียวกันแต่ละสายการผลิต สายการผลิตที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อบกพร่องเกินกว่าเส้นค่าเฉลี่ยมาตรฐานจะต้องทำการเฝ้าดูอย่างใกล้ชิด ผลลัพธ์ที่ได้จากกราฟสามารถช่วยเป็นเครื่องมือให้วิศวกรมุ่งทำการวิเคราะห์และให้ความสนใจเพื่อแก้ไขปัญหาในส่วนของสายการผลิตย่อยที่มีค่าประสิทธิผลต่ำกว่าแนวของเส้นค่ามาตรฐาน (แนวเส้น) แต่อย่างไรก็ตามการเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างที่แท้จริงจะพิสูจน์ในหัวข้อต่อไป

การพลอตกราฟแสดงอิทธิพลจากปัจจัยหลักเนื่องจากสถานที่ พนักงานแต่ละกะ แสดงตัวอย่างของการเฝ้าติดตามกระบวนการผลิตเพื่อสามารถระบุการเปลี่ยนแปลงของอิทธิพลหลักนั้น ๆ

Main Effects Plot - Data Means for Rej. QTY



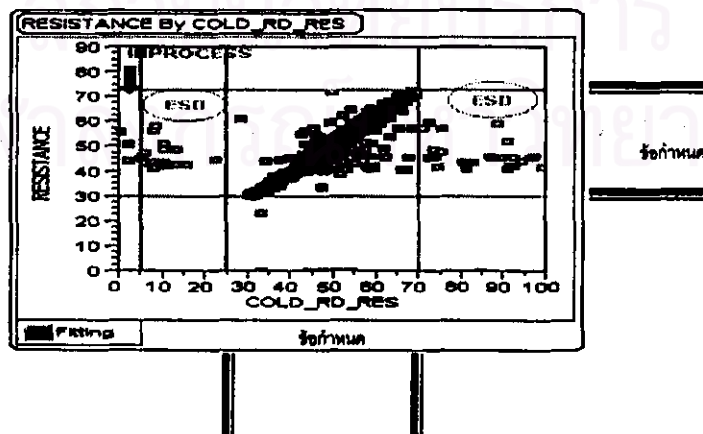
รูปที่ 5.1 กราฟแสดงปัจจัยหลักของข้อบกพร่อง (Main Effect Plot)

## 5.2.2 วิเคราะห์หาลักษณะข้อมูลของข้อบกพร่อง

การเกิดข้อบกพร่องของกระแสไฟฟ้าสถิตย์สามารถศึกษาได้จากข้อมูลของค่าความต้านทานของชิ้นงานเหล่านั้นว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้าค่าความต้านทานมีการเปลี่ยนแปลงเกินข้อกำหนดก็มีความเสี่ยงที่ชิ้นงานมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของ MR ทำให้อ่านค่าความต้านทานได้มากหรือน้อยกว่าข้อกำหนด

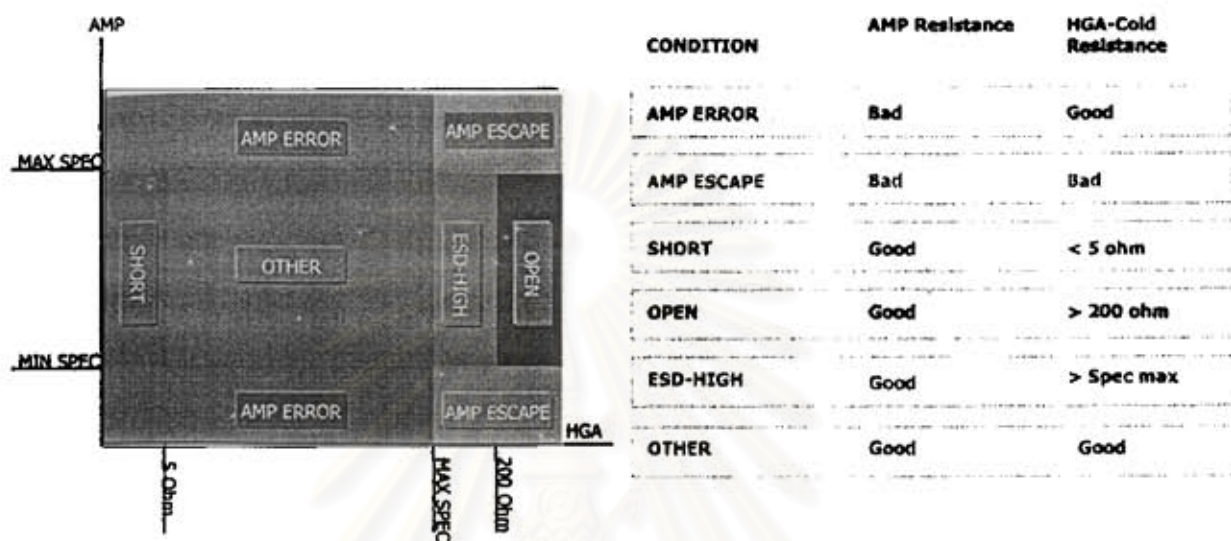
การวิเคราะห์ลักษณะของการเกิดข้อบกพร่องเนื่องจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์กระทำได้อาศัยข้อมูลของค่าความต้านทานของแต่ละชิ้นงานโดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลของค่าความต้านทานก่อนเข้ากระบวนการและเมื่อสิ้นสุดกระบวนการ แล้วทำการวิเคราะห์ค่าความต้านทานเปรียบเทียบกับข้อกำหนดว่ามีการเปลี่ยนแปลงจากข้อกำหนดมากน้อยเพียงใด โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความต้านทานของข้อบกพร่องในกระบวนการและค่าความต้านทานของวัตถุดิบที่มีความสัมพันธ์กันเช่นไร ถ้าค่าความต้านทานมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อผ่านกระบวนการผลิตแสดงว่ามีสาเหตุบางประการในกระบวนการผลิตทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะต้องทำการศึกษาต่อไป นอกจากนั้นการศึกษาค่าความสัมพันธ์ของค่าความต้านทานก่อนและหลังกระบวนการ ยังสามารถบอกรูปปัญหาเนื่องจากวัตถุดิบได้เช่นกัน

การวิเคราะห์ด้วยกราฟความสัมพันธ์ของความต้านทานก่อนและหลังกระบวนการผลิตสามารถระบุการเกิดข้อบกพร่องทางกระแสไฟฟ้าสถิตย์ โดยวิเคราะห์การเกิดความเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานในกระบวนการผลิต กล่าวคือเมื่อค่าความต้านทานที่ได้จากค่าตรวจวัดก่อนเข้ากระบวนการอยู่ในข้อกำหนดของค่าความต้านทานในส่วนของวัตถุดิบ แต่เมื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตและวัดค่าความต้านทานที่สุดท้ายกระบวนการผลิต ถ้าค่าความต้านทานที่วัดได้มีค่าเปลี่ยนแปลงจากค่าความต้านทานก่อนเข้ากระบวนการแสดงว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเนื่องจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์ของหัวอ่านและบันทึก ทำให้การวัดค่าของความต้านทานเปลี่ยนแปลงทั้งทางเพิ่มขึ้นและลดลง ดังแสดงในรูปที่ 5.2



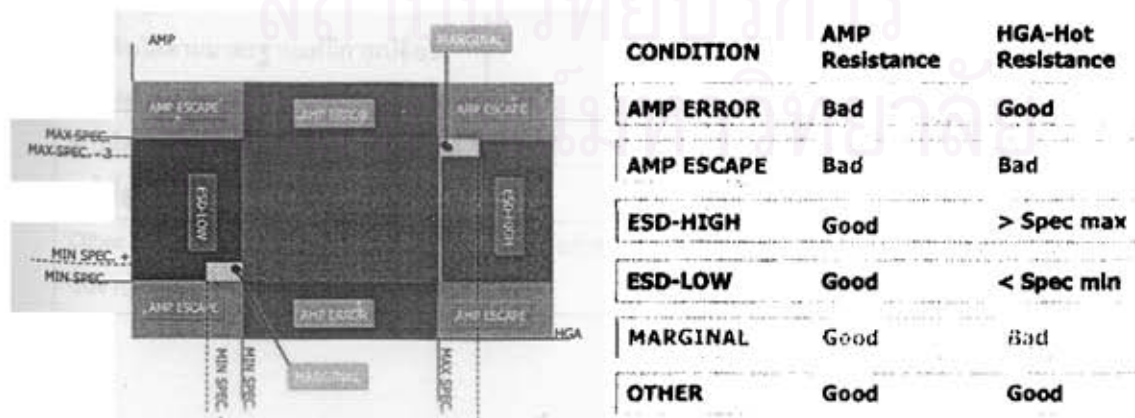
แนวแกน X แสดงค่าความต้านทานในกระบวนการผลิตและ แนวแกน Y แสดงค่าความต้านทานของวัตถุดิบ  
รูปที่ 5.2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของค่าความต้านทานเปรียบเทียบก่อนและหลังกระบวนการผลิต

จากภาพแสดงลักษณะของการเกิดข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์ โดยแนวแกนตั้งแสดงตำแหน่งของค่าความต้านทานของวัสดุขั้ว และแนวแกนนอนแสดงตำแหน่งของค่าความต้านทานกระบวนการผลิต จากแผนภาพแสดงให้เห็นลักษณะและรวมถึงสาเหตุในการเกิดข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.3 แสดงลักษณะของสาเหตุข้อบกพร่องจากการวิเคราะห์ด้วยกราฟความสัมพันธ์

เช่นเดียวกันถ้าต้องการศึกษาว่าจำนวนข้อบกพร่องของกระแสไฟฟ้าสถิตย์ในส่วนที่เกินกว่าข้อกำหนดเพียงเล็กน้อย สามารถวิเคราะห์หาสัดส่วนในกรณีนี้ได้ โดยให้ข้อกำหนดของค่าความต้านทานของวัสดุขั้วลดลงทั้งด้านบนและล่างประมาณ 3 โอห์ม และเพิ่มข้อกำหนดของค่าความต้านทานในกระบวนการผลิตประมาณ 3 โอห์ม ก็สามารถวิเคราะห์เพื่อหาสัดส่วนของข้อบกพร่องในกรณีของข้อบกพร่องขอบริม (Marginal Case) ว่ามีปริมาณเท่าไร เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขข้อกำหนดของวัสดุขั้วต่อไป



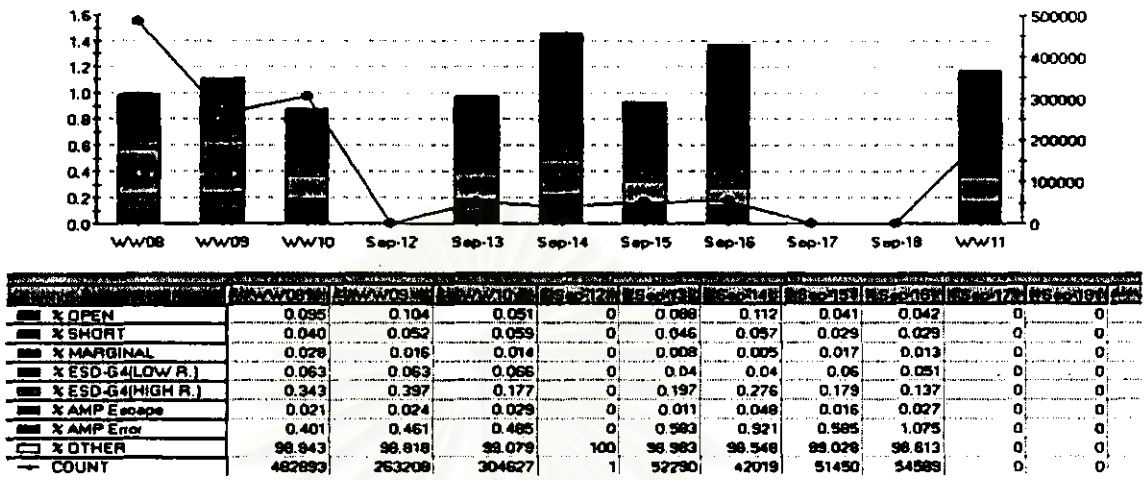
รูปที่ 5.4 แสดงลักษณะการวิเคราะห์การค่าความต้านทานของหัวอ่านและบันทึก



ตารางที่ 5.1 แสดงลักษณะข้อบกพร่องเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยกราฟความสัมพันธ์กรณีข้อบกพร่องขอบริม

ลักษณะของการเกิด	ค่าความต้านทานของวัตถุดิบ	ค่าความต้านทานของในกระบวนการ
AMP Error ค่าความต้านทานเกินกว่าข้อกำหนดในกระบวนการผลิตของวัตถุดิบแต่เมื่อผ่านเข้าสู่กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ ค่ายังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งต้องทำการแก้ไขส่วนวัตถุดิบต่อไป	ไม่ผ่านข้อกำหนด	ผ่านข้อกำหนด
AMP Escape ค่าความต้านทานเกินกว่าข้อกำหนดในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ชิ้นงานเหล่านั้นผ่านเข้าสู่กระบวนการและส่งต่อมายังสายการผลิตของ HGSA ทำให้เกิดข้อบกพร่องในสายการผลิต ซึ่งต้องทำการแก้ไขส่วนวัตถุดิบต่อไป	ไม่ผ่านข้อกำหนด	ไม่ผ่านข้อกำหนด
Short วัตถุดิบได้ตามมาตรฐานแต่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานในกระบวนการผลิต ทำให้ค่าความต้านทานต่ำลง	ผ่านข้อกำหนด	ไม่ผ่านข้อกำหนดขั้นต่ำ
Open วัตถุดิบได้ตามมาตรฐานแต่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานในกระบวนการผลิต ทำให้ค่าความต้านทานสูงขึ้นมาก	ผ่านข้อกำหนด	ไม่ผ่านข้อกำหนดขั้นสูงและ ค่าความต้านทานมีค่าสูงเกินกว่าข้อกำหนดมากเกินกว่า 200 โอห์ม
ESD High วัตถุดิบได้ตามมาตรฐานแต่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานในกระบวนการผลิต ทำให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงไปในทางที่สูงขึ้นเกินกว่าข้อกำหนด	ผ่านข้อกำหนด	ไม่ผ่านข้อกำหนดขั้นสูง
Other ชิ้นงานได้ตามมาตรฐานตามข้อกำหนด	ผ่านข้อกำหนด	ผ่านข้อกำหนด

จากการกำหนดสาเหตุและลักษณะของข้อบกพร่องขึ้นเนื่องจากค่าความผันทวนไม่ได้ตามข้อกำหนด เราสามารถที่จะตรวจสอบค่าความผันทวนในแต่ละกรณีได้ตามกราฟแท่งบอกสัดส่วนของปัญหาได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.5 แสดงกราฟแท่งบอกสัดส่วนข้อบกพร่องของแต่ละสาเหตุและลักษณะของปัญหา

### 5.3 การวิเคราะห์ในกระบวนการผลิต

#### 5.3.1 วิเคราะห์อิทธิพลเนื่องจากวัตถุดิบ

##### 5.3.1.1 ประเภทของสไลเดอร์

###### ปัญหา

ประเภทของสไลเดอร์ที่ทำการผลิตในสายการผลิตมีแหล่งที่มาแตกต่างกัน โดยต้องการศึกษาว่าแต่ละประเภทของ HGA มีความแตกต่างกันหรือไม่ และมีผลกระทบต่อข้อบกพร่องของกระแสไฟฟ้าสถิตย์ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตหรือไม่

###### สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

$H_0$  :  $P_{Rhod} = P_{HW}$  ; ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราของข้อบกพร่องในแต่ละผู้ผลิตสไลเดอร์

$H_1$  :  $P_{Rhod} \neq P_{HW}$  ; มีความแตกต่างกันของอัตราของข้อบกพร่องในแต่ละผู้ผลิตสไลเดอร์

###### วิธีการคำนวณสิ่งตัวอย่าง

จากการเก็บข้อมูลทราบว่า  $P_{HW} = 0.3$  และ  $P_{mod} = 0.27$  และสามารถคำนวณหาค่าสิ่งตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้ดังต่อไปนี้

### Power and Sample Size

#### Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 1 = 0.3 and proportion 2 = 0.27

Alpha = 0.05 Difference = 0.03

Sample Size	Target Power	Actual Power
3472	0.8000	0.8001
4662	0.9000	0.9000

สรุปว่าสิ่งตัวอย่างที่จะใช้ในการทดลองอย่างน้อยจะต้องมีค่าเท่ากับ 3472 ชิ้นงาน

### วิธีการทดลอง

เก็บข้อมูลอัตราส่วนข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ภายใต้สายการผลิตเดียวกัน พนักงานกะเดียวกัน นอกจากนั้นเพื่อลดปัจจัยอิทธิพลอันเนื่องมาจาก FOS การเก็บข้อมูลจะต้องทำภายใต้ FOS ประเภทเดียวกันแต่คนละประเภทของสไลเดอร์

### ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

#### Test and Confidence Interval for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
RHODS	4750	4813	0.986910
HW	8581	8698	0.986549

Estimate for p(1) - p(2): 0.000361819

95% CI for p(1) - p(2): (-0.00365955, 0.00438319)

Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0): Z = 0.18 P-Value = 0.860

### สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ค่า P-Value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.086 จึงสรุปได้ว่าอัตราข้อบกพร่องของแต่ละประเภทของสไลเดอร์มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 เพราะฉะนั้นยอมรับสมมติฐาน  $H_0$  สรุปว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างสไลเดอร์ของแต่ละผู้ผลิต

#### 5.3.1.2 ประเภทของ FOS

### ปัญหา

ในส่วนประกอบของ HGA ซึ่งมีลักษณะการออกแบบเป็นแบบ FOS ( Flex on suspension ) กล่าวคือ เส้นไฟที่อยู่ในรูปของแผ่น Polyamide ซึ่ง FOS ประกอบไปด้วย 2 แหล่งผู้ผลิตที่แตกต่างกัน ดังนั้นต้องการศึกษาความแตกต่างของ 2 ผู้ผลิต ว่ามีผลกระทบต่อข้อบกพร่องของกระแสไฟฟ้าสถิตย์หรือไม่

### สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

$H_0$  :  $P_A = P_B$  ; ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องของแต่ละผู้ผลิต FOS

$H_1$  :  $P_A \neq P_B$  ; มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องของแต่ละผู้ผลิต FOS

### การคำนวณสิ่งตัวอย่าง

จากการเก็บข้อมูลทราบว่า  $P_{hw} = 0.3$  และ  $P_{mod} = 0.27$  และสามารถคำนวณหาค่าสิ่งตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้ดังต่อไปนี้

### **Power and Sample Size**

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 1 = 0.3 and proportion 2 = 0.27

Alpha = 0.05 Difference = 0.03

Sample Size	Target Power	Actual Power
3472	0.8000	0.8001
4662	0.9000	0.9000

สรุปว่าสิ่งตัวอย่างที่จะใช้ในการทดลองอย่างน้อยจะต้องมีค่าเท่ากับ 3472 ชิ้นงาน

### วิธีการทดลอง

เพื่อลดปัจจัยอันเนื่องมาจากสไลเดอร์ การทดลองได้ทำการเก็บข้อมูลของ FOS แต่ละประเภทภายใต้สไลเดอร์ประเภทเดียวกัน รวมทั้งพนักงานกะและสายการผลิตจะต้องทำการควบคุม

### ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

**Test and Confidence Interval for Two Proportions**

Sample	X	N	Sample p
A	4294	4318	0.994442
B	4287	4380	0.978767

Estimate for  $p(1) - p(2)$ : 0.0156747

95% CI for  $p(1) - p(2)$ : (0.0108639, 0.0204856)

Test for  $p(1) - p(2) = 0$  (vs not = 0): Z = 6.39 P-Value = 0.000

### สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ



ค่า P-Value ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.000 ดังนั้นปฏิเสธสมมติฐาน  $H_0$  และสรุปว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05 ของอัตราส่วนข้อบกพร่องของกระแสไฟฟ้าสถิตย์ระหว่าง FOS ของแต่ละผู้ผลิตภายใต้สไลเดอร์ประเภทเดียวกัน และ FOS ประเภท B มีผลต่อข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์มากกว่าประเภท A

### 5.3.1.2 ประเภทของหัวอ่านแบ่งตามประเภท UP และ DN

#### ปัญหา

ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ตำแหน่งของ HGA ที่ประกอบในฮาร์ดดิสก์จะถูกกำหนดตามตำแหน่งของการประกอบ โดยตำแหน่งที่ประกอบของ HGA ประเภท UP จะต้องเป็นตำแหน่งของเลขคู่ของการประกอบนับจากขวาไปซ้ายเริ่มต้นจากตำแหน่งที่ 0 เนื่องจากหัวอ่านและบันทึกจะถูกประกอบในตำแหน่งบนของแผ่น Media และการประกอบของ HGA ประเภท DN จะต้องเป็นตำแหน่งของเลขคี่ของการประกอบนับจากขวาไปซ้าย เนื่องจากหัวอ่านจะถูกประกอบในตำแหน่งล่างของแผ่น Media การนับตำแหน่งของหัวอ่านจะเริ่มต้นด้วยศูนย์ เช่นถ้าผลิตกัณฑ์มีจำนวนหัวอ่านทั้งสิ้น 24 หัวอ่าน หัวอ่านแรกจะมีชื่อเรียกว่าหัวอ่านศูนย์ หัวอ่านที่สองมีชื่อว่าหัวอ่านหนึ่ง และหัวอ่านสุดท้ายคือหัวอ่าน 23

นอกจากกระบวนการประกอบที่แตกต่างกันของ HGA ประเภท UP และ DN การออกแบบของ HGA ทั้งสองประเภทก็ยังคงแตกต่างกันในส่วนของการออกแบบ คือ HGA ประเภท DN มีส่วนปีกยื่นออกมาจากบริเวณส่วนปลายของ FOS เรียกว่า Flapper

ทำการศึกษาลัดส่วนข้อบกพร่องในสายการผลิตโดยแบ่งตามตำแหน่งของการประกอบ HGA ในสายการผลิตของ HSA ประเภท UP และ DN

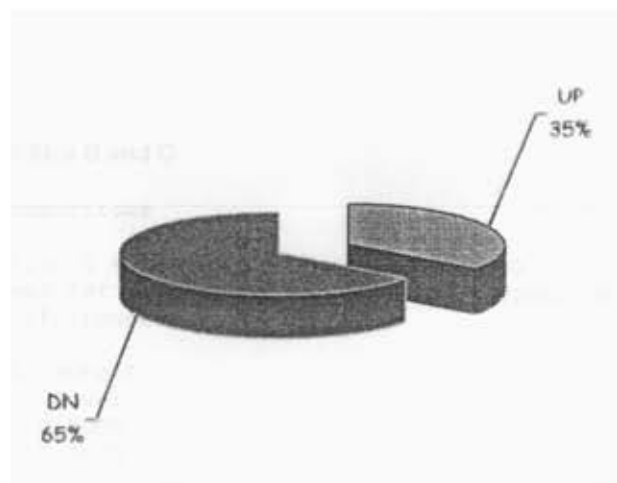
#### สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

$H_0$  :  $P_{UP} = P_{DN}$  ; ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่อง HGA ประเภท UP และ DN

$H_1$  :  $P_{UP} \neq P_{DN}$  ; มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่อง HGA ประเภท UP และ DN

#### การคำนวณสิ่งตัวอย่าง

จากข้อมูลในอดีตพบว่าลัดส่วนของเสียแบ่งตามประเภทของ HGA คือ Up และ Dn มีลัดส่วนที่แตกต่างกันมาก จากข้อมูลของงานที่ไม่ผ่านข้อกำหนดประมาณ 500 ตัว พบว่าอัตราส่วนของข้อบกพร่องของ HGA ประเภท DN มีลัดส่วนเป็น 65% และ ประเภท UP มีลัดส่วนเป็น 35% ซึ่งแสดงว่าอัตราการผลิตของเสียของ HGA ประเภท UP มากกว่า ประเภท DN



รูปที่ 5.6 แสดงสัดส่วนข้อบกพร่องประเภท UP และ DN

### 5.3.3 วิเคราะห์อิทธิพลเนื่องมาจากคน

#### ปัญหา

ทำการวิเคราะห์ว่าพนักงานแต่ละคนในแต่ละกะการทำงานมีประสิทธิภาพการทำงานแตกต่างกันและส่งผลกระทบต่อข้อบกพร่องอื่นเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์หรือไม่ โดยทำการพิจารณาสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นแต่ละกะการทำงาน

#### สมมติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

$H_0 : p_a = p_b = p_c$  ; ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องของพนักงานแต่ละกะการทำงาน

$H_1 : p_a \neq p_b \neq p_c$  ; มีความแตกต่างกันของอัตราข้อบกพร่องของพนักงานแต่ละกะการทำงานอย่างน้อยคู่ใดคู่หนึ่ง

#### การคำนวณขนาดตัวอย่าง

จากข้อมูลในอดีตทราบว่า  $P_A = 0.31$   $P_B = 0.27$  และ  $P_C = 0.3$

#### **Power and Sample Size Shift A and B**

##### Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 1 = 0.31 and proportion 2 = 0.27

Alpha = 0.05 Difference = 0.04

Sample Size	Target Power	Actual Power
1959	0.8000	0.8001

## Power and Sample Size B and C

### Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 1 = 0.27 and proportion 2 = 0.3

Alpha = 0.05 Difference = -0.03

Sample Size	Target Power	Actual Power
3629	0.8000	0.8000
4844	0.9000	0.9000

### ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

Test and Confidence Interval for Two Proportions			
Sample	X	N	Sample p
B	4207	4304	0.977463
C	3145	3216	0.977923
Estimate for p(1) - p(2): -0.000460060			
95% CI for p(1) - p(2): (-0.00720175, 0.00628163)			
Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0): Z = -0.13 P-Value = 0.894			

Test and Confidence Interval for Two Proportions			
Sample	X	N	Sample p
A	3694	3785	0.975958
C	3145	3216	0.977923
Estimate for p(1) - p(2): -0.00196516			
95% CI for p(1) - p(2): (-0.00900808, 0.00507777)			
Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0): Z = -0.55 P-Value = 0.584			

Test and Confidence Interval for Two Proportions			
Sample	X	N	Sample p
A	3694	3785	0.975958
B	4207	4304	0.977463
Estimate for p(1) - p(2): -0.00150510			
95% CI for p(1) - p(2): (-0.00809874, 0.00508854)			
Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0): Z = -0.45 P-Value = 0.655			

### สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า ค่า P-Value มีค่ามากกว่า  $P_{critical}$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทุกกลุ่มของพนักงานดังนั้นยอมรับสมมติฐาน  $H_0$  และสรุปว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของพนักงานแต่ละกลุ่มด้วยค่า Pvalue ที่ได้จากการคำนวณมีค่าดังต่อไปนี้  $P-Value_{B,C}$  เท่ากับ 0.894,

P-Value<sub>A-C</sub> เท่ากับ 0.584 และ P- Value<sub>A-B</sub> เท่ากับ 0.655 จึงสรุปได้ว่าอัตราส่วนของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นของพนักงานแต่ละกะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 หรืออัตราส่วนการเกิดข้อบกพร่องของพนักงานแต่ละกะไม่มีความแตกต่างกัน

### 5.3.3 วิเคราะห์อิทธิพลเนื่องมาจากวิธีการทำงาน

#### 5.3.3.1 วิธีการตัด Test Tab

##### ปัญหา

ในกระบวนการผลิตส่วนที่เกี่ยวข้องหรือมีการสัมผัส FOS หรือกับเส้นไฟโดยตรง จะมีโอกาสที่ก่อให้เกิดข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าสถิตย์สูง เนื่องจากการสัมผัสโดยตรงและเกิดประจุไฟฟ้าที่สามารถทำลาย MR ให้เกิดความเสียหาย สถานีการตัด Test Tab คือ การตัดส่วนปลายของ FOS หรือส่วนที่ทำหน้าที่เป็นจุดสัมผัสของการวัดค่าความต้านทานและมีเส้นไฟที่มีส่วนเชื่อมโยงกับ MR แต่อย่างไรก็ตามมีส่วนของ Shunting ป้องกันอยู่ การทดลองต้องการทดสอบว่าภายใต้การ Shunting วิธีการตัดส่วน Test Tab จากส่วนของ Writer Pad ไปยัง Reader pad (MR) และ Reader pad (MR) ไปยัง Writer Pad (TF) มีความแตกต่างกันหรือไม่ เนื่องจากการสัมผัสบริเวณก่อน MR อาจก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าสถิตย์ถ่ายเทและทำลาย MR (Reader) แต่ถ้าทำการตัด TF (Writer pad) ก่อนประจุไฟฟ้ามีการทำให้เป็นกลางและที่สำคัญ Writer pad สามารถทนต่อกระแสไฟฟ้าสถิตย์ได้มากกว่า

##### ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

$H_0$  :  $p_{wr \rightarrow r} = p_{r \rightarrow wr}$  ; ไม่มีความแตกต่างกันของอัตราส่วนข้อบกพร่องจากวิธีการตัด Test Tab จาก Writer Pad ไปยัง Reader pad และ Reader pad ไปยัง Writer Pad

$H_1$  :  $p_{wr \rightarrow r} \neq p_{r \rightarrow wr}$  ; มีความแตกต่างกันของอัตราส่วนข้อบกพร่องจากวิธีการตัด Test Tab จาก Writer Pad ไปยัง Reader pad และ Reader pad ไปยัง Writer Pad

##### การคำนวณสิ่งตัวอย่าง

จากข้อมูลทราบว่า  $p_{wr \rightarrow r} = 0.27$   $p_{r \rightarrow wr} = 0.32$

### Power and Sample Size Test Tab

#### Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)  
 Calculating power for proportion 1 = 0.32 and proportion 2 = 0.27  
 Alpha = 0.05 Difference = 0.05

Sample Size	Target Power	Actual Power
1257	0.8000	0.8001
1691	0.9000	0.9001

### ผลการทดลองทางสถิติ

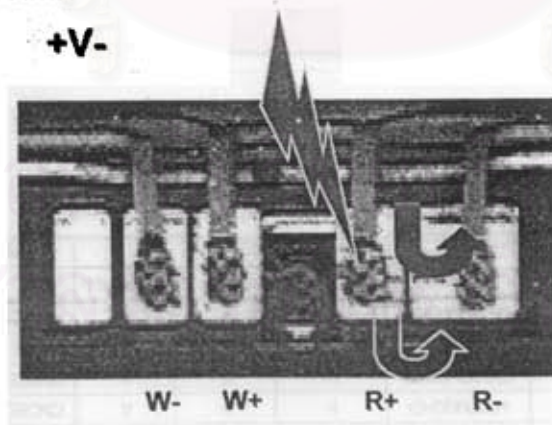
#### Test and Confidence Interval for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
R->WR	16127	16496	0.977631
WR-> R	5525	5676	0.973397

Estimate for p(1) - p(2): 0.00423418  
 95% CI for p(1) - p(2): (-0.000521700, 0.00899007)  
 Test for p(1) - p(2) = 0 (vs not = 0): Z = 1.74 P-Value = 0.081

### สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า ค่า P-Value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.081 ซึ่งมีความมากกว่า  $P_{critical}$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นยอมรับสมมติฐาน  $H_0$  และสรุปว่าอัตราส่วนของการเกิดข้อบกพร่องมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของวิธีการทั้งสองแบบ หรือวิธีการทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างกัน



รูปที่ 5.7 แสดงภาพของกระแสไฟฟ้าสถิตย์ทำลาย Reader



### 5.3.3.2 วิธีการจับ FOS

#### ปัญหา

HGA ที่ทำการตรวจวัดค่าความต้านทานจะต้องประกอบอยู่ในฟีกเจอร์ และส่วนของปลาย FOS จะต้องถูกยึดอยู่ในร่องของฟีกเจอร์เพื่อสามารถวัดค่าความต้านทานได้อย่างถูกต้อง เมื่อทำการวิเคราะห์กระบวนการไหลอย่างละเอียด พบว่าส่วนปลายที่อยู่ในร่องของ HGA จะหลุดจากร่องเสมอ และพนักงานแก้ไขด้วยวิธีการใส่ FOS เข้าสู่อ่างโดยใช้มือ เนื่องจากไม่มีเครื่องมือที่ช่วยในการทำงานระบุในขั้นตอนการทำงานนี้ ซึ่งการสัมผัสกับชิ้นงานก่อให้เกิดประจุไฟฟ้าและประจุไฟฟ้าเหล่านั้นสามารถทำลายหัวอ่านและบันทึกได้ เพื่อเป็นการทดสอบสมมติฐานดังกล่าวจึงได้ออกแบบการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าการจับงานด้วยมือว่ามีผลต่อการเกิดประจุไฟฟ้ามากน้อยอย่างไร

#### วิธีการทดลอง

1. ทำการทดลองโดยใช้มือใส่ FOS ที่หลุดจากฟีกเจอร์เข้าสู่ร่อง โดยก่อนใส่จะต้องทำให้สภาพมือให้เป็กลางด้วยพัดลมสลายประจุ
2. ทำการวัดประจุไฟฟ้าที่ตกค้างอยู่บนมือและบริเวณชิ้นงาน (Tribocharge) ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นโวลต์
3. จดค่าลงในตาราง
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกันแต่เปลี่ยนจากมือเป็นอุปกรณ์หนีบที่ประเภทโลหะ โดยใช้อุปกรณ์นี้จับ FOS ที่หลุดจากฟีกเจอร์เข้าสู่ร่อง โดยก่อนใส่จะต้องทำให้สภาพอุปกรณ์ให้เป็กลางด้วยพัดลมสลายประจุไฟฟ้า
5. ทำการวัดกระแสไฟฟ้าสถิตย์ที่ตกค้างอยู่บนอุปกรณ์ช่วยจับและบริเวณชิ้นงาน ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นโวลต์ (Tribocharge)
6. จดค่าที่ได้จากการทดลองลงในตาราง

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดลองของการใช้มือและเครื่องมือช่วยในจับ FOS

No.	Water	TWEZERS			Water	HAND (GLOVE)		
		V@bf touch	V@vt touch	V@g tweezers		V@bf touch	V@vt touch	V@g glove
1	GVDBRG08P1	0	3	4	GVDBRG011	0	120	2
2	GVDBRG02K1	0	7	5	GV0000135E0	0	40	2
3	GVDBRG08W0	0	6	4	GVDBRG08M1	0	60	3
4	GMDVRG8CKD	0	4	4	GVDBRG08B1	0	120	4
5	GVDBRG82C1	0	6	5	GVDBRG89V0	0	90	4
6	GV000013Z0	0	12	4	GVDAYM58F1	0	45	4
7	GV000098E0	0	15	4	GVDBRG89C0	0	150	4
8	GVDBRG88B0	0	9	3	GVDAYM58G0	0	45	4
9	GV000093M0	0	5	3	GVDAYM58S0	0	60	4
10	GV000013V0	0	4	4	GVDBRG82H0	0	82	3
Average			7.1	4.0			81.2	3.4

## การคำนวณสิ่งตัวอย่าง

### Power and Sample Size

#### 2-Sample t Test

Testing mean 1 = mean 2 (versus not =)  
Calculating power for mean 1 = mean 2 + 70  
Alpha = 0.05 Sigma = 38.1

Sample Size	Target Power	Actual Power
6	0.8000	0.8176
8	0.9000	0.9269

### สมมติฐานในการทดสอบ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

### ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดสอบ Two sample t-test

#### Two Sample T-Test and Confidence Interval

Two sample T for V a/t touch with tweezer vs V a/t touch with hand

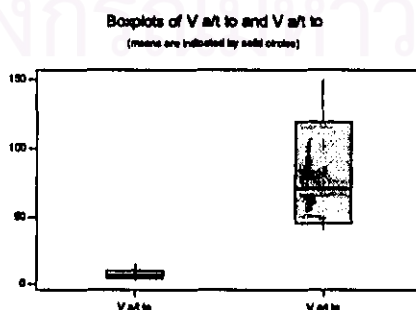
	N	Mean	StDev	SE Mean
Hand	10	7.10	3.84	1.2
Tweezer	10	81.2	38.1	12

95% CI for mu V a/t to - mu V a/t to: ( -101.5, -47)

T-Test mu V a/t to = mu V a/t to (vs not =): T = -6.12 P = 0.0002 DF = 9

### สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

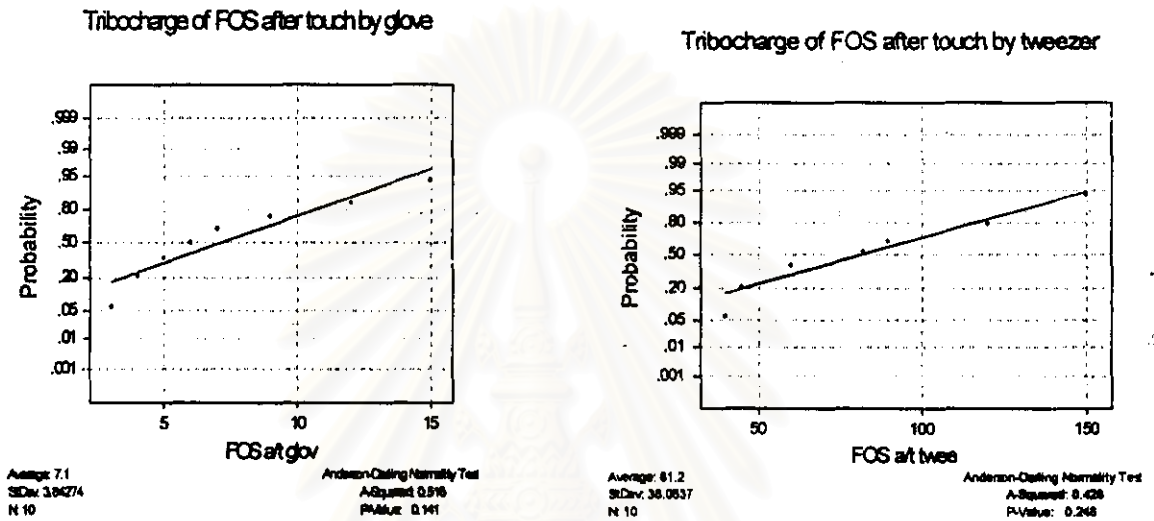
ค่า P-value จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.002 ซึ่งมีสรุปว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของประจุไฟฟ้าตกค้างบน FOS ของวิธีการใช้มือและใช้อุปกรณ์ช่วยจับประเภทโลหะที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นสามารถปฏิเสธ  $H_0$  และสรุปว่าค่ากระแสไฟฟ้าสถิตย์ที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานมีค่าแตกต่างกันระหว่างใช้ถุงมือกับใช้อุปกรณ์ โดยที่การใช้มือเปล่าจับมีความรุนแรงมากกว่าใช้อุปกรณ์ช่วยจับ



รูปที่ 5.8 แสดง Box Plot ของประจุไฟฟ้าของแต่ละวิธีการจับ FOS

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

1. ทำการทดสอบ Homogeneity of variance test
2. จากข้อมูลทำการตรวจสอบความเป็น Normal จากการคำนวณพบว่าค่า  $P_{value}$  มีค่าเท่ากับ 0.141 สำหรับค่าประจุไฟฟ้าของ FOS ภายหลังจากใช้มือ และ ค่า  $P_{value}$  มีค่าเท่ากับ 0.248 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 สรุปว่าข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ



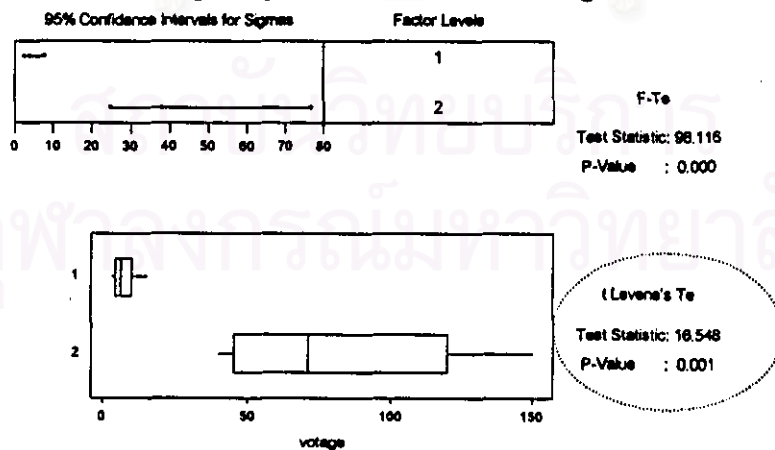
รูปที่ 5.9 แสดงกราฟ Normal Probability Plot

3. ทำการทดสอบ Homogeneity of Variance โดยทำการตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \sigma_1 = \sigma_2$$

$$H_1 : \sigma_1 \neq \sigma_2$$

Homogeneity of Variance Test for votage



รูปที่ 5.10 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของวิธีการจับงานแต่ละประเภท

### สรุปผลการทดลอง

เนื่องจาก P ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.001 (เนื่องจากข้อมูลเป็นการแจกแจงปกติ) ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  และสรุปว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการใช้มือสัมผัสกับ FOS ก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าสถิตย์และสามารถให้เกิดของเสียได้มากกว่าการใช้อุปกรณ์ในการจับโดยวิเคราะห์ได้จากข้อมูลกระแสไฟฟ้าสถิตย์สะสมที่ขึ้นงาน แต่อย่างไรก็ดีปัญหาที่จะต้องแก้ไขคือ การที่ HGA หลุดจากบริเวณร่องจับยึดได้ง่าย

### 5.3.3.3 การหลุดของ FOS ออกจากฟีกเจอร์

#### ปัญหา

ทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์ว่าสัดส่วนของการหลุดจากร่องของฟีกเจอร์ของแต่ละประเภทของ FOS มีความแตกต่างกันหรือไม่

#### การทดสอบสมมติฐาน

$H_0$  :  $p_{fos A} = p_{fos B}$  ; อัตราการเกิดการหลุดของ FOS แต่ละประเภทไม่แตกต่างกัน

$H_1$  :  $p_{fos A} \neq p_{fos B}$  ; อัตราการเกิดการหลุดของ FOS แต่ละประเภทแตกต่างกัน

#### ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

#### Chi-Square Test

Expected counts are printed below observed counts

	FOS A	FOS B	Total
1	257 147.50	38 147.50	295
2	645 754.50	864 754.50	1509
Total	902	902	1804

Chi-Sq = 81.290 + 81.290 + 15.892 + 15.892 = 194.363  
DF = 1, P-Value = 0.000

#### สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

เนื่องจาก P ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า  $P_{critical}$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นปฏิเสธ  $H_0$  และสรุปว่าอัตราการเกิดการหลุดของ FOS แต่ละประเภทมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อัตราการเกิดการหลุดของ FOS มีความแตกต่างกันระหว่างชนิดของ FOS โดยที่อัตราการเกิดของ

FOS ประเภท A มีสัดส่วนมากกว่า FOS B เนื่องจากสัดส่วนการเกิดการหลุดของ FOS ออกจากร่อง เมื่อเปรียบเทียบ FOS A ซึ่งมีค่า 28% (257/902) เปรียบเทียบกับ FOS B ซึ่งมีค่าประมาณ 4.12% (38/902) สัดส่วนการหลุดของ FOS จะก่อให้เกิดความเสี่ยงสูงของกระแสไฟฟ้าสถิตย์เนื่องจากพนักงานจะต้องจับ FOS ใส่ให้อยู่ในสภาพปกติตั้งการวิเคราะห์การเกิดกระแสไฟฟ้าสะสมข้างต้น ซึ่งจะต้องหาสาเหตุและปรับปรุงเพื่อแก้ปัญหาการหลุดของ HGA ต่อไป

#### 5.3.3.4 การทำความสะอาดคราบสน

คราบสน (Flux Residue) เป็นคราบสกปรกที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมตะกั่ว เนื่องจากตะกั่วที่ใช้ปัจจุบันมีส่วนผสมที่ทำให้เกิดคราบเหนียวและไม่สามารถทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่าได้ แต่จะต้องใช้ก้านฟองน้ำชุบน้ำยาที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์เพื่อทำความสะอาด ซึ่งก้านฟองน้ำที่ใช้อยู่ปัจจุบันจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดการถ่ายเทกระแสไฟฟ้าสถิตย์สูงถ้าอยู่ในสภาพแห้ง เพื่อเป็นการลดการทำความสะอาดคราบสกปรกดังกล่าวเนื่องจากประเภทตะกั่วที่ใช้อยู่ปัจจุบัน จึงได้มีการทดลองใช้ตะกั่วประเภทใหม่เพื่อลดปัญหาการเกิดคราบสกปรก โดยสามารถทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่าได้ โดยมีชื่อเรียกเป็นทางการว่า Water Soluble ซึ่งตะกั่วที่นำมาทดสอบจะประกอบอยู่หลายชนิด แต่ละประเภทก็จะมีส่วนผสมที่ต่างกันไป แต่อย่างไรก็ดีการได้มีการสรุปเพื่อนำตะกั่วประเภท AQ6000 ซึ่งสามารถล้างด้วยน้ำและไม่มีปัญหาทางด้านการเชื่อมตะกั่ว โดยมีคุณสมบัติโดยรวมเทียบเท่ากับตะกั่วที่ใช้อยู่ปัจจุบัน

#### การทดสอบสมมติฐาน

$H_0$  :  $p_{old} = p_{new}$  ; อัตราการข้อบกพร่องจากวิธีการเก่าและใหม่ไม่แตกต่างกัน

$H_1$  :  $p_{old} \neq p_{new}$  ; อัตราการข้อบกพร่องจากวิธีการเก่าและใหม่แตกต่างกัน

#### การคำนวณสิ่งตัวอย่าง

Test for Two Proportions For Flux Cleaning

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 1 = 0.5 and proportion 2 = 0.2

Alpha = 0.05 Difference = 0.3

Sample Size	Target Power	Actual Power
31	0.8000	0.8098
42	0.9000	0.9040
52	0.9500	0.9502

#### สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ



### Test and Confidence Interval for Two Proportions

Sample	X	N	Sample p
1	53	100	0.530000
2	88	100	0.880000

Estimate for  $p(1) - p(2)$ : -0.35

95% CI for  $p(1) - p(2)$ : (-0.466729, -0.233271)

Test for  $p(1) - p(2) = 0$  (vs not = 0):  $Z = -5.88$  P-Value = 0.000

จากผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า ค่า P-Value มีค่าน้อยกว่า  $P_{critical}$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสรุปได้ว่าอัตราส่วนของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นของแต่ละวิธีการติดตั้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรืออัตราส่วนของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นของแต่ละวิธีการติดตั้งมีความแตกต่างกัน

#### 5.3.3.5 วิธีการดึง Shunting ทิ้ง

##### ปัญหา

การดึงตำแหน่งส่วนของการเชื่อมตะกั่วออกเพื่อเป็นการเปิดวงจรในการตรวจวัดค่าทางฟังก์ชันทางไฟฟ้าซึ่งอยู่ในสถานีถัดไป ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการออกแบบของ HGA ประเภท Dn จะมีส่วนปีก (Flapper) ยื่นออกตรงบริเวณเส้นไฟ ซึ่งเมื่อมีการสัมผัสทำให้เกิดการสะสมของกระแสไฟฟ้าสถิตย์มากกว่าประเภท UP ประกอบการกับทิศทางการดึงส่วนของการเชื่อมตะกั่วออกของ HGA ประเภท Dn จะสัมผัสกับส่วนของ MR เป็นอันดับแรก ซึ่งอาจทำให้กระแสไฟฟ้าสถิตย์ที่สะสมทำลาย MR Element ได้มากกว่า HGA ประเภท UP ดังนั้นจึงทำการออกแบบการทดลองโดยเปลี่ยนแปลงวิธีการดึงของ HGA ประเภท Dn โดยเริ่มที่ตำแหน่งของ TF ก่อนและสิ้นสุดการดึงที่ตำแหน่ง MR

##### การทดสอบสมมติฐาน

$H_0$  :  $p_{old} = p_{new}$  ; อัตราการเกิด ESD ของแต่ละวิธีการดึงไม่แตกต่างกัน

$H_1$  :  $p_{old} \neq p_{new}$  ; อัตราการเกิด ESD ของแต่ละวิธีการดึงแตกต่างกัน

##### การคำนวณสิ่งตัวอย่าง

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 1 = 0.001 and proportion 2 = 0.039

Alpha = 0.05 Difference = -0.038

Sample Size	Target Power	Actual Power
341	0.8000	0.8000
431	0.9000	0.9008

### ผลการทดลอง

	Inspection	Rej.	DPPM
วิธีการเดิม	500	19	38000
วิธีการใหม่	500	20	40000

### สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

#### Test and Confidence Interval for Two Proportions for Shunt bar Removal

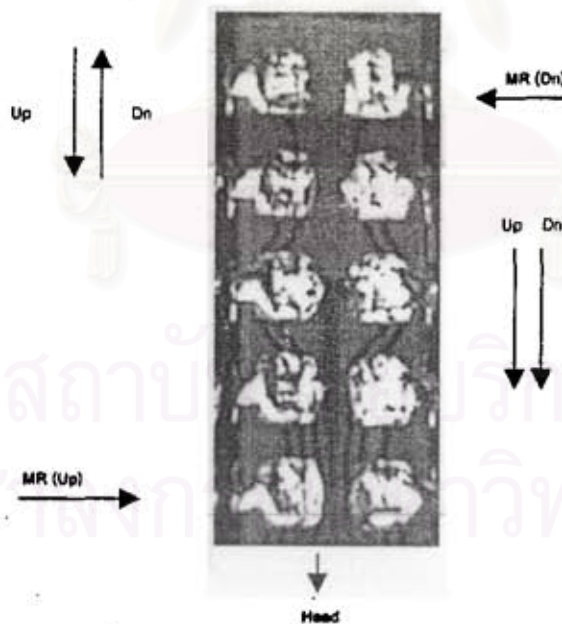
Sample	X	N	Sample p
1	481	500	0.962000
2	480	500	0.960000

Estimate for  $p(1) - p(2)$ : 0.002

95% CI for  $p(1) - p(2)$ : (-0.0219975, 0.0259975)

Test for  $p(1) - p(2) = 0$  (vs not = 0):  $Z = 0.16$  P-Value = 0.870

จากผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า ค่า P-Value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.87 มีค่ามากกว่า  $P_{critical}$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสรุปได้ว่าอัตราส่วนของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นของแต่ละวิธีการดึงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรืออัตราส่วนของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นของแต่ละวิธีการดึงไม่มีความแตกต่างกัน



รูปที่ 5.11 แสดงวิธีการดึง Shunting วิธีเก่าและใหม่

### 5.3.4 วิเคราะห์อิทธิพลเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อม

#### 5.3.4.1 ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ

##### ปัญหา

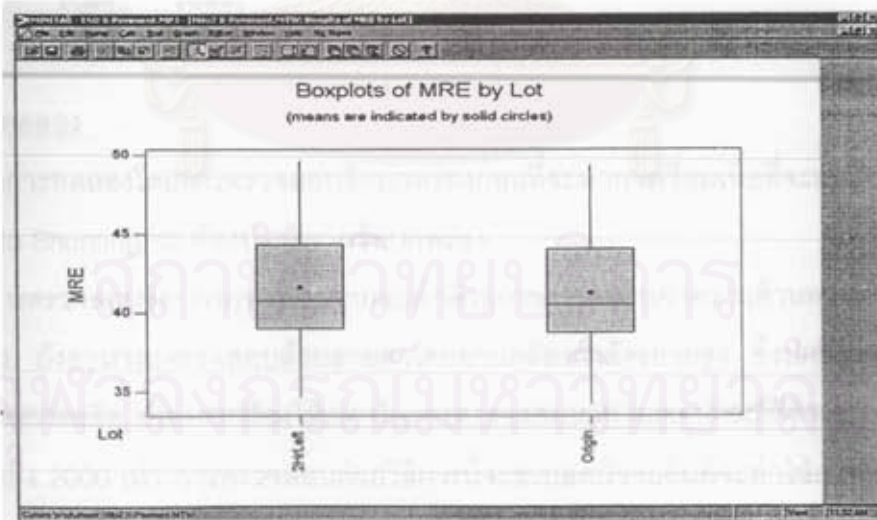
สิ่งแวดล้อมในห้องสะอาดที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น แต่อย่างไรก็ดีจะต้องทำการวิเคราะห์สภาพสิ่งแวดล้อมว่ามีผลกระทบต่อค่าความต้านทาน หรือข้อบกพร่องของกระแสไฟฟ้าสถิตย์หรือไม่

##### ขั้นตอนการทดลอง

- นำสิ่งตัวอย่างที่ผ่านการตรวจสอบค่าความต้านทาน 20 ตัว วัดค่าความต้านทานก่อนการทดลอง
- ทิ้งชิ้นงานไว้ในสภาพแวดล้อมของการทำงานปกติเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นวัดค่าความต้านทานหลังการทดลอง

##### สรุปผลการทดลอง

จาก Box Plot พบว่าค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนไม่มีความแตกต่างกัน จึงสรุปว่าสิ่งแวดล้อมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน



รูปที่ 5.12 แสดงการวิเคราะห์ค่าความต้านทานจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

### 5.3.5 วิเคราะห์อิทธิพลเนื่องมาจากเครื่องจักร

### 5.3.5.1 เครื่อง Auto Shunting

#### ปัญหา

เครื่อง Auto shunting เป็นเครื่องมือในการทำการเชื่อมตะกั่วเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกระแสไฟฟ้าสถิตย์ผ่านเข้าสู่ชิ้นงาน จากการทำการทดลองพบว่าขณะที่เครื่องทำงานก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ (Spike Voltage) ที่สามารถทำอันตรายหัวอ่านได้โดยตรง การวัดค่ากระแสไฟแรงสูงนี้หรือที่เรียกว่า Spike Voltage สามารถทำได้โดยวัดค่ากระแสไฟฟ้าขณะที่เครื่องทำงานด้วยเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าที่มีชื่อเรียกว่า Oscilloscope เข้ากับส่วนปลายรองแทนความร้อนที่ทำหน้าที่สัมผัสสายไฟของชิ้นงานเพื่อหลอมละลายตะกั่ว เพื่อวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นขณะทำงาน ทำการเก็บข้อมูลล่วงหน้าก่อนและหลังจากผ่านการทำการเชื่อมตะกั่วเพื่อทำการวิเคราะห์ว่าเครื่อง Auto Shunting ก่อให้เกิดข้อบกพร่องหรือไม่

#### คำนวณสิ่งตัวอย่าง

ในการทดลองแบบ 2 Proportions Test

#### **Power and Sample Size**

Test for Two Proportions

Testing proportion 1 = proportion 2 (versus not =)

Calculating power for proportion 1 = 0.1 and proportion 2 = 0.3

Alpha = 0.05 Difference = -0.2

Sample Size	Target Power	Actual Power
118	0.9500	0.9503

#### วิธีการทดลอง

1. ทำการทดลองโดยการตรวจสอบข้อบกพร่องก่อนที่จะทำการเชื่อมเพื่อที่จะมั่นใจว่า ชิ้นงานก่อนเข้าเครื่อง Auto Shunting จะ ต้องปราศจากข้อบกพร่อง
2. การตรวจสอบข้อบกพร่องนอกจากจะทำด้วยการตรวจสอบค่าความต้านทานผ่านเครื่องวัดทางไฟฟ้าแล้ว ยังสามารถตรวจสอบด้วยสายตาโดยผ่านกล้องกำลังขยายสูง ซึ่งปกติไม่สามารถจะทำได้ในส่วนของสายการผลิต เนื่องจากต้องใช้เวลาในการตรวจสอบนาน และอุปกรณ์มีจำกัด กล้องกำลังขยายที่ใช้จะต้องสูงถึง 2000 เท่า การตรวจสอบด้วยวิธีการนี้จะช่วยลดปัจจัยอื่นที่จะทำให้เกิดข้อบกพร่อง เนื่องจากชิ้นงานจะต้องผ่านขั้นตอนอีกหลายขั้นตอนก่อนจะผ่านเข้าสู่เครื่องวัดทางไฟฟ้า เพราะฉะนั้นการทดลองนี้จะใช้วิธีการตรวจสอบด้วยกล้องกำลังขยาย

#### สมมติฐานในการทดสอบ

$H_0$  :  $p_1 = p_2$  ; สัดส่วนของเสียก่อนและหลังขั้นตอนการเชื่อมเท่ากัน

$H_1$  :  $p_1 \neq p_2$  ; สัดส่วนของเสียก่อนและหลังขั้นตอนการเชื่อมไม่เท่ากัน

## ผลการทดสอบทางสถิติแบบ Two Proportions Test

### **Test and Confidence Interval for Two Proportions**

Sample	X	N	Sample p
1	448	450	0.995556
2	433	445	0.973034

Estimate for  $p(1) - p(2)$ : 0.0225218

95% CI for  $p(1) - p(2)$ : (0.00626514, 0.0387786)

Test for  $p(1) - p(2) = 0$  (vs not = 0):  $Z = 2.72$  P-Value = 0.007

### สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

สรุปผล P ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.007 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า  $P_{critical}$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นปฏิเสธ  $H_0$  และสัดส่วนของเสียก่อนและหลังขั้นตอนการเชื่อมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สามารถสรุปได้ว่าขั้นตอนการทำ Auto Shunting จะต้องทำการปรับปรุงการเกิดข้อบกพร่องต่อไป

### 5.3.5.2 เครื่องมือจับประเภทโลหะและเซรามิก

#### ปัญหา

จากการทดลองที่ผ่านมาพบว่า การสัมผัสกับ FOS จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าสถิตย์สะสม ทั้งนี้ในหลายส่วนของขั้นตอนการผลิตจะต้องมีการสัมผัสกับ FOS ตลอดเวลา จากข้อมูลข้างต้นถึงแม้ว่าจะใช้อุปกรณ์ในการหยิบจับก็仍将ก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าสะสม ข้อมูลดังกล่าวทำให้เกิดการวิเคราะห์ต่อมาว่า ขณะที่เกิดการสัมผัสขึ้น อุปกรณ์การจับยึดที่มีคุณสมบัติเป็นโลหะ กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเข้าสู่ชิ้นงานอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นตัวกลางและนำกระแสไฟฟ้าได้ดี ดังนั้นเมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าสถิตย์ ก็จะมีกระแสไฟฟ้าบางส่วนเข้าสู่ชิ้นงาน

Disipative Tweezer เป็นการออกแบบของอุปกรณ์การจับยึดโดยใช้ ส่วนประกอบประเภทเซรามิก ซึ่งมีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าได้น้อยกว่าประเภทโลหะ การออกแบบอุปกรณ์ด้วยเซรามิก มีวัตถุประสงค์ในการที่จะใช้อุปกรณ์ที่มีสภาพการนำไฟฟ้าได้น้อยกว่าเพื่อลดระยะเวลาการถ่ายเทกระแสไฟฟ้าที่ถ่ายเทประจุเข้าสู่ชิ้นงาน เมื่อระยะเวลาในการถ่ายเทกระแสมากขึ้น การสลายประจุเพื่อไม่ให้ทำลายชิ้นงานก็จะเพิ่มขึ้นตามเช่นเดียวกัน

การทดสอบกระแสไฟฟ้าสะสมหลังจากมีการสัมผัส FOS โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์หยิบจับประเภทโลหะและประเภทเซรามิก

#### วิธีการทดลอง



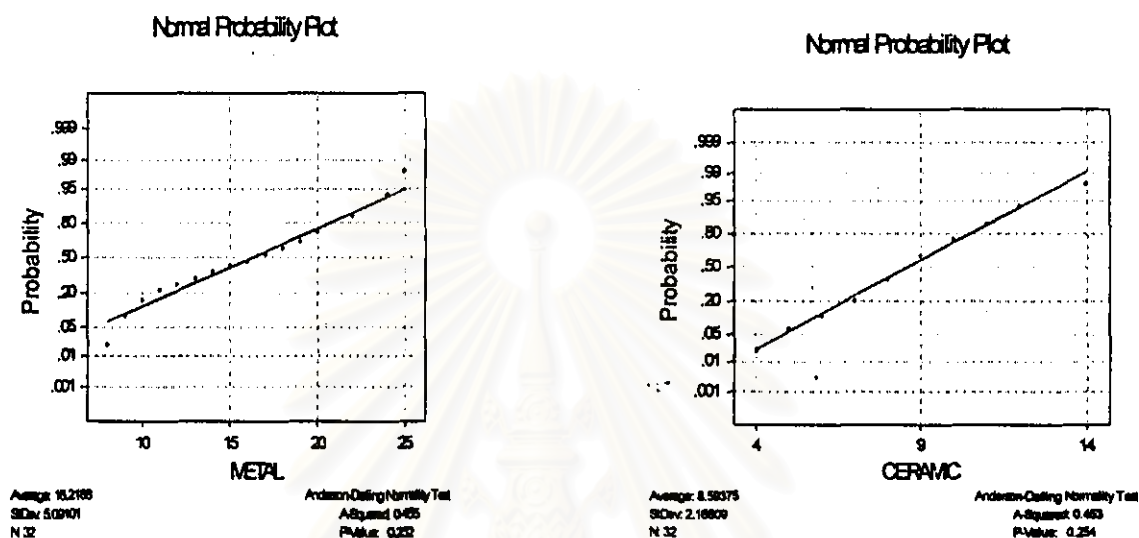
1. ก่อนการทดลองจะต้องทำการสลายประจุให้เป็นกลาง โดยใช้พัดลมสลายประจุ และวัดค่ากระแสไฟฟ้าทั้งบริเวณอุปกรณ์หยิบจับและชิ้นงาน
2. ทำการทดลองโดยสัมผัสชิ้นงานด้วยอุปกรณ์หยิบจับประเภทโลหะ โดยลักษณะการสัมผัสจะทำเช่นเดียวกันกับขั้นตอนการจัด FOS และหลังจากนั้นทำการวัดกระแสไฟฟ้าสถิตย์ที่ตกค้าง (Tribocharge) อยู่บนอุปกรณ์หยิบจับ และบริเวณชิ้นงาน ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นโวลต์ เครื่องมือที่ใช้วัดเป็นเครื่องมือวัดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ในการตรวจสอบที่ใช้ในการสุ่มตรวจกระแสไฟฟ้าสถิตย์
3. จดค่าลงในตาราง
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกันแต่เปลี่ยนจากมือเป็นอุปกรณ์หนีบประเภทเซรามิก
5. ทำการวัดกระแสไฟฟ้าสถิตย์ที่ตกค้างอยู่บนอุปกรณ์ช่วยจับและบริเวณชิ้นงาน ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นโวลต์ (Tribocharge)
6. จดค่าที่ได้จากการทดลองลงในตาราง

ตารางที่ 5.3 แสดงค่ากระแสไฟฟ้าสถิตย์สะสมของเครื่องมือจับประเภทโลหะและเซรามิก

No.	METAL TWEEZERS			DISSIPATIVE (CERAMIC) TWEEZER		
	V b/f touch	V a/t touch	V@ METAL	V b/f touch	V a/t touch	V@ CERAMIC
1	0	18	4	0	8	5
2	0	15	4	0	5	5
3	0	16	4	0	9	3
4	0	20	4	0	11	4
5	0	13	4	0	7	3
6	0	12	4	0	9	7
7	0	10	4	0	7	4
8	0	11	4	0	8	6
9	0	22	4	0	9	4
10	0	9	4	0	10	9
11	0	18	4	0	12	8
12	0	17	4	0	7	9
13	0	14	4	0	9	7
14	0	24	4	0	8	6
15	0	22	3	0	11	6
16	0	19	3	0	14	11
17	0	16	5	0	9	8
18	0	17	4	0	9	7
19	0	8	4	0	7	6
20	0	14	4	0	8	5
21	0	22	4	0	4	4
22	0	9	4	0	5	8
23	0	20	4	0	8	5
24	0	13	4	0	10	9
25	0	10	4	0	8	7
26	0	24	4	0	12	7
27	0	9	4	0	10	8
28	0	20	4	0	7	3
29	0	25	4	0	9	6
30	0	22	4	0	8	6
31	0	19	4	0	11	8
32	0	11	4	0	7	6
	Average	16.2	4.0	Average	8.5	6.3

### การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จากการทำ Normality Test พบว่า P ที่ได้จากการคำนวณของโลหะและเซรามิก มีค่ามากกว่า  $P_{critical}$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือมีค่าเท่ากับ 0.252 และ 0.254 ตามลำดับ ดังนั้นข้อมูลกระแสไฟฟ้าสะสมทั้งสองประเภท คือ โลหะ และเซรามิกมีการแจกแจงเป็นแบบปกติ



รูปที่ 5.13 แสดงการวิเคราะห์ Normal Probability Plot ของอุปกรณ์ช่วยจับประเภทโลหะและเซรามิก

#### สมมติฐานในการทดสอบ

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

#### คำนวณหาค่าสิ่งตัวอย่าง

Testing mean 1 = mean 2 (versus not =)

Calculating power for mean 1 = mean 2 + 8

Alpha = 0.05 Sigma = 2

Sample Size	Target Power	Actual Power
4	0.9500	0.9961

ดังนั้นจำนวนสิ่งตัวอย่างที่ใช้อย่างน้อยเป็น 4 ชิ้นงาน

#### ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

## Two Sample T-Test and Confidence Interval

Two sample T for METAL vs CERAMIC

	N	Mean	StDev	SE Mean
METAL	32	16.22	5.09	0.90
CERAMIC	32	8.59	2.17	0.38

95% CI for mu METAL - mu CERAMIC: ( 5.65, 9.60)

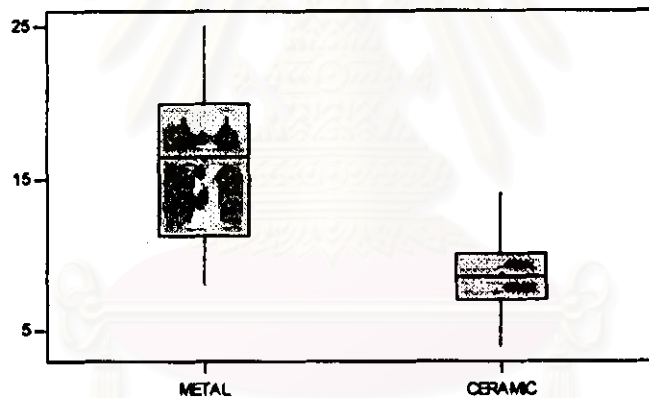
T-Test mu METAL = mu CERAMIC (vs not =): T = 7.80 P = 0.0000 DF = 41

### สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากผลการทดสอบ Two sample T ค่า P ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ  $P = 0.0000$  ซึ่งมีค่าน้อยกว่า  $P_{critical}$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นปฏิเสธสมมติฐานหลัก และสรุปว่าค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้าสะสมระหว่างการใช้อุปกรณ์หนีบจับแบบโลหะและเซรามิกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กระแสไฟฟ้าสะสมของโลหะมีค่ามากกว่าเซรามิก

### Boxplots of METAL and CERAMIC

(means are indicated by solid circles)



รูปที่ 5.14 แสดงประจุไฟฟ้าสะสมของอุปกรณ์จับประเภทโลหะและเซรามิก การวิเคราะห์ความแปรปรวน

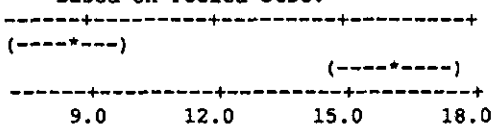
### One-way Analysis of Variance

Analysis of Variance for Tribocha					
Source	DF	SS	MS	F	P
Tweezer	1	922.6	922.6	60.54	0.000
Error	62	945.0	15.2		
Total	63	1867.6			

Level	N	Mean	StDev
ceramic	32	8.625	2.136
Metal	32	16.219	5.091

Pooled StDev = 3.904

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev



Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0.0500  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 2.83

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	ceramic
Metal	-9.545 -5.643

จากการวิเคราะห์ด้วย Anova สามารถสรุปได้ว่าเครื่องมือทั้งสองชนิดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากค่าที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.000 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

### 5.3.5.2 การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานในกระบวนการผลิต HSA

#### ปัญหา

ทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทาน เมื่อทราบค่าความต้านทานของ HGA และทำการวัดค่าความต้านทานหลังจากเข้าสู่การผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิต ดังต่อไปนี้ คือ ขั้นตอนการประกอบ HGA, ขั้นตอนการจัด FOS และขั้นตอนการต่อเชื่อม FOS เมื่อชิ้นงานผ่านแต่ละขั้นตอน วัดค่าความต้านทานในแต่ละขั้นตอนการผลิตด้วย Multimeter ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ออกเป็นค่าความต้านทาน นำข้อมูลเหล่านั้นคำนวณ Normality Test พบว่ามีการแจกแจงแบบปกติ

#### สมมติฐานการทดลอง

$$H_0 : \mu_{\text{raw}} = \mu_{\text{swage}} = \mu_{\text{wire Prep}} = \mu_{\text{reflow}}$$

$H_0$  : มีอย่างน้อยหนึ่งค่าของค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน

#### ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

##### One-way Analysis of Variance

##### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	371.2	123.7	10.46	0.000
Error	760	8994.1	11.8		
Total	763	9365.3			

##### Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	-----+-----+-----+-----		
Raw	191	39.988	3.397		(-----*-----)	
Swage	191	39.940	3.342		(-----*-----)	
WirePrep	191	39.974	3.584		(-----*-----)	
Reflow	191	38.358	3.433	(-----*-----)		
Pooled StDev =		3.440		38.40	39.20	40.00

### สรุปผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากตาราง Anova พบว่าค่า P ที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่า  $P_{critical} = 0.05$  ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ปฏิเสธ  $H_0$  และมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานในกระบวนการผลิตส่วนต้น ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้นตอนการประกอบ HGA, ขั้นตอนการจัด FOS และ ขั้นตอนการต่อเชื่อม FOS

#### 5.3.5.3 สแกนเนอร์อ่านบาร์โค้ด

##### ปัญหา

สแกนเนอร์ที่ใช้อยู่ปัจจุบันเป็นอุปกรณ์ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดข้อบกพร่องของกระแสไฟฟ้าสถิตย์สูงมากถึงแม้จะมีการป้องกันด้วยผ้าหุ้มที่มีลักษณะพิเศษที่มีความปลอดภัยต่อข้อบกพร่องของกระแสไฟฟ้าสถิตย์สูง แต่อย่างไรก็ตามได้มีการเก็บข้อมูลพบว่าค่าของประจุไฟฟ้าสะสมเกินกว่าข้อกำหนดเป็นปริมาณสูง ตารางต่อไปนี้แสดงประจุไฟฟ้าสะสมของสแกนเนอร์ขณะปฏิบัติงานและไม่ปฏิบัติงานเปรียบเทียบกัน

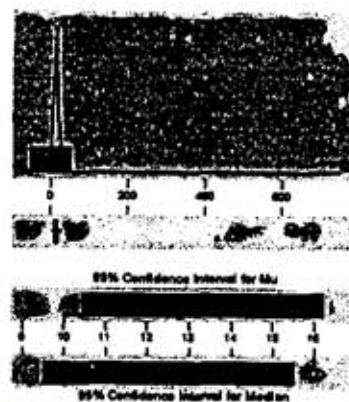
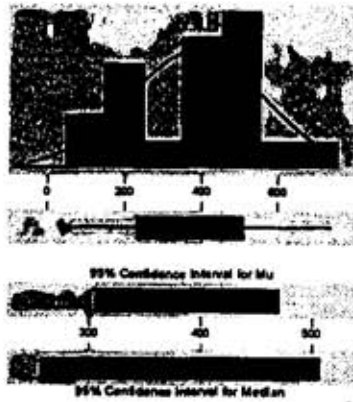
จากตารางพบว่าค่าประจุไฟฟ้าสะสมขณะปฏิบัติงานมีความเสี่ยงสูงมากต่อการเกิดข้อบกพร่องของกระแสไฟฟ้าสถิตย์ซึ่งต้องทำการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าประจุไฟฟ้าสะสมของของสแกนเนอร์ขณะปฏิบัติงานและไม่ปฏิบัติงาน

Scanner no.	scanner							
	ไม่ปฏิบัติงาน (volts)				ปฏิบัติงาน (volts)			
	1st meas.	2nd meas.	3rd meas.	Average	1st meas.	2nd meas.	3rd meas.	Average
1	-7	-3	-39	-16.33	-183	-206	-149	-179.3
2	-20	-4	-17	-13.67	-309	-234	-436	-326.3
3	0	3	-1	0.6667	-132	-177	-350	-219.7
4	-5	-2	1	-2	-298	-710	-520	-509.3
5	0	-3	-5	-2.667	-372	-562	-522	-485.3
6	-15	-8	-6	-9.667	-695	-618	-901	-738
7	0	2	-1	0.3333	-220	-172	-300	-230.7
8	0	4	5	3	-49	-98	-91	-79.33
9	-12	-10	-7	-9.667	-361	-520	-369	-416.7
10	0	2	3	1.6667	-335	-274	-923	-510.7
11	-65	-72	-53	-63.33	-271	-201	-669	-380.3
12	-23	-20	-18	-20.33	-411	-601	-207	-406.3
13	0	-2	-4	-2	-170	-313	-220	-234.3
14	-106	-87	-93	-95.33	-238	-473	-533	-414.7
15	-18	-23	-27	-22.67	-42	-53	-80	-58.33
16	-6	-5	1	-3.333	-320	-505	-670	-498.3
17	-11	-27	-30	-22.67	-415	-863	-505	-594.3
18	-10	-9	-8	-9	-362	-914	-317	-531
19	-7	-9	-8	-8	-271	-431	-611	-437.7
20	-5	-10	-18	-11	-336	-654	-539	-509.7



## Descriptive Statistics



รูปที่ 5.15 แสดงการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบสแกนเนอร์เก่า (ขวา) และใหม่ (ซ้าย)

## 5.4 บทสรุป

ตารางแสดงสรุปเหตุผลในการเลือกปัจจัยและทำการทดลองแต่ละปัจจัย รวมทั้งเมื่อทำการทดลองปัจจัยต่าง ๆ เหล่านั้นมีผลกระทบต่อปัญหาข้อบกพร่องของกระแสไฟฟ้าสถิตย์หรือไม่ ลำดับในการสรุปจะเป็นไปตามลำดับความเสี่ยงของแต่ละปัจจัยของการพิจารณาด้วยวิธี FMEA

ตารางที่ 5.5 ตารางสรุปการเลือกปัจจัยและผลกระทบจากปัจจัย

ปัจจัย (KPIV)	R P N	ทำการ วิเคราะห์		เหตุผล	เครื่องมือทาง สถิติ	มี / ไม่มี ผลกระทบ
		ทำ	ไม่ทำ			
การต่อกราวด์ ของเครื่อง Auto shunt	1			จากการทดลองพบว่ามีความถี่ของเสียงที่เกิดขึ้นเนื่องจากสถานีนี้ ประกอบกับการเก็บข้อมูลในส่วนของกระแสไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ (Spike Voltage) พบว่ามีปริมาณสูงเกินข้อกำหนด ซึ่งต้องทำการแก้ไขต่อไป	Two Proportions	มีผล
วิธีการตั้ง Shunting	2			ปริมาณข้อบกพร่องของ ประเภท Dn มากกว่า Up และวิธีการทำงานแตกต่างกัน	Two Proportions	ไม่มีผล
งานไม่ผ่านข้อ กำหนดปะปน	3			ข้อมูลยืนยันว่ามีการปะปนของงานไม่ผ่านข้อกำหนดเข้าสู่สายการผลิตประมาณ 15% ของสัดส่วนของเสีย	Scatter plot	มีผล
สแกนเนอร์	4			สามารถวัดค่าประจุไฟฟ้าตกค้างขณะปฏิบัติงานได้สูงเกินกว่าข้อกำหนด ซึ่งจะทำให้การปรับปรุงต่อไป	Descriptive Statistic	มีผล
การสัมผัส FOS ด้วยมือ	5			สามารถวัดค่าประจุไฟฟ้าตกค้างกรณีจับด้วยมือสูงได้สูงเกินกว่าข้อกำหนด ซึ่งจะทำให้การปรับปรุงต่อไป	Two sample T - Test	มีผล

ตารางที่ 5.5 (ต่อ) ตารางสรุปการเลือกปัจจัยและผลกระทบบจากปัจจัยนั้น ๆ

ปัจจัย (KPIV)	R P N	ทำการ วิเคราะห์		เหตุผล	เครื่องมือทาง สถิติ	มี / ไม่มี ผลกระทบ
		ทำ	ไม่ ทำ			
การสัมผัส FOS ด้วย อุปกรณ์	6			ประจุไฟฟ้าตกค้างที่ชิ้นงานมีความแตกต่างกันระหว่างโลหะและเซรามิค	Two sample T - Test	มีผล
ประสิทธิภาพของ Ionizer	7			ทำการศึกษากการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานในกระบวนการผลิต HSA	Anova	มีผล
ประเภท FOS	อื่น ๆ			ปริมาณข้อบกพร่องของแต่ละประเภทแตกต่างกัน	Two Proportions	มีผล
ประเภท Slider	อื่น ๆ			ตรวจสอบกระบวนการผลิตของผู้ผลิตที่แตกต่างกัน	Two Proportions	ไม่มีผล
การทำ ความ สะอาด Pad	อื่น ๆ			ลดความเสี่ยงในการใช้อุปกรณ์ที่ไม่ปลอดภัยต่อ ESD	Two Proportions	มีผล
วิธีการ Bond HGA	อื่น ๆ			กำหนดเป็นมาตรฐานการทำงานในส่วนของ การควบคุม		
การทำ กระบวนการ ซ่อมแซม	อื่น ๆ			ไม่ทำการศึกษาเนื่องจากการแก้ไขกระบวนการเป็นไปได้อย่าง		
ปัญหาการ เชื่อมไม่ สมบูรณ์	อื่น ๆ			ไม่ทำการศึกษาเนื่องจากปริมาณข้อบกพร่อง เป็นปริมาณน้อย		
Swage ball	อื่น ๆ			ไม่ทำการศึกษาเนื่องจากปริมาณข้อบกพร่อง เป็นปริมาณน้อย		