# วิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ

ดร. อภิชาต โสภาแดง
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่





## หลักเบื้องต้นเกี่ยวกับสถิติ

***สถิติ***

- ศาสตร์ของการตัดสินใจ ภายใต้ความไม่แน่นอน
- ดังนั้นจะใช้สถิติเมื่อต้องใช้การตัดสินใจและเมื่อมีความไม่แน่นอน

***การตัดสินใจ***

- คือ การเลือก การเลือกจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีทางให้เลือกมากกว่า 1 ทาง

***ความไม่แน่นอน***

- ไม่เหมือนกัน ต่างกัน ไม่เท่ากัน แปรปรวน กระจาย ผิดแผก เบี่ยงเบน





## หลักเบื้องต้นเกี่ยวกับสถิติ

***ตัวอย่าง***

- เส้นทางที่ 1 ใช้เวลา 10 , 50 , 90 นาที
- เส้นทางที่ 2 ใช้เวลา 40 , 50 , 60 นาที
- เส้นทางที่ 3 ใช้เวลา 45 , 50 , 55 นาที

เมื่อมีความแตกต่างก็ต้องมีการเลือก เมื่อมีการเลือกก็ต้องใช้สถิติ ดังนั้นทุกคนต้องใช้สถิติตั้งแต่ออกจากบ้าน

ถ้าตัวเลขไม่เท่ากันก็ต้องมีการเฉลี่ย แต่ทุกเส้นทางเฉลี่ยออกมาเท่ากันหมด ซึ่งใช้ไม่ได้





## คำนิยามของสถิติ

- ศาสตร์แขนงหนึ่งที่ใช้ตัดสินใจเหตุการณ์ ภายใต้ความผันแปร โดยการตัดสินใจประกอบด้วยการรวบรวม การวิเคราะห์ ตลอดจนสรุปผลเพื่อดำเนินการตากข้อมูล
- การประยุกต์ใช้ (1) การนิยามประชากร (2) การรวบรวมข้อมูล (3) การนำเสนอข้อมูลและการวิเคราะห์ – พรรณนา/ความน่าจะเป็น (4) การตีความหมาย (5) การนำผลไปปฏิบัติ เพื่อการแก้ไขปัญหา

# วิธีการเก็บข้อมูล

- หลักการเก็บข้อมูล
  - ต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน (ควบคุมและติดตามดูผลการดำเนินงาน, หาสาเหตุของความไม่สอดคล้อง, เพื่อการตรวจเช็ค)
  - ออกแบบแบบฟอร์มในการจดบันทึกข้อมูล (Data Sheet)

*ตัวอย่างแผ่นบันทึกข้อมูล*

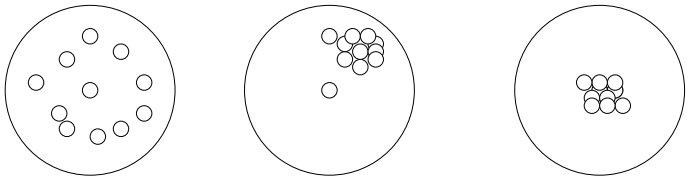
| วันที่ | เวลา | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 9.00 น. | 11.00 น. | 14.00 น. | 16.00 น. |
| 1 กุมภาพันธ์ | 12.3 | 11.5 | 13.2 | 14.2 |
| 2 กุมภาพันธ์ | 13.2 | 12.5 | 14.0 | 14.0 |
| 3 กุมภาพันธ์ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |





# ลักษณะของข้อมูลที่ดี

- ต้องเป็นข้อมูลที่มีคุณค่า
- ต้องมีความถูกต้อง (Accuracy) และแม่นยำ (Precision)



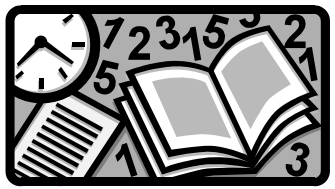
ถูกต้อง แม่นยำ ถูกต้องและแม่นยำ





# การวิเคราะห์ (Analysis)

- เป็นขั้นตอนการประมวลผลข้อมูล ซึ่งในการวิเคราะห์จำเป็นต้องอ้างอิงทฤษฎีสถิติ หรือจำเป็นต้องใช้สูตรสถิติต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของงานนั้นๆ เช่น การวิเคราะห์แนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง การวิเคราะห์การกระจาย การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชัน การทดสอบสมมติฐาน การประมาณค่า เป็นต้น







# การแปลความหมาย (Interpretation)

- เป็นขั้นตอนของการนำผลการวิเคราะห์อธิบายให้บุคคลทั่วไปเข้าใจ ซึ่งอาจจำเป็นต้องขยายความในการอธิบาย อันจะทำให้งานที่ศึกษามาเป็นประโยชน์ต่อคนทั่วไปได้

# การนำเสนอ (Presentation)

- เป็นการจัดทำข้อมูลที่รวบรวมได้ให้อยู่ในรูปแบบที่กะทัดรัด เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิ ข้อความ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อความสะดวกให้การอ่านข้อมูลให้เข้าใจง่าย และ เพื่อประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ต่อไป อย่างไรก็ตามในขั้นตอนนี้ อาจนำข้อมูลที่นำเสนอแล้วไปเผยแพร่ให้บุคคลทั่วไปทราบข้อมูลเบื้องต้นก็ได้

# การวัดตำแหน่งการกระจายและแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง

- ค่าเฉลี่ย (Mean)
- ค่ามัธยฐาน (Median)
- ค่าฐานนิยม (Mode)

ตัวอย่าง

1 1 2 2 3 3 3 4 5 6

Mean = 30/10 = 3 Median = 3 Mode = 3





# การวัดค่าของการกระจาย

- ค่าพิสัย (Range)

  $\text{Range} = X_{max} - X_{min}$

- ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$S = \sqrt{\frac{(X_1 - \overline{X})^2 + (X_2 - \overline{X})^2 + \cdots + (X_n - \overline{X})^2}{n-1}}$$

ตัวอย่างหน้าที่ 20: Mean = 4.38, Median = 4.45, Mode = 4.47

Range = 2.9, SD = 0.774





# บทบาทของวิธีทางสถิติในการบริหารกระบวนการผลิต

- อะไรคือสาเหตุของของเสีย
- ความบกพร่อง (Defect)
- ของเสีย (Defective)
- ความผิดแผกกัน (Variation) เป็นสาเหตุของความบกพร่อง
  - วัสดุที่ใช้
  - เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิต
  - วิธีการทำงาน
  - ความบกพร่องจากบุคคล
- ค่าพิกัดความเผื่อ (Tolerance) หรือ ข้อกำหนดทางเทคนิค (Specification)

- ไม่มีชิ้นงานใดที่มีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ
- ความผิดแผกหรือความแปรผันในคุณภาพเป็นปัญหาสำคัญของการผลิตและคุณภาพ => จำกัดและควบคุมความผิดแผก
- ประเภทของเสีย
  - จำนวนไม่มากแต่ส่งผลรุนแรง
  - จำนวนมากแต่กลับส่งผลเพียงเล็กน้อย



# การควบคุมขบวนการด้วยวิธีการทางสถิติ





## ความหมายของ SPC

- Statistical process control is a collection of tools that when used together can result in process stability and variability reduction
- การควบคุมกระบวนการโดยสถิติ คือการผสมผสานการใช้เครื่องมือทางสถิติต่างๆเพื่อผลลัพธ์ในการคงสภาพของกระบวนการและการลดความแปรปรวนในกระบวนการ

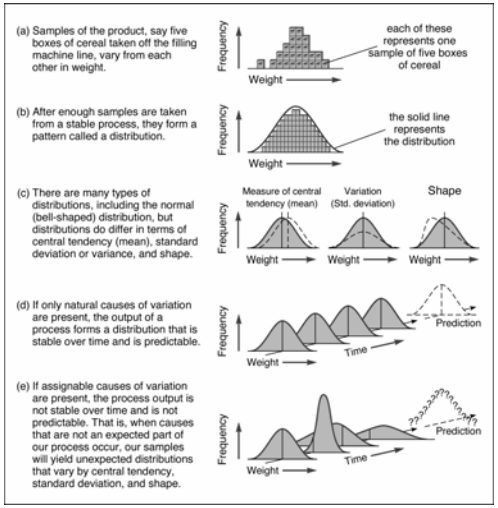




## Statistical Process Control (SPC)

- เทคนิคทางสถิติที่ใช้เพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการผลิตกำลังผลิตสินค้าที่ได้มาตรฐาน
- All process are subject to variability
  - Natural causes: ความแปรปรวนแบบสุ่ม
  - Assignable causes: ปัญหาที่แก้ไขได้ เช่น
    - เครื่องจักรสึกหรอ, พนักงานไม่มีความชำนาญ, วัตถุดิบไม่ได้มาตรฐาน
- วัตถุประสงค์: เพื่อชี้บ่ง Assignable causes
- โดยทั่วไปใช้แผนผังควบคุม และ การวิเคราะห์ความสามารถของขบวนการ

# ความแปรปรวนแบบสุ่มและแบบกำหนดสาเหตุได้








# สาเหตุของความแปรปรวนในคุณภาพ

- ความแตกต่างกันของเครื่องจักร
- ความแตกต่างกันของวัสดุ
- ความแตกต่างกันของคนงาน
- ความแตกต่างกันในวิธีทำงาน





# คุณลักษณะของคุณภาพ

เชิงผันแปร (Variable)

- คุณลักษณะที่ตรวจวัด เช่น น้ำหนัก และขนาด
- ผลการวัดอยู่ในรูปจำนวนจริง
- เป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง

เชิงคุณภาพ (Attribute)

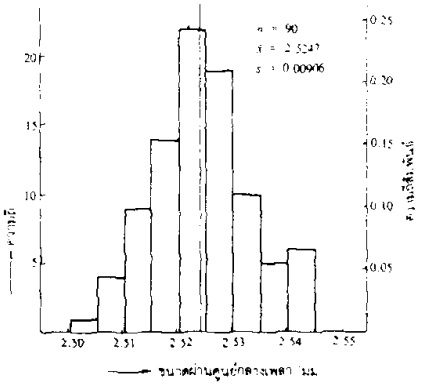
- คุณลักษณะที่ตรวจนับ
- ใช้ในการระบุว่าผลิตภัณฑ์ว่า ดี หรือ เสีย หรือนับจำนวนของเสีย
- ผลการวัดอยู่ในรูปจำนวนเต็ม หรือ เป็นการแบ่งประเภท





# ฮีสโตแกรม

| ชั้นข้อมูลที่ | ชั้นข้อมูล (ค่าขอบเขต) | ค่ากลาง | คะแนนของแต่ละชั้น | ความถี่ ($f$) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2.5005-2.5055 | 2.503 | / | 1 |
| 2 | 2.5055-2.5105 | 2.508 | //// | 4 |
| 3 | 2.5105-2.5155 | 2.513 | /// //// | 9 |
| 4 | 2.5155-2.5205 | 2.518 | /// /// //// | 14 |
| 5 | 2.5205-2.5255 | 2.523 | /// /// /// /// // | 22 |
| 6 | 2.5255-2.5305 | 2.528 | /// /// /// //// | 19 |
| 7 | 2.5305-2.5355 | 2.533 | /// /// | 10 |
| 8 | 2.5355-2.5405 | 2.538 | /// | 5 |
| 9 | 2.5405-2.5455 | 2.543 | /// / | 6 |
| | รวม | | $\Sigma f$ = | 90 |

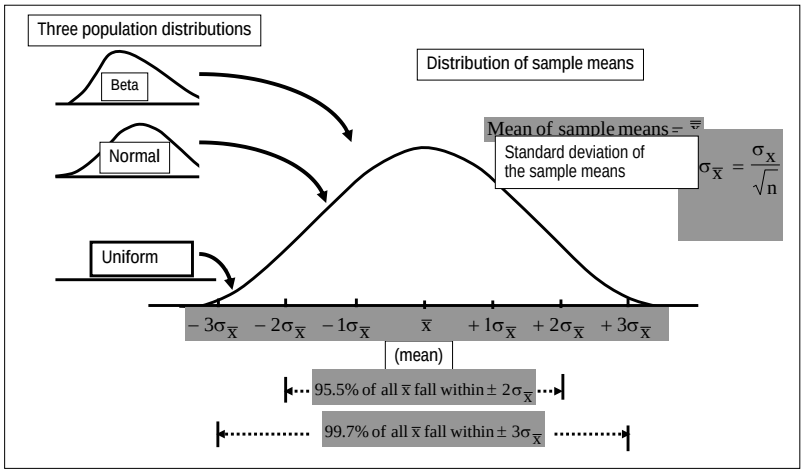



ฮีสโตแกรมบอกอะไรบ้าง

- **Location**
- **Dispersion**
- **Shape**

ในกรณีที่หลายข้อมูลมีความผิดแปลก ให้ใช้วิธีการจำแนกข้อมูลที่เกิดจาก วัสดุ เครื่องจักร สภาพแวดล้อมการผลิต ด้านผู้ปฏิบัติงาน

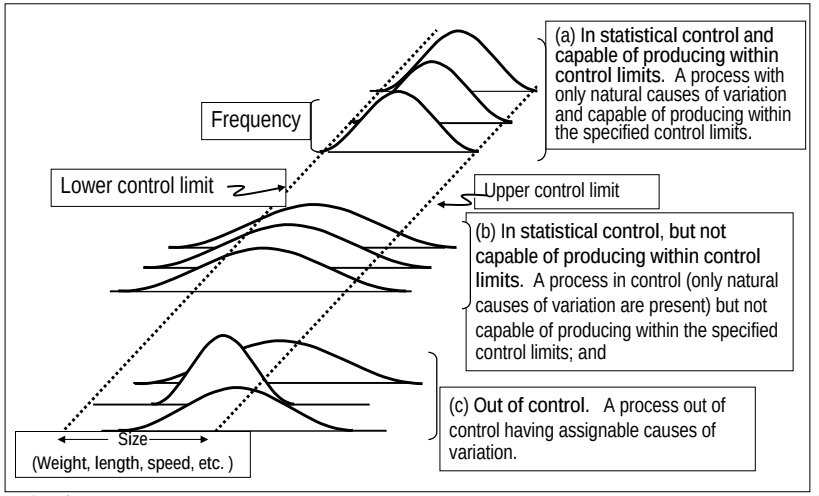
# การแจกแจงแบบปกติและคุณสมบัติ








# 3 ลักษณะของผลลัพท์จากขบวนการ








# แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

- แผนภูมิควบคุมเป็นเครื่องมือทางสถิติอย่างหนึ่ง ส่วนใหญ่นำมาใช้สำหรับศึกษาและควบคุมกระบวนการผลิตที่ทำซ้ำๆกัน Dr.Walter A. Shewhat เป็นผู้ค้นคิดขึ้นมาในปี 1924 เขาได้แนะนำว่าแผนภูมิควบคุมสามารถสนองหน้าที่พื้นฐานได้ 3 ประการ คือ
  - กำหนดเป้าหมายหรือมาตรฐานในการดำเนินงานได้ชัดเจน
  - ช่วยในการดำเนินงานบรรลุถึงเป้าหมาย
  - ใช้ในการปรับปรุงเป้าหมาย

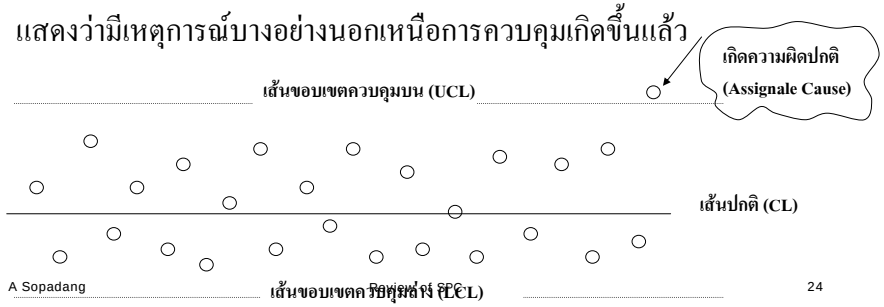




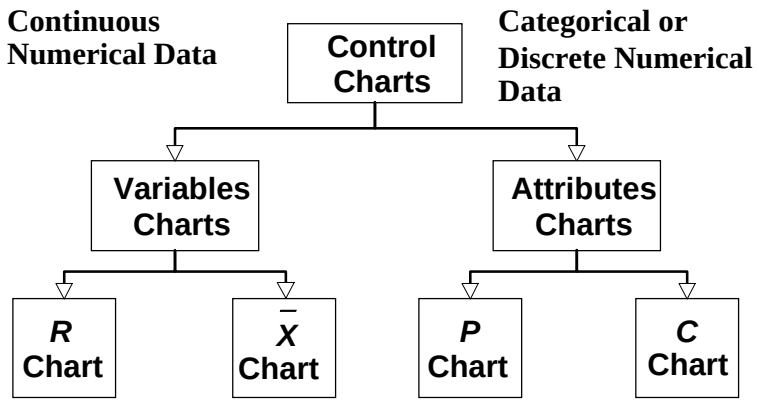
# แผนภูมิควบคุม ( Control Chart )

คือ แผนภูมิเพื่อการควบคุมกระบวนการผลิต เป็นวิธีการตรวจสอบกระบวนการว่ายังอยู่ในการควบคุม มีแนวโน้มการกระจายตัวที่ไม่เป็นธรรมชาติอันจะนำไปสู่การเกิดสิ่งผิดปกติ หรือไม่

จากตัวอย่างจะเห็นว่าถ้ามีจุดที่เห็นออกนอกเส้นประ (เส้นควบคุม) ก็แสดงว่ามีเหตุการณ์บางอย่างนอกเหนือการควบคุมเกิดขึ้นแล้ว



# Control Chart Types








# การตัดสินใจเบื้องต้นก่อนเลือกใช้แผนภูมิควบคุม

- ต้องการตรวจสอบคุณลักษณะอะไร
- ต้องใช้แผนภูมิอะไรจึงจะสนองจุดประสงค์ได้
- ต้องสุ่มตัวอย่างขนาดเท่าไหร่
- ต้องสุ่มตัวอย่างบ่อยเท่าไหร่
- ต้องเลือกสุ่มตัวอย่างอย่างไหร่





## 1. ต้องการตรวจสอบคุณลักษณะอะไร

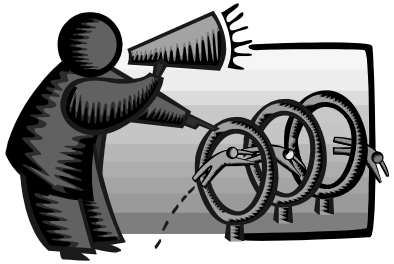
- คุณลักษณะที่ทำการตรวจสอบ จะเป็นลักษณะที่วิกฤตที่สุด หรือเป็นค่าเฉพาะที่สำคัญที่สุดในหมู่คุณลักษณะทั้งหมด ถ้าต้องการตรวจสอบคุณลักษณะมากกว่าหนึ่งอย่าง
  - แผนภูมิแวเรียเบิล (Variable Chart) หนึ่งแผนภูมิใช้ตรวจหนึ่งลักษณะ
  - แผนภูมิแอ็ทริบิวท์ (Attribute Chart) หนึ่งแผนภูมิใช้ตรวจหนึ่งคุณลักษณะหรือมากกว่าได้





## 2. ต้องใช้เครื่องมืออะไรในการตรวจสอบ

- ในการดำเนินกิจกรรมเพื่อใช้แผนภูมิจำเป็นที่จะต้องมีข้อมูล ข้อมูลที่ใช้จำเป็นต้องมีความแม่นยำและถูกต้อง จึงต้องเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมเพื่อให้ค่าที่ถูกต้องและแม่นยำ



## 3. ต้องใช้แผนภูมิอะไรจึงจะสนองจุดประสงค์ได้

- การจะเลือกใช้แผนภูมิอะไร โดยปกติจะพิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการตรวจสอบและค่าเสียหายที่เกิดขึ้น เนื่องจากการควบคุมที่ล้มเหลว แผนภูมิแวเรียเบิลใช้ข้อมูลที่ได้จากการวัด ใช้ข้อมูลจำนวนน้อยกว่า แต่เครื่องมือที่ใช้มักมีราคาแพงกว่าข้อมูลที่ได้จากการตรวจนับที่ใช้กับแผนภูมิแอ็ทริบิวท์ ดังนั้นข้อมูลที่ใช้กับแผนภูมิแวเรียเบิลจึงมักจะเสียค่าใช้จ่ายสูง





## 4. ต้องสุ่มขนาดตัวอย่างเท่าไหร่

- ขนาดของตัวอย่างไม่ได้กำหนดแน่นอนตายตัว โดยทั่วไปจำนวนตัวอย่างต้องมีจำนวนมากพอ เพื่อให้มีโอกาสพบของเสียในตัวอย่าง และเพื่อให้ขีดจำกัดล่างมีค่าอยู่เหนือศูนย์สำหรับแผนภูมิแอ็ทริบิวท์
- ส่วนแผนภูมิแวเรียเบิล ขนาดของตัวอย่างใช้จำนวนที่ทำให้มีโอกาสน้อยที่สุด ที่จะอยู่ภายในการกระจายของตัวอย่าง ดังนั้นขนาดของตัวอย่างจึงต้องมีจำนวนน้อย จะเป็น 4, 5, 6 หรือ 10 แต่ที่นิยมใช้คือขนาดของตัวอย่างเท่ากับ 5





## 5. ต้องสุ่มตัวอย่างบ่อยเท่าไหร่

- การจะสุ่มตัวอย่างบ่อยครั้งเท่าไร ต้องพิจารณาถึงเศรษฐกิจและแปรปรวนของข้อมูลในกราฟ ถ้าข้อมูลแปรปรวนมาก การสุ่มตัวอย่างจะบ่อยครั้งขึ้น อย่างไรก็ตามไม่ควรกำหนดเวลาที่แน่นอนว่าจะเก็บตัวอย่างเมื่อไหร่

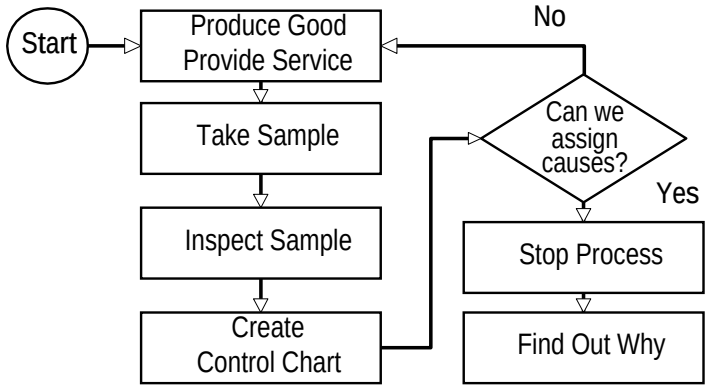




## 6. ต้องเลือกสุ่มตัวอย่างอย่างไร

- การเลือกสุ่มตัวอย่างข้อสำคัญ คือ ต้องไม่ลำเอียง การสุ่มตัวอย่างต้องเป็นแบบสุ่มและตัวอย่างนั้นต้องเป็นตัวแทนของกลุ่มที่ทำการตรวจสอบ

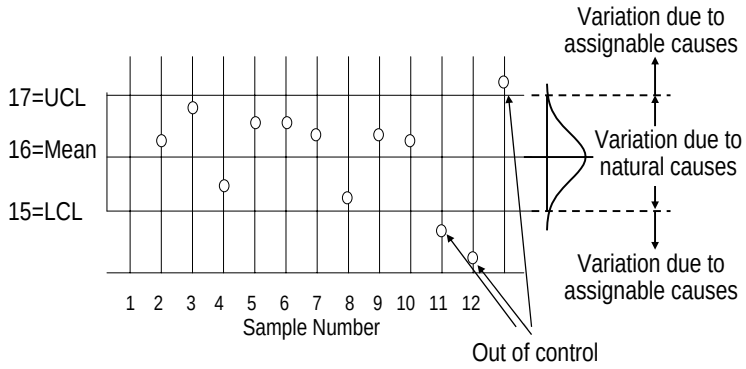
# ขั้นตอนในการควบคุมขบวนการด้วยสถิติ








# ตัวอย่างของแผนภูมิควบคุม








# $\bar{X}$ Chart Control Limits

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$$

From Table Page 26

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$$

Range for sample i

Mean for sample i

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \bar{x}_i}{n}$$

# Samples

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{n}$$





# $R$ Chart Control Limits

$$UCL_R = D_4\bar{R}$$

From Table Page 26

$$LCL_R = D_3\bar{R}$$

Range for Sample $i$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{n}$$

# Samples

## กรณีศึกษาบริษัทไมโครอิเลคโทรนิคส์ (หน้า 29)

- X Chart: CL = 1.18, UCL = 1.35, LCL = 1.01
- R Chart: CL = 0.236, UCL = 0.54, LCL = 0
- จุดที่มีปัญหา: 4, 9, 18, และ 20





## Revised Control Chart

มี 2 วิธีในการตัดข้อมูลที่ออกนอกเส้นควบคุม

- ตัดข้อมูลทั้งผัง $\overline{X}$ and R
- ตัดข้อมูลเฉพาะข้อมูลที่ออกนอกเส้นควบคุม

$$\overline{X_0} = \overline{\overline{X}}_{new}, \overline{R_0} = \overline{\overline{R}}_{new}, \sigma_0 = \frac{R_0}{d_2}$$

$$UCL_{\overline{x}} = \overline{x}_0 + A\sigma_0 \qquad \text{UCL}_R = D_2\sigma_0$$

$$LCL_{\overline{x}} = \overline{x}_0 - A\sigma_0 \qquad \text{LCL}_R = D_1\sigma_0$$





## Control Chart for Attribute

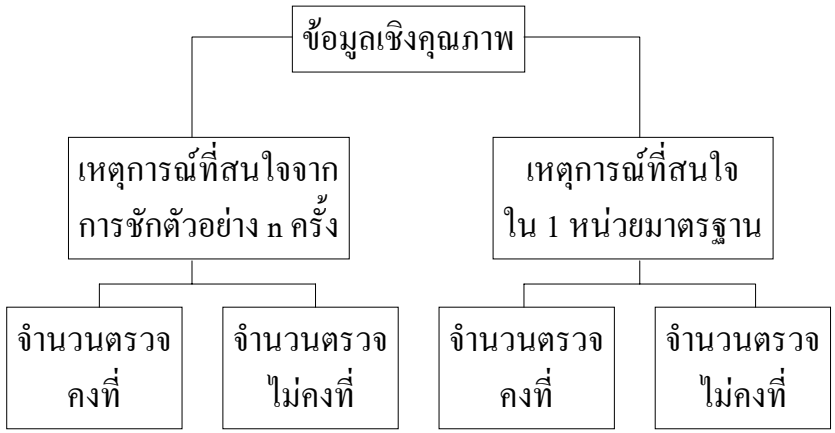
- ใช้ในการควบคุมข้อมูลเชิงคุณภาพ
- ใช้ควบคุมลักษณะของผลิตภัณฑ์
- ใช้ควบคุมกระบวนการด้วยการสังเกตุอาการผิดปกติ

ในการเลือกใช้แผนภูมิควบคุมนั้น ก่อนอื่นจะต้องกำหนดลงไปก่อนว่าหัวข้อในการควบคุม หรือลักษณะสมบัติของคุณภาพสินค้าคืออะไร แล้วต่อจากนั้น จึงมากำหนดว่าจากลักษณะสมบัติของคุณภาพสินค้าหรือชนิดของข้อมูลเช่นนี้ รวมไปถึงวิธีการในการสุ่มตัวอย่าง เป็นต้น





## การจำแนกประเภทของแผนภูมิควบคุมเชิงคุณภาพ



# แผนภูมิควบคุมแบบ p ( p – chart )

เป็นแผนภูมิในลักษณะของอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่อง การสร้างแผนภูมิแบบนี้ ใช้หลักของการแจกกแจงแบบทวินาม ( Binomial Distribution ) เพื่อจะดูการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ถือว่ามีข้อบกพร่อง ( Fraction defective ) จะใช้สัญลักษณ์ว่า p

$$\mathbf{p} = \frac{\text{จำนวนของผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องจากการตรวจสอบ}}{\text{จำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการตรวจสอบ}}$$





# *p* Chart
# Trial Control Limits

$$UCL_p = \bar{p} + z\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$$

$$LCL_p = \bar{p} - z\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$$

**z = 2 for 95.5% limits; z = 3 for 99.7% limits**

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i}{k} \quad \text{and} \quad \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{k} x_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i}$$

**# Defective Items in Sample i**

**Size of sample i**

ตัวอย่างหน้าที่ 39





# แผนภูมิควบคุมแบบ np ( np – chart )

แผนภูมิแบบ p ใช้ควบคุมอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องในช่วงหนึ่ง แต่ถ้าต้องการที่จะดูจำนวนผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องในช่วงหนึ่งจะใช้แผนภูมิแบบ np แผนภูมิแบบนี้ใช้หลักของการแจกแจงแบบทวินาม *ใช้เมื่อขนาดของตัวอย่างคงที่*

$$p = \frac{\text{จำนวนของผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องทั้งหมดในช่วงที่ทำการทดลอง}}{\text{จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่นำมาตรวจสอบ ในช่วงที่ทำการทดลอง}}$$

$$= \frac{np}{n}$$





## ขอบเขตการควบคุมแบบ np

สำหรับขอบเขตการควบคุม 3 ซิกมาของแผนภูมิแบบ np ลักษณะการแจกแจงอาจใช้การแจกแจงแบบปกติ ประมาณค่าการแจกแจงแบบทวินามได้ ในทำนองเดียวกับแผนภูมิแบบ p ถ้าทราบค่าอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องซึ่งถือเป็นมาตรฐาน จะได้ว่า

$$\text{Control limits} = n\bar{p} \pm 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

ตัวอย่างหน้าที่ 42

# แผนภูมิควบคุมแบบ c ( c – Chart )

แผนภูมิแบบนี้ใช้ดูจำนวนผลิตภัณฑ์ทีที่มีข้อบกพร่อง (number of defective) ในหนึ่งหน่วยเฉลี่ย *ในแต่ละหน่วยโดยที่ในแต่ละหน่วยประกอบด้วยสิ่งที่ต้องการศึกษาหลายสิ่ง ที่มีจำนวนคงที่และมีโอกาสที่จะเกิดข้อบกพร่องได้เท่า ๆ กัน* การสร้างแผนภูมิแบบนี้ใช้หลักของการแจกแจงแบบพังซอง ( Poisson Distribution )





# *c* Chart Control Limits

ตัวอย่างหน้าที่ 46

$$UCL_{\bar{c}} = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

**Use 3 for 99.7% limits**

$$LCL_{\bar{c}} = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^{k} c_i}{k}$$

**# Defects in Unit i**

**# Units Sampled**





# แผนภูมิควบคุมแบบ u (u – chart)

แผนภูมิควบคุมแบบ u เป็นแผนภูมิควบคุมจำนวนผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องในหนึ่งหน่วยเฉลี่ย (defect per unit) *ใช้เมื่อขนาดตัวอย่างในแต่ละชุดเปลี่ยนแปลง*

ให้ u เป็นจำนวนผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องในหนึ่งหน่วยเฉลี่ย
c เป็นจำนวนผลิตภัณฑ์ที่พบข้อบกพร่อง
n เป็นจำนวนหน่วยทั้งหมดที่ตรวจสอบ

$$u = \frac{c}{n}$$

$$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n}$$

$$CL = \bar{u} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

ตัวอย่างหน้าที่ 45





# การอ่านแผนภูมิควบคุม

**การอ่านความหมายของ Control Chart มีความสำคัญมาก ต่อการใช้อย่างมีประโยชน์ และมีประสิทธิภาพ เพราะจะทำให้ผู้ใช้สามารถหาความผิดปกติ และทำการแก้ไขให้ถูกต้องได้**

# การอ่านแผนภูมิควบคุม

**<u>กรณีกระบวนการอยู่ในการควบคุม</u> (Process in control)**

- ทุกๆ จุดที่พล็อต**อยู่ในเส้นควบคุม** UCL และ LCL
- มี **การกระจายตัว** ของข้อมูล **เป็นแบบสุ่ม** *(Natural causes)*

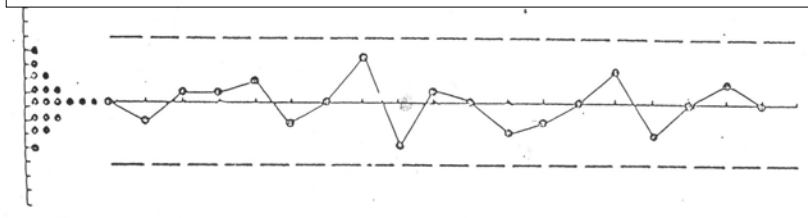
| | |
|---|---|
| | UCL |
| Zone A = 2.5% | |
| Zone B = 13.5% | |
| Zone C = 34% | |
| | CL |
| Zone C = 34% | |
| Zone B = 13.5% | |
| Zone A = 2.5% | |
| | LCL |

- ใช้ Histogram เช็คการกระจายข้อมูลแล้ว **เป็น** Normal distribution (ไม่ใช้กับ R chart และ S Chart)





# การกระจายตัวแบบปกติ



- ไม่มีจุดหลุดออกนอกเส้นควบคุมพิกัดบน และล่าง
- ไม่แสดงสภาพผิดปกติ เช่น การกระจายตัว และแนวโน้ม





# กระบวนการที่อยู่นอกการควบคุม (Out of Control)

**มีสาเหตุสำคัญดังนี้**

- ปัจจัยพื้นฐานในการผลิต
  1. Man พนักงาน และวิธีการทำงาน
  2. Machine เครื่องจักรอุปกรณ์
  3. Material วัสดุ หรือวัตถุดิบ
  4. Measurement การตรวจวัด
- สภาพแวดล้อมของกระบวนการผลิต
- การคำนวณ และ Plot ค่าลงในแผนภูมิควบคุม





# การอ่านแผนภูมิควบคุม

**<u>กรณีกระบวนการอยู่นอกการควบคุม</u> (Process out of control)**

- มีจุดที่พล็อต **ตกอยู่นอกเส้นควบคุม** UCL และ LCL *(Assignable causes)*
- มี **การกระจายตัว** ของข้อมูลมี **ลักษณะไม่สุ่ม** *(Assignable causes)*
- มีลักษณะของการ**มีแนวโน้ม** หรือ**มีทิศทาง**ของข้อมูลที่พล็อต *(Assignable causes)*
- ใช้ Histogram เช็คการกระจายข้อมูลแล้ว **ไม่เป็น** Normal distribution (ไม่ใช้กับ R chart และ S Chart)

# รูปแบบของกระบวนการที่อยู่นอกการควบคุม

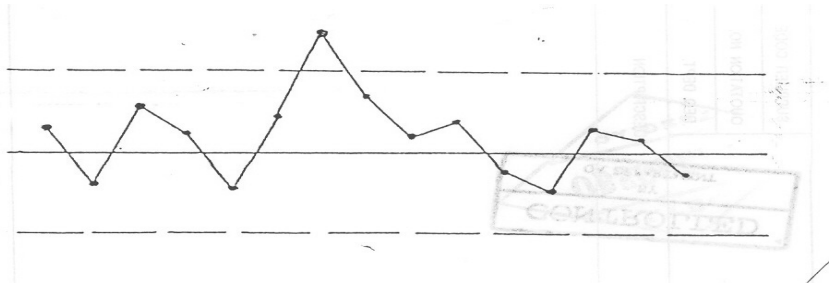
**มีได้หลายกรณี**

- **รูปแบบการกระจายผิดปกติ** (Extreme Variation)
- **การเปลี่ยนระดับคุณภาพ** (Runs or Jump level or Shift)
- **แนวโน้ม** (Trend)
- **ข้อมูลเป็นกลุ่ม หรือไม่มีการกระจาย** (Stratification or Lack of Variability)
- **วงจร หรือวัฏจักร** (Cycle)
- **แสดงประชากร 2 ชุด** (Two populations)





# รูปแบบการกระจายตัวผิดปกติ (Extreme Variation)

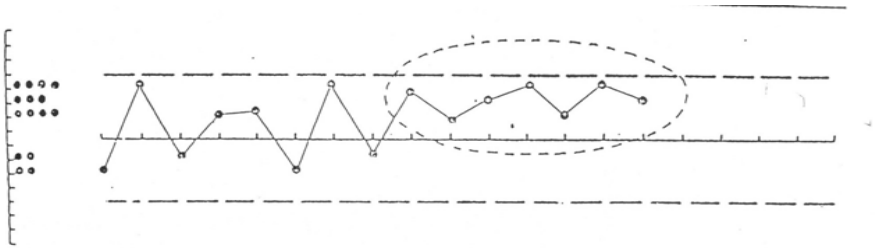


- มีจุดหลุดออกนอกเส้นควบคุม





# การเปลี่ยนระดับคุณภาพ (Runs or Jump level or Shift)



สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ $\bar{X}$ CHART

1. มีการเปลี่ยนแปลงในการตั้งกระบวนการใหม่
2. มีการใช้พนักงานใหม่ หรือขาดประสบการณ์
3. ใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพแตกต่างกัน หรือใช้วัตถุดิบคนละแหล่ง
4. ใช้เครื่องจักรใหม่ หรือมีการปรับแต่งเครื่องจักรเดิม
5. มีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ หรือวิธีการตรวจสอบคุณภาพ
6. ชิ้นส่วนบางตัว(ที่ไม่สำคัญมาก) ของเครื่องจักร หลวม ชำรุด หรือฝืดหรอ

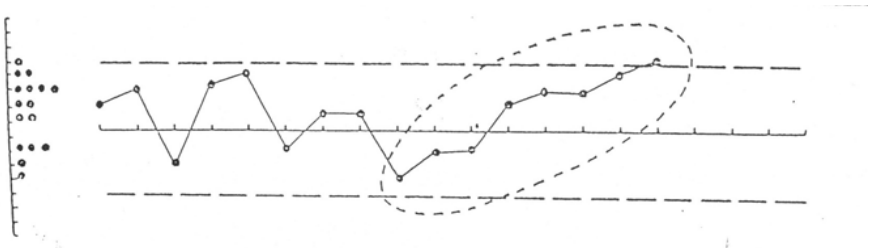
สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R CHART

1. พนักงานขาดประสบการณ์ หรือเปลี่ยนพนักงาน
2. เปลี่ยนวัตถุดิบใหม่
3. เปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่





# แนวโน้ม (Trend)



สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ $\bar{X}$ CHART

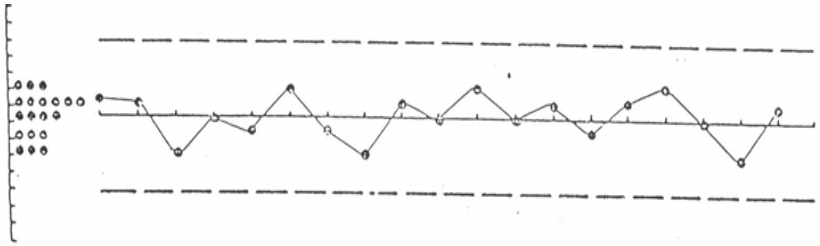
1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตเกิดการฝืดหรือชำรุดไปทีละน้อยๆ
2. สภาพแวดล้อมในการผลิต เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ฯลฯ มีการเปลี่ยนแปลงระดับไปทีละน้อยอย่างสม่ำเสมอ
3. ความล้าของพนักงานผลิต
4. เกิดจากความหนืดในกระบวนการทางเคมี

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R CHART

1. พนักงานมีทักษะในการทำงานเพิ่มขึ้น (อาจเกิดจากการฝึกอบรม)
2. ความล้าของพนักงาน, ความไม่ตั้งใจทำงาน หรืออื่นๆ
3. มีการปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ทีละน้อยๆ เพื่อให้มีคุณภาพเหมือนกันทั้งหมด

# ข้อมูลเป็นกลุ่ม หรือไม่มีการกระจาย

## (Stratification or Lack of Variability)



สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ $\bar{X}$ Chart

1. คำนวณหาเส้นพิกัดควบคุมผิด ควรทำการตรวจสอบดูใหม่

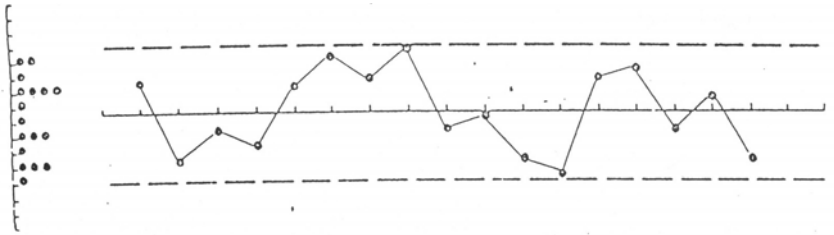
สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R Chart

1. มีการรวบรวมข้อมูลในแต่ละกลุ่มย่อยผิดพลาดไป หรือเก็บข้อมูลมาจากประชากรคนละชุดที่มีความแตกต่างกันมากเกินไป





# วงจร หรือวัฏจักร (Recurring Cycles)



สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ $\bar{X}$ CHART

1. สภาพแวดล้อม, อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปมาเป็นวัฏจักร
2. ความล้าของพนักงาน
3. ใช้เครื่องมือวัดหรือทดสอบซึ่งแตกต่างกันและใช้เรียงตามลำดับ
4. การหมุนเวียนตามปกติของเครื่องจักรหรือพนักงาน
5. กระบวนการหรือขั้นตอนหลายอย่างมารวมกัน

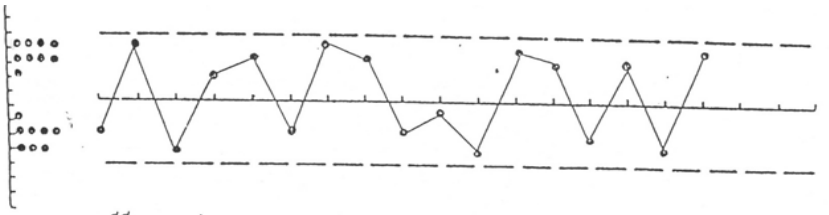
สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R CHART

1. ผลจากการบำรุงรักษาป้องกันตามกำหนดเวลา
2. ความล้าของพนักงาน
3. เครื่องมือฝึกหรอ





# แสดงประชากร 2 ชุด (Two Populations)



สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ $\bar{X}$ Chart

1. คุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในแต่ละ LOT มีความแตกต่างกันมากเกินไป
2. ข้อมูลจากการผลิตด้วยเครื่องจักรตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป
3. วิธีการ, อุปกรณ์ในการทดสอบ, การวัดมีความแตกต่างกันมากเกินไป
4. จงใจผลิตให้ได้คุณภาพตาม SPEC. ทางด้านสูง
5. มีความคลาดเคลื่อนในระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติ

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R Chart

1. มีการนำข้อมูลที่ได้จากการผลิตด้วยพนักงานหลายคนมาควบคุมบนแผนภูมิควบคุมเดียวกัน

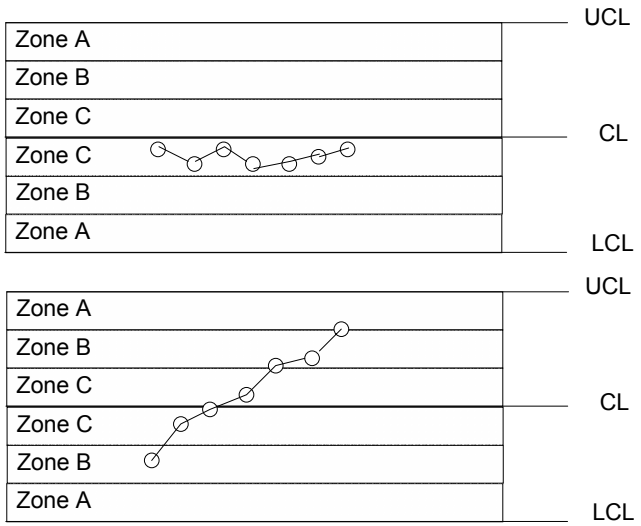


# ลักษณะของการกระจายตัวที่ไม่สุ่ม

**มีได้หลายกรณี**

- มี 7 **จุดติดต่อกัน** (หรือ 10 ใน 11 จุดที่ต่อเนื่องกัน)
  - ตกอยู่เหนือเส้น CL (Zone C)
  - ตกอยู่ใต้เส้น CL (Zone C)
  - มีทิศทางขึ้นอย่างต่อเนื่อง
  - มีทิศทางลงอย่างต่อเนื่อง
- มี 2 **ใน** 3 **จุด** ที่ต่อเนื่องกันตกอยู่ใน Zone A
- มี 4 **ใน** 5 **จุด** ที่ต่อเนื่องกันตกอยู่ใน Zone B

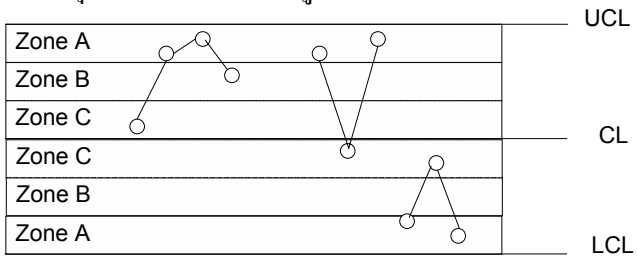
## 7 จุดติดต่อกัน



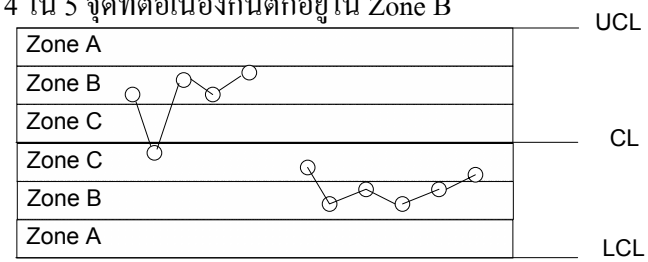





## มี 2 ใน 3 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่ใน Zone A



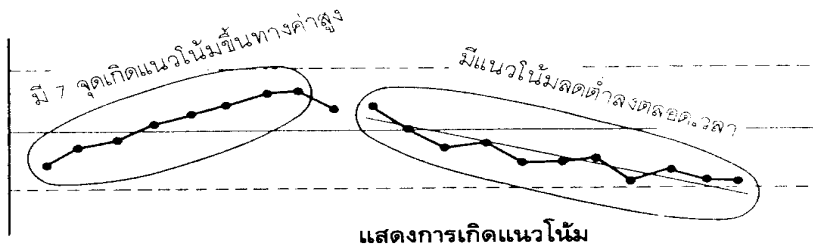

## มี 4 ใน 5 จุดที่ต่อเนื่องกันตกอยู่ใน Zone B








# แนวโน้ม ( trends )



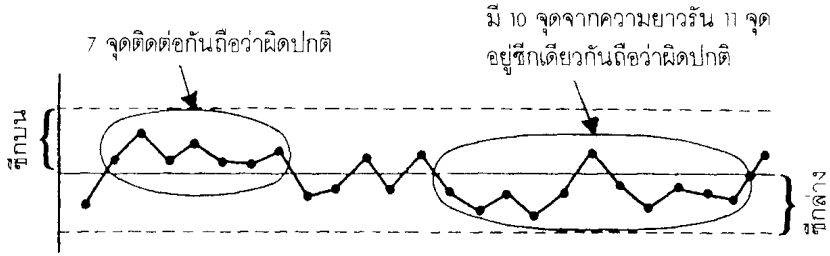

**แสดงการเกิดแนวโน้ม**

- แนวโน้มนี้เกิดขึ้นเมื่อจุดต่างๆ เรียงติดต่อกัน ค่อยๆ สูงขึ้นหรืออาจจะต่ำลง ทำให้มองดูแล้วรูปเหมือนเกิดความชันขึ้น เกณฑ์ตัดสินว่าเกิดแนวโน้มขึ้นเมื่อใด ก็คือเมื่อมีจุด 7 จุดติดต่อกัน เชื่อมกันในลักษณะที่เอียงขึ้นหรือเอียงลง แต่โดยทั่วๆ ไปก่อนจะถึงจุดที่ 7 จะมีบางจุดเกินพิกัดควบคุมแล้ว ซึ่งก็หมายความว่ากระบวนการผลิตไม่ถูกต้อง



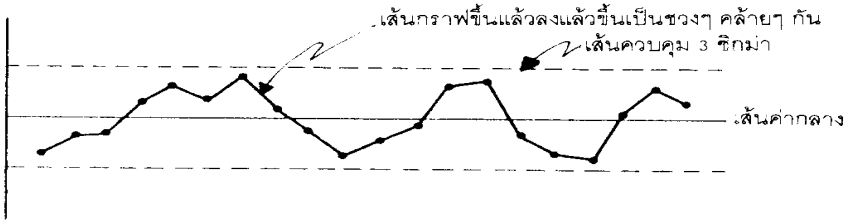


# ความไม่สมดุลย์ ( runs )




- ความไม่สมดุลย์นี้เกิดขึ้น เมื่อมีหลายๆ จุดเรียงอยู่ข้างเดียวกัน โดยมีเส้นกึ่งกลาง CL เป็นเส้นแบ่งจำนวนจุดต่างๆ ที่ประกอบเป็นเส้นนั้นเรียกว่า ขนาดของความไม่สมดุลย์ ( length of the run )

# ช่วงซ้ำซ้อน ( Cycle/periodicity )




- ถ้าจุดต่างๆ แสดงออกมาเป็นรูปแบบที่ซ้ำๆ กันในช่วงเวลาที่เท่ากันของแต่ละช่วง อาจจะกล่าวได้ว่าเกิด " ช่วงซ้ำซ้อน (periodicity) " สำหรับเกณฑ์ตัดสินว่าเกิดช่วงซ้ำซ้อนนั้นไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอน เหมือนกับแนวโน้มและความไม่สมดุลย์ วิธีที่ดีที่สุดก็คือ ต้องติดตามดูตามจุดต่างๆ บนแผนภูมิไปเรื่อยๆ แล้วสังเกตดู



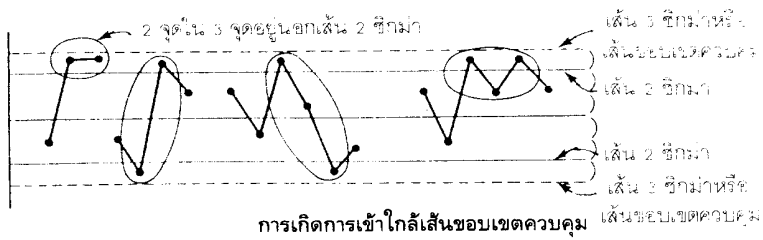


# การเกาะกลุ่มรอบเส้นควบคุม CL

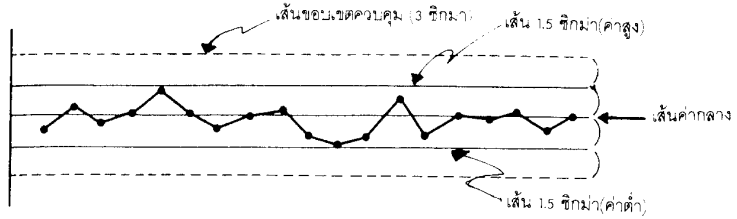
- เมื่อจุดต่างๆ บนแผนภูมิควบคุมอยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง CL ของเส้นควบคุม อาจกล่าวได้ว่าเกิดการเกาะกลุ่มขึ้น โดยมากที่เกิดเหตุการณ์เช่นนี้ เพราะนำข้อมูลต่างชนิดมาปนกันในกลุ่มหนึ่งๆ การแก้ก็คือ ต้องเปลี่ยนกลุ่มให้เหมาะสม จัดข้อมูลแต่ละพวกให้อยู่ด้วยกัน และเขียนแผนภูมิควบคุมใหม่เกณฑ์ตัดสินว่าเกิดการเกาะกลุ่มให้ทำดังนี้ คือขีดเส้นยาว 2 เส้น ระหว่างพิกัดสูง UCL และพิกัดต่ำ LCL เส้นทั้ง 2 ห่างจากพิกัดสูง และพิกัดต่ำเป็นระยะ 1 ใน 3 ของระยะทางจากเส้นกึ่งกลาง CL ถึงพิกัดแต่ละด้าน ถ้าจุดเกือบทั้งหมดอยู่ระหว่าง 2 เส้นใหม่นี้ ก็แสดงว่าผิดปกติ








**การเกิดการเข้าใกล้เส้นขอบเขตควบคุม**




**การเกาะกลุ่มรอบเส้นควบคุม CL**





# การพิจารณาแก้ปัญหา Out of Control

- การสอบกลับ (Traceability)
- การตรวจสอบบันทึก สัมภาษณ์ สังเกตุ
- การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
- การใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ประการ
- Sense & Experience
- Fortune

# 7 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

# เครื่องมือ QC Tools เพื่อการแก้ไขปัญหา

**7 QC Tools**

- ใบตรวจสอบ
- กราฟ
- แผนภูมิพาเรโต
- แผนภาพสาเหตุและผล
- แผนภาพการกระจาย
- ฮิสโตแกรม
- แผนภูมิควบคุม

**7 QC Tools ใหม่**

- แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง
- แผนผังความสัมพันธ์
- แผนผังต้นไม้
- แผนผังเมตริกซ์
- ตารางวิเคราะห์ข้อมูลแบบเมตริกซ์
- แผนผังลูกศร
- แผนผังขั้นตอนการตัดสินใจ





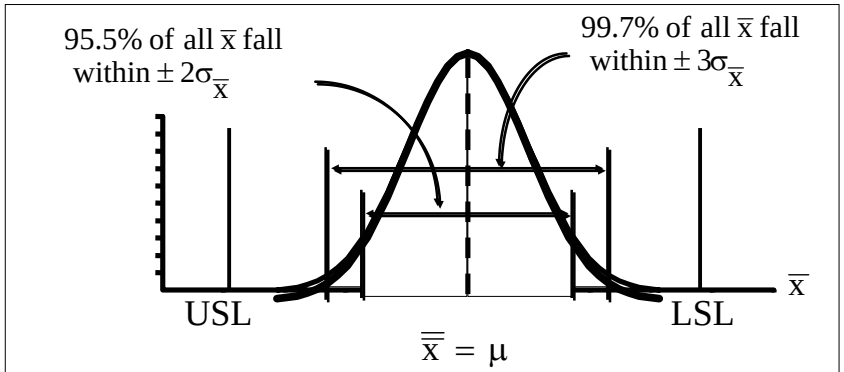
# การศึกษาความสามารถของขบวนการ
# Process Capability Study

- ใช้ในการประเมินความสามารถของขบวนการ
- มีการพัฒนาออกมาอย่างต่อเนื่อง หลายตัว
  - $C_p$
  - $C_{pk}$
  - $C_{pm}$
  - $C_{pmk}$





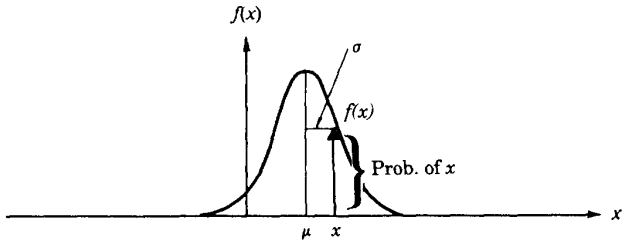
# Process Capability and Tolerance




Tolerance = Distance between USL – LSL

Process Cap. = $6\sigma$

- คุณลักษณะเฉพาะตัวของการแจกแจงแบบปกติ
  - จุดกลางของการแจกแจงข้อมูล ($\mu$)
  - ความกระจายตัวของข้อมูลเมื่อเทียบกับจุดกลาง ($\sigma$)




- ดัชนีสมรรถนะของกระบวนการ (Process Capability Index)

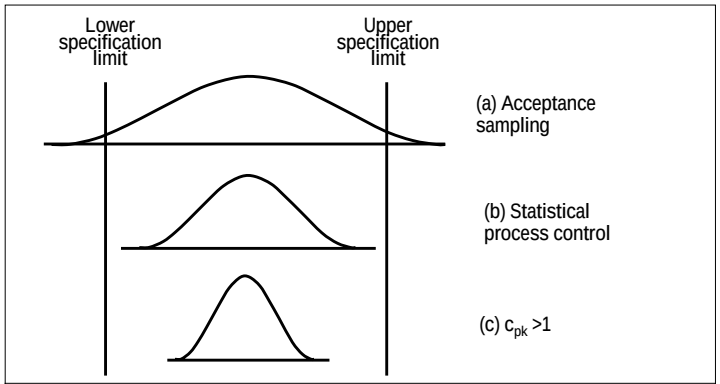
$$C_p = \frac{S_U - S_L}{6s}$$

| | |
|---|---|
| Cp ≥ 1.33 | กระบวนการใช้ได้ดี |
| Cp < 1.33 แต่ยัง ≥ 1.00 | กระบวนการจัดว่าใช้ได้ |
| Cp < 1.00 | กระบวนการนั้นใช้ไม่ได้ |





# Process Capability Potential $C_p$




$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

ดูรายละเอียดหน้า 55





# Process Capability Performance $C_{pk}$

$$C_{pk} = \text{minimum of} \left[ \frac{\text{Upper Specification Limit} - \bar{x}}{3\sigma}, \text{ or } \frac{\bar{x} - \text{Lower Specification Limit}}{3\sigma} \right]$$

where $\bar{x}$ = process mean

$\sigma$ = standard deviation of the process population

*Assumes that the process is*:

- under control
- normally distributed





# Process Capability $C_{pm}$

- Proposed by Hsiang and Taguchi
- Measures the degree to which the process output is on the target
- Compatible with the Taguchi loss function

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{(\mu - T)^2 + \sigma^2}}$$

# Process Capability $C_{pmk}$

- Third generation of process capability index
- Include both $C_{pk}$ and $C_{pm}$
- $C_{pmk}$ imposes a penalty when the process is not on target

$$C_{pmk} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1+\left(\frac{\mu - T}{\sigma}\right)^2}}$$





# NOTE