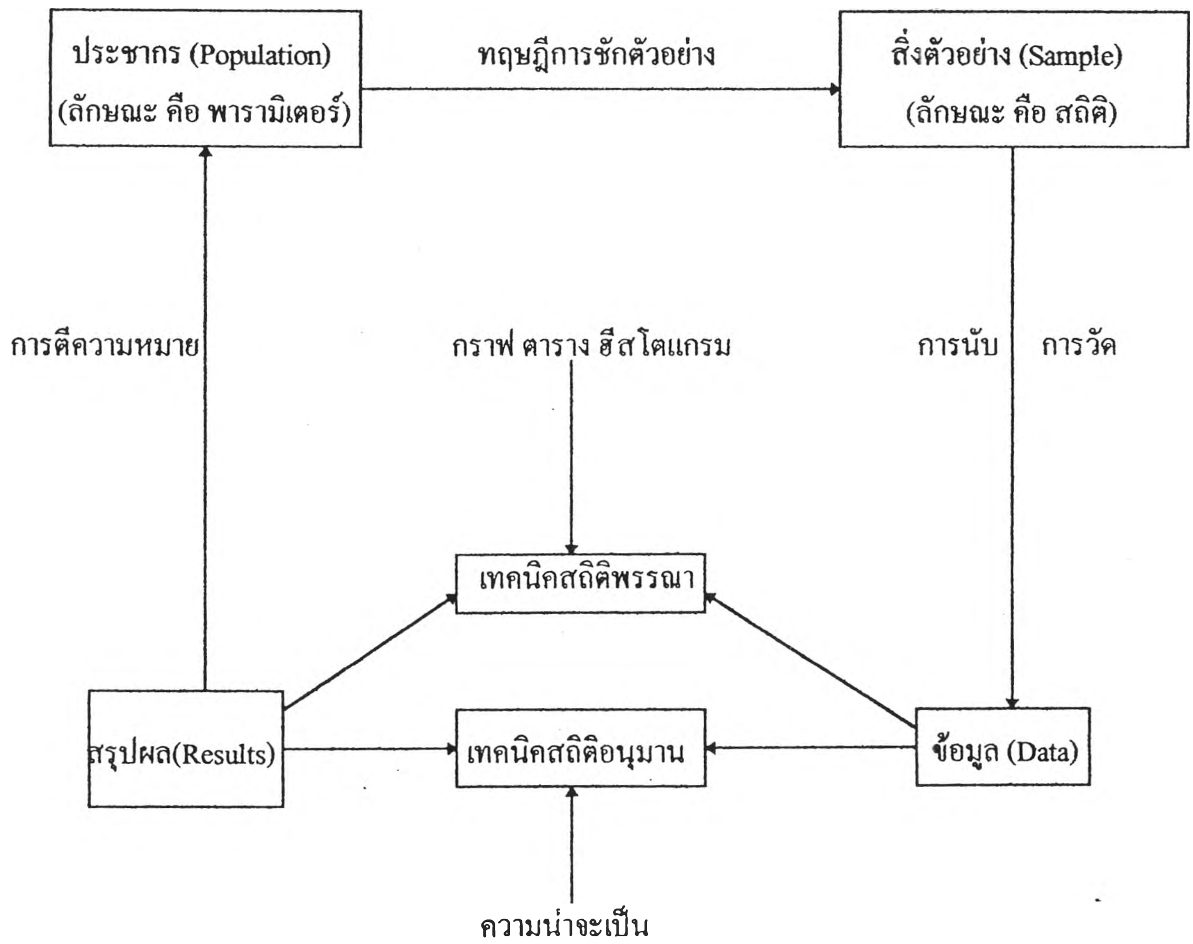
บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

2..1.1 สถิติและการควบคุมคุณภาพ

(เจริญ สุนทราวาณิชย์ และคณะ ,2539) ได้นิยามคำว่าสถิติดังนี้ สถิติ คือ ศาสตร์แขนงหนึ่งที่ใช้ตัดสินในเหตุการณ์ภายใต้ความผันแปร โดยการตัดสินใจประกอบด้วยการรวบรวม การวิเคราะห์ตลอดจนการสรุปผลเพื่อดำเนินการจากข้อมูล



รูปที่ 2..1 ระเบียบวิธีการสถิติ (เจริญ สุนทราวาณิชย์ และคณะ,2539)

2..1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

(กานดา พูนลาภทวี,2530)

ประชากร (Population) หมายถึง จำนวนสมาชิกทุกหน่วยข้อมูลที่สนใจศึกษา เช่น ผู้วิจัยสนใจศึกษาความคงทนของหลอดไฟฟ้าในโรงงาน ประชากรในกรณี นี้คือ หลอดไฟฟ้าทุกหลอดในโรงงานแห่งนี้ หรือต้องการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้น ม.6 ทุกคนทั่วประเทศ สำหรับการแบ่งประเภทของประชากรสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก.) ประชากรที่มีจำนวนจำกัดหรือนับถ้วน (Finite Population) เป็นประชากรที่มีสมาชิกจำนวนจำกัด และสามารถนับได้แน่นอน เช่น จำนวนนักศึกษา จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม จำนวนบริษัท

ข.) ประชากรที่มีจำนวนไม่จำกัด (Infinite Population) เป็นประชากรที่มีจำนวนสมาชิกที่ไม่สามารถนับจำนวนที่แน่นอนได้ เช่น ปริมาณน้ำในมหาสมุทร จำนวนเม็ดข้าว

สิ่งตัวอย่าง (Sample) หมายถึง ส่วนหนึ่งของประชากรที่ถูกเลือกมาเพียงบางส่วนจากประชากรทั้งหมดเพื่อใช้เป็นเป็นตัวแทนในการศึกษา เช่น ในการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นม.6 มีจำนวนมาก ผู้วิจัยอาจทำการสุ่มนักเรียนมาเพียงบางส่วน นักเรียนบางส่วนที่นำมาศึกษาความคิดเห็นนี้ถือว่าเป็นสิ่งตัวอย่าง

2..1.3 ค่าพารามิเตอร์ และค่าสถิติ

ค่าพารามิเตอร์ (Parameter) หมายถึง ค่าที่แท้จริง ซึ่งใช้บรรยายลักษณะของประชากรคำนวณได้จากข้อมูลทั้งหมดของประชากร

ค่าสถิติ (Statistic) หมายถึง ค่าที่ใช้บรรยายลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นค่าที่คำนวณได้จากข้อมูลสิ่งตัวอย่าง โดยทั่วไปจะนำค่าสถิติไปใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์

2..1.4 ข้อมูล (Data)

ข้อมูล หมายถึง ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจศึกษา ซึ่งอาจอยู่ในรูปตัวเลข เช่น ความกว้าง ความยาว คะแนน น้ำหนัก ความสูง ระยะทาง หรืออาจเป็นข้อเท็จจริงที่อยู่ในรูปคุณลักษณะ หรือคุณสมบัติ เช่น ของดี ของเสีย ชื่อ เพศ ที่อยู่ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ ศาสนา การแบ่งประเภทของข้อมูล มีวิธีการแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา

2.1.4.1 จำแนกตามลักษณะการเก็บข้อมูล สามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. *ข้อมูลที่ได้จากการนับ (Counting Data)* เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้โดยใช้วิธีการนับ เช่น การนับจำนวนชิ้นงานทั้งสิ้น 50 ชิ้น เป็นจำนวนชิ้นงานที่ได้มาตรฐาน 45 ชิ้น จำนวนชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐาน 5 ชิ้น ซึ่งจำนวนตัวเลข 45 และ 5 เป็นข้อมูลที่ได้จากการนับ ลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการนับนี้โดยทั่วไปตัวเลขจะเป็นจำนวนเต็ม

ข. *ข้อมูลที่ได้จากการวัด (Measurement Data)* เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้โดยใช้วิธีการวัด เช่น การวัดขนาดของชิ้นงาน การชั่งน้ำหนักปริมาณสินค้า จำนวนตัวเลขที่ได้จากวิธีการวัดจะเป็นตัวเลขต่อเนื่อง ซึ่งอาจจะเป็นตัวเลขทศนิยมหรือ เศษส่วนก็ได้ เช่น ขนาดชิ้นงานที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.23 เซนติเมตร

2.1.4.2 จำแนกตามการจัดกระทำข้อมูล สามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. *ข้อมูลดิบ (Raw Data)* เป็นข้อมูลที่ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยยังไม่ได้นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำหรือจัดระเบียบ ข้อมูลเหล่านี้ยังคงปะปนกันอยู่ ไม่มีการจัดแบ่งเป็นประเภทหรือหมวดหมู่

ข. *ข้อมูลที่จัดเป็นหมวดหมู่ (Group Data)* เป็นข้อมูลที่มีการจัดกระทำให้เป็นหมวดหมู่อย่งเป็นระเบียบ มีการแจกแจงความถี่ ซึ่งจะช่วยให้ข้อมูลเหล่านี้ง่ายต่อการคำนวณ หรือ การนำไปใช้

2.1.4.3 จำแนกตามลักษณะข้อมูล สามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. *ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data)* เป็นข้อมูลที่แสดงปริมาณหรือขนาด ในลักษณะของตัวเลขโดยตรง เช่น ความกว้าง ความยาว อายุ น้ำหนัก คะแนน

ข. *ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data)* เป็นข้อมูลที่แสดงถึงคุณลักษณะไม่ได้อยู่ในรูปของตัวเลขโดยตรง เช่น ของดี ของเสีย เพศชาย เพศหญิง

2..1.5 ตัวแปร (Variable)

ตัวแปร หมายถึง สิ่งที่มีความผันแปรซึ่งอาจจะเป็นทางด้านปริมาณ เช่น น้ำหนัก ความสูง อายุ ความเร็ว หรืออาจเป็นทางด้านคุณภาพ เช่น เพศ เชื้อชาติ ศาสนา สีผม สีนัยน์ตา ตัวแปรเหล่านี้จะประกอบด้วยค่าต่างๆ กัน เช่น ในกลุ่มนักศึกษากลุ่มหนึ่ง นักศึกษาแต่ละคนย่อมมีความสูงแตกต่างกัน ดังนั้นความสูงจึงถือว่าเป็นตัวแปร

การแบ่งประเภทของตัวแปร ถ้าพิจารณาตามคุณสมบัติของตัวแปรสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous Variable) หมายถึง ตัวแปรสามารถที่มีค่าต่อเนื่องกันระหว่างค่าสองค่าที่กำหนดให้ จะมีค่าอยู่ระหว่างค่าสองค่านั้นมากมาย เช่น ความสูง น้ำหนัก อายุ ระยะทาง ในด้านตัวแปรความ ช่วงความสูงระหว่าง 160-165 เซนติเมตร มีค่าความสูงที่เป็นไปได้มากมายนับไม่ถ้วน

2. ตัวแปรไม่ต่อเนื่อง (Discrete Variable) หมายถึงตัวแปรที่ มีค่าไม่ต่อเนื่องเป็นตัวแปรที่ไม่สามารถกำหนดให้มีค่าย่อยระหว่างค่าสองค่าได้ เช่น จำนวนนักศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนครัวเรือน จำนวนรถยนต์ในกรุงเทพมหานคร ค่าตัวเลขของตัวแปรเหล่านี้ไม่มีทศนิยม จะไม่มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 5.5 คน หรือจำนวนครัวเรือน 134.2 หลัง และระหว่างครัวเรือนที่ 1 และครัวเรือนที่ 2 จะไม่มีตัวเลขอยู่ระหว่าง 1 และ 2

2..1.6 สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน

ก) *สถิติเชิงพรรณนา (Desciption Statistics)* เป็นสถิติที่ศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลเพื่อบรรยายคุณลักษณะของสิ่งตัวอย่างหรือกลุ่มประชากรเฉพาะที่ใช้ในการศึกษาเท่านั้น โดยผลที่ได้จากการศึกษาจะไม่นำไปสรุปอ้างอิงถึงสิ่งตัวอย่างหรือกลุ่มประชากรอื่นๆ การศึกษาหาคำตอบจะบรรยายลักษณะหรือการแจกแจงของข้อมูลตามที่เก็บรวบรวมข้อมูลมาได้เท่านั้น ซึ่งอาจแสดงด้วยความถี่ของข้อมูล ร้อยละ สัดส่วน อัตราสัดส่วน การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

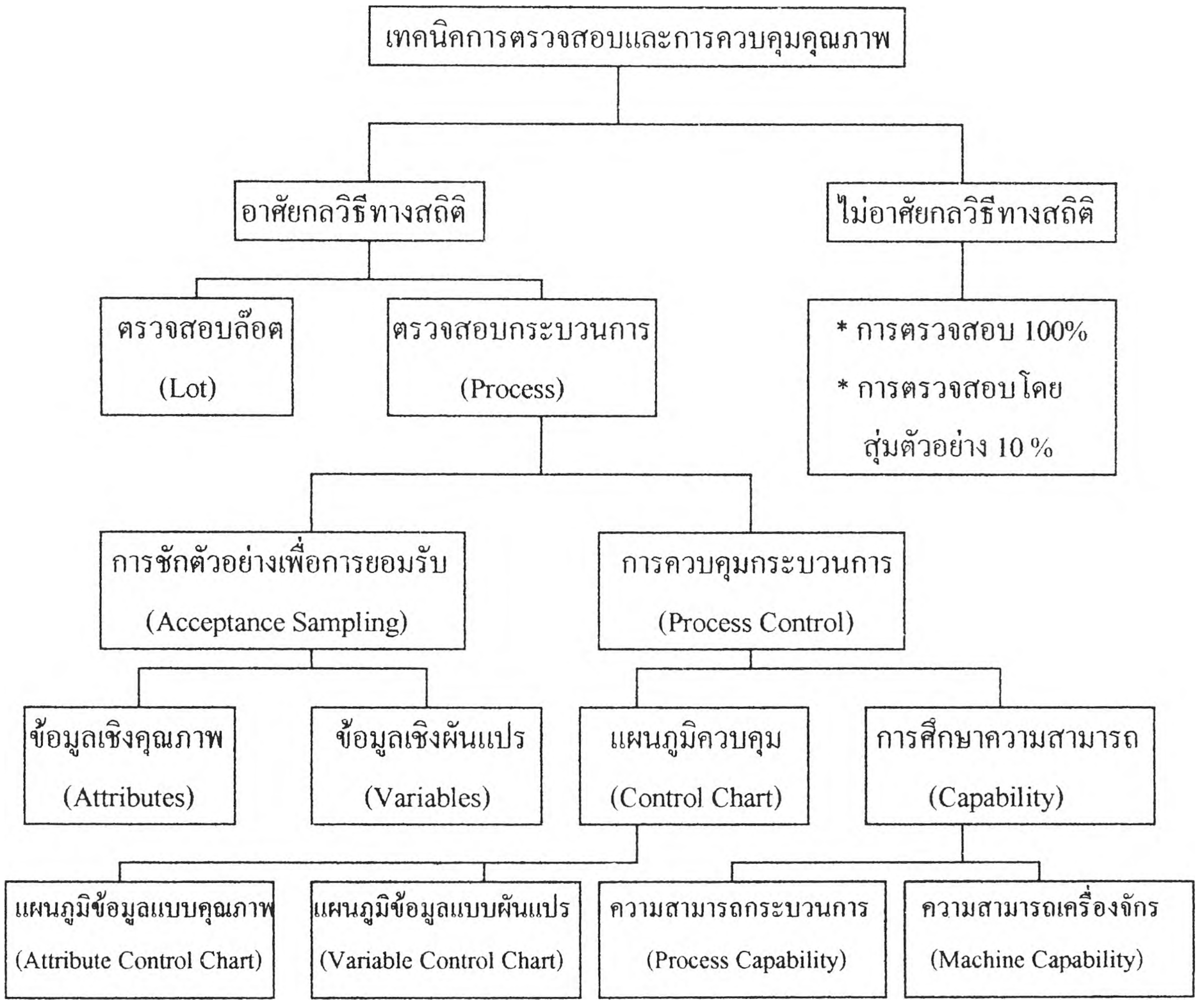
ข) *สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics)* เป็นสถิติที่ศึกษาถึงข้อมูลจากสิ่งตัวอย่างแล้วนำข้อสรุปที่ได้ไปคาดคะเน หรือสรุปอ้างอิงถึงลักษณะของประชากร โดยได้นำทฤษฎีความน่าจะเป็นมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากสิ่งตัวอย่าง เพื่อสรุปลักษณะของประชากรสถิติเชิงอนุมานจะเกี่ยวกับการประมาณค่า (Estimation) การทดสอบสมมุติฐาน (Hypothesis Testing)

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ค่าสถิติ และค่าพารามิเตอร์

ความหมาย	สัญลักษณ์	
	ค่าสถิต	ค่าพารามิเตอร์
ค่าเฉลี่ย	$\bar{x}$	μ
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	S	σ
ความแปรปรวน	s	σ

2..1.7 <u>เทคนิคการตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพ</u>

แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเทคนิคการตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพ ดังนี้



รูปที่ 2.2 เทคนิคการตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพ (เจริญ สุนทราวาณิชย์ และคณะ,2539)

การวิจัยในที่นี้ศึกษาเทคนิคการตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพ ส่วนที่ 1 แบบอาศัยกลวิธีทางสถิติเฉพาะการใช้แผนภูมิควบคุมแบบผันแปร และการศึกษาความสามารถกระบวนการ ความสามารถเครื่องจักร

2..1.8 การวัดการกระจายของข้อมูล (Dispersion)

การสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพสินค้า นอกจากจะใช้ค่ากลางของข้อมูลแล้วยังต้องใช้ค่าที่ได้จากการวัดการกระจายของข้อมูล เพื่อพิจารณาถึงความกว้างของข้อมูลว่า มีลักษณะการกระจายไปมากน้อยเพียงใด และในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพก็จะใช้ค่าที่ได้จากการวัดการกระจายเพื่อดูลักษณะของข้อมูลจากค่ากลางของข้อมูลมากน้อยเพียงใด ในการวัดการกระจายของข้อมูลมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะในส่วนของการวัดการกระจายที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ดังนี้คือ (ก) การวัดการกระจายด้วยพิสัย (Range) และ (ข) การวัดการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

(ก) พิสัย (Range) คือการวัดการกระจายของข้อมูลด้วยค่าของผลต่างของข้อมูลสูงสุดกับข้อมูลต่ำสุด เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ R ซึ่งถ้าให้ Xn เป็นค่าของข้อมูลสูงสุดและ Xi เป็นค่าของข้อมูลต่ำสุด ดังนั้น

$$R = Xn - Xi$$

(ข) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นวิธีวัดการกระจายของข้อมูลรอบๆ ค่าเฉลี่ย กล่าวคือ ถ้าค่าของข้อมูลอยู่ห่างค่าเฉลี่ยมากวัดการกระจายของข้อมูลก็มีค่ามาก นิยามของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ รากที่สองของส่วนเฉลี่ยเลขคณิตของผลต่างกำลังสองระหว่างข้อมูลแต่ละค่า กับส่วนเฉลี่ยเลขคณิต X เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ σ

ซึ่งถ้าให้ X1,X2,...Xn เป็นค่าของข้อมูลแต่ละค่าและ X เป็นส่วนเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนี้ ดังนี้

$$\sigma = \sqrt{/n \sum_{i=1}^{n} (Xi - X)^2}$$

หรือ

$$= \sqrt{1/n \sum_{i=1}^{n} Xi^2 - \bar{X}^2}$$

2.1.9 การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

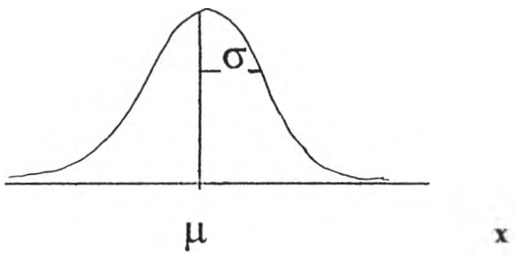
เทคนิควิธีการต่างๆ ในหลายสาขาวิชา มักจะใช้การประยุกต์สถิติบนพื้นฐานของการแจกแจงปกติ เพื่อการศึกษาการกระจายของข้อมูล สำหรับในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการแจกแจงปกติเพื่อใช้ประยุกต์กับการสร้างแผนภูมิ เพื่อควบคุมคุณภาพสินค้า

ถ้า X เป็นตัวแปรเชิงสุ่ม เราจะกล่าวว่า X มีการแจกแจงปกติ

$$f(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2Q^2} \qquad -\infty < X < \infty$$

เมื่อ μ แทนค่าเฉลี่ยของประชากร และ σ แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร หรือพารามิเตอร์ (Parameter) ซึ่งมีลักษณะทั่วไปของการแจกแจงปกติคือ

1. เป็นโค้งรูประฆังคว่ำ สมมาตรกับแกนตั้งที่ลากเส้นผ่านค่าเฉลี่ย μ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โค้งการแจกแจงแบบปกติ

2. มีฐานนิยมเดียว มีจุดสูงสุด $x = \mu$
3. กราฟลดลงอย่างต่อเนื่องทั้งสองข้างมีจุดเปลี่ยนเว้าที่ $x = \mu \pm \sigma$ ปลายโค้งจะลดลงเข้าหาแกน x เมื่อ x ห่างจากค่าเฉลี่ย แต่จะไม่บรรจบกับแกน x
4. พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งจะมีค่าเท่ากับ 1 นั่นคือ

$$\int_{\infty}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2Q^2} dx = 1$$

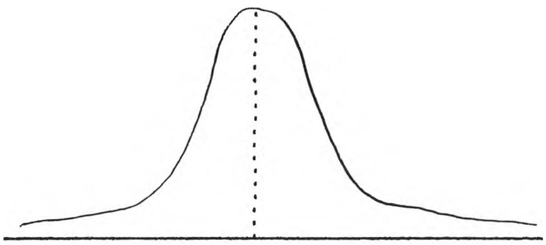
การแจกแจงปกติจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และความแปรปรวนเป็น σ ในการหาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งแบบปกติในทางปฏิบัติจะเปลี่ยนการแจกแจงของตัวแปรเชิงสุ่ม x จากการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ย μ และความแปรปรวน σ ให้เป็นการแจกแจงปกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนเป็น 1 ด้วยตัวแปรเชิงสุ่ม Z โดยที่

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

มีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นคือ

$$F(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-Z^2/2} \qquad -\infty < Z < \infty$$

เรียก f(z) นี้ว่าการแจกแจงปกติมาตรฐาน มีกราฟเป็นรูประฆังคว่ำที่สมมาตรกับแกนตั้งที่ลากผ่านค่าเฉลี่ย $\mu = 0$ และความแปรปรวน σ = ดังรูป 2.4



$\mu = 0$

รูป 2.4 โค้งการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน

ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 1$

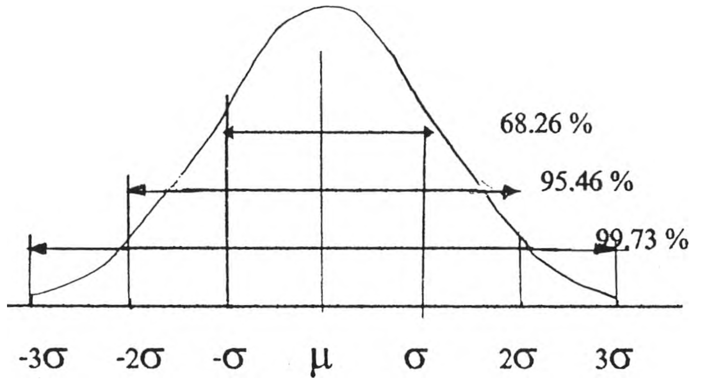
ค่าพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานจะแสดงในตาราง ก ภาคผนวก ก และจากตาราง ก ใน ภาคผนวก ก พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งในตารางจะเป็นพื้นที่สะสมที่คำนวณจาก

$$P(Z \leq z) = F(Z) = \int_{-\infty}^{Z} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-1/2t^2} dt$$

ซึ่งพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติภายใต้ขอบเขตต่างๆ จะกำหนดได้ดังตารางที่ 2.2 แสดงในรูปที่ 2.5

ตารางที่ 2.2 แสดงขอบเขตพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งแบบปกติ

ขอบเขต	พื้นที่ภายใต้เส้นโค้ง
$\mu \pm 0.6745\sigma$	50.00 %
$\mu \pm \sigma$	68.26%
$\mu \pm 2\sigma$	95.46%
$\mu \pm 3\sigma$	99.73%



รูปที่ 2.5 แสดงขอบเขตพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งแบบกปติ

จากตารางที่ 2.2 และรูป 2.5 จะพบว่าสำหรับการแจกแจงแบบปกติ จะมีร้อยละ 68.26 ของข้อมูลที่ตกอยู่ในช่วง $\mu \pm \sigma$ มีร้อยละ 95.46 ที่มีข้อมูลที่ตกอยู่ในช่วง $\mu \pm 2\sigma$ และ มีร้อยละ 99.73 ที่มีข้อมูลตกอยู่ในช่วง $\mu \pm 3\sigma$

2..1.10 การประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ)

ในการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพสินค้า เราจะพยายามที่ใช้ต้นทุนการตรวจสอบน้อยที่สุด โดยให้มีประสิทธิภาพของการตรวจสอบมากที่สุด นั้นคือ ถ้าขนาดตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบมีขนาดใหญ่มากที่สุด นั่นคือ ถ้าขนาดตัวอย่างทีใช้ตรวจสอบมีขนาดใหญ่มาก ต้นทุนการตรวจสอบก็มีมาก ประสิทธิภาพของการตรวจสอบก็ดี ราคาสินค้าก็แพง แต่ถ้าต้องการลดขนาดของตัวอย่างให้น้อยลง ต้นทุนการตรวจสอบก็ลดลง ประสิทธิภาพการตรวจสอบก็ลดลง ราคาสินค้าก็ลดลงตามมาด้วย แต่ปัญหาอยู่ที่ว่าในการตรวจสอบคุณภาพสินค้านั้นต้องการใช้ต้นทุนการตรวจสอบน้อย โดยให้มีประสิทธิภาพของการตวจสอบมาก ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวในทางปฏิบัติจึงได้ทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาเพียงบางส่วน เพื่อใช้เป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจากกระบวนการผลิต ด้วยการสุ่มตัวอย่างมาจากแต่ละกลุ่มย่อย แล้วทำการตรวจสอบทุกหน่วยที่เลือกมา

ถ้าประชากรมีการแจกแจงแบบปกติแล้ว เลือกตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติจากการแจกแจงสุ่มตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างก็ยังคงมีการแจกแจงเป็นแบบปกติด้วย

ในกรณีที่ประชากรไม่มีการแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ก็จะไม่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ แต่ถ้าเลือกตัวอย่างขนาดใหญ่พอแล้ว การแจกแจงค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ก็สามารถประมาณได้ด้วยการแจกแจงปกติด้วยทฤษฎีขอบเขตเข้าสู่ส่วนกลาง ดังนี้

ทฤษฎีขอบเขตเข้าสู่ส่วนกลาง (Central Limit Theorem) ถ้า $\bar{X}$ เป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างสุ่มที่มีขนาด n จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย μ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ

เมื่อ n----->∞ การแจกแจง $Z = X-\mu$ จะประมาณได้ด้วยการแจกแจงปกติมาตรฐาน

ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 1$

กรณีที่กล่าวว่า n มีขนาดใหญ่ ในทางปฏิบัติจะกำหนดให้ $n \geq 30$ ไม่จำเป็นต้องสนใจถึงการแจกแจงของประชากร แต่ขอให้ทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรก็พอแล้ว การประมาณการแจกแจงค่าเฉลี่ยก็จะประมาณได้ด้วยการแจกแจงแบบปกติ และถ้า $n<30$ บางครั้งอาจใช้การแจกแจงแบบปกติประมาณได้ ถ้าเลือกตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงไม่แตกต่างจากการแจกแจงแบบปกติ กล่าวคือ ข้อมูลมีลักษณะสมมาตร. การประมาณการแจกแจงค่าเฉลี่ยจะประมาณได้ด้วยการแจกแจงปกติมาตรฐาน

จากการแจกแจงการสุ่มตัวอย่างข้างต้นในการควบคุมคุณภาพ จึงได้ทำการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละกลุ่มย่อย ภายใต้ข้อสมมุติที่ว่าข้อมูลที่ได้จากกระบวนการผลิตมีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นการสุ่มตัวอย่างจากกลุ่มย่อยมากลุ่มละ 4 หรือมากกว่า 5 ตัวอย่าง จำนวน m กลุ่มย่อยภายใต้กฎเกณฑ์ที่ว่า ถ้าสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ การแจกแจงค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างก็จะมีการแจกแจงแบบปกติด้วย

สำหรับกรณีถ้าประชากรไม่มีการแจกแจงแบบปกติแต่การแจกแจงของประชากรสมมาตรมีฐานนิยมเดียวและเป็นการแจกแจงของข้อมูลที่วัดด้วยตัวแปรเชิงสุ่มชนิดต่อเนื่องแล้ว การใช้ขนาดตัวอย่างขนาด 4 หรือ 5 ตัวอย่าง ก็เพียงพอในการประมาณค่าเฉลี่ยด้วยการแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ 2.3 แสดงการสุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย

	กลุ่มย่อย				
	1	2	3	...	m
ขนาดตัวอย่าง n=4 หรือ 5	X_1, X_2 X_3, X_4 X_5 ↓	X_1, X_2 X_3, X_4 X_5 ↓	X_1, X_2 X_3, X_4 X_5 ↓	... ...	X_1, X_2 X_3, X_4 X_5 ↓
ค่าเฉลี่ย	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	...	$\bar{X}_m$
การกระจาย	S_1 หรือ R_1	S_2 หรือ R_2	S_3 หรือ R_3	...	S_m หรือ R_m

ในทางปฏิบัติขนาดตัวอย่าง (n) ที่ใช้สำหรับการสุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อยจะใช้อย่างน้อย 4 ตัวอย่าง แต่จะใช้มากกว่านี้ก็ดี จากตารางที่ 2.3 จะเห็นว่าการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละกลุ่มย่อยจะประมาณด้วย $\bar{X}$ และวัดการกระจายของตัวอย่างแต่ละกลุ่มย่อยด้วย S หรือ R แต่ประเด็นสำคัญของการควบคุมคตุณภาพการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ก็คือ การหาค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ)

การประมาณค่า σ ได้เมื่อในการควบคุมคุณภาพเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสุ่มตัวอย่างมากลุ่มย่อยละ 4 ตัวอย่าง หรือมากกว่า แล้วทำการวัดการกระจายของข้อมูลในแต่ละกลุ่มย่อยด้วยจะใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (S)หรือค่าพิสัยเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (R)ในการประมาณค่า σ ได้ ซึ่งการประมาณค่า σ สามารถประมาณค่าได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง σ ได้ ซึ่งการประมาณค่า σ สามารถประมาณค่าได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง σ กับ $\bar{S}$ และจากความสัมพันธ์ระหว่าง σ กับ $\bar{R}$

(ก) คือ การประมาณค่า σ จากความสัมพันธ์ระหว่าง σ กับ $\bar{S}$

σ' คือ ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

n คือ ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย

c_2 คือ ค่าที่กำหนดในตาราง ข ภาคผนวก ก

$\bar{S}$ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

ดังนั้นจะได้ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร คือ

$$\sigma' = \bar{S}/C_2$$

(ข) การประมาณค่า σ จากความสัมพันธ์ระหว่าง σ และ $\bar{R}$

σ' คือ ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

n คือ ค่าที่กำหนดในแต่ละกลุ่มย่อย

d_2 คือ ค่าที่กำหนดในตาราง ข ภาคผนวก ก

$\bar{R}$ คือ ค่าพิสัยเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

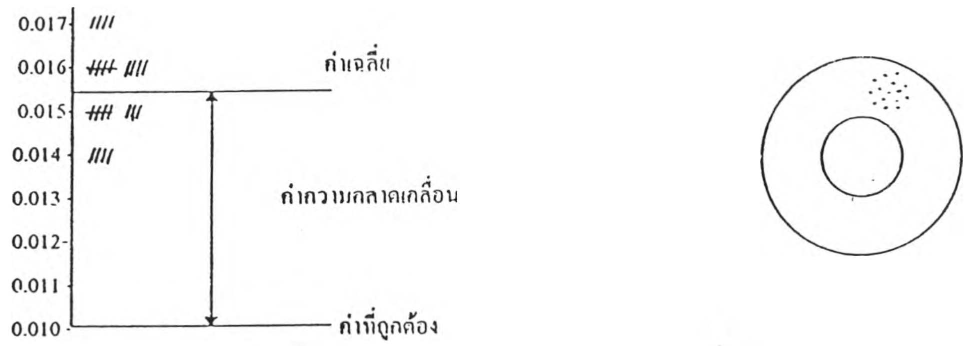
ดังนั้นจะได้ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร คือ

$$\sigma' = \bar{R}/d_2$$

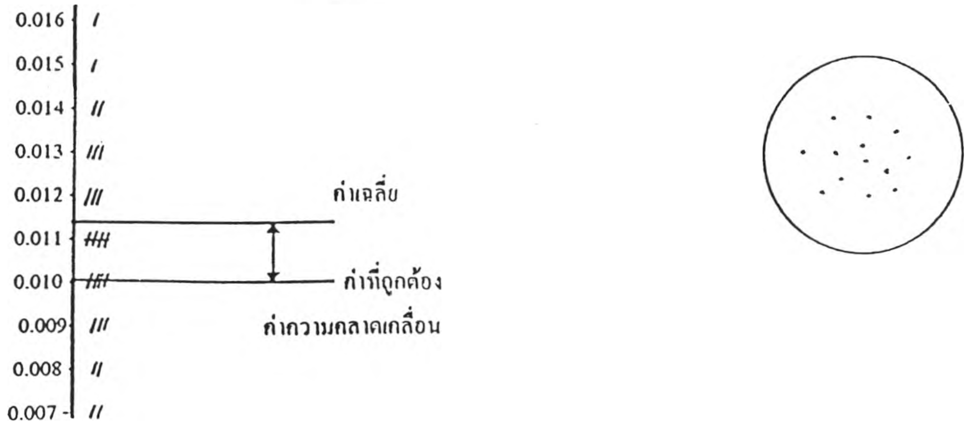
2..1.11 <u>ความแม่นยำและความเที่ยงตรง</u>

(ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย,2538) ได้นิยามคำว่า ความแม่นยำและความเที่ยงตรง ดังนี้ ความแม่นยำ (Precision) คือ ความสามารถในการวัดที่ให้ผลค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ค่าไม่กระจัดกระจาย และจะให้ความแม่นยำไม่เปลี่ยนค่ามาก ไม่มีการปรับวิธีการหรือปรับเครื่องมือวัด

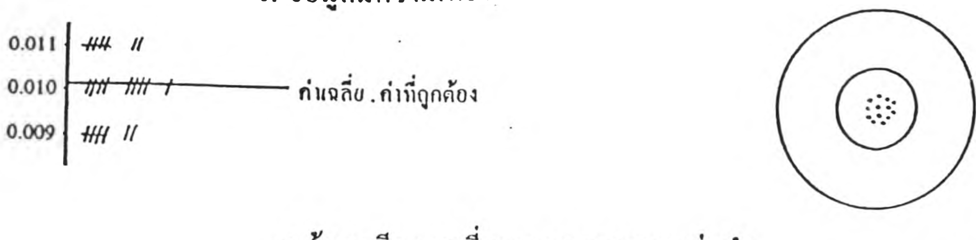
ความเที่ยงตรง (Accuracy) คือ ความสามารถในการวัดที่ให้ค่าที่ใกล้ความจริงมาก ผลต่างของค่าจริงและค่าวัดโดยเฉลี่ยน้อยมาก



ก. ข้อมูลมีความแม่นยำ แต่ไม่มีความเที่ยงตรง



ข. ข้อมูลมีความเที่ยงตรง แต่ไม่มีความแม่นยำ



ค.ข้อมูลมีความเที่ยงตรงและความแม่นยำ

รูป 2.6 อธิบายความแตกต่างระหว่างความเที่ยงตรง (Accuracy)และความแม่นยำ

2..1.12 การศึกษาความสามารถของกระบวนการ (Proces Capability Study)

การศึกษากระบวนการ ผลิตมีความสามารถวัตถุประสงค์สำหรับใช้ตรวจสอบว่าปัจจุบัน ความสามารถในกระบวนการผลิตมีความสามารถในการผลิตเป็นอย่างไร ถึงเวลาแล้วหรือยังที่จะต้องมีการปรับปรุงศักยภาพของการผลิตให้ดีขึ้น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมีสมรรถนะในการผลิตพอที่จะผลิตต่อไปได้หรือไม่ ซึ่งการศึกษาถึงองค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้ เรียกง่ายๆ ก็คือ การศึกษาความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Study)

(เจริญ สุนทราวาณิชย์ และคณะ ,2539) ได้จัดแบ่งลักษณะของการศึกษาความสามารถของกระบวนการไว้ดังนี้

ความสามารถของเครื่องจักร (Machine Capability)

การศึกษาภายในระยะเวลาสั้นๆ ภายใต้ความผันแปรเนื่องจากเครื่องจักร/อุปกรณ์เพียงประการเดียว (จะต้องศึกษาภายใต้สภาวะที่อยู่ในควบคุม อาทิ วัตถุดิบ เครื่องมือวัด พนักงาน การห้าม Set เครื่องจักรใหม่ในระหว่างศึกษา เป็นต้น)

ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability)

การศึกษาภายใต้ระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปขององค์ประกอบทั้งหมดในการผลิตไม่ว่าเครื่องจักร พนักงาน วัตถุดิบ เครื่องมือวัด และอื่นๆ

2..1.13 ดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการ

อดิศักดิ์ พงษ์พลูผลศักดิ์ (2535) กล่าวไว้ว่า การศึกษาความสามารถของกระบวนการ คือการวิเคราะห์ถึงแหล่งที่มาของ ความผันแปรที่เกิดขึ้น ซึ่งก็หมายถึงแหล่งที่เป็นไปได้ของความผันแปร โดยพิจารณาจากค่าของผลิตภัณฑ์ ที่วัดได้ในข้อมูลตัวอย่างช่วยในการวิเคราะห์หาความผันแปรที่เกิดขึ้น การวัดความสามารถของกระบวนการด้วยค่าของตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบ ความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดด้านบน และด้านล่าง กับ 6 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (6σ) ของกระบวนการ ภายใต้เงื่อนไขว่าข้อมูลที่ได้จากกระบวนการมีการแจกแจงปกติที่มีกระบวนการเฉลี่ยเป็น $\bar{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น σ และค่าที่วัดได้นี้เรียกว่า ดัชนีความสามารถของกระบวนการใช้สัญลักษณ์ คือ C_p

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยที่ $C_p = \frac{\text{ความกว้างขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง}}{6\sigma}$

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

เมื่อ USL แทน ขอบเขตข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit)

LSL แทน ขอบเขตข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit)

σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

สำหรับการวิจัยในที่นี้จะเก็บข้อมูลตัวอย่างจำนวน 30 ค่า เพื่อใช้สำหรับหาค่า C_p ดังนั้นเมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง n = 30 สามารถใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรได้ (แม้ไม่ทราบค่า σ ก็ให้ใช้ S แทน σ ได้) ดังนั้น $C_p = \frac{USL - LSL}{6S}$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (ขนาดตัวอย่าง n = 30)

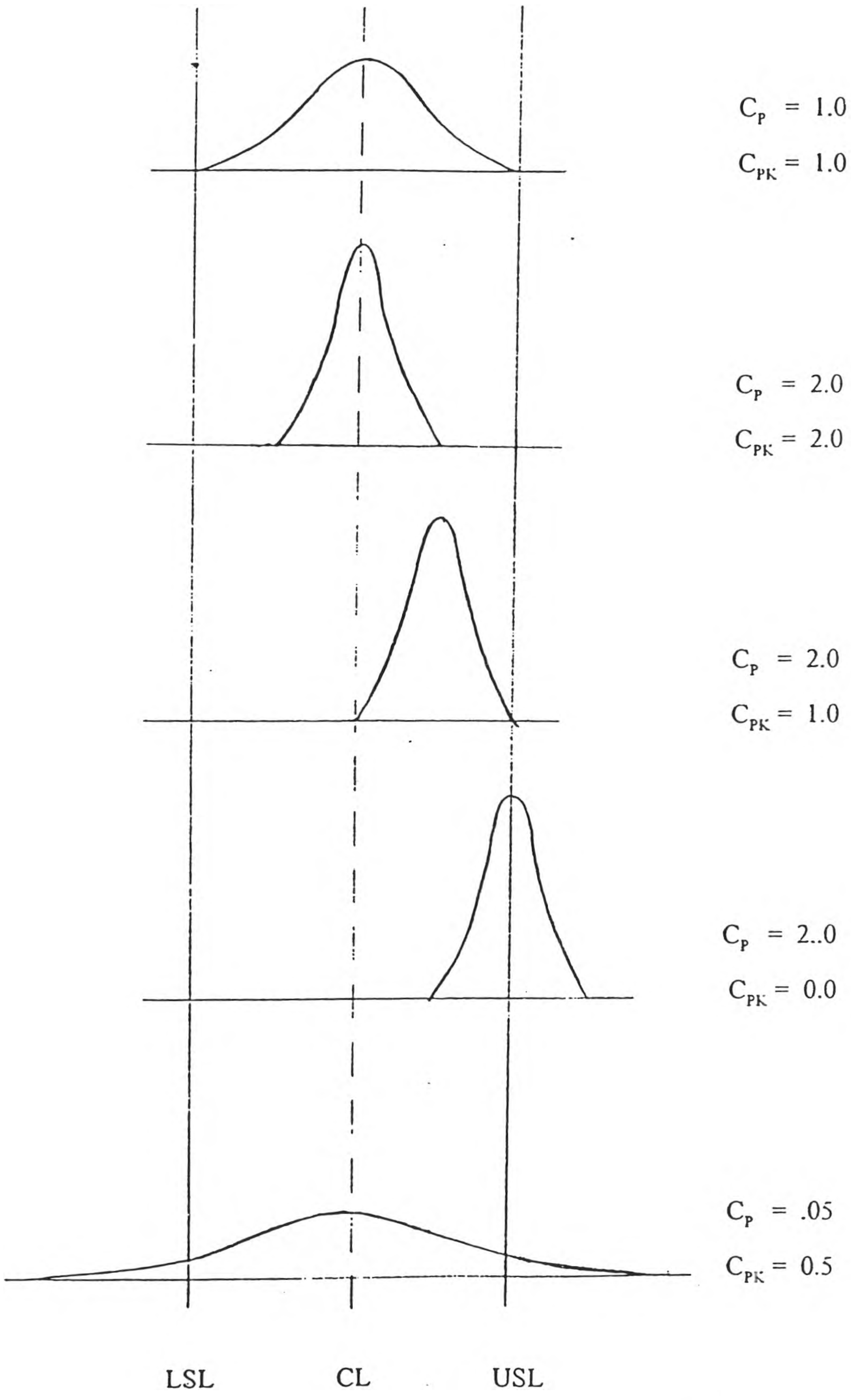
ในกรณีที่ข้อมูลจากกระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ย X ไม่เท่ากับค่ากลางของ USL และ LSL ให้ปรับค่า C_p เป็น C_{PK}

$C_{PK} = (1 - K)\ C_p$

เมื่อ $K = \left| \frac{\text{ค่ากลางของ USL และ LSL} - \bar{X}}{\frac{USL - LSL}{2}} \right|$

สำหรับการอธิบายลักษณะของค่า C_p และ C_{pk} สามารถอธิบายได้โดยดูรูปที่ 2.8 แสดงค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ C_p และ C_{pk}

ส่วนแนวทางในการตีความเพื่อวิเคราะห์ค่า C_p และ C_{pk} สำหรับปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิตได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า C_p กับ ความสามารถของกระบวนการ (กรณีที่ข้อมูลจากกระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ เท่ากับค่ากลางของ USL และ LSL) ต่อไป

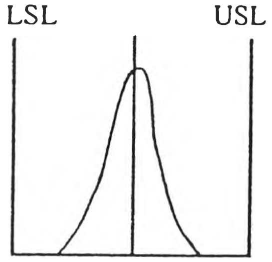
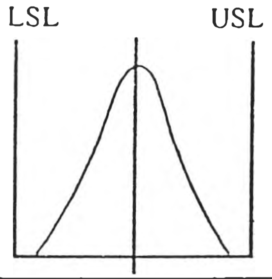
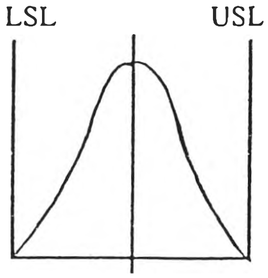
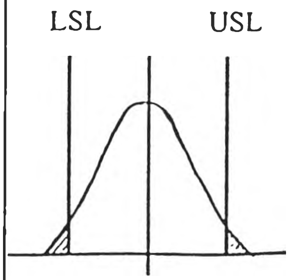
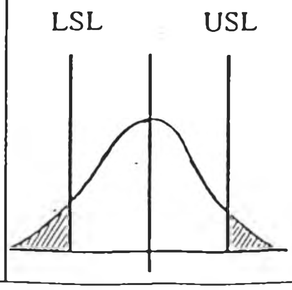


รูปที่ 2.7 แสดงค่าดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการ Cp และ Cpk

(Roland Caulcutt,2533)

ตารางที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า C_P , C_{PK} กับความสามารถของกระบวนการ

(กรณีที่ข้อมูลเฉลี่ย $\bar{X}$ เท่ากับค่ากลางของ USL, LSL) (เสรี ยูนิพันธ์ และคณะ,2522)

NO	ค่า C_p หรือ C_{PK}	การแจกแจงข้อมูลกับค่าของ SPEC	สรุปผล	การปรับปรุงแก้ไข
1	$C_p > 1.67$		- ความสามารถของกระบวนการสูงมากเกินความจำเป็น	- ไม่ต้องกังวล ถึงแม้ว่าการกระจายของข้อมูลจะเพิ่มขึ้น แต่ควรพิจารณาในเรื่องความคุ้มค่าในเรื่องของการลงทุน
2	$1.33 < C_p < 1.67$		- ความสามารถของกระบวนการมีเพียงพอต่อการผลิต	-เป็นสภาพที่ต้องการและควรรักษาให้อยู่ในระดับนี้ตลอด
3	$1.00 < C_p < 1.33$		- ความสามารถของกระบวนการยังไม่พอเพียงต่อการผลิต	- เป็นสภาพที่จำเป็นต้องมีการควบคุมในการผลิต
4	$0.67 < C_p < 1.00$		- ความสามารถของกระบวนการต่ำ	-จะเกิดของเสียจากการผลิต - เป็นสภาพที่จำเป็นต้องมีการควบคุมในกระบวนการและต้องมีการสุ่มวัดอย่างต่อเนื่อง
5	$C_p < 0.67$		- ความสามารถของกระบวนการต่ำมาก	-จำเป็นต้องมีการปรับปรุงการควบคุมความสามารถของกระบวนการให้เพิ่มขึ้นหรือควรมีการทบทวนค่าของ SPEC.

2.14 แผนภูมิควบคุมคืออะไร

วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ (2537) ได้อธิบายความหมายของแผนภูมิควบคุม (Control Chart) ไว้ว่า ***แผนภูมิควบคุม*** คือ แผนภูมิหรือกราฟที่จัดทำขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลจากขอบเขตข้อกำหนด (Specification) ที่ระบุคุณสมบัติทางคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งของชิ้นงานที่ดำเนินการผลิต และต้องการจะควบคุม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการติดตามผลการผลิตจากกระบวนการผลิตขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง โดยการตรวจวัดคุณภาพของชิ้นงาน ซึ่งในการวัดข้อมูลอาจอยู่ในลักษณะ 2 แบบ คือ ข้อมูลที่ได้จากการวัด (Variable Data) และข้อมูลที่ได้จากการนับ (Attribute Data) จากนั้นเขียนบันทึกลงในแผนภูมินั้นๆ ซึ่งโดยปกติจะมีเส้นควบคุม 3 เส้น ได้แก่ เส้นขอบเขตกลาง คือ เส้นที่แสดงขนาดหรือจำนวนที่เป็นข้อกำหนดหรือเป้าหมายในการผลิต เส้นขอบเขตควบคุมบนและเส้นขอบเขตนี้ก็ถือว่า ผลการผลิตยอมรับได้ แต่หากว่าค่าที่ได้อยู่นอกเหนือขอบเขตควบคุม (ไม่ว่าในทางมากกว่าหรือต่ำกว่า) ถือว่า การผลิตในขณะนั้นยอมรับไม่ได้จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องโดยทันที

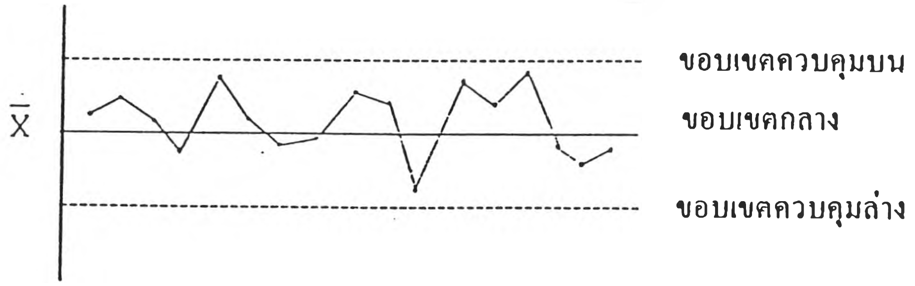
โดยธรรมชาติของกระบวนการผลิตทั้งหลายย่อมมีความผันแปร (Variation) เกิดขึ้นกับชิ้นงานหรือผลผลิตได้ โดยความผันแปรบางชนิดเป็นเรื่องปกติและอนุญาตหรือยอมให้เกิดขึ้นได้ในการผลิต โดยไม่ก่อความเสียหายต่อคุณภาพขของผลิตภัณฑ์ แต่ความผันแปรบางชนิดมีผลกระทบมากและมีผลเสียหายต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพราะทำให้ขนาดของชิ้นงาน (หรือคุณสมบัติบางประการ) ผิดไปจากมาตรฐานกำหนด ดังนั้นการเข้าใจในสาเหตุแห่งความผันแปรจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยสาเหตุความผันแปรต่างๆ มีผลมาจากสาเหตุสำคัญๆ 2 ชนิด คือ

ก) สาเหตุที่เป็นปกติวิสัย หรือเป็นธรรมชาติของการผลิต (Chance Cause) เป็นลักษณะสาเหตุของความผันแปรที่ไม่มีความรุนแรง และไม่มีผลต่อคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้เกิดจากความผันแปรที่ไม่มีความรุนแรง และไม่มีผลต่อคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้เกิดจากความผันแปรหรือความแตกต่างเล็กๆ น้อยๆ ของวัตถุดิบ และปัจจัยการผลิตต่างๆ ซึ่งแน่นอนว่าไม่มีของสองสิ่งที่เหมือนกันทุกประการ วัตถุดิบ 100 ชิ้น ที่มีขนาดตรงตามสเปิคทั้ง 100 ชิ้น ก็จะมีขนาดแต่ละชิ้นที่แตกต่างกันออกไป เพียงแต่ว่าความแตกต่างเหล่านั้น อยู่ในพิกัดที่ขอบเขตข้อกำหนดที่ได้อนุญาตเอาไว้แล้วในค่าพิกัดความเผื่อ (Tolerance) ของชิ้นงาน

ฉะนั้นความผันแปรในคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากสาเหตุที่เป็นปกติวิสัยของการผลิตจึงเป็นสิ่งที่ยอมรับได้ในการควบคุมคุณภาพด้วยแผนภูมินี้ นั่นคือ กระบวนการผลิตที่เขียนแสดงด้วยแผนภูมิควบคุมแล้วไม่มีจุดใดอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุม และเรียกสภาวะการผลิตในลักษณะนี้ว่า กระบวนการผลิตอยู่ในควบคุม (The Process is in Control) ดังแสดงในรูปที่ 2.8

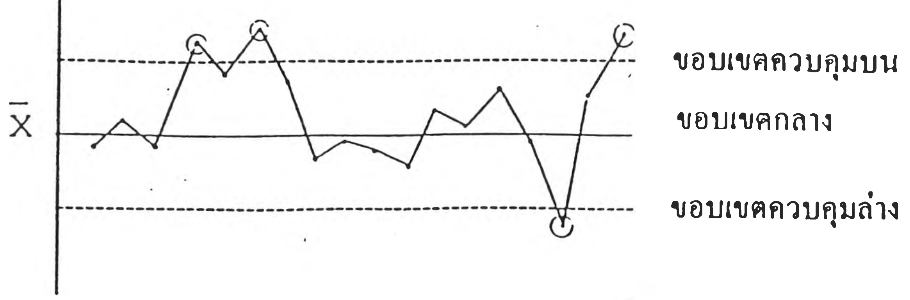
ข. สาเหตุที่ระบุได้ หรือสาเหตุที่กำจัดได้ (Assignable Cause) เป็นลักษณะสาเหตุของความผันแปรที่เกิดจากความผิดพลาด ความผิดปกติ ความชำรุด ความไม่ได้เกณฑ์ ฯลฯ ของปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และไม่ใช่เป็นปกติวิสัยหรือ ธรรมชาติของการผลิตในเรื่องนั้นๆ จำเป็นจะต้องได้รับการกำจัดหรือแก้ไขจึงจะทำให้คุณภาพของงานผลิตกลับเข้าสู่สภาวะปกติอีกครั้งได้

ในแผนภูมิควบคุม เมื่อมีจุด (ซึ่งเขียนจากการเก็บข้อมูลและวัดค่าชิ้นงานตัวอย่างจากการผลิต) ปรากฏว่าอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุม ย่อมแสดงว่าได้เกิดมีสาเหตุที่ระบุได้เกิดขึ้นมาในกระบวนการผลิตนั้นแล้ว และเรียกสภาวะการผลิตนั้นว่า กระบวนการผลิตอยู่นอกควบคุม (The Process is Out of Control) ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.8 แสดงแผนภูมิควบคุมที่กระบวนการผลิตอยู่ในควบคุม

(The Process is In Control)



รูปที่ 2.9 แสดงแผนภูมิควบคุมที่กระบวนการผลิตอยู่นอกควบคุม

(The Process is Out of Control)

แผนภูมิควบคุมแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ โดยพิจารณาจากคุณลักษณะของตัวแปรที่ใช้เขียนแผนภูมิ คือ

2.1.14.1 แผนภูมิควบคุมชนิดข้อมูลมีค่าต่อเนื่อง (Continuous Value) หรือเป็นข้อมูลที่ได้จากการวัด

2.1.14.2 แผนภูมิควบคุมชนิดข้อมูลมีค่าไม่ต่อเนื่อง, ค่าที่นับได้ลงตัวแน่นอน (Discrete Value) หรือเป็นข้อมูลที่ได้จากการนับ

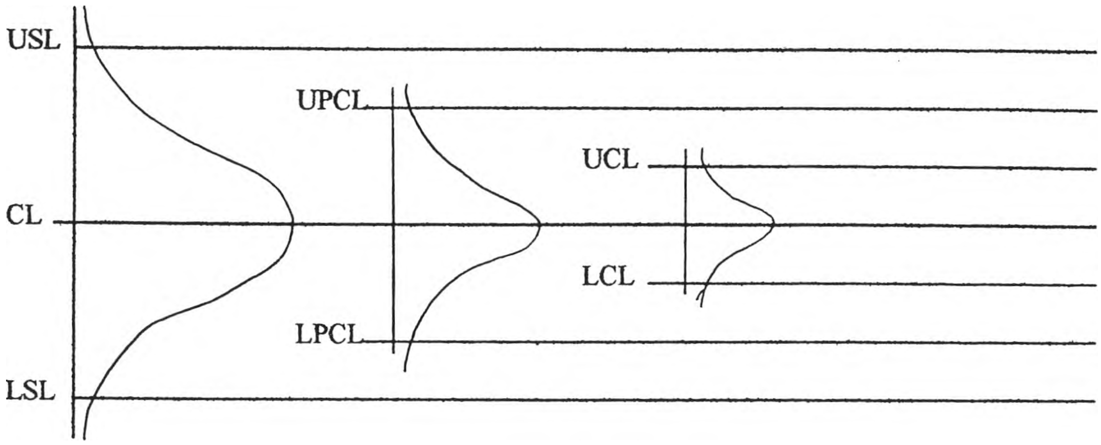
ตารางที่ 2.5 ชนิดของแผนภูมิควบคุม

ลักษณะจำเพาะของค่าที่จะควบคุม	ชื่อแผนภูมิควบคุมที่ใช้
1. ข้อมูลมีค่าต่อเนื่องหรือข้อมูลที่ได้จากการวัด	$\bar{X}$ -R Chart (แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย x Chart (แผนภูมิควบคุมค่าวัด)
2. ข้อมูลแบบค่าไม่ต่อเนื่องหรือข้อมูลที่ได้จากการนับ	pn Chart (แผนภูมิควบคุมจำนวนชิ้นงานที่เป็นของเสีย) p Chart (แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย) c Chart (แผนภูมิควบคุมจำนวนตำหนิ) u Chart (แผนภูมิควบคุมจำนวนตำหนิต่อชิ้นงาน)

ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย (2538) ได้อธิบายว่าแผนภูมิควบคุมเป็นเทคนิคการควบคุมคุณภาพอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ควบคุมการผลิตในระหว่างการผลิต เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการผลิตมีจุดใดเปลี่ยนแปลงหรือไม่ หรือการเปลี่ยนแปลงนั้นๆ ยังอยู่ในพิกัดควบคุมหรือไม่ ปกติจะใช้แผนภูมิควบคุมกับระบบการผลิตสภาพปกติ หรือมีการผลิตสม่ำเสมอ จะไม่ใช้กับการผลิตแบบเลวๆ หรือผิดปกติโดยเด็ดขาด จุดมุ่งหมายที่ใช้เทคนิคของแผนภูมิควบคุมมีดังนี้

1. เพื่อหาเป้าหมาย หรือมาตรฐานของการผลิต
2. เพื่อใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบว่า การผลิตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่
3. เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเพื่อให้ได้เป้าหมายที่วางแผนล่วงหน้าไว้แล้ว

การนำแผนภูมิควบคุมมาใช้งาน ก่อนอื่นจำเป็นต้องเข้าใจลักษณะของเส้นควบคุม ทั้ง 3 ประเภทเสียก่อน คือ เส้นควบคุมข้อกำหนด (Specification Limit) เส้นควบคุมขีดความสามารถ(Process Capability Limit) และเส้นขอบเขตควบคุม (Control Limit) ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะเส้นควบคุม 3 ประเภท

สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับเส้นควบคุม 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

USL แทนเส้นควบคุมข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit)

LSL แทนเส้นควบคุมข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit)

UPCL แทนเส้นควบคุมขีดความสามารถบน (Upper Process Capability Limit)

LPCL แทนเส้นควบคุมขีดความสามารถล่าง (Loer Process Capabiliry Limit)

UCL แทนเส้นขอบเขตควบคุมบน (Upper Control Limit)

CL แทนเส้นขอบเขตกลาง (Control Limit)

LCL แทนเส้นขอบเขตควบคุมล่าง (Lower Control Limit)

เส้นควบคุมข้อกำหนด (Specification Limit) หมายถึง ค่าขอบเขตข้อกำหนดของสินค้าหรือชิ้นงานที่โรงงานหรือรัฐบาลเป็นผู้กำหนดขึ้น ทั้งนี้เส้นควบคุมข้อกำหนดขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ออกแบบว่าต้องการความเสี่ยงหรือความปลอดภัย (Safety Factor) ไว้ที่ระดับเท่าใด

เส้นควบคุมขีดความสามารถ (Process Capability Limit) หมายถึง ค่าขอบเขตความสามารถจริงของกระบวนการ โดยทั่วไปคำนวณจากค่าพารามิเตอร์ของประชากร หรือคำนวณจากกลุ่มตัวอย่างที่จำนวนมาก เส้นควบคุมขีดความสามารถมีขนาดความกว้างเท่ากับ ค่าห่างจากค่าเฉลี่ยของประชากร $\pm 3\sigma$

เส้นขอบเขตควบคุม (Control Limit) หมายถึง ค่าขอบเขตที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต โดยที่เส้นขอบเขตควบคุมเป็นเส้นที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเป้าหมายหรือเป็นมาตรฐานในการผลิต และเพื่อเป็นการติดตามสภาวะการผลิตคว่ายังอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ เช่น กำหนดเส้นขอบเขตควบคุมที่จะลงมือแก้ไขไว้ในช่วง ค่าเฉลี่ย $\pm 3\sigma$ และกำหนดเส้นขอบเขตควบคุมสำหรับเป็นสัญญาณเตือนว่าการผลิตเริ่มออกจากการควบคุมหรือยัง กำหนดในช่วงค่า เฉลี่ย $\pm 2\sigma$

2..1.15 การใช้งานแผนภูมิควบคุม

การใช้แผนภูมิควบคุมในกระบวนการผลิต ควรมีเทคนิคต่อไปนี้

1. เลือกบริเวณที่จะควบคุมก่อนอื่นก็คือปัญหาอะไรที่จะต้องทำ และเรามีจุดมุ่งหมายอะไร จากการตัดสินใจในปัญหานี้ทำให้ทราบทันทีอย่างชัดแจ้งว่าต้องการข้อมูลอะไร

2 . พิจารณาใช้แผนภูมิควบคุมแบบไหนอาจจะเป็นแผนภูมิแบบ $\bar{X}$-R,X ,P ,Pn, U หรือ C Chart ก็ได้ขึ้นอยู่กับโรงงานและผลิตภัณฑ์แต่ละแห่ง

3. ทำแผนภูมิควบคุมสำหรับการวิเคราะห์เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่เหมาะสมแล้วใช้ข้อมูลที่ผ่านมาทำแผนภูมิ ถ้ามีจุดใดๆ ผิดปกติต้องทำการค้นหาเหตุผลที่ทำให้คุณภาพเปลี่ยนไปทันที แล้วทำการแก้ไข

4. สร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับการควบคุมในโรงงาน หากว่าต้นเหตุที่ทำให้คุณภาพเปลี่ยนได้ขจัดหมดสิ้นแล้วจากในข้อ 3 และกระบวนการผลิตก็คงที่ ให้พิจารณาดูอีกครั้งว่าผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้หรือไม่ หลังจากนั้นถ้าทุกอย่างเรียบร้อยก็ให้สรุปผลทั้งหมดเพื่อทำมาตรฐานวิธีทำงาน (Standardized Working Procedure) หรืออาจจะมีการปรับปรุงให้ดีขึ้นถ้าจำเป็นต่อเส้นควบคุมของแผนภูมิออกไป จากนั้นพลอตข้อมูลที่เก็บได้ในแต่ละวันต่อไป

5. ควบคุมกระบวนการผลิต ถ้าการทำงานของคนงานและวิธีการผลิตเป็นแบบมาตรฐานแล้ว แผนภูมิควบคุมจะชี้แสดงออกให้เห็นว่าสภาวะที่โรงงานอยู่ภายใต้การควบคุมที่ดีหรือไม่ แต่ถ้าปรากฏว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น ต้องทำการค้นหาสาเหตุทันทีแล้วแก้ไขให้ถูกต้องเสีย

6. คำนวณเส้นควบคุมไม่ ถ้าเครื่องจักรหรือมาตรฐานการทำงานเปลี่ยนแปลงเส้นควบคุมต้องนำมาคำนวณใหม่ ถ้าการควบคุมของกระบวนการผลิตในโรงงานยังดีตลอด ระดับคุณภาพที่แสดงบนแผนภูมิจะปรับดีเพิ่มด้วย ในกรณีเช่นนี้ให้สังเกตแผนภูมิควบคุมเป็นระยะ (Periodic) ในการคำนวณเส้นควบคุมให้สังเกตกฎต่อไปนี้

6.1 ข้อมูลที่จุดผิดปกติ ซึ่งค้นพบสาเหตุที่ผิดปกติ และทำการแก้ไขแล้วไม่ควรรวมไปคำนวณใหม่

6.2 ข้อมูลที่จุดผิดปกติ แต่ไม่พบสาเหตุ หรือไม่มีการแก้ไขควรจะรวมเข้าไปในการคำนวณใหม่

แผนภูมิควบคุมสร้างได้ง่ายมาก ทำให้มีการใช้แพร่หลาย แต่แผนภูมิที่ให้ประโยชน์จริงๆ ถ้าพิจารณาดูให้ดีจะพบน้อยมาก

2..1.16 การสร้างและวิธีการอ่านแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (X-R Chart)

(อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์, 2535)

2.1.16.1 การสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (Control Chart for Mean)

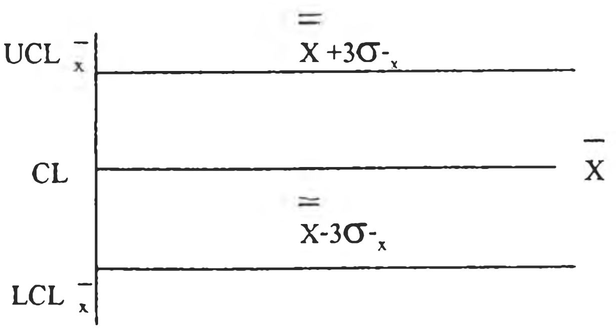
แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เป็นแผนภูมิควบคุมที่ใช้สำหรับควบคุมคุณภาพโดยเฉลี่ยในกระบวนการผลิตหนึ่ง ภายใต้ขอบเขตคุณภาพผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่กำหนดไว้ด้วย $\bar{X} \pm 3\sigma_x$ เมื่อแผนการควบคุมคุณภาพนั้นมาจากการแจกแจงเฉลี่ย ซึ่งมีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยของประชากร X และความแปรปรวน σ_x (ในกรณีถ้าประชากรไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ถ้าการแจกแจงของประชากรสมมาตร มีฐานนิยมเดียว และเป็นการแจกแจงของข้อมูลที่วัดด้วยตัวแปรเชิงสุ่มต่อเนื่องแล้ว การใช้ขนาดตัวอย่างขนาด 4 หรือ 5 ตัวอย่างก็เพียงพอสำหรับการประมาณค่าเฉลี่ยด้วยการแจกแจงแบบปกติ

ถ้า n แทนจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย $\bar{X}$ แทนค่าเฉลี่ยของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย S แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย และ R แทนพิสัยของข้อมูลของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย $\bar{\bar{X}}$ แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลในทุกกลุ่มย่อย และm แทนจำนวนกลุ่มย่อย จะได้แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย คือ

ขอบเขตควบคุมบน (Upper Control Limit) คือ $\bar{\bar{X}} \pm 3\sigma_{\bar{x}}$ เขียนแทนด้วย $UCL_{\bar{x}}$

ขอบเขตกลาง (Central Limit) คือ $\bar{\bar{X}}$ เขียนแทนด้ว CL

ขอบเขตควบคุมล่าง (Lower Control Limit) คือ $\bar{\bar{X}} \pm 3\sigma_{\bar{x}}$ เขียนแทนด้วย $LCL_{\bar{x}}$



รูป 2.11 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$)

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่นำมาตรวจนสอบ ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างเพียงบางส่วนจากกระบวนการผลิต ดังนั้นค่าต่างๆ ที่นำมาสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ X จะต้องมาจากตัวอย่างที่เก็บรวบรวมขึ้น แต่ σx เป็นค่าจากประชากรที่เราไม่ทราบค่า ดังนั้นค่า σx ที่ใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ X นั้น จึงเป็นเพียงค่าประมาณจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (S) หรือ พิสัยของตัวอย่าง(R) ดังนี้คือ

$$\sigma_{\bar{x}} = S / \sqrt{n}$$

แต่ σ ประมาณได้จาก $\bar{S}$ และ R ดังนั้นจะได้

$$\sigma_{\bar{x}} = \bar{S} / C_2 \sqrt{n} \qquad \text{(ถ้าประมาณ } \sigma \text{ จาก } \bar{S}\text{)}$$

หรือ

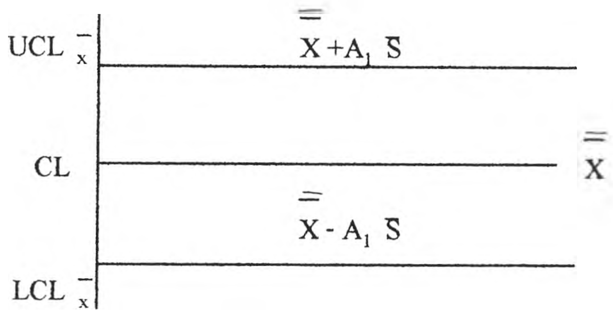
$$\sigma_{\bar{x}} = R / d_2 \sqrt{n} \qquad \text{(ถ้าประมาณ } \sigma \text{ จาก } \bar{R}\text{)}$$

ถ้าให้ $A_1 = 3 / C_2 \sqrt{n}$ และ $A_2 = 3 / d_2 \sqrt{n}$ จะได้ขอบเขตการยอมรับผลิตภัณฑ์ของแผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$) คือ

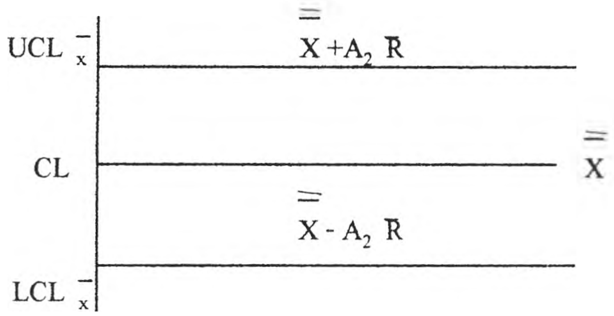
$$\bar{X} + 3\sigma_{\bar{x}} = \bar{X} + A_1\bar{S} \qquad \text{(ถ้าประมาณ } \sigma \text{ จาก } \bar{S}\text{)}$$

$$\bar{X} + 3\sigma_{\bar{x}} = \bar{X} + A_2\bar{R} \qquad \text{(ถ้าประมาณ } \sigma \text{ จาก } \bar{R}\text{)}$$

เมื่อกำหนดขนาดของกลุ่มย่อยแตกต่างกัน และค่า A_1และ A_2จะแสดงในตาราง ข ในภาคผนวก ก สำหรับแผนภูมิเฉลี่ยจากการประมาณ σ ด้วย $\bar{S}$ และ $\bar{R}$ จะแสดงดังรูปที่ 2.12 และ 2.13



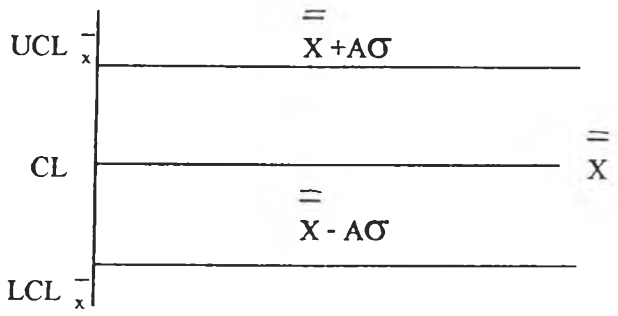
รูปที่ 2.12 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$)เมื่อσ x จาก $\bar{S}$



รูปที่ 2.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพแฉลี่ย ($\bar{X}$) เมื่อประมาณ σx จาก $\bar{R}$

จากที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย (X) ซึ่งไม่ทราบค่า σ ของประชากร เราจะสร้างขอบเขตควบคุมคุณภาพด้วย $X \pm 3\sigma \sqrt{n}$ ซึ่งถ้าให้ $A=3/\sqrt{n}$ และ A เป็นค่าที่คำนวณไว้ในตาราง ค. ในภาคผนวก ก ของขนาดกลุ่มย่อยที่แตกต่างกัน

ดังนั้นขอบเขตควบคุมคุณภาพของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ คือ $\bar{\bar{X}} \pm A\sigma$ จะได้แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$) ดังรูป 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงขอบเขตพื่อการยอมรับของแผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$)

สรุปขอบเขตควบคุมคุณภาพของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ $\bar{X}$ จะแสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 แสดงขอบเขตเพื่อการยอมรับของแผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$)

ขอบเขต	เมื่อทราบค่า σ	ไม่ทราบค่า σ และประมาณค่าด้วย $\bar{S}$	ไม่ทราบค่า σ และประมาณค่าด้วย $\bar{R}$
ควบคุมบน ($UCL_{\bar{X}}$)	$\bar{\bar{X}} + A\sigma$	$\bar{\bar{X}} + A_1\sigma$	$\bar{\bar{X}} + A_2\sigma$
ควบคุมกลาง	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}}$
ควบคุมล่าง ($LCL_{\bar{X}}$)	$\bar{\bar{X}} - A\sigma$	$\bar{\bar{X}} - A_1\sigma$	$\bar{\bar{X}} - A_2\sigma$

หมายเหตุ : ค่า A. A_1, A_2 แสดงในตาราง ค. จากภาคผนวก ก.

2.1.16.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเพื่อควบคุมการกระจาย (Control Chart for Measures of Dispersion)

แผนภูมิควบคุมคุณภาพ R เป็นแผนภูมิควบคุมคุณภาพ เพื่อควบคุมการกระจายผลิตภัณฑ์ของแต่ละย่อยจากการวัดการกระจายด้วยพิสัย(R) ซึ่งมีขอบเขตควบคุมการกระจายภาพใต้ขอบเขต 3 σ ขอบคุณภาพที่จะยอมรับได้ คือ $R + 3\sigma_R$

ในการคำนวณขอบเขตควบคุมล่างและขอบเขตควบคุมบนของแผนภูมิควบคุมการกระจาย จะคำนวณด้วย

$$\bar{R} \pm \sigma_R = \bar{R}\,(1 \pm 3\,\sigma_R / \bar{R})$$

ถ้าให้ $D_3 = 1 - 3\sigma_R / \bar{R}$ และ $D_4 = 1 + 3\sigma_R / \bar{R}$

และจาก Hayes and Romig (1982) การกระจายของพิสัย $\sigma_R = d_3\sigma$

และจาก $\sigma = \bar{R} / d_2$ จะได้ $\sigma_R = d_3\sigma$

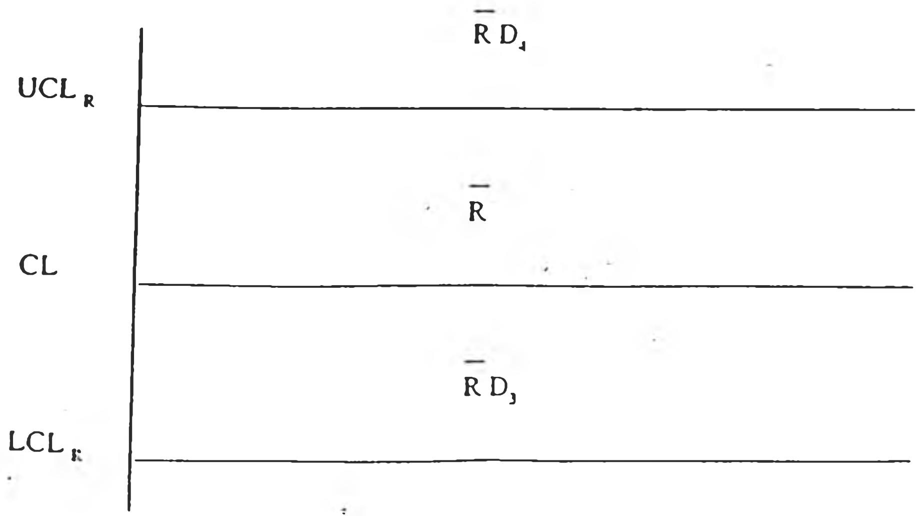
ดังนั้น $D_3 = 1 - 3\,d_3 / d_2$ และ $D_4 = 1 + 3\,d_3 / d_2$

เมื่อกำหนดขนาดของกลุ่มย่อยแตกต่างกัน และค่า D_3 และ D_4 จะแสดงในตาราง ค ในภาคผนวก ก และขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุมการกระจาย R คือ

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

$$UCL_R = \bar{R}\,D_3$$

แผนภูมิควบคุมการกระจาย R จะแสดงดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แผนภูมิควบคุมการกระจาย R

2.1.16.3 วิธีอ่านแผนภูมิควบคุม (How to Read Control Charts)

(วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์, ผู้แปล, 2537)

สิ่งสำคัญที่สุดของการควบคุมคุณภาพโดยใช้แผนภูมิ คือ การอ่านหรือตีความหมายจากภาพที่ปรากฏบนแผนภูมิ เพื่อโยงเหตุผลไปที่สภาวะของกระบวนการผลิตข้อมูลที่เราได้นำมาเขียนเป็นแผนภูมิควบคุมเพราะอาการผิดปกติต่างๆ ในกระบวนการผลิตที่จะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จะแสดงออกให้เห็นเป็นรูปธรรมที่แผนภูมิควบคุมนี้เอง และเมื่อเราตรวจพบความผิดปกติของกระบวนการผลิตโดยอ่านจากแผนภูมิควบคุมนี้แล้ว เราจะได้ไปทำการแก้ไขที่สาเหตุของความผันแปรใดๆ ในกระบวนการผลิตนั้นเพื่อปรับสภาวะการผลิตให้กลับสู่สภาวะที่อยู่ในควบคุม (In - Controlled) ได้ต่อไป

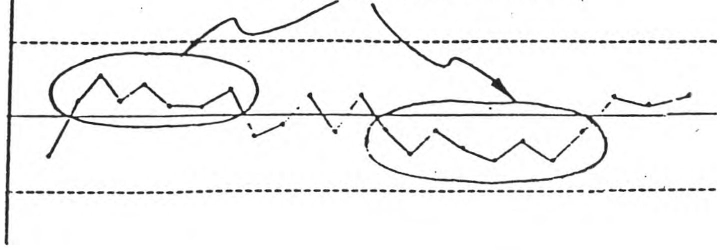
ต่อไปนี้ คือ ข้อแนะนำเกี่ยวกับ 6 ลักษณะอาการสำคัญ เพื่อการอ่านแผนภูมิควบคุม

1. จุดอยู่นอกควบคุม

พบได้ชัดเจน คือ มีจุดในแผนภูมิปรากฏอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุม เรียกว่า จุดอยู่นอกควบคุม (Out of Control) (อาจอยู่นอกที่ค่าสูงหรือนอกที่ค่าต่ำก็ได้)

2. การเกิดรัน (Run)

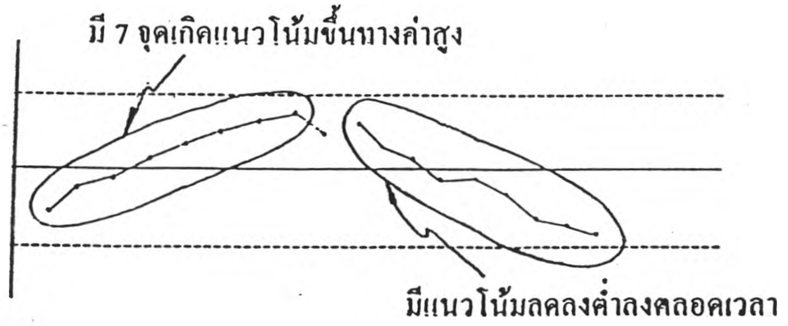
เมื่อมีจุดปรากฏติดต่อกันบนซีกใดซีกหนึ่งของเส้นค่ากลาง เราเรียกว่า เกิดรัน (Run) ความยาวของรันแต่ละชุดนับจากจำนวนจุดในชุดนั้น และรันที่มีความยาวตั้งแต่ 7 จุด ขึ้นไปเราตีความได้ว่า ได้เกิดความผิดปกติขึ้นแล้ว ในการผลิตช่วงที่เกิดรันนั้น (ดูรูปที่ 2.16 ประกอบ)



รูปที่ 2.16 แผนภูมิควบคุมแสดงการเกิดรัน

3. การเกิดแนวโน้ม

การมีจุดต่อเนื่องกันไปในทิศทางเดียวกันอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการสลับฟันปลาเลย มีผลทำให้เส้นต่อจุดเหล่านั้นคล้ายๆ เส้นตรงพาดขึ้นหรือพาดลงเช่นนี้เราเรียกว่า มีการเกิดแนวโน้ม (Trend) ขึ้นในแผนภูมิควบคุม แนวโน้มที่ว่านี้คือแนวโน้มที่กำลังบอกเราว่า ค่าเฉลี่ยของขนาดควบคุมที่ผลิตได้จากกระบวนการผลิตนั้นกำลังมีปัญหาหรือมีแนวโน้มจะเคลื่อนไปจากขนาดกำหนดที่ได้ตั้งเอาไว้แต่แรก (ดูรูปที่ 2.17ประกอบ)



รูปที่ 2.17 แผนภูมิควบคุมแสดงการเกิดแนวโน้ม

4. การเกิดการเข้าใกล้ขอบเขตควบคุม

หากเราแบ่งระยะ 3 ซิกม่า (3σ) จากเส้นค่ากลางออกเป็นเส้น 2σ แล้วพบว่ามีจุด 2 ใน 3 จุดที่อยู่ต่อเนื่องกันในแต่ละช่วงได้ตกไปอยู่ในพื้นที่ระหว่างเส้น 2σ กับเส้นขอบเขตควบคุม (3σ) ถือว่าได้เกิดการเข้าใกล้เส้นขอบเขตควบคุม (Approach to the Control Limits) แล้ว และเป็นการบอกว่า มีความผิดปกติขึ้นในกระบวนการผลิตแล้ว

5. การเกิดการเข้าใกล้เส้นค่ากลาง

หากพบว่าเส้นกราฟทั้งหมดตกอยู่ในระหว่างเส้น $1.5\ \sigma$ นับจากเส้นค่ากลางขึ้นไปและลงมาแล้ว ไม่ได้หมายความว่ากระบวนการผลิตนั้นอยู่ในควบคุม แต่กลับแสดงว่าคงจะมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในการกำหนดขนาดของกรุ๊ปย่อย ข้อมูลอาจมีการปะปนกันของข้อมูลที่นำมาจากต่างประชากรกันและเกิดปะปนกันในกรุ๊ปย่อยก็ได้ จึงทำให้เส้น 3σ ที่ใช้กว้างเกินไปกว่าลักษณะข้อมูลปะปนกันนั้น จะต้องตรวจสอบทบทวนวิธีการเก็บข้อมูลใหม่ ซึ่งเราเรียกลักษณะอาการนี้ว่า เกิดการเข้าใกล้เส้นค่ากลาง (Approach to the Central Line)

I 19187415

6. การเกิดวัฏจักร

มีลักษณะคือ ค่าในเส้นกราฟจะเปลี่ยนแปลงขึ้นๆ ลงๆ มีลักษณะเป็นวงจรวงรอบ หรือวัฏจักรที่เกือบจะทำนายลักษณะเส้นกราฟในช่วงต่อๆ ไปได้ ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า เกิดวัฏจักร (Periodicity) ซึ่งถือว่าเกิดความผิดปกติเช่นกัน

2.1.17.2 <u>การวิเคราะห์ระบบการวัด</u>

การวิเคราะห์ระบบการวัดเป็นวิธีการที่ใช้ประเมินระบบการวัดว่ามีสมรรถภาพการวัดมากน้อยเพียงใดโดยมีจุดมุ่งหมายหลักคือ เพื่อให้ได้ข้อมูลจากการวัดที่ถูกต้องและมีความเบี่ยงเบนหรือการกระจายน้อย การวิเคราะห์ระบบการวัดจะพิจารณาถึงวิธีการวัด เครื่องมือวัด พนักงานที่ทำการวัด หรือปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องว่า สามารถที่จะยอมรับได้หรือไม่ เราสามารถใช้วิธีการนี้ในการศึกษา

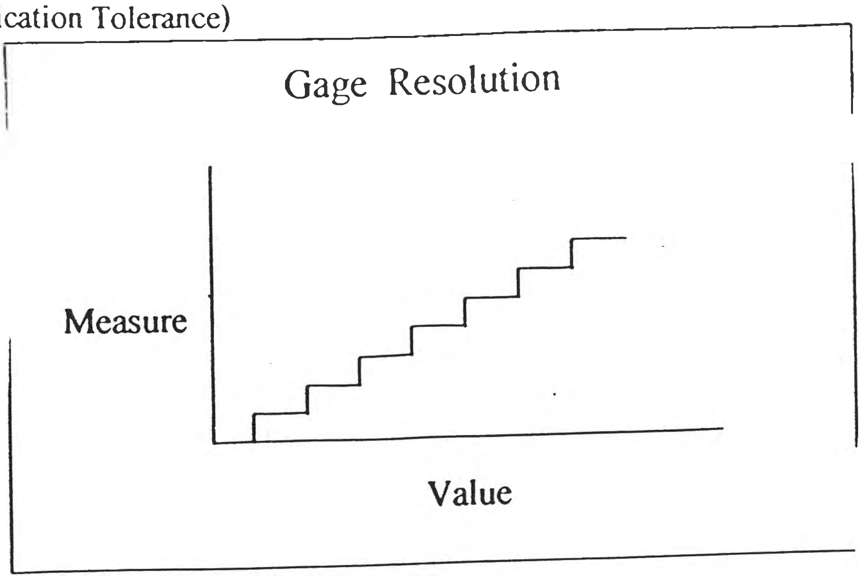
- การประเมินเครื่องวัดใหม่ หรือ วิธีการวัดใหม่
- เปรียบเทียบผลการวัดระหว่างเครื่องมือวัดแต่ละเครื่อง
- เปรียบเทียบผลการวัดระหว่างพนักงานที่ทำการวัดแต่ละคน
- เปรียบเทียบผลการ วัดระหว่างเครื่องมือวัดก่อนและหลังการซ่อมบำรุง

การวิเคราะห์ระบบการวัด จะประกอบด้วย ความละเอียด (Resolution) ความสามารถในการวัดซ้ำ (Repeatability) ความสามารถในการผลิตซ้ำ (Reproducibility) ความถูกต้องของการวัด (Accuracy) ความสามารถในเชิงเส้นตรง Linearity) และความมีเสถียรภาพ (Stability)

ความละเอียด

คือ ความสามารถของเครื่องมือในการรับรู้การเปลี่ยแปลงของปริมาณต่างๆ ที่ถูกวัดความละเอียดนี้ เป็นความสามารถในการวัดที่เกิดจากการออกแบบตั้งแต่แรกเริ่มไม่สามารถที่จะปรับปรุงได้ ถ้าไม่มีการปรับปรุงการออกแบบ เนื่อจากความละเอียดเป็นสิ่งที่ได้มาจากการออกแบบเครื่องมือวัด ดังนั้นเครื่องมือวัดแต่ละชิ้นควรจะมีค่าของความละเอียดเท่าไรก็จะขึ้นอยู่กับว่าจะนำไปวัดอะไร โดยทั่วไปแล้วเครื่องมือวัดจะต้องมีค่าของ ความละเอียดอย่างน้อย 10% ของค่าความคาดเคลื่อนเกณฑ์กำหนด (Specification Tolerance)

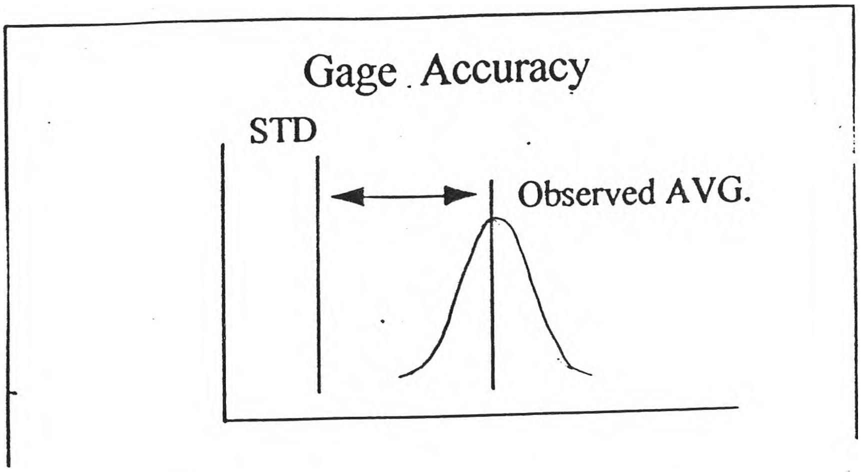
(Specification Tolerance)



รูปที่ 2.18 ความละเอียดของการวัด

ความถูกต้อง

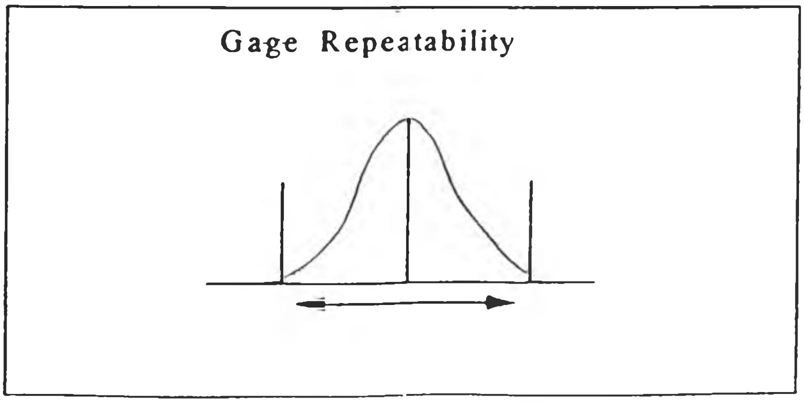
คือ ระยะห่างของค่าเฉลี่ยของการวัดจากค่ามาตรฐาน ซึ่งค่ามาตรฐานจะถือว่าเป็นค่าจริงหรือค่าที่ถูกต้องของสิ่งที่ถูกวัด เครื่องมือวัดที่ดีจะต้องวัดงานโดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับค่ามาตรฐานหรือมีความแตกต่างเฉลี่ยกับมาตรฐานน้อย



รูปที่ 2.19 ความถูกต้องของการวัด

ความสามารถในการวัดซ้ำ

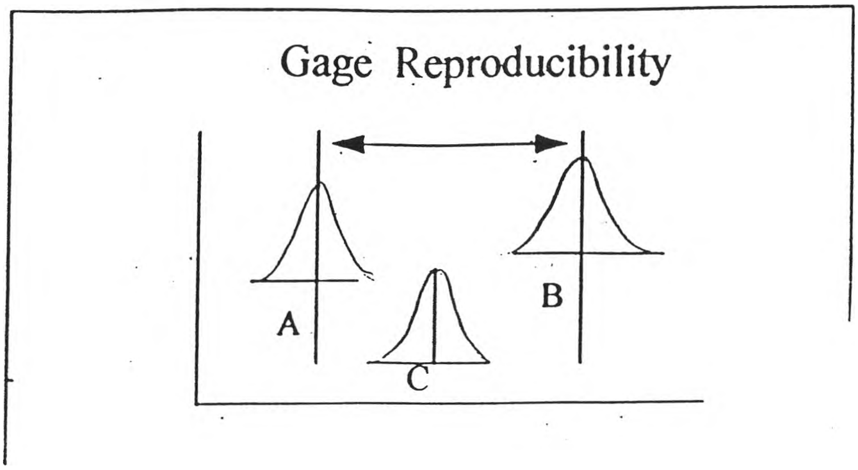
คือ การกระจายของข้อมูลจากการวัดงานชิ้นเดียวกันซ้ำหลายๆ ครั้ง โดยส่วนใหญ่จะวัดออกมาในรูปของค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เครื่องมือที่ดีต้องวัดงานออกมาแล้วได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำ



รูปที่ 2.20 ความสามารถในการวัดซ้ำ

ความสามารถในการผลิตซ้ำ

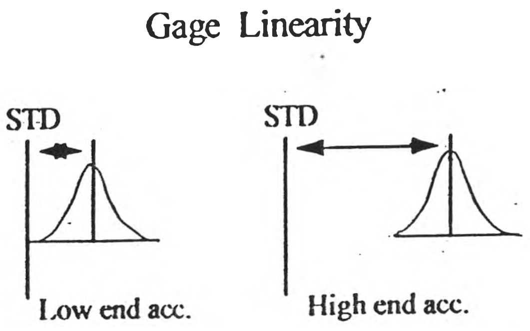
คือ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเมื่อวัดงานชุดเดียวกันแต่ใช้เครื่องมือวัดที่แตกต่างกัน หรือใช้พนักงานวัดงานหลายคน ระบบการวัดที่ดี เมื่อวัดงานชุดเดียวกันโดยใช้เครื่องมือวัดที่แตกต่างกัน หรือพนักงานหลายคนควรจะได้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 2.21 ความสามารถในการผลิตซ้ำ

ความสามารถเชิงเส้นตรง

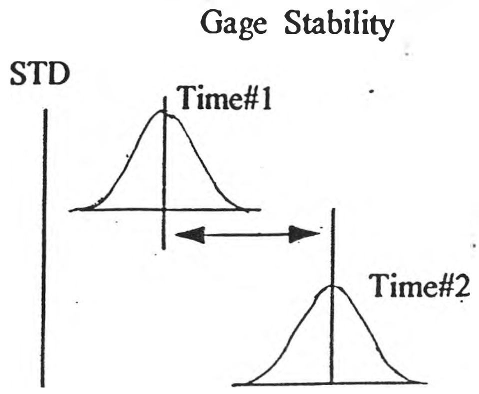
คือ การพิจารณาค่าของความถูกต้อง โดยครอบคลุมถึงทุกช่วงของค่าที่เครื่องมือวัดจะต้องนำไปใช้งานจริง



รูปที่ 2.22 ความสามารถเชิงเส้นตรง

ความมีเสถียรภาพ

คือ ความสามารถในการรักษาสภาพเดิมในการวัดของระบบการวัดเมื่อช่วงเวลาเปลี่ยนไประบบการวัดที่ดีต้องสามารถคงสภาพเดิมของการวัดไว้ได้แม้ช่วงเวลาจะเปลี่ยนไป



รูปที่ 2.23 ความมีเสถียรภาพ

โดยปกติแล้วค่าของการกระจายที่เราวัดได้จากผลิตภัณฑ์นั้นจะเกิดจากการกระจายของผลิตภัณฑ์นั้นและการกระจายของการวัดรวมกัน

Sobs คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เราวัดได้

Smeas คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัด

Sprod คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลิตภัณฑ์

การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้ของเสียลดลงวิธีการหนึ่งคือ การลดการกระจายของกระบวนการผลิต ซึ่งกระจายในกระบวนการผลิตจะประกอบด้วย การกระจายของผลิตภัณฑ์และการกระจายของการวัด ดังนั้นถ้าสามารถลดการกระจายการวัดได้ก็จะสามารถทำให้ของเสียลดลงได้ด้วย

การศึกษาการกระจายของการวัดสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. การศึกษา R & R สำหรับ Variable Data
2. การศึกษา ความสามารถของการตรวจสอบ (Inspection Capability)

โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ เพื่อศึกษาความสามารถในการวัดของเครื่องวัด และพนักงานว่าสามารถวัดงานกลุ่มเดียวกันซ้ำๆ กันแล้ว ได้ผลลัพท์ที่มีการกระจายข้อมูล อยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่

วิธีการศึกษา R & R (สำหรับ Variable Data)

1. สิ่งที่ต้องจัดเตรียม

1.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่จะมาทำการศึกษาต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสภาพดี

1.2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่จะมาทำการศึกษาต้องเป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามปกติ

1.3 เครื่องมือวัดจะต้องได้รับการปรับเทียบ (Calibrate) อย่างถูกต้องก่อนทำการศึกษา

1.4 การวัดซ้ำจะต้องทำตามลำดับของเครื่องมือวัดหรือพนักงานวัด

1.5 พนักงานที่ทำการวัดจะต้องทำความเข้าใจวิธีการศึกษาอย่างดี

1.6 จำนวนตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคือ 10

1.7 เครื่องมือวัดจะต้องได้รับการประเมินและอนุมัติจากฝ่ายวิศวกรรม

1.8 พนักงานวัดต้องได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับวิธีการวัดงานและลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จะถูกวัด

1.9 ในช่วงเวลาการศึกษา R&R จะต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงเครื่องมือวัด พนักงานวัด หรือวิธีการวัด

2. วิธีการปฏิบัติ

ในการศึกษาจะใช้จำนวนพนักงาน 2 หรือ 3 คนทำการวัดตัวผลิตภัณฑ์ 10 ชิ้นแบบสุ่ม

2.1 หลังจากเลือกผลิตภัณฑ์มา 10 ชิ้นแล้ว ให้กำหนดหมายเลขของแต่ละชิ้นคือ 1 ถึง 10

2.2 พนักงานคนแรกทำการวัดผลิตภัณฑ์ทั้ง 10 ชิ้น แบบสุ่มแล้วบันทึกเป็นการวัดครั้งที่ 1

2.3 ใช้ตัวอย่างการสุ่มที่แตกต่างกันให้พนักงานวัดครั้งที่ 1 และ 3

2.4 เมื่อพนักงานคนแรกทำการวัดเสร็จให้พนักงานคนที่ 2 ปฏิบัติในลักษณะเดียวกัน

2.5 เมื่อพนักงานคนที่ 2 ทำการวัดเสร็จแล้ว ให้พนักงานคนที่ 3 ปฏิบัติในลักษณะเดียวกัน

2.6 ข้อมูลของการวัดแต่ละครั้ง (ถ้าพนักงานวัดคนละ 3 ครั้ง) จะต้องถูกบันทึกไว้คนละส่วนเพื่อไม่ให้พนักงานสามารถดูข้อมูลในการวัดครั้งก่อนหน้าได้เพราะอาจจะทำให้เกิดความลำเอียง

2.7 หลังจากทำการวัดครบทั้ง 3 คนแล้ว ให้ส่งข้อมูลไปยังผู้รับผิดชอบในการวิเคราะห์ข้อมูล

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ในการวัดแต่ละครั้งให้คำนวนค่ารวม (Total) ของการวัดครั้งที่ 1

Total 1 = (X1+X2+X3+...........+X10)

3.2 คำนวณค่าพิสัยของตัวงานแต่ละตัว สำหรับการวัดครั้งที่ 1-3

พิสัย R = xH - xL

xH คือ ค่าที่วัดได้สูงสุด

xL คือ ค่าที่วัดได้ต่ำสุด

3.3 คำนวณค่าเฉลี่ยของพิสัยสำหรับการวัดแต่ละครั้ง

ค่าเฉลี่ยของพิสัย : R - bar = (R1+R2+R3+....+R10)/10

ค่าเฉลี่ยของพิสัยรวม : Average R - bar +(R-bar1+R-bar2+R-bar3)/3

3.4 คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Repeatability

Repeat SD = Average R bar*(1/d2)

1/d2 ค่าตัวเลขจากตาราง ค ในภาคผนวก ก

A: ค่าที่คำนวณได้จาก (จำนวนพนักงาน * จำนวนชิ้นงาน)

B: จำนวนครั้งของการวัดชิ้นงานแต่ละตัว

3.5 คำนวณค่ารวมของพนักงานแต่ละคน และ ค่ารวมเฉลี่ย

การวัดครั้งที่ 1 Total 1 = x1,1+x1,2+x1,3+....+x1,10

การวัดครั้งที่ 2 Total 2 = x2,1+x2,2+x2,3+.....+x2,10

การวัดครั้งที่ 3 Total 3 = x3,1+x3,2+x3,3+.....+x3,10

ค่าเฉลี่ยรวม Average = (Total 1+ Toatal 2 + Total 3) /30

3.6 คำนวณค่าพิสัยของค่าเฉลี่ยรวม (Range of Average)

Range of Average = Average H - Average L

Average H : ค่าเฉลี่ยรวมสูงสุด

Average L : ค่าเฉลี่ยรวมต่ำสุด

3.7 คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Reproducibility

Reprod SD = Range of Average (1/d2)

1/d2 : ค่าตัวเลขจากตาราง ค ในภาคผนวก ก

A : 1

B : จำนวนของพนักงานวัด

3.8 คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการกระจายรวม (ใช้ความเชื่อมั่น 99%)

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม : Total SD = (Repeat SD^2+Reprod SD ^2)^0.5

การกระจายรวม : Total Variability = 5.15 * Total SD

3.9 คำนวณ % R&R

% R&R = (Total Variability /Total Tolerance) * 100%

3.10 คำนวณค่าขอบเขตควบคุมด้านบน (UCL) ของพิสัย :UCL-R

UCL -R = D4 * R-bar

D4 : ค่าคงที่ในตาราง ค ในภาคผนวก ก

3.11 ค่าของ % R&R ควรจะน้อยกว่า 30% ถ้า % R&R มีค่ามากกว่า 30% จะต้องมีการค้นหาปัญหาที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดของการวัด ซึ่งอาจเกิดจาก

- พนักงานวัดได้รับการฝึกอบรมวิธีการทำงานไม่เพียงพอ
- เครื่องมือวัดมีคุณภาพไม่เพียงพอ
- เครื่องมือวัดได้รับการบำรุงรักษาไม่เพียงพอ
- มีการปรับเทียบ (Calibrate) ที่แตกต่างกันระหว่างเครื่องมือวัด

3.12 คำนวณเปอร์เซ็นต์ของความผิดพลาดของการวัดที่เกิดจาก Repeatability

% Repeat = (Repeat SD^2/ Total SD^2) * 100%

% Reprod = (Reprod SD^2/Total SD^2) * 100%

2.2 การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kevin M. Nolan (1991) ได้ทำการศึกษา ถึงการทำแผนภูมิควบคุมเข้ามาใช้สำหรับปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการผลิตพบว่า การที่จะปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรืองานการผลิตจะต้องประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบได้แก่ การกำหนดทีมผู้รับผิดชอบและจัดทำวัถุประสงค์รวมถึงขอบข่ายการศึกษา การเลือกเทคนิคควบคุมคุณภาพเข้ามาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการ การเข้าสู่กระบวนการ การเข้าสู่วงจรการปรับปรุงคุณภาพ หรือ Shewhart Cycle หรือ Deming Cycle หรือ PDCA Cycle ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทั้ง 3 แสดงได้ดังรูปที่ 2.2

Edward W. Demming (1982) ได้แสดงให้เห็นถึงมุมมองของระบบการผลิตทั่วทั้งองค์กร โดยการรวมเอาการปรับปรุงคุณภาพในทุกๆ ขั้นตอนภายในระบบการผลิตเข้าเป็นวัตถุประสงค์ขององค์กร โดยเริ่มตั้งแต่ การรับวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการผลิต การควบคุมภายในกระบวนการผลิต ตลอดจนการส่งสินค้าสำเร็จรูปให้ลูกค้า Deming ได้สรุปว่า ทุกๆ กิจกรรมและหน้าที่ ต่างก็มีส่วนรับผิดชอบต่อคุณภาพของสินค้าที่ผลิต ซึ่งบทสรุปดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.3

Garvin (1987) ได้ทำการศึกษา เรื่องการกำหนดคุณลักษณะของคุณภาพและเสนอ 8 คุณลักษณ์ของคุณภาพ (Garvin's eight dimensions) เพื่อจะใช้เป็นตัววัดประสิทธิภาพ หรือผลของการปรับปรุงระบบคุณภาพโดยมีวัตถุประสงค์ในการเปลี่ยนความต้องการของลูกค้าไปเป็นลักษณะของคุณภาพที่สามารถวัดได้ ซึ่งแสดงได้ดังต่อไปนี้

1. เวลา (Time) เวลาในการรอคอย, เวลาที่ใช้ภายในระบบ

2. ความเชื่อถือได้ (Reliability)	ขอบเขตหรือเวลาในการใช้งาน
3. Durability	ความทนทานในการใช้งาน
4. Uniformity	ความผันแปรที่เกิดขึ้นในการผลิต มีความสม่ำเสมอ
5. Consistency	มีความสอดคล้องกับความต้องการอย่างสม่ำเสมอ
6. Aesthetics	คุณลักษณะที่สัมพันธ์กับความรู้สึก
7. Harmlessness	คุณลักษณะที่สัมพันธ์กับความปลอดภัย หรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
8. Serviceability	การบริการในกรณี ที่พบกับสิ่งที่ไม่ดีไปตามข้อกำหนด

จากการศึกษาขั้นต้นสามารถที่จะนำคุณลักษณะดังกล่าวมาใช้เป็นเกณฑ์การวัดสมรรถนะ ตลอดจนการบริหารงานคุณภาพเพื่อจะผลิตสินค้าที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้านั่นเอง

Juran, J.M, F.M.. Gryna (1993) ได้ทำการศึกษาระบบการบริหารคุณภาพ และสรุปว่าองค์ประกอบของคุณภาพจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. การวางแผนคุณภาพ (Quality Control) คือ กระบวนการที่มุ่งเน้นความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก สินค้าหรือบริการที่ลูกค้าคาดหวัง (Customer needs and Expectation) จะมีการผลิตเกิดขึ้น

2. การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) คือ กระบวนการตรวจสอบ และประเมินผลการผลิตสินค้า ว่ามีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้าหรือไม่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ปรับปรุงหรือปฏิบัติการแก้ไขข้อบกพร่อง หรือ สิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการผลิต

3. การปรับปรุงคุณภาพ (Quality Improvement) คือ กระบวนการที่กระทำอย่างต่อเนื่องทางด้านการจัดสรรทรัพยากร การวางแผนงานคุณภาพ การมอบหมายงานด้านคุณภาพ การฝึกอบรมบุคคลากรด้านคุณภาพ และการจัดโครงสร้างเพื่อรักษาระดับคุณภาพ

Feigenbaum. A.V (1983) ได้เสนอความคิดด้านคุณภาพของการผลิตว่า ถ้าการออกแบบในขั้นตอนแรกไม่ดี ไม่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า สินค้าก็จะไม่ได้รับการสนับสนุนจากลูกค้า ดังนั้น ทุกหน่วยงานพนักงานทุกคน ภายในองค์กร จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในคุณภาพของสินค้าที่ผลิต ซึ่งนั่นก็คือ การควบคุมภาพทั่วทั้งองค์การนั่นเอง

AIAG Statistical Process Control Reference Manual (1995) เป็นเอกสาร คู่มืออ้างอิงที่จัดทำขึ้นโดยสมาชิกคณะทำงานของผู้ผลิตรถยนต์รายใหญ่ของอเมริกาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์

ควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ กับอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ โดยเฉพาะในคู่มือดังกล่าวจะกล่าวถึงวิธีการที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ และการวิเคราะห์ขีดความสามารถของกระบวนการ โดยจะอธิบายพื้นฐานเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการพร้อมแนะนำแผนภูมิควบคุม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ สำหรับการวิเคราะห์ และเฝ้าติดตามกระบวนการต่างๆ พร้อมแนะนำการจัดทำและการใช้งานแผนควบคุมต่างๆ รวมทั้งหลักการการคำนวนเกี่ยวกับขีดความสามารถกระบวนการ รวมทั้งกล่าวถึงดัชนีและอัตราส่วนต่างๆ นอกจากนั้นคู่มือเล่มนี้ยังพูดถึงหลักการพื้นฐานในการศึกษาการแปรผันและการใช้สัญญาณสถิติเพื่อปรับปรุงสมรรถภาพนั้น

สมชาย วิศววีรศักดิ์ (2534) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาถึงวิธีการพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องใช้ประจำโต๊ะอาหาร โดยมุ่งเน้นที่การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผนการควบคุมคุณภาพ การควบคุมคุณภาพ การวิเคราะห์ผลการควบคุมคุณภาพ และการเสนอแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพ

จารุณี เหลืองเพชรงาม (2536) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของคอนกรีตผสมเสร็จ และทำการวิเคราะห์ระบบการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับโรงงานตัวอย่าง ซึ่งเป็นโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จที่มีหลายโรงผสม โดยเสนอการจัดองค์กรควบคุมคุณภาพ จัดระบบการควบคุมคุณภาพ คอนกรีตผสมเสร็จตั้งแต่การตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ การควบคุมคุณภาพขณะผลิต และการควบคุมคุณภาพคอนกรีตผสมเสร็จที่ส่งไปยังหน่วยงานก่อสร้าง

สมนึก วิสุทธิแพทย์ (2528) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาหาแนวทางการปรับปรุงแผนการผลิตของโรงงานผลิตกระป๋องโลหะขนาดเล็กที่มีการผลิตไม่ต่อเนื่องโดยใช้โรงงานตัวอย่างซึ่งมีลักษณะการดำเนินงานแบบครอบครัวเป็นกรณีศึกษา พบว่า ปัญหาด้านการควบคุมคุณภาพผู้ศึกษาได้เสนอแนวทางการปรับปรุงผังโครงสร้างองค์กร โดยการเปลี่ยนแปลงช่วงการบังคับบัญชา ปรับปรุงการจัดกลุ่มหน่วยงาน การจัดแยกประเภทของสินค้าหลัก การกำหนดกำลังการผลิต ตลอดจนการจัดระบบควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต

จุกฤษฎ์ ศัลยพงษ์ (2537) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการวิจัยและเสนอซอฟแวร์การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเพื่อใช้งานบน Microsoft Windows 3.1, Thai Edition โดยใช้ชื่อว่า SQC ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้ในการคำนวณ และส่วนที่ใช้แสดงทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณ ส่วนที่ใช้ในการคำนวณถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ Microsoft Visual Basic Version 3.0, Professional Edition และส่วนที่ใช้แสดงทฤษฎีที่ใช้

ในการคำนวณถูกพัฒนาโดยใช้วิธีพัฒนา Help file ของ Mirosoft Windows ซอฟต์แวร์นี้ได้ย่อขนาดแฟ้มข้อมูลลงใน Floppy disk ขนาด 1.44 MB จำนวน 1 แผ่น และมีความสามารถดังนี้

1. คำนวณความน่าจะเป็นของการแจกความน่าจะเป็นไม่ต่อเนื่องและต่อเนื่องที่สำคัญ
2. คำนวณหาค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูล
3. ทดสอบลักษณะการกระแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากรโดยใช้การทดสอบไครสแควร์
4. สร้างและวิเคราะห์ฮิสโตแกรม และแผนภูมิพาเรโตเบื้องต้น
5. คำนวณเส้นกึ่งกลางและพิกัดควบคุม และสร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบตัวแปรและแบบคุณภาพ และสามารถวิเคราะห์แผนภูมิโดยอาศัยการตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นบนแผนภูมิได้
6. คำนวณค่าดัชนีและออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างที่สำคัญ
7. แสดงทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณได้

อรรถกร เหล่าศิริหงษ์ทอง (2538) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการวิจัยการจัดการระบบควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการประกอบของเล่นโดยใช้โรงงานตัวอย่างซึ่งผลิตของเล่นพลาสติกเป็นกรณีศึกษาโดยได้เสนอระบบการจัดการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมกับโรงงานตัวอย่าง โดยพิจารณาให้มีความสอดคล้องกับคุณสมบัติของบุคลากรที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. เสนอรูปแบบโครงสร้างองค์กรด้านคุณภาพ และจัดทำแบบกำหนดหน้าที่งาน
2. จัดการระบบควบคุมคุณภาพสำหรับ ชิ้นส่วนนำเข้า
3. จัดการระบบควบคุมคุณภาพภายในกระบวนการประกอบ
4. การจัดระบบควบคุมคุณภาพในขั้นตอนสุดท้าย
5. จัดทำเอกสารต่างๆ ที่สนับสนุนระบบควบคุมคุณภาพรวมถึงคู่มือขั้นตอนดำเนินงานเพื่อใช้ในการควบคุมการปฏิบัติงาน และรักษาระดับของคุณภาพให้มีความผันแปรน้อยสุด

เสรี ยูนิพันธ์ , จรูญ มหิทธาฟองกุล และ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย (2528) ได้อธิบายการสร้าง และการใช้เครื่องมือพื้นฐานทางคุณภาพ ได้แก่ ใบตรวจสอบ ฮิสโตแกรม แผนภูมิพาเรโต แผนภูมิของเหตุและผล แผนภูมิควบคุม แผนการสุ่มตัวอย่าง และความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์