บทที่ 5

ความสามารถของกระบวนการเชิงสถิติ

(Process Capability for Statistical)

5.1) ขอบเขตมาตรฐานที่กำหนดและขอบเขตการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ

ในการผลิตสินค้า/ผลิตภัณฑ์ จะต้องกำหนดปัจจัยหรือตัวแปรที่เป็นตัวแทนของคำว่าคุณภาพเสมอ ดังที่กล่าวมาในบทที่ 1 เช่น ตัวแปรด้าน ขนาด(ความกว้าง ความยาว ความสูง ความหนา) อายุการใช้งาน ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ ความสวยงาม ฯลฯ ตัวแปรเหล่านี้ฝ่ายเกี่ยวข้อง จะต้อง ผ่าน ก่อน ให้สินค้า/ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภคหรือลูกค้า ค่าที่ได้จากการทดลองทดสอบจะถือเป็นมาตรฐานของสินค้า/ผลิตภัณฑ์ ค่า ไว้ไม่ให้มีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่า เรียกว่าขอบเขตข้อกำหนดบน(Upper Specification Limited :USL) ขอบเขตข้อกำหนดล่าง(Lower Specification Limited :LSL) โดยส่วนมากจะ ฝ่ายผลิตบางครั้งจึงเรียกว่ามาตรฐานที่กำหนดของวิศวกร

ตัวอย่าง 5.1) ใช้ ตรีแก้วให้มีประสิทธิภาพ แผ่นแก้วเพื่อเป็นชิ้นส่วนไปประกอบสินค้าต่าง เช่น หน้ากากนาฬิกา หน้ากากมือถือ เป็นต้น ตะกั่วที่จะนำมาใช้ ไว้

□□□□□□5.1 แสดงคุณสมบัติของตะกั่วและค่าขอบเขตกำหนดบน□□□ล่าง
(Standard Lower-Upper Specification Limited)

หัวข้อ (Item)	ค่าขอบเขตกำหนดบน-ล่าง
□□□□□□□□□□□ (Appearance)	Grey paste
□□□□□□□□(Viscosity(25^{0} c))	200-230 Pa.s
ความเข้มข้นของฟลักซ์ (Flux Content)	9.2-9.8 wt%
ความเข้มข้นของคลอรีน (Chlorine Content)	0 wt%

สำหรับคำว่า□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ถ้าพบว่า□□□□□□□□□□□□คุณสมบัติไม่เป็นไปตามข้อกำหนดข้อใดข้อหนึ่งก็ถือว่าตะกั่วที่ผลิตไม่มีคุณภาพ ส่วนขอบเขต□□□□□□□□□□□และล่าง □□□□□□□□□□□□□□□(Lower-Upper Control Limited) คือค่าที่ได้จากการนำข้อมูลตัวอย่างมา□□□□□(หาค่าตัวแทน)ข้อมู□□□□□□□□ โดยใช้หลักการทางสถิติเข้ามาช่วยในการหาค่า □□□□ดังกล่าวไว้แล้ว□□□□□□3 ถ้า□□ข้อมูลตัวใดตกอยู่นอกขอบเขตการควบคุมก็จะถือว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ใน□□□□□□□□□□□□□□□□□แต่ถ้าไม่มีข้อมูลใดตกนอกขอบเขตการควบคุมก็ถือว่ากระบวนการผลิตอยู่ใน□□□

5.2) การหาค่าดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการ

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่ง□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ การวัดและสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันได้รวมถึงความสามารถของการจัดการด้วย □□ความผันแปรทั้งหมด และความคงที่ของกระบวนการที่มีเวลาเป็นส่วนประกอบหนึ่ง ที่มีความสำคัญที่จะต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับคุณภาพอันเนื่องมาจาก เครื่องมือ หรือการทดแทน□□□□□□□จะกล่าวได้ว่า การศึกษาความสามารถของกระบวนการก็คือ การวิเคราะห์ถึงแหล่งที่□□□□□□□□□□□□□□□□□แหล่งที่เป็นไปได้ของความผันแปร□□□□□□กับกระบวนการผลิต ที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ □□□□□□□ค่าวัดที่ใช้เป็นตัวแทนของคุณภาพของผลิตภัณฑ์□□ช่วยในการวิเคราะห์หาความผันแปรที่เกิดขึ้น □□□□□5.4 □□วัดค่าออกมาเป็นตัวเลขที่ได้จาก□□□□□□□□□□□□สัดส่วนของความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนและล่างกับ 6 เท่าของส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน ($6\sigma'$) □□□□□□□□□□□□□ ภายใต้เงื่อนไข□□□ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการต้อง□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□มีค่าเฉลี่ย μ และส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐ□□ σ' ค่าที่วัดได้นี้เรียกว่า ดัชนีความสามารถของ□□□□□□□□□ (Process Capability Index :C_p) □□□□□□□□□5.1

ให้ $C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma'}$ ....(5.1)

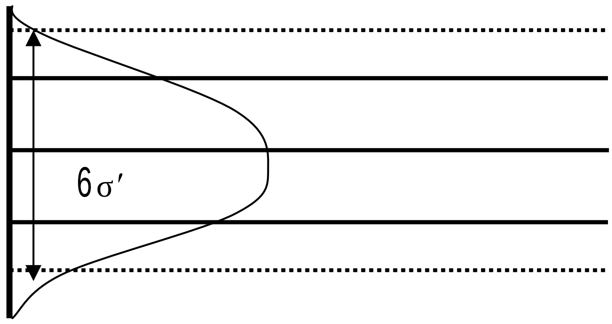
□□□ USL □□ ขอบเขตข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit)

LSL คือ ขอบเขตข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit)

σ' คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

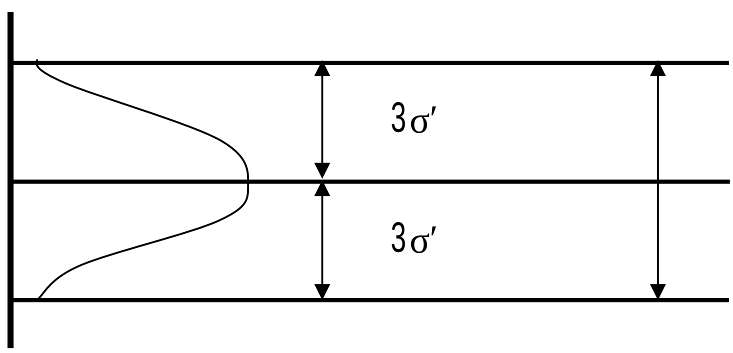
□□□ตีความของค่าว่าดัชนีวัดความสามารถของกระบว□□□□ (C_p) ที่คำนวณได้ว่า□□□□□□□□□ □□□ความสามารถหรือไม่นั้นสามารถสรุปได้ดังนี้

ถ้า $C_p < 1$ จะชี้ว่ากระบวนการไม่มีความสามารถ (not capable) ภายใต้□□□□□□□□□□□ ข้อมูลเมื่อเทียบกับขอบเขตข้อกำหนด□□-ล่าง (USL- LSL) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 5.1



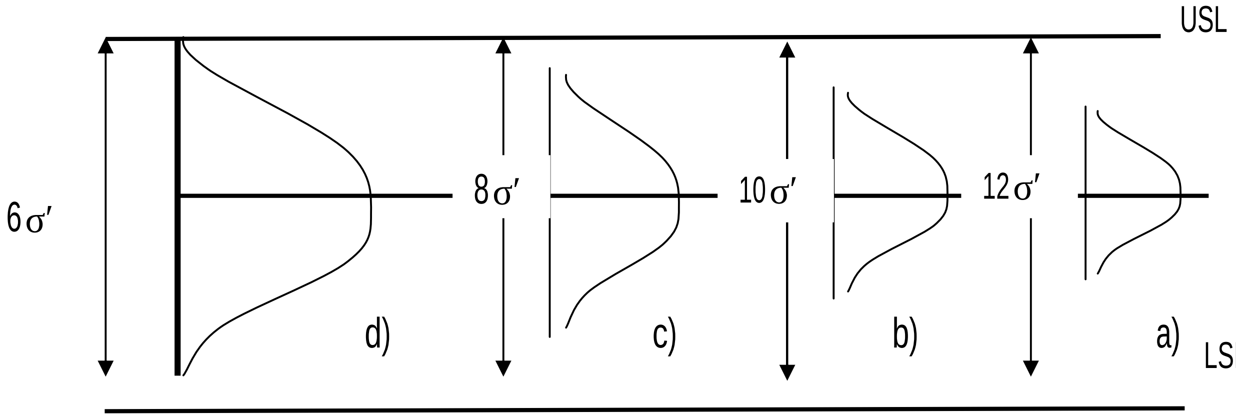
□□□□ 5.1 การแจกแจงข้อมูลสำหรับ $C_p < 1$

ถ้า $C_p = 1$ จะชี้ว่ากระบวนการมีความสามารถ (Capable) ภายใต้□□□□□□□□□□□ ข้อมูล□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ล่างเชิงสถิติ (UCL- LCL) □□□ขอบเขตข้อกำหนด□□□□□ล่าง (USL - LSL) $C_p = 1$ แสดงว่ากระบวนการมีความสามารถแต่ก็ยังถือว่ามีความสามารถค่อนข้าง□□ และจากการแจกแจงปกติช่วงความกว้าง $6\sigma'$ จะกล่าวว่ามีร้อยละ 0.27 ที่ข้อมูลตกอยู่นอกช่วง □□□□□□□นและล่าง โดยจะตกอยู่นอกขอบเขตแต่ละข้างร้อยละ 0.135 □□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□ 5.2



□□□□ 5.2 การแจกแจงข้อมูลสำหรับ $C_p = 1$

ถ้า $C_p \geq 1$ การตัดสินใจจะกล่าวว่า กระบวนการผลิตมีความสามารถ และถ้าต้องการความมั่นใจในกระบวนการว่ามีความสามารถมาก การกระจายข้อมูลในกระบวนการก็ควรไม่มีข้อมูลใดตกนอกขอบเขตข้อกำหนด□□□□□ล่าง □□□□□□□ C_p มีค่ามากจะชี้ว่ากระบวนการมี□□□□□□□□□□ □□□ □□ □□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 5.3



□□□ 5.3 ค่า C_p สำหรับการกระจายของกระบวนการมีค่าต่างๆ

□□□□□□ 5.3 □□□ a) □□□□□□□□□□□ b) □□ c) □□□□□ d) □□□□□□□

ในปัจจุบันแทบทุกบริษัทมีความต้องการให้กระบวนการผลิตมีรูปแบบการผลิตเป็นดังรูป a) นั่นคือต้องการใช้ช่วงความเชื่อมั่น $6\sigma'$ (Six Sigma) ซึ่งเป็นเป้าหมายของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน VICTOR E. KANE (1986) □□□□□□□□□□□□□□ค่า C_p ว่าถ้าค่า C_p = 1.33 จะเป็นค่าต่ำสุดของการวัดความสามารถของกระบวนการ และก็เป็นค่าที่แน่ใจมากกว่าจะทำให้มีอัตราการปฏิ□□ ผลิตภัณฑ์ต่ำสุด(0.007%) และอาจกล่าวได้ว่า ถ้าค่า C_p ต่ำกว่า 1.33 แล้วจะถือว่ากระบวนการขาด□□□□□□□□□□ □□□□นสำหรับเกณฑ์ความสามารถของกระบวนการจะวัดที่ค่า $C_p \geq 1.33$ □□□□□□□□□□ ได้ว่ากระบวนการมีความสามารถ ค่า C_p นอกจากจะเป็นดัชนีความสามารถของกระบวนการแล้ว □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□ Harvery C. Charbonneau Gordon L. Webster (1978) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถของเครื่องจักรดังอัตราส่วนความสามารถ(Capability Ratio) ใช้สัญลักษณ์ C.R. □□□□

$$\text{C.R.(\%)} = \frac{6\sigma'}{\text{ความกว้างขอบเขตข้อกำหนดบนและล่□□}} \times 100$$

$$= \frac{1}{C_P} \times 100 \qquad \text{.................................(5.2)}$$

ซึ่งค่าอัตราส่วนความสามารถ ก็คือการใช้ค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการในการคำนวณนั่นเอง ถ้านำเอาค่า C_p มาหาค่า C.R.(%) สามารถแสดงค่า C_p [illegible] C.R.(%) [illegible]

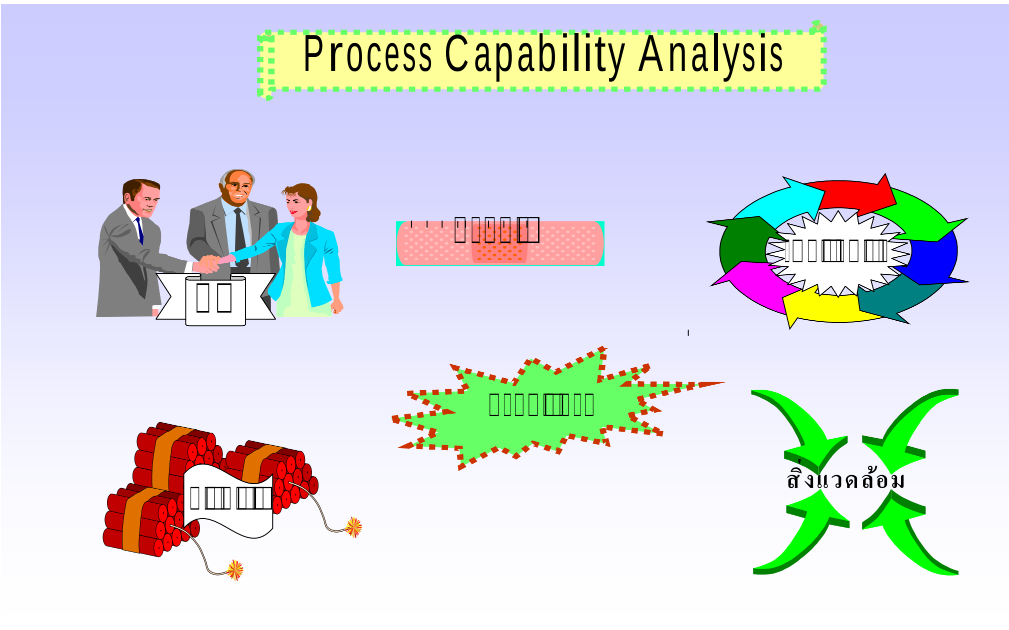
C_p = 1.00 จะได้ C.R.(%) = 100% C_p = 1.33 จะได้ C.R.(%) = 75%

C_p = 1.66 จะได้ C.R.(%) = 60% C_p = 2.00 [illegible]ได้ C.R.(%) = 50%

และสำหรับเกณฑ์ทั่วไปในการกำหนดว่าเครื่องจักรมีความสามารถหรือไม่นั้นจะกำหนดว่า ถ้าเป็นเครื่องจักรใหม่จะกำหนดค่า C.R.(%) $\leq$ 67% หรือค่า $C_p \geq 1.49$ และถ้าเป็นเครื่องจักรเก่าจะกำหนดค่า C.R.(%) $\leq$ 75% หรือค่า $C_p \geq 1.33$

การประมาณค่า Cp

[illegible] σ' จะเป็นค่าที่เป็นตัวแทนของการกระจายของกระบวนการผลิต ในภาคปฏิบัติ เป็นเรื่องยากมากที่จะหาค่าการกระจายที่แท้จริงได้ จะต้องวัดหรือตรวจสอบสินค้า/ผลิตภัณฑ์ทุกๆชิ้นในกระบวนการผลิต จะต้องสูญเสียเวลาและต้นทุน[illegible] อนุมานเข้ามาช่วยในการหาค่า σ' [illegible]ที่กล่าวในบทที่ 3 [illegible]ของข้อมูล[illegible]เป็นเพียงแนวทางหนึ่งที่จะช่วย[illegible]ตั้งแต่[illegible] 5.4



[illegible] 5.4 [illegible]แหล่งที่เป็นสาเหตุของการแปรผัน

สร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ โดยพิจารณาว่าถ้าข้อมูลใดตกอยู่นอกขอบเขตการควบคุมบนและขอบเขตการควบคุมล่าง ไม่ว่าจะเป็นแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยหรือแผนภูมิ นอกจากผู้เกี่ยวข้องจะต้องค้นหาสาเหตุของการผิดปกติของกระบวนการ แก้ไขกระบวนการดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 แล้ว ได้คือ การตัดข้อมูลตัวที่ตกนอกขอบเขตนั้นทิ้ง แล้วคำนวณหาค่าการกระจายใหม่ $R_{ใหม่}$ $\sigma_{ใหม่}$ $S_{ใหม่}$ เพื่อหาค่าขอบเขตบนและล่างใหม่ การสร้างแผนภูมิควบคุมใหม่ ให้นำข้อมูล อกราฟ ทำจนกระทั่งไม่มีข้อมูลใดตกนอกขอบเขตการควบคุม แล้วคำนวณหาการกระจายใหม่ $R_{ใหม่}$ $\sigma_{ใหม่}$ $S_{ใหม่}$ (แผนภูมิควบคุมใหม่เป็นแผนภูมิที่อยู่ภายใต้ข้อสมมุติว่า ถ้าไม่มีการผิดปกติที่เกิดจากข้อมูลที่ถูกตัดทิ้ง) ซึ่งการกระจายใหม่ ที่ ได้สามารถนำ ค่า ของการกระจายของกระบวนการได้ แทนด้วยสัญลักษณ์ σ'_0

$$\sigma'_0 = \frac{\bar{R}_{ใหม่}}{d_2} \qquad \sigma'_0 = \frac{\bar{S}_{ใหม่}}{C_4} \qquad \sigma'_0 = \frac{\bar{\sigma}_{ใหม่}}{C_2}$$

C_p ด้วย $\hat{C}_p$

จะได้

$$\hat{C}_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma'_0} \qquad \text{.......................(5.3)}$$

ในกรณีที่ฝ่ายผลิตต้องการหาการกระจายที่เป็นตัวแทนของการกระจายของประชากรที่เรียกว่าการประมาณแบบจุดนั้น σ' ประมาณด้วย $\hat{\sigma}$

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{c_4} \qquad \hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} \qquad \hat{\sigma} = \frac{\bar{\sigma}}{C_2}$$

จะได้

$$\hat{C}_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}} \qquad \text{.......................(5.4)}$$

(C_2 C_4 d_2 หาได้จากตารางภาคผนวกท้ายเล่ม)

ตัวอย่าง 5.2) ฝ่ายควบคุมคุณภาพการผลิตสินค้าชนิดหนึ่งต้องการควบคุมตัวแปรด้านความยาวของเส้นผ่ ศูนย์กลางของ ฑ์ ซึ่งฝ่ ได้กำหนดขอบเขตของค่า เส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่วง 11.95 12.05 ดังนั้นฝ่ายควบคุมคุณภาพ จึงเก็บรวบรวมข้อมูล สุ่มตัวอย่างมาจำนวน 21 กลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มย่อยสุ่มมาจำนวน 5 ตัวอย่าง ข้อมูลดังตาราง 5.2

[illegible] 5.2 แสดงค่าความยาวและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นผ่าศูนย์กลางของสินค้าแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$\bar{X}$	S
1	11.95	12.00	12.03	11.98	12.01	11.994	0.031
2	12.03	12.02	11.96	12.00	11.98	11.998	0.029
3	12.01	12.00	11.97	11.98	12.00	11.992	0.016
4	11.97	11.98	12.00	12.03	11.99	11.994	0.023
5	12.00	12.01	12.02	12.03	12.02	12.016	0.011
6	11.98	11.98	12.00	12.01	11.99	11.992	0.013
7	12.00	12.01	12.03	12.00	11.98	12.004	0.018
8	12.00	12.01	12.04	12.00	12.02	12.014	0.017
9	12.00	12.02	11.96	12.00	11.98	11.992	0.023
10	12.02	12.00	11.97	12.05	12.00	12.008	0.030
11	11.98	11.97	11.96	11.95	12.00	11.972	0.019
12	11.92	11.95	11.92	11.94	11.96	11.938	0.018
13	11.98	11.93	11.94	11.95	11.96	11.952	0.019
14	11.99	11.93	11.94	11.95	11.96	11.954	0.023
15	12.00	11.98	11.99	11.95	11.93	11.970	0.029
16	12.00	11.98	11.97	11.96	11.99	11.980	0.016
17	12.02	11.98	11.97	11.98	11.99	11.988	0.019
18	12.00	12.01	12.02	12.01	11.99	12.006	0.011
19	11.97	12.03	12.00	12.01	11.99	12.000	0.022
20	11.99	12.01	12.02	12.00	12.01	12.006	0.011
21	12.00	11.98	11.99	11.99	12.02	11.996	0.015

ฝ่ายผลิตต้องการหาค่าดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการ จึงสามารถหาค่าได้ดังนี้

[illegible] $\hat{C}_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}}$ [illegible] $\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{C_4}$

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^{k} S_i}{K} = \frac{0.031 + 0.029 + ... + 0.015}{21} = 0.02$$

[illegible] C_4 [illegible] $n = 5$ $C_4 = 0.94$

จะได้ $\hat{\sigma} = \frac{0.02}{0.94} = 0.021$ [illegible] $\hat{C}_p = \frac{12.05 - 11.95}{6(0.021)} = 0.794$

จากค่า $\hat{C}_p$ ที่คำนวณได้จะถือว่ากระบวนการไม่[illegible] นั่นหมายถึงว่าการกระจาย [illegible] ([illegible] ข้อมูลที่ใช้เทคนิคสุ่มทางสถิติ) มีการกระจายมากกว่าการ [illegible] ผลิตภัณฑ์

ตัวอย่าง 5.3) ในการผลิตชิ้นส่วนแผ่นรองชิ้นงานของบริษัทแห่งหนึ่ง โดยสุ่มตัวอย่างมาจำนวน 30 กลุ่มย่อย แต่ละกลุ่มย่อยสุ่มมาจำนวน 5 ตัวอย่าง และฝ่ายออกแบบการผลิตได้กำหนดขอบเขตของค่าข้อมูลอยู่ในช่วง 0.0623 [illegible] 0.0630 ข้อมูลดังตาราง (หน่วย : .0600 [illegible].[illegible])

[illegible] 5.3 แสดงค่าความยาวและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของชิ้นส่วนแผ่นรองชิ้นงานในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	$\bar{X}$	R
1	25	26	24	25	27	25	3
2	24	23	24	26	25	24	3
3	22	25	23	25	26	24	4
4	24	23	20	23	24	23	4
5	21	21	22	25	24	23	4
6	28	26	25	26	27	26	3
7	24	27	25	24	26	25	3
8	24	25	25	26	26	25	2
9	27	28	26	25	27	27	3
10	25	26	28	26	27	26	3
11	25	24	26	26	26	25	2
12	30	28	27	25	27	27	5
13	27	26	28	27	26	27	2
14	26	26	25	26	27	26	2
15	28	27	26	25	26	26	3
16	25	26	25	28	27	26	3
17	24	26	24	25	27	25	3
18	28	27	28	26	30	27	4
19	27	26	28	25	27	27	3
20	26	25	26	25	27	26	2
21	27	26	28	25	27	27	3
22	25	26	28	25	27	26	3
23	28	26	27	30	27	28	4
24	25	31	30	28	27	28	6
25	27	30	31	28	27	29	4
26	32	28	31	28	27	30	5
27	30	28	31	28	27	29	4
28	32	32	28	31	30	31	4
29	30	28	31	32	31	30	4
30	32	31	30	28	28	30	4

จากข้อมูลต้องการหาค่าดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการสามารถหาค่าดัชนีชี้ [illegible]

$$\hat{C}_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}} \qquad \hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^{k} R_i}{K} = \frac{3+3+....+4}{30} = 3$$

d_2 ได้จากตารางภาคผนวก $n = 5$ $d_2 = 2.326$

$$\hat{\sigma} = \frac{3}{2.326} = 1.289$$

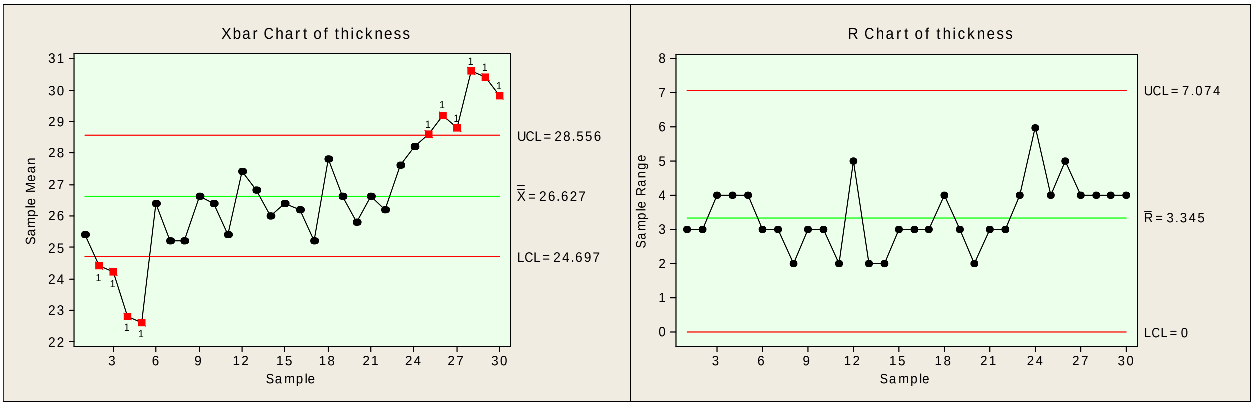
$$\hat{C}_p = \frac{30 - 23}{6(1.289)} = 1.503$$

จากค่า $\hat{C}_p$ ที่คำนวณได้จะถือว่ากระบวนการมีประสิทธิภาพ นั่นหมายถึงว่าการ (การกระจายของข้อมูลที่ใช้เทคนิคสุ่มทางสถิติ)มีการกระจายน้อยกว่าการกระจายของข้อกำหนดของสินค้า/ผลิตภัณฑ์

ถ้าพิจารณาแผนภูมิควบคุมคุณภาพจะพบว่าขอบเขตการควบคุมบนและล่ $\bar{X}$ -Chart R-Chart มีค่าดังนี้

$UCL_{\bar{X}} = 28.556$	$UCL_R = 7.074$
$LCL_{\bar{X}} = 24.697$	$LCL_R = 0$

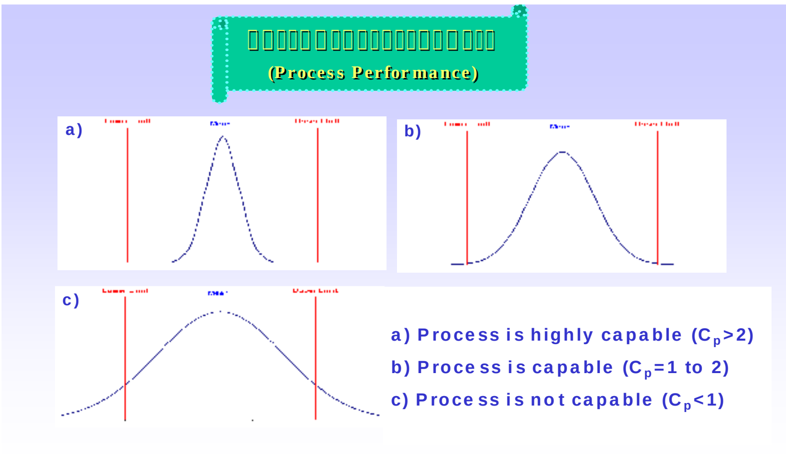
และนำข้อมูลทุกๆ ค่ามาพล็อตลงในกราฟจะเห็นว่ามีข้อมูลตกนอกขอบเขตการควบคุมค่าเฉลี่ย 5.5 นั่นแสดงให้เห็นว่าถ้าพิจารณาเฉพาะค่า $\hat{C}_p$ เพียงอย่างเดียวอาจจะทำให้ตัดสินใจ ข้อมูลผิดพลาดได้



5.5 กราฟแสดงขอบเขตบนและล่างของแผนภูมิ

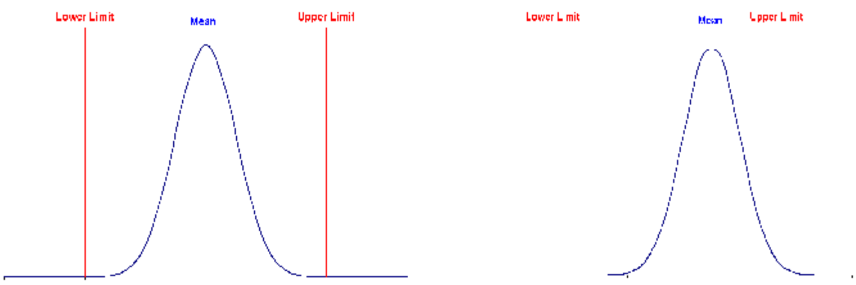
5.3) ดัชนีความสามารถกรณีกำหนดขอบเขตกำหนดด้านเดียว

จากการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพจะต้องควบคุมทั้งแผนภูมิค่าเฉลี่ยและการกระจายควบคู่กันเสมอนั้น แสดงให้เห็นว่าถ้าพิจารณาเฉพาะดัชนีชี้วัดด้วย $\hat{C}_p$ อย่างเดียว ก็อาจ[illegible] ให้ตัดสินใจเกี่ยวกับกระบวนการผลิตผิดพลาดไป ดังตัวอย่าง 5.3 การคำนวณหาค่า $\hat{C}_p$ [illegible] ความสามารถของกระบวนการ ถ้าการกระจายของข้อมูลเป็น ดังรูปที่ 5.6 ก็สามารถสรุปได้ว่ากระบวนการมีความสามารถอย่างแท้จริง



[illegible] 5.6 ค่า C_p [illegible]หรับการกระจายของกระบวนการมีค่าต่างๆ กัน

[illegible]ความสามารถของกระบวนการด้วยค่า C_p นั้น จะเป็นเพียงการพิจารณาการกระจาย แต่ไม่พิจารณาค่าเฉลี่ย ถ้าพิจารณา[illegible] 4.5 a) จะพบว่าค่าเฉลี่ยของข้อมูลเท่ากันกับค่าเฉลี่ยของข้อกำหนด และค่า $C_p > 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมทั้งค่าเฉลี่ยและการกระจายได้ แต่ถ้าพิจารณารูปที่ 4.5 b) จะพบว่าค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่เท่ากับค่าเฉลี่ยของข้อกำหนด แต่ค่า $C_p > 1$ แสดงว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมการกระจายได้ แต่ไม่สามารถควบคุมค่าเฉลี่ยให้เท่ากับข้อกำหนด

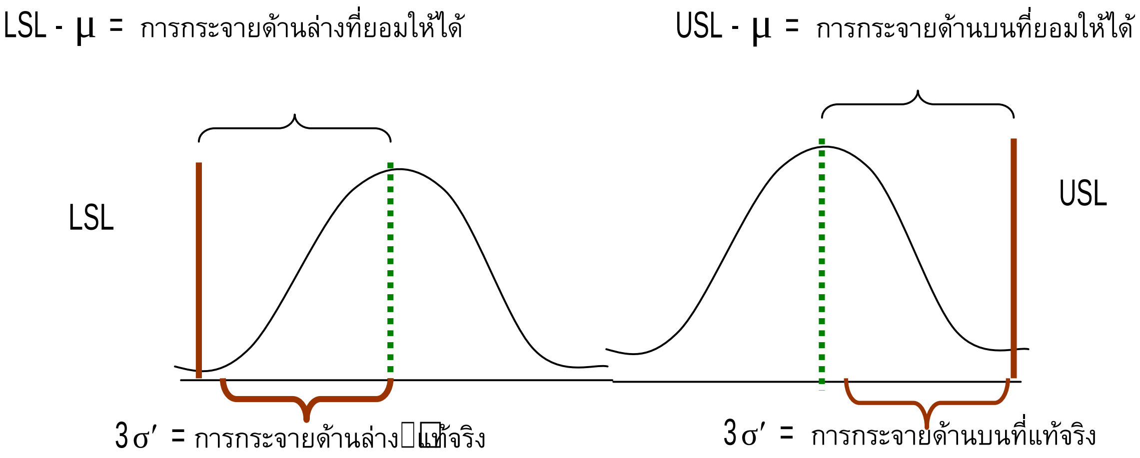


a) ค่าเฉลี่ยของข้อมูลอยู่ตรงกลาง $C_p > 1$ b) ค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่อยู่ตรงกลาง $C_p > 1$

[illegible] 5.7 ค่า C_p สำหรับการกระจายของกระบวนการมีค่าต่างๆ กัน

□□□□□□□ 5.7 b) □□□□□ควบคุมค่าเฉลี่ยในกระบวนการผลิตด้วยเพราะเป็นค่าที่สำคัญไม่น้อยไปกว่าค่าการกระ□□□□□□□□□□□□□□□□□□

VICTOR E.KANE (1984) ได้เสนอการหาค่าดัชนีชี้วัดด้านเดียว โดยกำหนดให้ค่า C_{PU} เป็นค่าดัชนีชี้วัดด้านบน □□□ และใช้ค่า C_{PL} เป็นค่าดัชนีชี้วัดด้านล่าง □□ค่า C_{PU} □□□ C_{PL} □□ะใช้□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ด้วยการพิจารณาอัตราส่วน□□□□ผลต่างของ USL กับค่าเฉลี่ยที่เป็นเป้าหมาย □□□LSL กับค่าเฉลี่ยที่เป็นเป้าหมาย □□□□□□□□□□□ความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดด้านบนและด้านล่างกับ 6 เท่า ของส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน ($6\sigma'$) □□□□□□□□□□□□ หรือที่เรียกว่าเป็นการประเมินสมรรถนะของกา□□□□ □□□□ 5.8



□□□ 5.8 แสดงการกระจายด้านล่างและบนที่แท้จริงกับการกระจายด้านบนและล่าง□□□□รับได้

□□□□□□□ 5.8 แสดงถึงการกระจายของกระบวนการที่มีความสัมพันธ์กับขอบเขตกำหนดด้านบน และล่างกำหนดให้

$$C_{PU} = \frac{\text{□□□□□□□□□้านบนที่ยอมให้ได้}}{\text{□□□□□□□□□้านบนแท้จร□}}$$

$$C_{PU} = \frac{USL - \mu}{3\sigma'} \qquad \text{.......................................(5.5)}$$

□□□ σ' คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

μ คือ ค่าเฉลี่ยข□□□□□□□□□

ในทางปฏิบัติจะใช้ $\bar{X}$ □□□□□□ μ และใช้ $\hat{\sigma}$ □□□□□□ σ' ดังนั้นจึงใช้ $\hat{C}_{PU}$ □□□ C_{PU}

$$\hat{C}_{PU} = \frac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}} \qquad \text{.......................................(5.6)}$$

□□□ $\hat{C}_{PU} = \frac{Z(USL)}{3}$ □□□ $Z(USL) = \frac{USL - \bar{X}}{\hat{\sigma}}$

และดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการเมื่อกำหนดขอบเขตกำหนดด้านล่างจะกำหนดด้วยสัญลักษณ์ C_{PL} และสามารถคำนวณค่า C_{PL} ได้ดังนี้

$$C_{PL} = \frac{\text{□□□□□□□□□□้านล่างที่ยอมให้ได้}}{\text{□□□□□□□□□□้านล่างที่แท้จริง}}$$

$$C_{PL} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma'} \qquad \text{......................................(5.7)}$$

ในทางปฏิบัติจะใช้ $\bar{X}$ □□□□□□ μ และใช้ $\hat{\sigma}$ □□□□□□ σ' ดังนั้นจึงใช้ $\hat{C}_{PL}$ □□□ C_{PL}

$$\hat{C}_{PL} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}} \qquad \text{......................................(5.8)}$$

□□□ $\hat{C}_{PL} = \frac{Z(LSL)}{3}$; □□□ $Z(LSL) = \frac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}}$

การคำนวณค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ เมื่อกำหนดขอบเขตเพียงด้านเดียว ถ้า $\hat{C}_{PU}$ □□□ $\hat{C}_{PL}$ เท่ากั□ 1.0 จะกล่าวได้ว่า มีผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการร้อย□□ 0.135

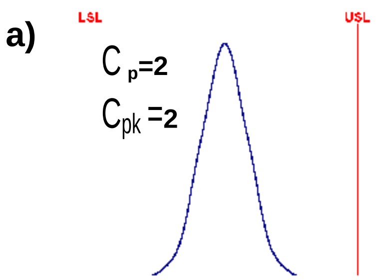
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ 2 ด้าน การใช้ดัชนี $\hat{C}_{PU}$ □□□ $\hat{C}_{PL}$ □□□□□□□□□□□ ของกระบวนการก็คือ การหาค่าต่ำสุดของดัชนี $\hat{C}_{PU}$ □□□ $\hat{C}_{PL}$ ซึ่งค่าต่ำสุดของ $\hat{C}_{PU}$ □□□ $\hat{C}_{PL}$ □□ กำหนดด้วยค่าดัชนี $\hat{C}_{pk}$

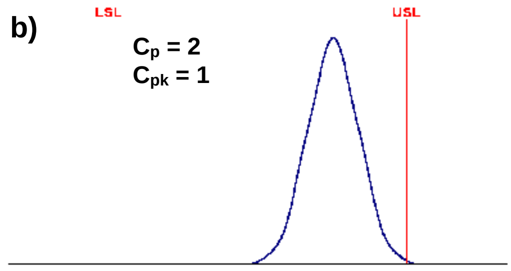
□□□□□ $\hat{C}_{pk} = \text{Min}\,(\hat{C}_{PL}, \hat{C}_{PU})$ ....(5.9)

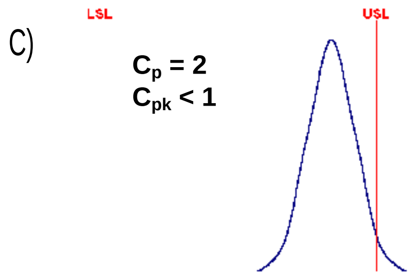
□□□ $\hat{C}_{pk} = \frac{Z(min)}{3}$

เกณฑ์การประเมินความสามารถของกระบวนการจากค่าของ C_{pk}

$C_{pk} < 1$	ไม่ยอมรับ
$1.00 \le C_{pk} < 1.33$	พอยอมรับได้แต่ต้องมีการปรับปรุง
$1.33 \le C_{pk} < 1.67$	□□□□□□□
$C_{pk} \ge 1.67$	□□ไว้ใจได้







a) Process is highly capable $C_{PK} > 1.5$

b) Process is capable $C_{PK} = 1$ to 1.5

c) Process is not capable $C_{PK} < 1$

□□□ 5.9 แสดงการกระจายของข้อมูล□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ C_P □□□ C_{PK} มีค่าต่าง ๆ

□□□□□□ 5.9 □□□□น่าถ้าค่า มีค่าเท่ากันกราฟก็จะเป็นดังรูป a) ถ้าค่า มีค่าไม่เท่ากันกราฟก็จะเป็นดังรูป b) □□□□□ c)

ความสัมพันธ์ระหว่างค่า C_P และ C_{PK} และการตัดสินใจในกระบวนการผลิต

1) ค่า $C_P \geq C_{PK}$ □□□□ ถ้า $C_P > C_{PK}$ แสดงว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตมีค่าไม่เท่ากับ ค่าเฉลี่ยที่เป็นเป้าหมาย(Target) จึงต้องมีการปรับ(Setting Value)ค่าพารามิเตอร์ใหม่

2) ถ้า $C_P = C_{PK}$ □□□□ว่าค่าเฉลี่ยของ□□□□□□□□□ผลิตมีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยที่เป็นเป้าหมาย

3) $C_{PK} = (1-k) * C_P$

ตัวอย่าง 5.4) จากข้อมูลในตัวอย่าง 5.2) สามารถหาค่า $\hat{C}_{PK}$ ได้ดังนี้

เมื่อ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด$(\bar{X}) = 11.99$

□□□□□ $\hat{C}_{pk}$ = ค่าต่ำสุดของ$(\hat{C}_{PL}, \hat{C}_{PU})$

หาค่า $\hat{C}_{PU} = \dfrac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}}$

$$= \frac{(12.05 - 11.99)}{(3)(0.021)} = 0.9523$$

หาค่า $\hat{C}_{PL} = \dfrac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}}$

$= \dfrac{(11.99 - 11.95)}{(3)(0.021)} = 0.635$

[illegible] $\hat{C}_{pk}$ = ค่าต่ำสุดของ(0.635 ,0.9523) = 0.635

ค่า $\hat{C}_{pk}$ เท่[illegible] 0.635 น้อยกว่า 1 และค่า $\hat{C}_{pk}$ ไม่เท่ากันกับ $\hat{C}_p$ ($\hat{C}_p$ เท่ากับ 0.794) แสดงว่าค่าเฉลี่ยของข้อมูลกับค่าเป้าหมายไม่เท่ากัน นั่นหมายถึงกระบวนการผลิตไม่มี [illegible]

[illegible]คือค่า C_{Pm} [illegible]เป็นอัตราส่วนของ C_p กับค่าการแปรผันของกระบวนการเมื่อเทียบกับค่ากำหนด สามารถนำมาใช้เป็นค่าดัชนีชี้วัดอีกทางเลือกหนึ่ง

กำหนดให้ $C_{Pm} = C_p / \sqrt{1 + [(\mu - T)/\sigma']^2}$ ....(5.10)

[illegible] σ' คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

μ คือ ค่าเฉลี่ยของประชากร

T [illegible]ค่าเป้าหมายของกระบวนการ(Process Target)

$T = \dfrac{(USL + LSL)}{2}$

ในทางปฏิบัติใช้ $\hat{\sigma}$ [illegible] σ' [illegible] $\bar{X}$ [illegible] μ จึงใช้ $\hat{C}_{pm}$ [illegible] C_{Pm} [illegible] (5.9)

[illegible] $\hat{C}_{pm} = \hat{C}_p / \sqrt{1 + [(\bar{x} - T)/\hat{\sigma}]^2}$ ....(5.11)

ถ้า $\hat{C}_{pm}$ น้อยกว่า 1 แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่มีความสามารถเมื่อเทียบกับขอบเขตที่กำหนด

ตัวอย่า[illegible] 5.5) ในการผลิตกาแฟกระป๋องยี่ห้อหนึ่งได้กำหนดปริมาณของกาแฟที่บรรจุต่อกระป๋องอยู่ในช่วง 20 1 ออนซ์ ค่าเป้าหมายของการผลิตต่อกล่องเท่ากับ 20 ออนซ์ ฝ่ายตรวจสอบการผลิตต้องการทราบว่าปริมาณกาแฟ ที่บรรจุในแต่ละกระป๋องเป็นดังค่าที่กำหนดหรือไม่ จึงสุ่มตัวอย่างตัวอย่างสินค้ามาจำนวน 100 กระป๋อง พบว่าค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณกาแฟที่สุ่มมา เท่ากับ 19.98 ออนซ์ และ 0.189 ออนซ์ [illegible]

[illegible]หาค่าดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการได้ดังนี้

[illegible] 5.4 $\hat{C}_p = \dfrac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}}$ แทนค่าจะได้

$= \dfrac{(21-19)}{6(0.189)} = 1.76$

[illegible] 5.11 $\hat{C}_{pm} = \hat{C}_p / \sqrt{1+[(\bar{x}-T)/\hat{\sigma}]^2}$ แทนค่าจะได้

$$= (1.76) / \sqrt{1+[(19.98-20)/0.189]^2}$$

$$= 1.75$$

สรุปได้ว่า

คำนวณหาค่า $\hat{C}_{pk}$ = ค่าต่ำสุดของ$(\hat{C}_{PL}, \hat{C}_{PU})$

หาค่า $\hat{C}_{PU} = \dfrac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}}$

$$= \frac{(21 - 19.98)}{(3)(0.189)} = 1.799$$

หาค่า $\hat{C}_{PL} = \dfrac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}}$

$$= \frac{(19.98 - 19)}{(3)(0.189)} = 1.728$$

[illegible] $\hat{C}_{pk}$ = ค่าต่ำสุดของ(1.799,1.728) = 1.728

จะเห็นว่าถ้าตัดสินใจโดยใช้ค่า $\hat{C}_p$ [illegible] $\hat{C}_{pk}$ มีค่ามากกว่า 1 สามารถสรุปได้ว่ากระบวนการ[illegible]มีความสามารถ และค่าทั้งสองไม่เท่ากัน จึงต้องมีการพิจารณาปรับค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตให้เท่ากับค่าเป้าหมาย โดยค้นหารสาเหตุหรือต้องมีการเซตเครื่องใหม่ แต่ถ้าพิจารณาค่า $\hat{C}_{pm}$ ซึ่งเป็นค่าที่เทียบกับค่าเป้าหมายอยู่แล้วกลับมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่ากระบวนการผลิตมีความสามารถเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยเป้าหมาย

จากตัวอย่างข้างต้นผลสรุปค่อนข้างจะมีความขัดแย้งกันอยู่บ้าง ถ้าข้อมูลที่วิเคราะห์ออกมาเป็นไปดังตัวอย่างนี้ ควรตัดสินใจใช้ค่า $\hat{C}_{pm}$ เพราะทราบค่าเฉลี่ยที่เป็นเป้าหมาย[illegible]

การประมาณแบบช่วงของค่า C_P C_{PU} และ C_{PL}

[illegible] $C_P = \dfrac{USL - LSL}{6\sigma'}$ [illegible]รถสร้าง C_P ให้อยู่ในรูปของความสัมพันธ์กับการแจกแจงไคสแควร์ได้ดังนี้

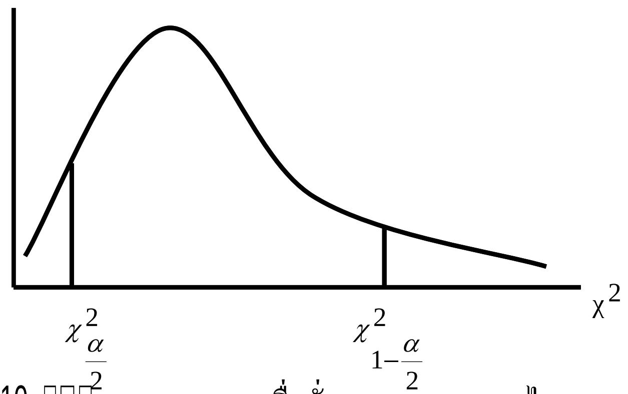
$$C_P^2 = \left[\frac{USL - LSL}{6\sigma'}\right]^2 \circ \frac{(n-1)}{(n-1)} \circ \frac{s^2}{s^2}$$

$$= \left[\frac{USL - LSL}{6\sigma'}\right]^2 \circ \frac{\chi^2(n-1)}{(n-1)} \qquad \text{....................(5.12)}$$

ที่ช่วงความเชื่อมั่น $(1 - \alpha)$ 100% ของการแจกแจงไคสแควร์ คือ

$$P(\chi^2_{\alpha/2} \quad < \quad \chi^2 < \quad \chi^2_{1-\alpha/2}) \quad = \quad 1 \quad \alpha \qquad \text{....................(5.13)}$$

5.10



5.10 งขอบเขตความเชื่อมั่นของการแจกแจงไคสแควร์

$$P(\chi^2_{\alpha/2} \quad < \quad \frac{(n-1)\cdot S^2}{\sigma^2} \quad < \quad \chi^2_{\alpha/2}) \quad = \quad 1-\alpha$$

$$P(\frac{\chi^2_{\alpha/2}}{S.^2(n-1)} \quad < \quad \frac{1}{\sigma^2} \quad < \quad \frac{\chi^2_{\alpha/2}}{S.^2(n-1)}) \quad = \quad 1-\alpha$$

$$P\left[\frac{(USL-LSL)^2}{36\cdot S^2(n-1)}\cdot\chi^2_{\alpha/2} \quad < \quad \frac{(USL-LSL)^2}{36\,\sigma'^2} \quad < \quad \frac{(USL-LSL)^2}{36\cdot S^2(n-1)}\cdot\chi^2_{1-\alpha/2}\right] \quad = \quad 1-\alpha$$

$$P\left[\hat{C}_P\sqrt{\frac{\chi^2_{\alpha/2}}{n-1}} \quad < \quad C_P \quad < \quad C_P\sqrt{\frac{\chi^2_{\alpha/2}}{n-1}}\right] \quad = \quad 1-\alpha$$

ดังนั้นที่ช่วงความเชื่อมั่น $(1 - \alpha)$ 100% C_p

$$\hat{C}_P\sqrt{\frac{\chi^2_{\alpha/2,\nu}}{n-1}} \quad < \quad C_P \quad < \quad \hat{C}_P\sqrt{\frac{\chi^2_{1-\alpha/2,\nu}}{n-1}} \qquad \text{....................(5.14)}$$

$\nu = (n-1)$

สำหรับตัวอย่างขนาดใหญ่ $(n \geq 50)$ BISSELL(1990) กล่าวว่า

$\sqrt{\frac{(n-1)S^2}{\sigma^2}}$ จะประมาณด้วยการแจกแจงปกติ $N(\sqrt{n-1}, \frac{1}{2})$ ดังนั้นจะประมาณช่วงความเชื่อมั่น $(1 - \alpha)$ 100% C_p

$$\hat{C}_P - \hat{C}_P\, Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{1}{2f}} \;<\; C_P \;<\; \hat{C}_P + \hat{C}_P\, Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{1}{2f}}$$

.........................(5.15)

[illegible] f คือ ตัวประกอบสำหรับปรับแก้ การหาค่า f แบ่งเป็นกรณีได้ดังนี้

[illegible] 1 ถ้า $n \geq 25$ $f = (n-1)$ ....(5.16)

[illegible] 2 ถ้า $n < 25$ จะต้องปรับค่า f ให้เป็นค่าที่แท้จริง

$$f = \frac{1}{\left[2\frac{(n-1)}{n}C_2^{-2} - 2\right]}$$

.........................(5.17)

สำหรับการประมาณช่วง $(1 - \alpha)$ 100% [illegible] C_{PU} [illegible] C_{PL} ได้ดังสมการ (5.18) [illegible] (5.19) ([illegible] ดร.อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ หน้า 265-267)

$$\hat{C}_{PU} - Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{1}{9n} + \frac{\hat{C}_{PU}^2}{2f}} \;<\; C_{PU} \;<\; \hat{C}_{PU} + Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{1}{9n} + \frac{\hat{C}_{PU}^2}{2f}}$$

.........................(5.18)

$$\hat{C}_{PU} - Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{1}{9n} + \frac{\hat{C}_{PL}^2}{2f}} \;<\; C_{PU} \;<\; \hat{C}_{PU} + Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{1}{9n} + \frac{\hat{C}_{PL}^2}{2f}}$$

.........................(5.19)

ข้อสังเกต n [illegible] (5.12) [illegible] (5.18) คือ จำนวนตัวอย่างที่สุ่มมาทั้งหมด แต่ถ้าในกรณีที่ข้อมูลเป็น k กลุ่มย่อย (subgroup) จำนวนตัวอย่างทั้งหมดจะเท่ากับ nk [illegible] (5.16)

จะได้ $f = k(n-1)$ ....(5.20)

[illegible] (5.17)

$$f = \frac{1}{\left[k\left[2\frac{(n-1)}{n}C_2^{-2} - 2\right]\right]}$$

.........................(5.21)

[illegible] 3 [illegible] $\sigma' = \frac{\bar{R}}{d_2}$ [illegible] $\sigma' = \frac{\bar{S}}{C_4}$ [illegible] $\sigma' = \frac{\bar{\sigma}}{C_2}$

$$f = \frac{1}{\left[(n-1)^{-1}\left[2\frac{(n-1)}{n}C_2^{-2} - 2\right]\right]}$$

.........................(5.22)

(แสดงตัวประกอบปรับแก้ค่า f [illegible])

5.4) ดัชนีชี้วัดสมรรถนะของกระบวนการ

(Process Performance Indicies: P_p) เป็นค่า หรือเป็นค่าดัชนีชี้วัดความสามารถของ รของการคำนวณเหมือนกันกับค่า C_p แต่ต่างกันที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กล่าวคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้ในการคำนวณหาค่า C_p $\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$

ส่วนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S)ที่ใช้ในการคำนวณหาค่า P_p $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n}}$

P_p ได้ดังสมการ (5.23)

$$\hat{P}_p = \frac{USL - LSL}{6S} \qquad \text{.....................(5.23)}$$

สำหรับดัชนีชี้วัดด้านเดียวก็จะมีสูตรการคำนวณเช่นเดียวกับค่า C_{PU} C_{PL} C_{Pk} เพียงเปลี่ยนเป็น P_{PU} P_{PL} P_{Pk} ประมาณค่าต่างๆ ได้ดัง (5.24) (5.26)

$$\hat{P}_{PU} = \frac{USL - \bar{X}}{3S} \qquad \text{.....................(5.24)}$$

$$\hat{P}_{PL} = \frac{\bar{X} - LSL}{3S} \qquad \text{.....................(5.25)}$$

$$\hat{P}_{pk} = \text{ค่าต่ำสุดของ}(\hat{P}_{PL}, \hat{P}_{PU}) \qquad \text{.....................(5.26)}$$

ส่วนค่าที่คำนวณได้สามารถตีความได้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพหรือไม่นั้นจะเกณฑ์เดียวกันกับค่า C_{PU} C_{PL} C_{Pk}

: AIAG[1](1991)แนะนำไว้ว่าค่า $\hat{P}_p$ $\hat{P}_{pk}$ นี้ควรใช้ในกรณีที่กระบวนการผลิตไม่อยู่ (Process is not in control)

ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างที่จะนำเสนอ MINITAB มาช่วยใน หาค่าดัชนีชี้วัดต่างๆที่กล่าวมาข้างต้น

ตัวอย่าง 5.6) บริษัทผลิตสินค้าอิเลคทรอนิคส์แห่งหนึ่งมีความเชื่อว่ากระบวนการควบคุมคุณภาพเชิง (Statistical Process Control) จะทำให้สินค้าที่ผลิตได้มีประสิทธิภาพ และมีผลต่อการตัดสินใจซื้อของลูกค้า ด้วยเหตุผลดังกล่าวทา ระบวนการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติดังกล่าวมาใช้กับการผลิตแผ่นซิลิกอน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ โดยพิจารณาความหนาของแผ่นซิลิกอน ทางบริษัทจึงเริ่มต้นระบบที่สายการผลิต A [illegible] 1 กำหนดปัญหา คือความหนาของแผ่นซิลิกอนที่ผลิตอยู่ในการควบคุม [illegible]ไม่ และถ้าใช้ความหนาเป็นตัวแทนของคุณภาพ จะหาดัชนีชี้วัดความสามารถ[illegible] การผลิตชิ้นส่วนนี้เท่ากับเท่าใด

[illegible] 2 [illegible]คือความหนาของแผ่นซิลิกอนแต่ละชิ้น (ถ้าความหนาของซิลิกอนแต่ละแผ่นไม่ได้มาตรฐานก็จะส่งผลให้เกิดความเสียหายของผลิตภัณฑ์ที่นำแผ่นงานนี้ไปประกอบ เช่น เกิดเสียงดัง เกิดการฟรี เป็นต้น) [illegible]รายละเอียดของค่าเป้าหมายที่ 0.2500 และค่าขอบเขตกำหนดบนและล่าง เท่ากับ 0.2500 0.0050

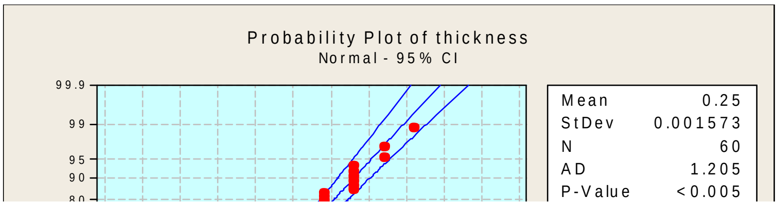
[illegible] 3 [illegible]หนดจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และจำนวนตัวอย่างย่อยในแต่กลุ่มที่จะสุ่ม

[illegible] 4 รวบรวมข้อมูล [illegible]สุ่มตัวอย่าง ในที่นี้จะเก็บแต่ละตัวอย่างห่าง [illegible] 1 [illegible] ได้[illegible] 5.4)

[illegible] 5.4) แสดงความหนาของแผ่นซิลิกอน (หน่วยเป็นเซนติเมตร)[illegible] A [illegible] บริษัทแห่งหนึ่ง

No	[illegible]	No	[illegible]	No	[illegible]	No	[illegible]
1	0.250	16	0.251	31	0.249	46	0.250
2	0.251	17	0.249	32	0.249	47	0.252
3	0.251	18	0.249	33	0.251	48	0.248
4	0.249	19	0.247	34	0.252	49	0.248
5	0.250	20	0.247	35	0.250	50	0.252
6	0.251	21	0.252	36	0.249	51	0.251
7	0.251	22	0.248	37	0.250	52	0.250
8	0.250	23	0.249	38	0.249	53	0.252
9	0.250	24	0.247	39	0.250	54	0.251
10	0.248	25	0.248	40	0.251	55	0.253
11	0.250	26	0.250	41	0.250	56	0.253
12	0.251	27	0.249	42	0.251	57	0.254
13	0.250	28	0.247	43	0.250	58	0.251
14	0.250	29	0.250	44	0.249	59	0.252
15	0.250	30	0.247	45	0.250	60	0.251

[illegible] 5 การทดสอบการแจกแจงของข้อมูลเนื่องจากสูตรที่ใช้ในการหาขอบเขตการควบคุมหรือหาค่าดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการ จะอยู่ภายใต้เงื่อนไขของการแจกแ[illegible] ปกติ ดังนั้นต้องทดสอบการแจกแจงของข้อมูลเพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขของสูตร

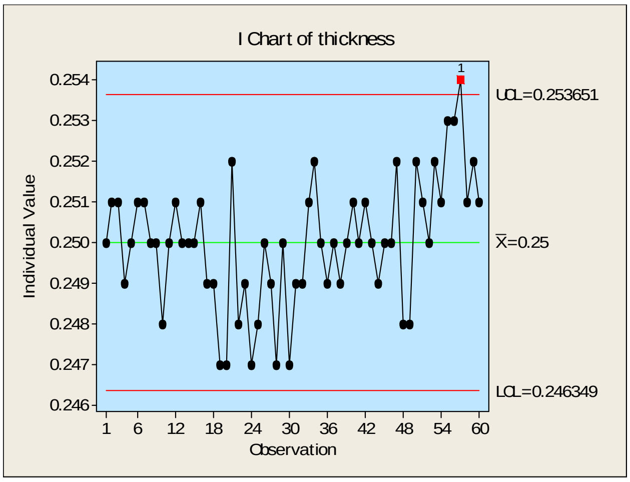


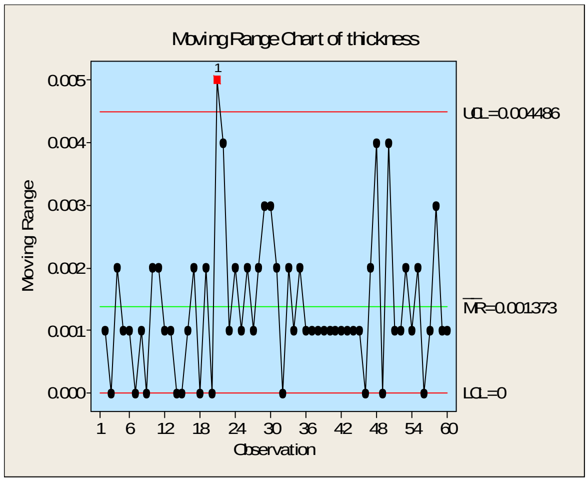
5.11 การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลในตารางที่ 5.4

5.11 อ่านค่าได้ดังนี้ ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ข้อมูลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25 เมตร มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.001573 มีจำนวนข้อมูลทั้งหมด 60 ตัว มีค่าเอดิสันดาร์(AD[1]) เท่ากับ 1.205 และค่า P-value เท่ากับ 0.005

เมื่อพิจารณาจุดทุกจุดอยู่ตรงกลางของเส้นความน่าจะเป็นของนอร์มอลพล็อตไม่มีจุดใดตกอยู่นอกขอบเขตของเส้นดังกล่าว ประกอบกับเมื่อพิจารณาค่าสถิติทดสอบการแจกแจงของเอดิสันดาร์ลิง(AD) และค่า P-value จะสรุปได้ว่า ข้อ

6 สร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและการกระจายที่เหมาะสม จากข้อมูลใน แผนภูมิควบคุมค่าเ(Individual-Chart) (Moving Range-Chart)





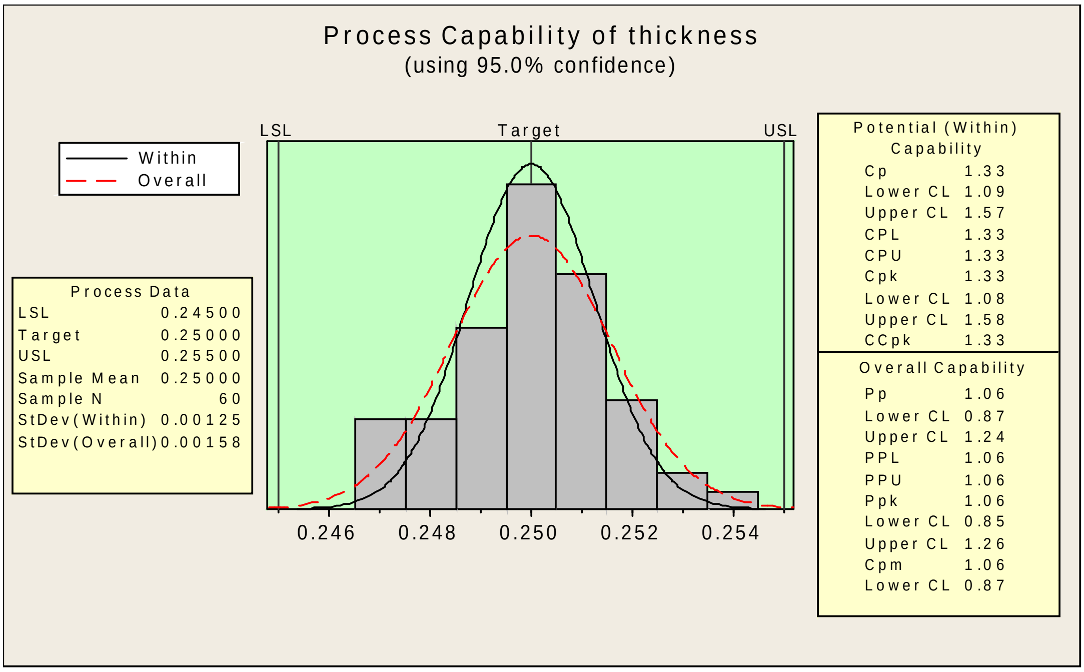
Test Results for I Chart of x . One point more than 3.00 standard deviations from center line.Test Failed at points: 57

Test Results for MR Chart of x . One point more than 3.00 standard deviations from center line.Test Failed at points: 21

5.12 บคุมบนและล่างของแผนภูมิควบคุมเชิงเดี่ยวและพิสัยเฉลี่ย

□□□□□□ □5.12 จะเห็นว่าข้อมูลตัวที่ 57 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ ควบคุมเชิงเดี่ยวและ ข้อมูลตัวที่ 21 □□□ ว่า ข้อมูลดังกล่าวตกนอกขอบเขตการควบคุมเชิงสถิติ

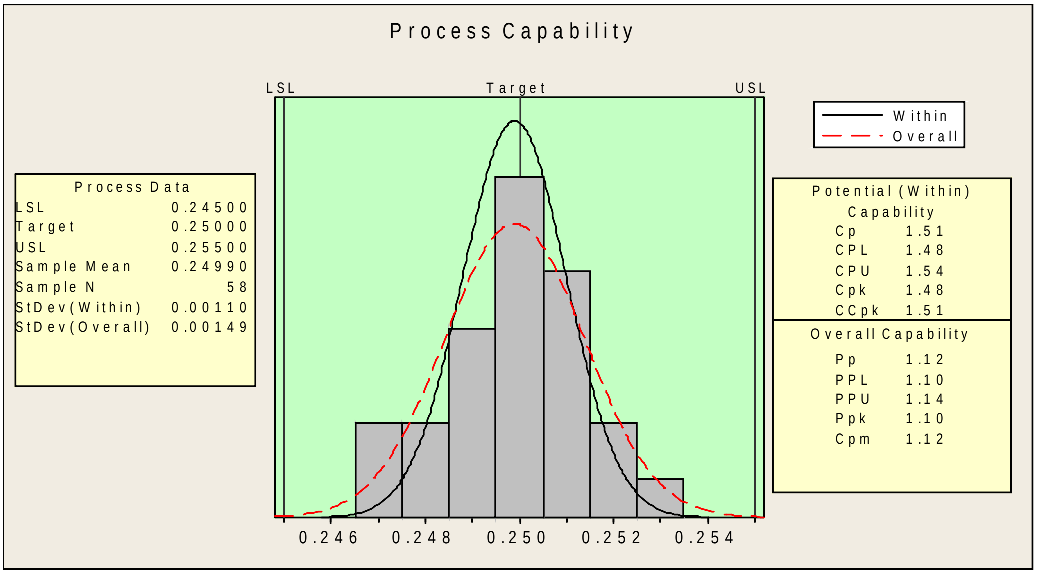
□□□ □7 คำนวณหาค่า □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□



□□□ □5.13 □□□□กราฟฮีสโตแกรมและค่าดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการ

□□□□□□ □5.13 จะเห็นว่าค่า $\hat{C}_P$ $\hat{C}_{PU}$ $\hat{C}_{PL}$ □□□ $\hat{C}_{Pk}$ มีค่าเท่ากันเท่ากับ 1. 33 ส่วนค่า $\hat{P}_P$ $\hat{P}_{PU}$ $\hat{P}_{PL}$ $\hat{P}_{PK}$ □□□ $\hat{C}_{pm}$ มีค่าเท่ากันเช่นซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.06 จะสามารถสรุปได้ว่า $\hat{C}_P$ = 1. 33 □□□ $\hat{P}_P$ =1.06 □□□□□□ การผลิตมีความสามารถ แต่อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ

ถ้า $\hat{C}_P$ = $\hat{C}_{Pk}$ □□□ $\hat{P}_P$ = $\hat{P}_{PK}$ แสดงว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตกับค่าเฉลี่ยเป้าหมายมีค่าเท่ากัน และถ้าพิจารณาแผนภูมิควบคุมคุณภาพในขั้นที่ 6 มีข้อมูลบางจุดตกอยู่นอก □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□ □□□□□ค่า $\hat{P}_P$ $\hat{P}_{PU}$ $\hat{P}_{PL}$ □□□ $\hat{P}_{PK}$ มาใช้ในการอธิบายความสามารถของกระบวนการผลิต (□□□□□□ □□□□□□□□AIAG)



□□□ 5.14 □□□□กราฟฮีสโตแกรมและค่าดัชนีชี้วัดความสามารถของกระบวนการ กรณีตัดข้อมูลตัวที่ตกนอกขอบเขตการควบคุมทิ้ง

□□□□□□ 5.14 ถ้าตัดข้อมูลที่อยู่นอกขอบเขตการควบคุมบนหรือล่าง□□□□□□□□□□□□□ คุณภาพทิ้งค่าดัชนีชี้วัดต่า□□□□□□□□เช่น ค่า $\hat{C}_p$ จากเดิมเป็น 1.33 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 1.51 หรือ ค่า $\hat{P}_p$ จากเดิมเป็น 1.06 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 1.12 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลตัวที่ 21 □□□□□□ 57 เป็นต้นเหตุที่ทำให้การกระจายสูง □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ลดลง ซึ่งข้อแนะนำของกระบวนการผลิตนี้ควรลดการกระจายของกระบวนการผลิตให้น้อยลง□□□□ สำหรับการลดการกระจายนั้นไม่ได้หมายถึงตัดข้อมูลสองตัวนี้ทิ้งก็เป็นอันเสร็จสิ้น ให้ระลึกเสมอว่าการตัดข้อมูลดังกล่าวทิ้งเป็นเพียงหลักฐานยืนยันว่าต้องลดการกระจายของกระบวนการผลิตเท่านั้น □□□□□□□□□□□ฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตจะต้องระดมสมองค้นหาสาเหตุของการเกิดการแปรผันนั้น□ ด้วยเครื่องมือทางสถิติที่เสนอไว้แล้วในบทที่ผ่าน□□

แบบฝึกหัดบทที่ 5

1) ให้อธิบายความหมายของขอบเขตการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติและขอบเขตที่กำหนด พร้อมทั้งบอกความแตกต่างและความสัมพันธ์ของทั้งสองส่วนนี้

2) บริษัทผลิตปุ๋ยแห่งหนึ่งต้องการตรวจสอบคุณภาพของน้ำหนักปุ๋ยแต่ละกระสอบที่บรรจุ[illegible] สุ่มตัวอย่างปุ๋ยมา 25 [illegible] 4 [illegible](หน่วยเป็นปอด์น) แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยและพิสัยของแต่ละลอตที่สุ่มมา ได้ผลดังตาราง

No.	ค่าเฉลี่ย($\bar{X}$)	[illegible](Range)	No.	ค่าเฉลี่ย($\bar{X}$)	[illegible](Range)
1	50.3	0.73	14	50.8	0.70
2	49.6	0.75	15	50.0	0.65
3	50.8	0.79	16	49.9	0.66
4	50.9	0.74	17	50.4	0.67
5	49.8	0.72	18	50.5	0.68
6	50.5	0.73	19	50.7	0.70
7	50.2	0.71	20	50.2	0.65
8	49.9	0.70	21	49.9	0.60
9	50.0	0.65	22	50.1	0.64
10	50.1	0.67	23	49.5	0.60
11	50.2	0.65	24	50.0	0.62
12	50.5	0.67	25	50.3	0.60
13	50.4	0.68			

จากตารางให้คำนวณหาค่า $6\hat{\sigma}$ $\hat{C}_P$ [illegible] $\hat{C}_{Pk}$ [illegible] ปุ๋ยแต่ละถุงจะไม่ให้เกิน 50 ± 0.5 ปอด์น

3) ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง มีการสุ่มตัวอย่างสินค้ามา 50 [illegible] 8 ชิ้น คำนวณหาค่าเฉลี่ยและพิสัยในแต่ละลอต ได้ผลวิเคราะห์เบื้องต้น ดังต่อไปนี้

$$\sum_{i=1}^{50} X_i = 2000 \qquad \sum_{i=1}^{50} R_i = 250$$

3.1) จงสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและพิสัย

3.2) ถ้าขอบเขตที่กำหนดของข้อมูลเป็น 41 ± 5.0 [illegible] ความสามารถอยู่ในระดับใด

4) ในการทดสอบการต้านทานแรงดึงของเส้นด้ายที่ผลิตของโรงงานแห่งหนึ่ง โดยสุ่มเส้นด้ายจาก [illegible] 30 [illegible] 6 ม้วน ได้ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นเป็น

4.1) จงสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและพิสัย

4.2) ถ้าขอบเขตที่กำหนดของความต้านทานแรงดึงเป็น 200 ± 5 กระบวนการผลิตเส้นด้ายมีความสามารถหรือ หรือมีความสามารถอยู่ในระดับใด

4.3) ถ้าค่าเฉลี่ยที่เป็นเป้าหมายที่แท้จริงของความต้านทานแรงดึงของเส้นด้ายเป็น 199 จะใช้ดัชนีชี้วัดใดและกระบวนการผลิตเส้นด้ายมีความสามารถอยู่ในระดับใด

5) ในการผลิตแผงวงจรยี่ห้อหนึ่งความหนา(หน่วยเป็นนิ้ว)นับเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของ [illegible] ฝ่ายควบคุมคุณภาพจึงสุ่มตัวอย่างแผงวงจรมา 25 [illegible] 3 ชิ้น ได้ข้อมูลดังตาราง จากข้อมูลในตารางให้คำนวณหาค่าดัชนีชี้วัดที่เหมาะสมพร้อมใช้ข้อมูลดังกล่าวอธิบาย [illegible] เมื่อมีขอบเขตที่กำหนดของความหนาของแผงวงจรไม่ให้เกิน 0.0630 ± 0.0015 [illegible]

lot	x_1	x_2	x_3	lot	x_1	x_2	x_3
1	0.0629	0.0636	0.0640	14	0.0645	0.0640	0.0631
2	0.0630	0.0631	0.0622	15	0.0619	0.0644	0.0632
3	0.0628	0.0631	0.0633	16	0.0631	0.0627	0.0630
4	0.0634	0.0630	0.0631	17	0.0616	0.0623	0.0631
5	0.0619	0.0628	0.0630	18	0.0630	0.0630	0.0626
6	0.0613	0.0629	0.0634	19	0.0636	0.0631	0.0629
7	0.0630	0.0639	0.0625	20	0.0640	0.0635	0.0629
8	0.0628	0.0627	0.0622	21	0.0628	0.0625	0.0616
9	0.0623	0.0626	0.0633	22	0.0615	0.0625	0.0619
10	0.0631	0.0631	0.0633	23	0.0630	0.0632	0.0630
11	0.0635	0.0630	0.0638	24	0.0635	0.0629	0.0635
12	0.0623	0.0630	0.0630	25	0.0623	0.0629	0.0630
13	0.0635	0.0631	0.0630				

6) ฝ่ายควบคุมการผลิตน้ำยาซักแห้งยี่ห้อหนึ่ง ต้องการตรวจสอบน้ำหนักของน้ำยาซักแห้งที่บรร[illegible] ในแต่ละขวด (หน่วย:ออนซ์) จึงสุ่มตัวอย่างน้ำยาซักแห้งมา[illegible] 12 [illegible] 5 [illegible]

[illegible](lots)	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	$\bar{x}$	R
1	138.1	110.8	138.7	137.4	125.4	130.1	27.9
2	149.3	142.1	105.0	134.0	92.3	124.5	57.0
3	115.9	135.6	124.2	155.0	117.4	129.6	39.1
4	118.5	116.5	130.2	122.6	100.2	117.6	30.0
5	108.2	123.8	117.1	142.4	150.9	128.5	42.7
6	102.8	112.0	135.0	135.0	145.8	126.1	43.0
7	120.4	84.3	112.8	118.5	119.3	111.0	36.1
8	132.7	151.1	124.0	123.9	105.1	127.4	46.0
9	136.4	126.2	154.7	127.1	173.2	143.5	46.9
10	135.0	115.4	149.1	138.3	130.4	133.6	33.7
11	139.6	127.9	151.1	143.7	110.5	134.6	40.6
12	125.3	160.2	130.4	152.4	165.1	146.7	39.8

6.1) ข้อมูลในตารางมีการแจกแจงปกติหรือไม่ ประมาณค่าเฉลี่ยและการกระจายของข้อมูล

6.2) จงสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและพิสัย แผนภูมิควบคุมคุณภาพค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ย[illegible] และอธิบายข้อมูล