

3. การควบคุมคุณภาพสินค้า (Statistical Quality Control)

1. ผังค่าเฉลี่ย หรือ \bar{X} chart
2. ผังพิสัย หรือ range chart
3. ผังสัดส่วน หรือ p chart
4. ผังควบคุมข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปัวซอง (C chart)
5. แผนตรวจรับสินค้า
6. แบบฝึกหัด

การควบคุมคุณภาพสินค้าที่ผลิตจากโรงงาน เพื่อให้มีมาตรฐานตามที่กำหนดไว้เป็นสิ่งสำคัญมาก เราอาจใช้วิชาเข้าช่วย ทั้งสถิติภาคพรรณนา และสถิติอนุมาน วิธีการของสถิติภาคพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่การสร้างผังควบคุมคุณภาพชนิดต่าง ๆ ซึ่งเรียกว่า control chart การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง การวัดการกระจาย เช่น การหาค่าเฉลี่ยและพิสัย วิธีการเหล่านี้ต้องใช้ข้อมูลจากตัวอย่างสุ่ม ส่วนการใช้สถิติภาคอนุมาน (statistical inference) คือการทดสอบว่าสินค้าได้คุณภาพตามที่ตั้งมาตรฐานไว้หรือไม่

ผังที่ใช้ควบคุมคุณภาพสินค้านี้มี 4 ประเภท คือ

1. ผังค่าเฉลี่ย (\bar{X} chart)
2. ผังพิสัย (range chart)
3. ผังสัดส่วน (p-chart)
4. C-chart

1. ผังค่าเฉลี่ย (\bar{X} chart)

ผังนี้ใช้สำหรับควบคุมค่าเฉลี่ยของสินค้า เช่น น้ำหนักแป้งที่บรรจุใส่ถุง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของสินค้า เป็นต้น ข้อมูลส่วนมากเป็นตัวอย่างแบบต่อเนื่อง วิธีสร้างผังคือหาช่วงเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยแล้วขีดเส้นขีดจำกัดบน และขีดจำกัดล่างให้ขนานกับแกนนอน X เพื่อใช้เป็นกรอบนอก เรียกว่า UCL = upper control limit และ LCL = lower control limit ส่วนแกนนอน (X) ใช้แทนเวลาที่สำรวจสินค้า แกน Y แทนค่าสังเกต ให้พล็อตค่าสังเกตในผัง ถ้าค่าสังเกตอยู่ระหว่าง UCL และ LCL ถือว่าระบบการผลิต “อยู่ภายใต้การควบคุม” (under control) จึงไม่ต้องมีการปรับปรุง แต่ถ้าค่าสังเกตตกนอกช่วง UCL - LCL ถือว่าระบบการผลิต “อยู่นอกความควบคุม” (out of control) จึงต้องตรวจหาสาเหตุ และทำการปรับปรุงแก้ไข

ช่วงเชื่อมั่นที่นิยมใช้คือขนาดห่างจากค่าเฉลี่ยรวมยอด (\bar{X}) จำนวน 3 หน่วยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ $\bar{X} \pm 3\sigma$ ซึ่งเราทราบคุณสมบัติของโค้งปกติว่าจะมีพื้นที่ 99.73% อยู่ในช่วงดังกล่าว ซึ่งนับว่าสูงมาก และเหตุที่เราใช้การแจกแจงแบบปกติ เพราะเราใช้หลักแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (central limit theorem) ว่าการแจกแจงของค่าสังเกตทั้งหลายนั้น เมื่อใช้ขนาดตัวอย่างโตขึ้นพอสมควร จะเข้าไปสู่การแจกแจงแบบปกติทั้งสิ้น จึงสรุปได้ดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{x}}$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{x}}$$

$$\text{โดยที่ } \sigma_{\bar{x}} = \sigma/\sqrt{n}$$

แต่เรามักไม่ทราบค่าแท้จริงของ σ จึงต้องประมาณด้วย S ดังนั้น

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + 3S/\sqrt{n}$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - 3S/\sqrt{n}$$

ตัวอย่าง 1 เครื่องจักรบรรจุยาสีฟันหลอดละ 99 กรัม วิศวกรควบคุมคุณภาพใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง มาตรวจคราวละ 20 กลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่างชุดหนึ่งจะมี 5 หลอด เมื่อชั่งน้ำหนักทุก หลอดแล้ว จึงหาค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มจนครบทั้ง 20 กลุ่ม ได้ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 3.1

WEIGHTS OF TOOTHPASTE TUBES OF 20 SAMPLES WITH FIVE TUBES PER SAMPLE AND COMPUTATION OF SAMPLE VARIANCES AND RANGES

Sample Number	Weights in Grams of Individual Tubes (X)					\bar{X}	ΣX^2	\bar{X}^2	s^2	R	$(R - \bar{R})^2$
	1	2	3	4	5						
1	100	98	97	101	99	99	49,015	9,801	2.0	4	9.00
2	96	103	101	99	101	100	50,028	10,000	5.6	7	0.00
3	102	96	103	102	102	101	51,037	10,201	6.4	7	0.00
4	98	99	97	100	96	98	48,030	9,604	2.0	4	9.00
5	96	100	99	96	94	97	47,069	9,409	4.8	6	1.00
6	99	99	95	104	98	99	49,047	9,801	8.4	9	4.00
7	103	102	102	98	100	101	51,021	10,201	3.2	5	4.00
8	98	98	96	102	96	98	48,044	9,604	4.8	6	1.00
9	97	95	95	101	92	96	46,124	9,216	8.8	9	4.00
10	100	97	105	102	106	102	52,074	10,404	10.8	9	4.00
11	102	100	97	98	98	99	49,021	9,801	3.2	5	4.00
12	95	102	103	99	101	100	50,040	10,000	8.0	8	1.00
13	105	102	98	99	101	101	51,035	10,201	6.0	7	0.00
14	93	96	99	105	102	99	49,095	9,801	18.0	12	25.00
15	92	96	100	100	97	97	47,089	9,409	8.8	8	1.00
16	92	101	95	97	95	96	46,124	9,216	8.8	9	4.00
17	102	98	101	99	100	100	50,010	10,000	2.0	5	4.00
18	101	99	98	100	97	99	49,015	9,801	2.0	4	9.00
19	95	99	97	102	97	98	48,048	9,604	5.6	7	0.00
20	104	95	99	100	102	100	50,046	10,000	9.2	9	4.00
Total						1980	891,012	196,074	128.4	140	88.00

ให้ X คือน้ำหนักยาสี่ฟันแต่ละหลอด

ในแต่ละกลุ่มที่สุ่มมาจะได้ค่าสังเกต X อยู่ 5 ค่าสังเกต, $n = 5$

ให้หาค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม คือ $\bar{X} = \Sigma X/n = \Sigma X/5$

จะมีทั้งหมด $m = 20$ กลุ่ม

$$\begin{aligned}\text{ค่าเฉลี่ยรวมยอดของ 20 กลุ่ม คือ } \bar{\bar{X}} &= \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_m}{m} \\ &= \frac{1980}{20} = 99\end{aligned}$$

คำนวณค่า S_j^2 ของแต่ละกลุ่ม

$$\text{ในเมื่อ } \hat{S}_j^2 = \frac{\Sigma X^2}{n} - \bar{X}^2$$

S_j^2 จะเป็นค่าประมาณที่ เบี่ยงเบน ของ σ^2

ต้องขจัดความเบี่ยงเบน โดยคูณ \hat{S}_j^2 ด้วย $n/(n-1)$

$$\begin{aligned}\text{จะได้ } \frac{n}{n-1} \left(\frac{\Sigma X^2}{n} \right) - \frac{n}{n-1} (\bar{X}^2) \\ &= \frac{\Sigma X^2}{n-1} - \frac{n\bar{X}^2}{n-1} \\ &= \frac{\Sigma X^2 - n\bar{X}^2}{n-1} \\ &= \frac{\Sigma(X - \bar{X})^2}{n-1} \\ &= S_j^2\end{aligned}$$

เราหา \hat{S}_j^2 เพราะสะดวกในการคำนวณ แล้วจึงปรับความเบี่ยงเบนด้วย $\frac{n}{n-1}$

$$\text{ดังนั้น } \hat{S}_1^2 = \frac{49,015}{5} - 9801 = 2.0$$

$$\hat{S}_2^2 = \frac{50,028}{5} - 10,000 = 5.6$$

$$\hat{S}_{20}^2 = \frac{50,046}{5} - 10,000 = 9.2$$

และผลรวมของ $\hat{S}_j^2 = \sum S_j^2 = 128.4$

เราต้องการประมาณค่า σ^2 จึงควรใช้ pooled variance = \hat{S}_x^2

$$\hat{S}_x^2 = \frac{\sum S_j^2}{m} = \frac{128.4}{20} = 6.42$$

และปรับความเียงเจดด้วย $\frac{n}{n-1}$ จะได้ S_x^2 ซึ่งเป็น unbiased estimate ของ σ^2

$$S_x^2 = \frac{n}{n-1} \hat{S}_x^2 = \frac{5}{5-1} (6.42) = 8.025 = \hat{\sigma}_x^2$$

แต่เราต้องการความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย $S_{\bar{x}}^2$

$$S_{\bar{x}}^2 = \frac{S_x^2}{n} = \frac{8.025}{5} = 1.605 = \hat{\sigma}_{\bar{x}}^2$$

และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ \bar{X} คือ $S_{\bar{x}} = \sqrt{S_{\bar{x}}^2}$

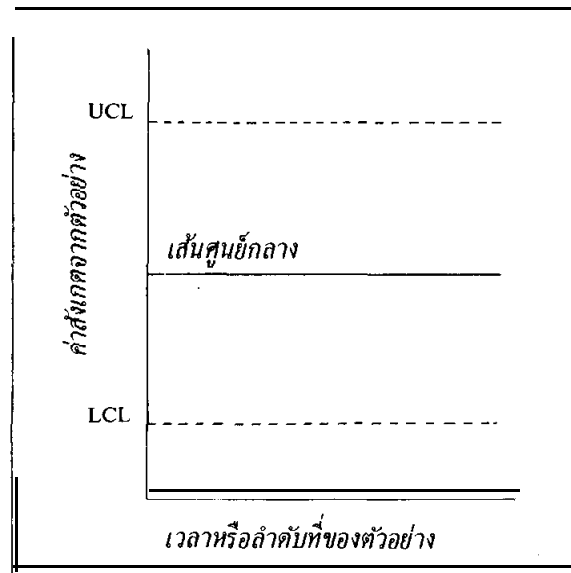
$$S_{\bar{x}} = \sqrt{1.605} = 1.27$$

จึงหา $UCL_{\bar{x}}$ และ $LCL_{\bar{x}}$ ดังนี้

$$UCL_{\bar{x}} = 99 + 3(1.27) = 102.81$$

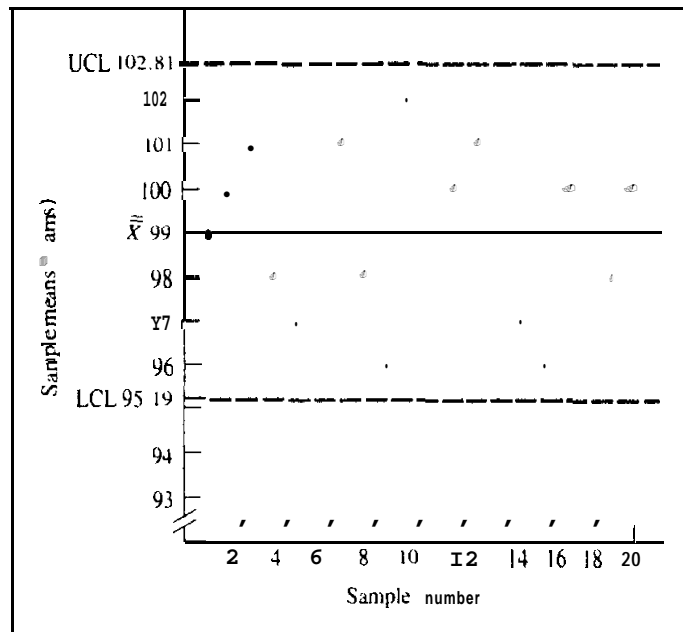
$$LCL_{\bar{x}} = 99 - 3(1.27) = 95.19$$

รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะทั่วไปของ control chart



สำหรับตัวอย่างที่ 1 เมื่อพล็อตค่าเฉลี่ยลงในผังแล้วจะได้ รูปที่ 3.2 ค่าเฉลี่ยทุกอัน อยู่ภายในช่วง $UCL_{\bar{x}}$ และ $LCL_{\bar{x}}$ แสดงว่าการผลิตอยู่ภายใต้ “การควบคุม”

รูปที่ 3.2 แสดง \bar{X} -chart ของข้อมูลในตารางที่ 3.1



2. ผังพิสัย (range chart หรือ R chart)

ผังพิสัยมีประโยชน์ในการควบคุมความผันแปรของพิสัยไม่ให้แตกต่างจากค่าเฉลี่ยพิสัยที่กำหนดไว้ วิธีการสร้างผังก็คล้ายกับการสร้างผังค่าเฉลี่ย แต่เปลี่ยนแกนกลางเป็นค่าเฉลี่ยของพิสัยหรือ \bar{R} แทน \bar{X} แล้วหาเส้นกรอบ UCL_R และ LCL_R

พิสัย คือผลต่างระหว่างค่าสังเกตที่มีค่าสูงสุดกับค่าสังเกตที่มีค่าต่ำสุด การสร้างผังของพิสัยไม่ยุ่งยาก และมีจุดประสงค์ต่างกับการสร้างผังค่าเฉลี่ย ดังนั้นจึงควรสร้างควบคู่กับผังค่าเฉลี่ย

การสร้างผังพิสัยก็เพื่อแสดงการไหวตัวขึ้น ๆ ลง ๆ ของพิสัยไปจากค่าเฉลี่ยของพิสัย (\bar{R}) โดยที่

$$R = \text{ค่าสังเกตที่มีค่าสูงสุด} - \text{ค่าสังเกตที่มีค่าต่ำสุด}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{m}$$

จากตัวอย่างที่ 1

$$\bar{R} = \frac{140}{20} = 7$$

$$S_R = \sqrt{\frac{\sum (R - \bar{R})^2}{m - 1}}$$

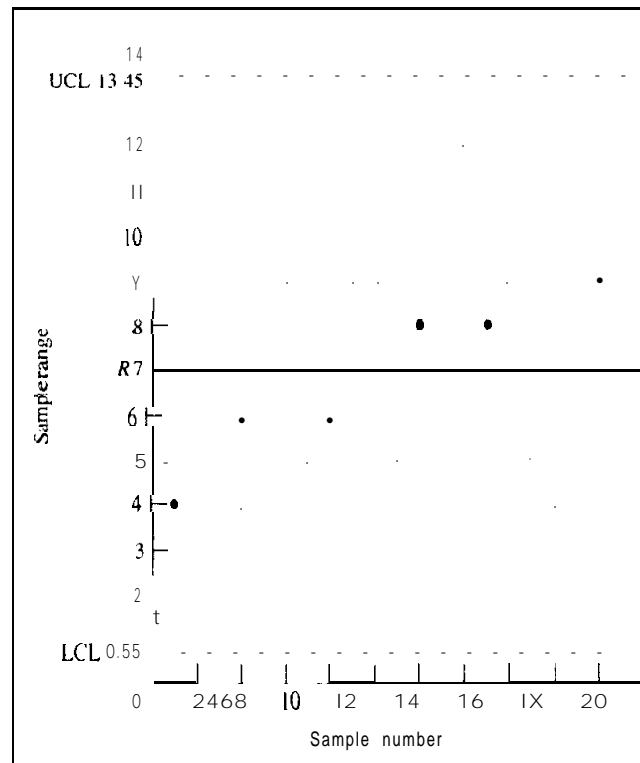
$$= \sqrt{\frac{88}{20 - 1}} = \sqrt{4.63} = 2.15$$

$$UCL_R = \bar{R} + 3S_R = 7 + 3(2.15) = 13.45$$

$$LCL_R = \bar{R} - 3S_R = 7 - 3(2.15) = 0.55$$

ดังนั้น เราจะได้ขีดจำกัดของพิสัยจากตัวอย่างที่ 1 และเมื่อพล็อตพิสัยทั้งหมดลงในผัง R แล้ว ค่าสังเกตทุกอันตกอยู่ในช่วง UCL_R และ LCL_R จึงแสดงว่า การผลิตอยู่ “ภายใต้การควบคุม” จึงไม่ต้องทำการปรับปรุงแต่ประการใด

รูปที่ 3.3 แสดงฟังก์ชัน หรือ R-chart ของข้อมูลในตารางที่ 3.1



บางครั้งเราอาจคำนวณขีดจำกัดล่างคือ LCL_R เป็นค่าติดลบ จึงให้ใช้ค่า 0 แทน LCL_R กรณีนี้เราจะพิจารณาคควบคุมแต่ขีดจำกัดบนไม่ให้ค่าสังเกตเกินขีด UCL_R

การที่เราต้องมีฟังก์ชัน R เพราะบางครั้งระบบการผลิตอาจมีความผันแปรสูง โดยไม่มีผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยก็ได้

การแจกแจงของค่าพิสัยจากตัวอย่างขนาดเท่ากัน ซึ่งสุ่มจากประชากรเดียวกันไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติที่เดียว ดังนั้นเมื่อเราใช้การแจกแจงแบบปกติหาขีดจำกัดบนและล่าง จะทำให้มีโอกาสที่ค่าพิสัยใดๆ จะอยู่นอกเขต 3 หน่วยเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงกว่าการแจกแจงแบบปกติ

กล่าวโดยสรุปว่า ฟังก์ชันค่าเฉลี่ยมีประโยชน์ในการควบคุมค่าเฉลี่ย ถ้ามีค่าเฉลี่ยนอกเขตขีดจำกัดใดก็ตาม แสดงเบื้องต้นว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นกับระบบการผลิต ในส่วนที่เกี่ยวกับค่าเฉลี่ย

(เช่นน้ำหนักเฉลี่ย) ส่วนค่าสังเกตที่ตกนอกช่วงขีดจำกัดในผังพิสัย เป็นการแสดงเบื้องต้นว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นกับระบบการผลิตในส่วนที่เกี่ยวกับความผันแปร มาตรการสำหรับแก้ไขความผิดปกติ 2 อย่างนี้ไม่เหมือนกัน จึงควรใช้ผังทั้ง 2 ชนิดนี้ควบคู่กัน

แบบฝึกหัด

3.1 เครื่องวัดอัตโนมัติสำหรับบรรจุผลไม้แห้งใส่กล่อง วิศวกรจะควบคุมคุณภาพ โดยการสุ่มสินค้ามาตรวจละ 5 กล่องและชั่งน้ำหนักทุกๆ กล่องไว้ ทำการสุ่มเช่นนี้ทุกๆ ชั่วโมง จนครบ 8 ชั่วโมง ได้ข้อมูลดังนี้

ชั่วโมง	น้ำหนัก (เดกกรั่ม)				
	1	2	3	4	5
1	42	44	45	47	42
2	44	46	48	47	45
3	40	41	42	44	48
4	47	48	46	45	44
5	47	44	46	44	39
6	38	47	45	46	44
7	50	46	47	47	50
8	42	48	46	44	45

ก) จงสร้างผังค่าเฉลี่ย (\bar{X} chart)

ข) ระบบการบรรจุอยู่ “ภายใต้การควบคุม” หรือไม่?

($\bar{X} = 45$, $UCL_{\bar{x}} = 48.35$, $LCL_{\bar{x}} = 41.65$, ระบบการผลิตอยู่ “ภายใต้การควบคุม”)

3.2 จากข้อ 3.1

ก) จงสร้างผังพิสัย (R chart)

ข) ระบบการบรรจุอยู่ “ภายใต้การควบคุม” หรือไม่ ?

($n = 6$, $S_R = 2.07$, $UCL_R = 12.21$, $LCL_R = -0.21 = 0$ ระบบการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม)

3.3 จากข้อ 3.1 สมมติให้ในวันรุ่งขึ้น วิศวกรควบคุมคุณภาพได้ทำการสุ่มแบบเดิมอีก คือ สุ่มมาชั่วโมงละ 5 กล้อง ติดต่อกัน 4 ชั่วโมง ได้ข้อมูลดังนี้

ชั่วโมง	น้ำหนักเป็นเดกกรัน				
	1	2	3	4	5
1	45	44	43	41	42
2	42	43	41	40	39
3	38	43	42	4.5	42
4	39	42	40	33	36

ก) จงพล็อตข้อมูลในผังค่าเฉลี่ยที่สร้างไว้ในข้อ 3.1

ข) ระบบการผลิตอยู่ “ภายใต้การควบคุม” หรือไม่ ?

(ไม่อยู่ในความควบคุม)

3.4 จากข้อ 3.3

ก) จงพล็อตข้อมูลในผังพิสัยในข้อ 3.2

ข) ระบบการผลิตอยู่ “ภายใต้การควบคุม” หรือไม่ ?

(อยู่ภายใต้ความควบคุม)

3.5 โรงงานอีกแห่งหนึ่ง ใช้วิธีสุ่มสินค้ามาวัดความยาวทีละ 5 ชิ้น ทุก ๆ 15 นาที ได้ข้อมูล ดังนี้

ช่วง 15 นาที	ความยาวเป็นเซนติเมตร				
	1	2	3	4	5
1	1.5	1.8	7.4	7.3	7.5
2	7.2	7.3	7.4	7.1	7.0
3	1.5	7.7	8.1	7.6	7.6
4	7.6	1.4	7.8	7.5	1.7
5	7.1	7.2	7.0	6.8	6.9
6	6.1	8.2	6.9	7.9	8.3
7	7.5	7.6	7.2	7.4	7.8
8	8.0	8.1	8.3	7.7	7.9
9	7.0	6.9	6.8	6.1	7.1
10	6.2	6.1	6.0	5.7	6.0

ก) จงสร้างผังค่าเฉลี่ย

$$(\bar{X} = 7.3, S_{\bar{x}} = .3045, UCL_{\bar{x}} = 8.21, LCL_{\bar{x}} = 6.39)$$

ข) ระบบการผลิตอยู่ “ภายใต้การควบคุม” หรือไม่?

(อยู่ภายใต้การควบคุม)

3.6 จากข้อ 3.5

ก) จงสร้างผังพิสัย (R chart)

$$(\bar{R} = .66, S_R = .43, UCL_R = 1.95, LCL_R = -0.63 = 0)$$

ข) ระบบการผลิตอยู่ “ภายใต้การควบคุม” หรือไม่?

(อยู่ภายใต้การควบคุม)

3.7 วิศวกรผู้ควบคุมคุณภาพสินค้าส้มถุงที่บรรจุแบ่งแล้วมา 10 ถุง ทุกๆ ชั่วโมงเป็นเวลาติดต่อกัน 24 ชั่วโมง ได้ค่าสถิติโดยสรุป ดังนี้

$$\bar{X} = 11.5 \quad \text{กิโลกรัม}$$

$$S_{\bar{X}} = 0.5 \quad \text{กิโลกรัม}$$

$$\bar{R} = 0.6 \quad \text{กิโลกรัม}$$

$$S_R = 0.15 \quad \text{กิโลกรัม}$$

และเชื่อว่าระบบการผลิตอยู่ “ภายใต้การควบคุม”

ภายหลัง 1 สัปดาห์ เขาได้ทำการสุ่มมาซึ่งน้ำหนักด้วยวิธีเดิมอีก แต่ทำติดต่อกันเพียง 6 ชั่วโมง ได้ข้อมูลสรุป ดังนี้

ชั่วโมง	\bar{X}	R
1	10.5	0.50
2	12.3	0.80
3	9.0	0.45
4	13.5	1.10
5	11.0	0.35
6	12.4	0.75

ก) จงสร้างผังค่าเฉลี่ย และผังพิสัยของการสุ่ม 24 ชั่วโมง

$$(UCL_{\bar{X}} = 13.0, LCL_{\bar{X}} = 10.0; UCL_R = 1.05, LCL_R = .15)$$

ข) จงพล็อตข้อมูลของการสุ่ม 6 ชั่วโมงลงในผังที่สร้างไว้ในข้อ (ก)

ค) ระบบการผลิตในช่วงการสุ่ม 6 ชั่วโมงหลัง อยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ (ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมทั้ง 2 ผัง)

3.8 จากข้อ 3.7 ถ้าทราบน้ำหนักบรรจุมีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 11.5 กิโลกรัม และความแปรปรวน 2.5 สมมติร้านซูเปอร์แห่งหนึ่งสั่ง 1000 ถุง โดยตั้งเงื่อนไขว่าน้ำหนักเฉลี่ยของ 1,000 ถุงต้องไม่น้อยกว่า 11.4 กิโลกรัม และสมมติว่าระบบการบรรจุของโรงงานอยู่ “ภายใต้การควบคุม”

ก) จงหาโอกาสที่สินค้าจะไม่ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ที่ผู้ซื้อกำหนดไว้ (.0228)

ข) จะมีถุงเป้งจำนวนเท่าใดที่มีน้ำหนักต่ำกว่ามาตรฐานที่ร้านซูเปอร์กำหนดไว้ (23 ถุง)

3.9 โรงงานผลิตเหล็กเส้น ทำการสุ่มทุก ๆ ชั่วโมง รวม 25 ชั่วโมง โดยสุ่มชั่วโมงละ 4 เส้น เพื่อวัดความยาว ได้ข้อมูลโดยสรุป ดังนี้

$$\bar{X} = 5.08 \text{ เซนติเมตร}, \quad S_{\bar{X}} = 0.04 \text{ เซนติเมตร}$$

$$\bar{R} = 0.20 \text{ เซนติเมตร}, \quad S_R = 0.03 \text{ เซนติเมตร}$$

และเชื่อว่าระบบการตัดเส้นเหล็กเส้น “อยู่ในความควบคุม”

จงสร้างผังค่าเฉลี่ย และผังพิสัย

$$(UCL_{\bar{X}} = 5.20, LCL_{\bar{X}} = 4.96, UCL_R = .29, LCL_R = .11)$$

3.10 จากข้อ 3.9 มีลูกค้าสั่งเหล็กเส้น 100 เส้น โดยระบุว่าต้องมีความยาวโดยเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 11.49 และไม่เกิน 11.52 เซนติเมตร สมมติว่า ความยาวของเหล็กเส้นมีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 11.5 เซนติเมตร และความแปรปรวน 0.0064 และถ้าลูกค้าตัดสินใจสั่งซื้อ 100 เส้น

ก) จงหาความน่าจะเป็นที่สินค้าจะได้มาตรฐานตามที่ผู้ซื้อกำหนดไว้ (.8882)

ข) จงประมาณจำนวนเหล็กเส้นที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (12 เส้น)

3. การควบคุมสินค้าที่จำแนกตามคุณลักษณะ

สินค้าบางชนิดไม่ได้ขึงน้ำหนัก วัดความยาวหรือความหนา ดังนั้น ค่าสังเกตที่เก็บมาจึงไม่ใช่ตัวแปรเชิงสุ่มแบบต่อเนื่อง เราจึงหาค่า \bar{X} และ R ไม่ได้ สินค้าเหล่านั้นมักจำแนกโดยวัดคุณภาพว่า “ดี” หมายถึงสินค้าที่ได้มาตรฐานหรือ “ยอมรับ” กับ “ชำรุด” หมายถึงสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานจึง “ไม่ยอมรับ” นั่นเอง ตัวอย่างของสินค้าเหล่านี้ได้แก่หลอดไฟ จะใช้วิธีตรวจสอบโดยนำมาเสียบขั้วดูว่า “ใช้ได้” หรือ “ใช้ไม่ได้” เสื้อผ้าสำเร็จรูป จะตรวจโดยการดูรอยชำรุด ฝีมือการตัดเย็บ และขนาดว่าตรงตามมาตรฐานหรือไม่ ข้อมูลของสินค้าเหล่านี้จึงมีการแจกแจงแบบทวินาม และเราจะจำแนกคุณลักษณะเป็น 2 ประเภทคือ “ผลสำเร็จ” และ “ผลล้มเหลว” โดยให้ p แทนสัดส่วนของสินค้าชำรุดที่ตรวจพบจากตัวอย่างสุ่ม ดังนั้นจึงต้องควบคุมคุณภาพสินค้าเหล่านี้โดยการสร้างผังช่วงเชื่อมั่นของ p จึงเรียกว่าผังสัดส่วนหรือ p chart

วิธีการ หาค่า p จากทุกกลุ่มตัวอย่าง โดยตัวอย่างทุกกลุ่มต้องใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากัน คือ n

หาค่าเฉลี่ยของ $p = \bar{p}$ ซึ่งเป็นค่าประมาณของ π จาก

$$\mu_p = \bar{p} = \frac{\text{จำนวนสินค้าชำรุดทั้งหมด (รวมทุกกลุ่ม)}}{\text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด}}$$

และ $\sigma_p = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}}$

ต้องประมาณ π ด้วย \bar{p} ดังนั้น

$$\hat{\sigma}_p = S_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

ดังนั้น $UCL_p = \bar{p} + 3S_p$

$$LCL_p = \bar{p} - 3S_p$$

ใช้ UCL_p และ LCL_p สร้างผังสัดส่วน โดยมี \bar{p} เป็นแกนกลาง

ตัวอย่างที่ 3 ในการตรวจคุณภาพหลอดทราวดทรานซิสเตอร์ ใช้วิธีสุ่มมาตรวจคราวละ 100 ชิ้น ทำการตรวจสอบทุกชิ้นแล้วบันทึกจำนวนชำรุดต่อ 100 ชิ้น (p) ไว้ ทำการสุ่มเช่นนี้ 25 ครั้ง ได้ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนหลอดชำรุดจาก 100 หลอดของ 25 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนชำรุด	คิดเป็นสัดส่วน (p)
1	7	.07
2	4	.04
3	6	.06
4	7	.07
5	4	.04
6	4	.04
7	3	.03
8	9	.09
9	8	.08
10	3	.03
11	4	.04
12	6	.06
13	8	.08
14	6	.06
15	4	.04
16	4	.04
17	6	.06
18	3	.03
19	8	.08
20	4	.04

21	3	.03
22	13	.13
23	1	.01
24	6	.06
25	2	.02
รวม	133	

สินค้าที่สุ่มมา ตัวอย่างละ 100 ชิ้น รวม 25 กลุ่มตัวอย่าง

จึงสุ่มมาทั้งหมด = $100 \times 25 = 2500$ ชิ้น

มีสินค้าชำรุดทั้งหมด 133 ชิ้น จาก 2500 ชิ้น

$$\text{ดังนั้น } \hat{p} = \bar{p} = \frac{133}{2500} = .0532$$

$$\begin{aligned} \text{และ } \hat{\sigma}_p &= S_p = \sqrt{\frac{(.0532)(.9468)}{100}} \\ &= \sqrt{\frac{.05036976}{100}} \\ &= \frac{.224432}{10} \\ &= .0224432 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UCL}_{\bar{p}} &= \bar{p} + 3S_p \\ &= .0532 + 3(.0224432) \\ &= .0532 + .0673296 \\ &= .1205 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCL}_{\bar{p}} &= \bar{p} - 3S_p \\ &= .0532 - .0673296 \\ &= -.0141296 \\ &= 0 \end{aligned}$$

เมื่อนำข้อมูลในตารางที่ 3.2 พล็อตใน P-chart ในรูปที่ 3.4 จะเห็นว่าค่าสังเกตของตัวอย่างที่ 22 ซึ่งได้ $p = .13$ ค่านี้นอกเขตควบคุม (อยู่เหนือ $UCL_p = .1205$) จึงควรรหาสาเหตุของความผิดปกตินี้และแก้ไขเสีย

สมมติเราต้องการปรับปรุงสัดส่วนใหม่ ให้เชื่อถือได้ เราจึงตัดค่าที่มีปัญหาคือ $p = .13$ จากตัวอย่างที่ 22 ออกไป ดังนั้นจำนวนสินค้าที่สุ่มมาจึงเหลือ 24 กลุ่มตัวอย่าง $= 24 \times 100 = 2400$ ชิ้น และจำนวนชำรุดจะเหลือ $133 - 13 = 120$ ชิ้น เราจะได้ค่าประมาณตัวใหม่ของ π คือ

$$\mu_p = \bar{p} = \frac{120}{2400} = .05$$

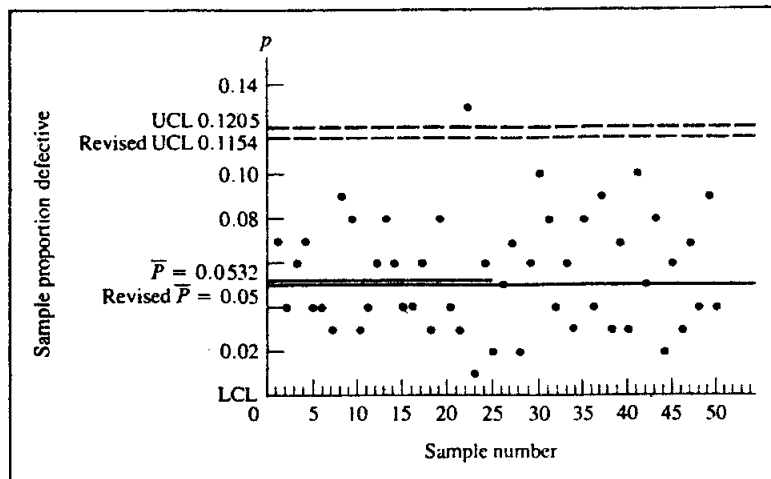
$$\text{และ } S_p = \sqrt{\frac{.05(.95)}{100}} = \sqrt{\frac{.0475}{100}} = .0218$$

เราจะได้ UCL_p และ LCL_p ใหม่ ดังนี้

$$UCL_p = .05 + 3(.0218) = .1154$$

$$LCL_p = .05 - 3(.0218) = -.0154 = 0$$

เส้นขีดจำกัด UCL_p และ LCL_p ที่หาใหม่นี้ในรูป 3.4 คือเส้นประ ซึ่งจะเห็นว่าค่าสังเกตทุกตัวอยู่ภายใต้ขีดจำกัดใหม่



รูปที่ 3.4 แสดงฟังก์ชันของข้อมูลในตาราง 3.2

สมมติว่าเราทำการสุ่มมาตรวจอีกในช่วงเวลาที่ห่างเท่ากัน 25 ช่วงเวลา แต่ละครั้ง
 สุ่มมา 100 หลอดเช่นเดิม ได้จำนวนชำรุดของ 25 กลุ่มตัวอย่างดังต่อไปนี้

.05	.08	.04	.10	.03
.07	.04	.09	.05	.07
.02	.06	.03	.08	.04
.06	.03	.07	.02	.09
.10	.08	.03	.06	.04

จะเห็นว่าสัดส่วนทั้งหมดนี้อยู่ภายในขีดจำกัด ในรูปที่ 3.4 แสดงว่าระบบการผลิต
 “อยู่ภายในความควบคุม”

หากพบค่าสังเกตใดตกเหนือขีดจำกัดบน จะต้องพยายามค้นหาสาเหตุความผิดปกตินั้น
 แล้วตัดค่าผิดปกตินั้นออกไปเพื่อหาขีดจำกัด UCL_p และ LCL_p ใหม่

ถ้าใช้ขนาดตัวอย่างที่ต่างกัน จะต้องสร้างผังเฉพาะสำหรับตัวอย่างขนาดต่าง ๆ เป็น
 การเพิ่มงาน จึงควรใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากัน

แบบฝึกหัด

3.11 สุ่มสินค้า 100 ชิ้นเพื่อตรวจสอบหาสัดส่วนสินค้าชำรุดทุก ๆ คาบการผลิต (1 คาบการผลิตมี
 4 ชั่วโมง) รวม 10 คาบการผลิต ได้ข้อมูลดังนี้

คาบการผลิต	ขนาดตัวอย่าง จำนวนชำรุด สัดส่วนชำรุด		
	n	np	p
1	100	13	.13
2	100	7	.07
3	100	11	.11

4	100	12	.12
5	100	9	.09
6	100	8	.08
7	100	7	.07
8	100	11	.11
9	100	13	.13
10	100	9	.09
1,000		100	

ก) จงสร้าง p chart

$$(UCL_p = .19, LCL_p = .01)$$

ข) ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่ ?

(อยู่ภายในความควบคุม)

3.12 โรงงานผลิตหลอดไฟขนาด 100 วัตต์ วิศวกรควบคุมคุณภาพสุ่มมาตรวจคราวละ 50 หลอด
ทุก ๆ วันทำการ รวม 20 วัน ได้ข้อมูลดังนี้

วัน	จำนวนชำรุด	วัน	จำนวนชำรุด
1	3	11	2
2	4	12	5
3	1	13	1
4	3	14	3
5	1	15	4
6	2	16	3
7	4	17	0
8	3	18	2
9	4	19	3
10	0	20	2

ก) จงสร้าง p chart (UCL_p = .14, LCL_p = 0)

ข) ระบบการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ ?

3.13 วิศวกรผู้ควบคุมคุณภาพสุ่มสินค้ามาตรวจคราวละ 200 หน่วยเป็นประจำทุกสัปดาห์ ข้อมูลจาก 10 สัปดาห์ มีดังนี้

สัปดาห์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนชำรุด	35	36	45	44	40	51	29	43	36	41

ก) จงสร้างผังควบคุมสัดส่วน (UCL_p = .29, LCL_p = .11)

ข) ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่ ? (อยู่ภายในความควบคุม)

3.14 จากข้อ 3.11 ถ้าสุ่มมาตรวจอีก 5 คาบการผลิต พบจำนวนชำรุดจาก 100 ชิ้นเป็น 9, 8, 13, 21 และ 20 ตามลำดับ

จงพล็อตข้อมูลในผังสัดส่วนในข้อ 3.11 และสรุปผล
(ระบบการผลิตไม่อยู่ภายในความควบคุม)

3.15 จากข้อ 3.12 ถ้าสุ่มหลอดไฟมาตรวจคราวละ 50 หลอด ติดต่อกันอีก 10 วัน พบจำนวนชำรุด ดังนี้

12, 5, 6, 9, 10, 14, 7, 8 และ 15 ตามลำดับ

จงพล็อตข้อมูลในผังสัดส่วนในข้อ 3.12 และสรุปผล (ต้องปรับปรุงระบบการผลิต)

3.16 จากข้อ 3.13 ถ้าวิศวกรสุ่มมาตรวจคราวละ 200 หน่วยอีก 5 สัปดาห์พบของชำรุดดังนี้

27, 48, 40, 55 และ 54

จงพล็อตข้อมูลในผังสัดส่วนในข้อ 3.13 และสรุปผล (ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม)

3.17 โรงงานผลิตยางรถยนต์ถือว่าสัดส่วนยางชำรุดโดยเฉลี่ยจากระบบการผลิตต้องไม่เกิน 0.1 ซึ่งหมายความว่าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม ถ้าผู้ซื้อต้องการซื้อยาง 400 เส้น และตั้งเงื่อนไขว่า สินค้าต้องมีจำนวนชำรุดไม่เกิน 8% ถ้าระบบการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม จงหาความน่าจะเป็นที่สินค้าที่ส่งให้ผู้ซื้อจะมีคุณภาพตามเงื่อนไขที่ผู้ซื้อกำหนด (.0918)

3.18 เครื่องจักรผลิตหมุดเหล็กและบรรจุในกล่อง ๆ ละ 400 ตัว วิศวกรสุ่มมาตรวจในเวลาต่าง ๆ กัน 10 กล่อง ได้ข้อมูล ดังนี้

กล่อง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนชำรุด	32	36	24	40	48	32	24	48	76	40

ก) จงสร้างผังสัดส่วน $(UCL_p = .145, LCL_p = .055)$
 ข) ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่? (ไม่อยู่ในความควบคุม)

3.19 จากข้อ 3.18 ถ้าระบบการผลิตไม่อยู่ภายในความควบคุม ให้ตัดข้อมูลที่ผิดปกติออกไป แล้วหาขีดจำกัดใหม่ ระบบการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ เมื่อใช้ขีดจำกัดใหม่ (อยู่ภายในความควบคุม)

3.20 จากข้อ 3.18 และ 3.19 ถ้าบริษัทหนึ่งสั่งซื้อ โดยกำหนดว่าต้องมีเปอร์เซ็นต์ชำรุดไม่เกินกล่องละ 10% ถ้าการผลิตอยู่ภายในความควบคุม จงหาโอกาสที่สินค้าจะถูกส่งกลับคืนโรงงาน (.2389)

3.21 โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับเครื่องรับโทรทัศน์ ถ้าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมจะมีอัตราชำรุดในระยะยาว = .10 และพนักงานควบคุมคุณภาพจะสุ่มมาตรวจเป็นครั้งคราว โดยสุ่มมาคราวละ 100 ชิ้นทุก ๆ ชั่วโมง ถ้าผลการสุ่ม 20 ชั่วโมง มีดังนี้

ชั่วโมง	จำนวนชำรุด	ชั่วโมง	จำนวนชำรุด
1	7	11	5
2	9	12	5
3	6	13	15
4	11	14	6
5	13	15	9
6	14	16	13
7	20	17	7
8	12	18	12
9	8	19	8
10	10	20	10

- ก) จงสร้าง p-chart (UCL_p = .19, LCL_p = .01)
- ข) สินค้าอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่? (ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม)
- ค) ถ้าผู้ผลิตโทรทัศน์ซึ่งซื้อชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ตั้งเกณฑ์ว่าจะไม่รับกล่องที่มีอัตราชำรุดเกิน 12% โดยที่กล่องหนึ่งบรรจุ 100 ชิ้น จงหาโอกาสที่ผู้ซื้อจะยอมรับสินค้าที่ส่งจากโรงงานซึ่งผลิตในขณะที่ระบบอยู่ภายใต้ความควบคุม (.7476)

4. ผังควบคุมข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปัวซอง (C chart)

เราทราบว่า การแจกแจงแบบทวินามและการแจกแจงแบบปัวซองมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก เรามุ่งสนใจเพียงสัดส่วนของความสำเร็จ (p) ในการแจกแจงแบบทวินาม

$$\text{ซึ่ง } p = \frac{\text{จำนวนความสำเร็จ}}{n}$$

แต่ในการแจกแจงแบบปัวซอง เราจะไม่ทราบค่า n ดังนั้นจึงต้องหา p จากขอบข่ายที่กำหนดให้ เช่น จำนวนรอยชำรุด ต่อผ้า 1 หลา จำนวนคำพิมพ์ผิด ต่อ 1 หน้ากระดาษ จำนวนรูเล็ก ๆ (ตามด) ของสายไฟ 1 เมตร หลักการคือต้องระบุขอบเขตให้แจ้งชัด

ถ้าให้ C แทนจำนวนข้อผิดพลาดต่อ 1 หน่วยตัวอย่างสุ่ม จากทฤษฎีการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวอย่างสุ่ม C จะมีการแจกแจงแบบปัวซอง โดยมีค่าเฉลี่ย $= \mu$ และความแปรปรวน $= \mu$ แต่ปกติเราไม่ทราบค่าแท้จริงของ μ จึงต้องประมาณด้วย \bar{C} ดังนี้

$$\hat{\mu}_C = \bar{C} = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_m}{m} \quad \bar{m} \text{ คือจำนวนกลุ่มตัวอย่าง}$$

$$\hat{\sigma}_C = \sqrt{\bar{C}},$$

เราจะสร้างผังควบคุมจำนวนข้อผิดพลาด หรือ C chart โดยมี \bar{C} เป็นแกนกลาง

$$UCL_C = \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}}$$

$$LCL_C = \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}}$$

และถ้า LCL_C ติดลบ ให้ $LCL_C = 0$

ตัวอย่าง 4 ในการพิมพ์ตำราเล่มหนึ่ง โรงพิมพ์ต้องการควบคุมจำนวนคำผิดต่อหน้าไม่ให้มากเกินไป เมื่อสุ่มมา 25 หน้า เพื่อตรวจหาคำผิด พบว่ามีคำพิมพ์ผิดทั้งหมด 175 คำ ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.3 ดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงจำนวนคำผิดต่อหน้า จากการสุ่มมา 25 หน้า

หน้า	จำนวนคำผิด	หน้า	จำนวนคำผิด
1	8	14	9
2	5	15	10
3	8	16	4
4	11	17	3
5	7	18	8
6	6	19	6
7	7	20	7
8	12	21	8
9	9	22	9
10	6	23	3

11	4	24	8
12	2	25	10
13	5		
		รวม	175

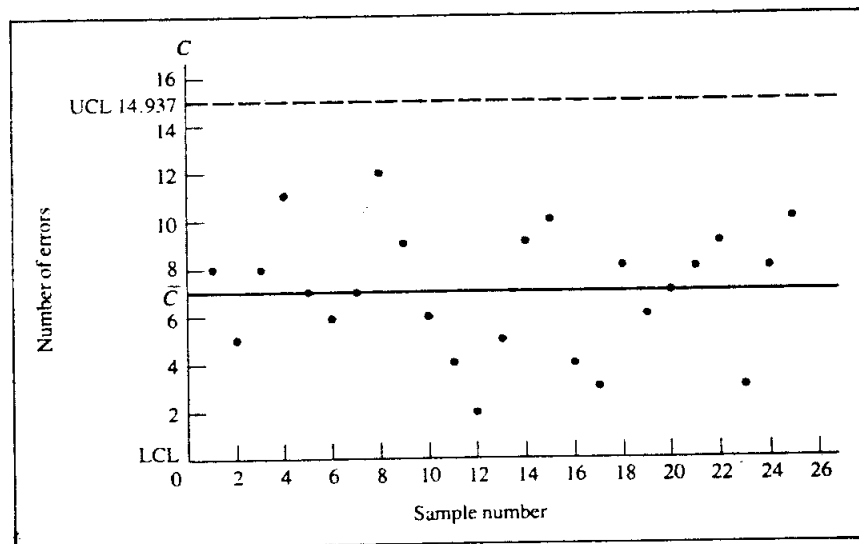
$$\text{จำนวนค่าผิดต่อ 1 หน้า} = \bar{C} = \frac{175}{25} = 7$$

$$\begin{aligned} UCL_c &= \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}} = 7 + 3\sqrt{7} \\ &= 7 + 7.937 \\ &= 14.937 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LCL_c &= \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}} = 7 - 3\sqrt{7} \\ &= 7 - 7.937 \\ &= -0.937 \\ &= 0 \end{aligned}$$

เมื่อนำข้อมูลพล็อตในผัง C จะเห็นว่าทุกค่าอยู่ในช่วงขีดจำกัด แสดงว่าระบบการผลิต (พิมพ์) อยู่ภายในความควบคุม

รูปที่ 3.5
แสดง C chart
ของข้อมูล
ในตารางที่ 3.3



แบบฝึกหัด

3.22 ในการควบคุมคุณภาพของลวดสำหรับทำสายไฟฟ้า วิศวกรต้องนับจำนวนรูต่อ 1 เมตร จากการสุ่มมา 20 เมตร ได้ข้อมูล ดังนี้

ตัวอย่าง		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนตามด (pin hole)		3	0	5	8	2	4	5	7	6	11

ตัวอย่าง		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
จำนวนตามด (pin hole)		3	4	13	9	7	8	6	7	11	4

n) จงสร้างผังควบคุมจำนวนชำรุด (C chart)

$$(UCL_c = 13.35, LCL_c = 0)$$

ข) ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่ ?

(อยู่ภายในความควบคุม)

3.33 ในการควบคุมคุณภาพของสิ่งทอเพื่อใช้ทำร่มชูชีพ วิศวกรจะต้องเข้มงวดเรื่องคุณภาพมาก ถ้าเขาใช้การควบคุมคุณภาพโดยการนับรอยชำรุด (flaw) ต่อ 1 ตารางเมตร ผลการนับจาก 25 ตารางเมตร ซึ่งเชื่อว่าสินค้าผลิตเมื่อระบบอยู่ภายใต้การควบคุม พบรอยชำรุดทั้งหมด 225 แห่ง จงสร้างผังควบคุมจำนวนชำรุด (C chart) ($UCL_c = 18, LCL_c = 0$)

3.24 จากข้อ 3.23 ถ้าวิศวกรทำการตรวจสอบอีก 10 ตารางเมตรในวันถัดไป พบรอยชำรุดต่อ 1 ตารางเมตร ดังนี้

ตัวอย่าง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนชำรุด	11	9	17	22	7	12	7	20	8	6

ก. จงพล็อตข้อมูลใน C-chart ในข้อ 3.23

ข. ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่? จงอธิบาย (ไม่อยู่ในความควบคุม)

3.25 ในการพิมพ์หนังสือพิมพ์รายวันฉบับหนึ่ง บรรณาธิการฝ่ายพิมพ์ต้องการใช้วิธีการควบคุมคุณภาพ จึงให้ฝ่ายควบคุมสุ่มมาวันละ 8 หน้า จากทุกฉบับที่พิมพ์ในรอบ 30 วันที่ผ่านมา ถ้านับจำนวนคำผิดต่อ 8 หน้า รวม 30 วัน ได้ 480 คำ จงสร้างผังควบคุมคำพิมพ์ผิด (C chart) เพื่อใช้ควบคุมคุณภาพของฉบับที่จะพิมพ์ในวันต่อ ๆ ไป
($UCL_C = 28$, $LCL_C = 4$, แกนกลาง = 16)

3.26 จากข้อ 3.25 ถ้าบรรณาธิการฝ่ายพิสูจน์อักษรสุ่มมาทุกวัน ๆ ละ 8 หน้า พบจำนวนคำพิมพ์ผิด ใน 2 สัปดาห์ (14 วัน) ดังนี้

วัน	1	2	3	4	5	6	7
คำผิด	5	9	15	21	4	8	18
วัน	8	9	10	11	12	13	14
คำผิด	25	19	7	13	14	10	12

ก) จงพล็อตข้อมูลใน C chart ในข้อ 3.25

ข) ระบบการพิมพ์อยู่ภายในความควบคุมหรือไม่ (อยู่ในความควบคุม)

3.27 สำนักงานแห่งหนึ่งพบว่า พนักงานพิมพ์ดีดที่มีคุณภาพดี จะพิมพ์คำผิดโดยเฉลี่ยไม่เกิน 4 คำต่อ 1 หน้า

ก) จงสร้างผังควบคุมคำผิด (C chart)

$$(UCL_c = 10, LCL_c = 0)$$

ข) ถ้าสุ่มผลงานของพนักงานพิมพ์ดีดที่รับเข้าใหม่มาตรวจดู 15 หน้า พบจำนวนคำพิมพ์ผิดดังนี้

3,5,4,2,3

3,2,4,1,5

7,3,9,6,3

พนักงานที่เข้าใหม่พิมพ์ผิดมากเกินไปไหม ?

(ไม่มากเกินไป)

3.28 แผ่นกระดาษไม้อัดขนาด 4×8 ฟุต จะมีรอยชำรุดโดยเฉลี่ย 6 แห่งต่อ 1 แผ่น ถ้าผลิตในขณะที่ระบบอยู่ภายใต้ความควบคุม ถ้าในวันหนึ่งมีผลการตรวจรอยชำรุดจาก 12 แผ่น มีดังนี้

9,4,12,15,3,5

11,8,6,6,7,10

ก) จงสร้างผังควบคุมรอยชำรุด (C chart)

$$(UCL_c = 13.35, LCL_c = 0)$$

ข) ระบบการผลิตในวันที่สุ่มอยู่ในความควบคุมหรือไม่ (ไม่อยู่ในความควบคุม)

3.29 ในการผลิตเสื้อเชิ้ตสำเร็จรูปสุภาพบุรุษ พบว่า ถ้าระบบการผลิตอยู่ภายใต้ความควบคุมอย่างดี จะมีจำนวนชำรุดโดยเฉลี่ย 3 แห่งต่อ 1 ตัว

ก) จงสร้างผังควบคุมคุณภาพ (C chart)

$$(5.196, 0)$$

ข) ต่อมา ถ้าผลการตรวจของเสื้อ 20 ตัว พบจำนวนชำรุด ดังนี้

5,7,2,4,8

9,4,10,5,11

6,7,1,0,6

4,8,12,3,8

จ) จงพล็อตข้อมูลในผังที่สร้างไว้ในข้อ ก) และสรุปผล

(ไม่อยู่ในความควบคุม)

3.30 โรงงานผลิตม้วนโลหะขนาดกว้าง 2 เมตร และยาว 100 เมตร เมื่อสุ่มมา 1 ม้วน พบว่ามีรอยชำรุด 250 แห่ง ถ้าใช้พื้นที่ขนาด $2 \times 2 = 4$ ตารางเมตรเป็นหน่วยตัวอย่างเพื่อใช้สุ่ม

ก) จงสร้าง C chart เพื่อใช้ตรวจสอบในอนาคต

$$(UCL_c = 11.7, LCL_c = 0)$$

ข) ต่อมาได้สุ่มม้วนโลหะขนาดความยาว 20 เมตร มา 1 ม้วน (40 ตารางเมตร) แล้วตรวจหารอยชำรุดต่อ 4 ตารางเมตร = 10 ตัวอย่าง ดังนี้

ตัวอย่าง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนชำรุด	4	6	3	7	1	8	10	5	9	6

จงพล็อตข้อมูลใน C-chart ในข้อ (ก) และสรุปผล (ระบบอยู่ภายในความควบคุม)

3.31 โรงงานผลิตเปปเปอร์เด็กอ่อนหนึ่ง โดยบรรจุแยกชิ้นส่วนในกล่อง พร้อมคำแนะนำวิธีประกอบ เพื่อให้ผู้ซื้อประกอบเอง ได้มีจดหมายร้องทุกข์มายังผู้ผลิตเสมอว่ามีชิ้นส่วนบางชิ้นชำรุด หรือมีจำนวนชิ้นส่วนไม่ครบ จึงประกอบไม่ได้ ผู้ผลิตจึงทดลองประกอบเอง 10 ชุด พบรายการบกพร่องต่อกล่อง (จำนวนชำรุด) ดังนี้

กล่อง	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
จำนวนชำรุด	8	7	8	4	6	4	3	6	5	9

ก. จงหา C chart

$$(UCL_c = 13.35, LCL = 0)$$

ข. จงพล็อตข้อมูลและอธิบาย

5. แผนการตรวจรับสินค้า (Acceptance Sampling)

ใน 3 หัวข้อแรกทำให้เราทราบวิธีควบคุมคุณภาพสินค้าที่ผลิตสำเร็จรูปจากโรงงาน แต่ยังไม่ได้กล่าวถึงการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบซึ่งใช้การผลิตซึ่งโรงงานมักจะไม่ได้ผลิตเอง ต้องซื้อหาจากแหล่งต่าง ๆ อย่างไรก็ตามโรงงานย่อมต้องการได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพสูง จึงจำเป็น

ต้องตั้งเกณฑ์เพื่อใช้ตรวจสอบ เป็นการป้องกันวัตถุดิบที่มีคุณภาพต่ำ เพื่อจะได้ส่งกลับคืนผู้ขาย วิธีการตรวจสอบที่ดีที่สุดคือ การตรวจสอบแบบ 100% คือตรวจทุกหน่วย แต่วิธีนี้มีข้อเสีย เพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง และเสียเวลามากด้วย และบางครั้งอาจไม่ได้ผลดี 100% เนื่องจากพนักงานตรวจสอบเกิดความ “ล้า” เนื่องจากการปฏิบัติงานจำเจซ้ำซาก จึงอาจมีข้อผิดพลาด เช่น อาจ “ปฏิเสธ” สินค้าหน่วยที่มีคุณภาพดี แต่กลับ “ยอมรับ” สินค้าที่มีคุณภาพต่ำ ข้อเสียที่เห็นชัดอีกข้อหนึ่งคือ สินค้าบางอย่างเมื่อตรวจสอบแล้วจะสูญเสีย ต้องทิ้งไป เช่น การตรวจหลอดไฟแฟลชสำหรับถ่ายภาพ ดังนั้นวิธีการตรวจ 100% จึงไม่เป็นที่นิยม ทางเลือกคือการนำวิชาสถิติ คือการสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบ โดยสุ่มมา n จำนวน จากของทั้งหมด N จำนวน เรียกว่า **แผนการตรวจรับ** แล้วนำจำนวนสินค้าชำรุดที่พบจากตัวอย่างเทียบกับ **ค่าวิกฤต** หรือ **acceptance number** ปกติใช้แทนด้วย a ถ้าจำนวนชำรุดจากตัวอย่างต่ำกว่า a จะยอมรับสินค้ากล่อง (กระสอบ) นั้น แต่ถ้ามากกว่า a ให้ส่งคืนสินค้าหน่วยนั้น

เราอาจมองอีกด้านหนึ่งได้ว่า แผนการตรวจรับ (acceptance sampling) ก็คือเกณฑ์การตัดสินใจของโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีนโยบาย 2 อัน คือ **ยอมรับ** และ **ปฏิเสธ** ส่วนสภาวะการดำเนินงานบังคับจะมี 2 อย่างเช่นกัน คือวัตถุดิบหน่วยนั้นมีคุณภาพดีหรือมีคุณภาพเลว ถ้าผลการตัดสินใจ เป็นการปฏิเสธหน่วยที่เลว หรือยอมรับหน่วยที่ดี ก็เป็นการตัดสินใจที่ถูกต้อง จึงไม่เกิดความผิดพลาดหรือความสูญเสียแต่อย่างใด แต่ในทางกลับกัน ถ้าโรงงานปฏิเสธสินค้าหน่วยที่มีคุณภาพดี หรือยอมรับสินค้าหน่วยที่มีคุณภาพด้อย ก็เป็นการตัดสินใจผิด และเกิดความผิดพลาดประเภทที่ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยให้ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดนี้เป็น α และ β ตามลำดับ ค่า α และ β จะใหญ่หรือเล็ก จะขึ้นอยู่กับค่าวิกฤต a ที่ตั้งไว้

ตัวอย่างที่ 5 ถ้าแผนการตรวจรับกำหนดให้ $a = 3$ คือจะสุ่มสินค้ามา 30 หน่วย และถ้ามีของชำรุดไม่เกิน 10% คือ 3 ชิ้น จะยอมรับสินค้าชุดนั้น จงหาโอกาสที่จะยอมรับและปฏิเสธสินค้าชุดนั้น

ให้ π คือ สัดส่วนของชำรุดที่แท้จริงของสินค้าชุดนั้น

สินค้าชุดนั้นมีคุณภาพดีเมื่อ $\pi \leq .10$

สินค้าชุดนั้นมีคุณภาพด้อยเมื่อ $\pi > .10$

ให้ X แทนจำนวนสินค้าชำรุดที่พบจากตัวอย่างที่สุ่มมา 30 หน่วย และมีเกณฑ์ตัดสินใจ

ดังนี้

ถ้า $X \geq 4$ จะปฏิเสธสินค้าชุดนั้น

ถ้า $X \leq 3$ จะยอมรับสินค้าชุดนั้น

ถ้าสินค้าชุดนั้นมีคุณภาพดี ควรจะมีเปอร์เซ็นต์ชำรุดไม่เกิน 10%

หรือ $\pi \leq .10$ ถ้า π ยิ่งน้อยกว่า .10 มาก ๆ แสดงว่ายังมีคุณภาพดี ดังนั้น π จึงมีค่าที่เป็นไปได้หลายค่า สมมติเราใช้ค่าโตที่สุด คือ $\pi = .10$ จากตารางการแจกแจงแบบทวินาม เมื่อ $n = 30, \pi = .10$ จะได้

$$P(X \leq 3/\pi = .10) = .64744 = P(\text{ยอมรับ/สินค้ามีคุณภาพดี})$$

ดังนั้นโอกาสที่จะปฏิเสธสินค้าชุดนั้น (ซึ่งมีคุณภาพดี)

$$= 1 - .64744 = .35256 = P(\text{ปฏิเสธ/สินค้ามีคุณภาพดี})$$

$$= \alpha$$

ความน่าจะเป็นที่ได้นี้อยู่ภายใต้เงื่อนไขว่าสินค้านั้น มีคุณภาพดี คือมีเปอร์เซ็นต์ชำรุดไม่เกิน 10% ซึ่งเป็นเงื่อนไขของสมมติฐาน H_0 นั่นเอง

ยังมีสภาวะการณนอกบังคับอีก 1 หนทาง คือ สินค้านั้นอาจ มีคุณภาพด้อย หรือ $\pi > .10$ สมมติ $\pi = .20$

เราจะมีการตัดสินใจ 2 อย่าง คือ ยอมรับ และปฏิเสธ และมีความน่าจะเป็น ดังนี้

$$P(\text{ยอมรับ/คุณภาพด้อย}) = P(X \leq 3/\pi = .20)$$

$$= .12271 = \beta = \text{ความผิดประเภทที่ 2}$$

$$\text{และ } P(\text{ปฏิเสธ/คุณภาพด้อย}) = 1 - .12271$$

$$= .87729$$

จึงสรุปได้ว่า ค่า α และ β ขึ้นอยู่กับค่า a ที่กำหนดไว้ความผิดทั้ง 2 ประเภทนี้มีผลกระทบต่อผู้ส่งวัตถุดิบซึ่งคือผู้ผลิต และโรงงานกลายเป็นผู้ซื้อ ดังนี้

$$\alpha = P(\text{ความผิดประเภทที่ 1}) = P(\text{ปฏิเสธ/คุณภาพดี})$$

จากตัวอย่างคือ ถ้าสินค้ากล่องนั้นมีชำรุดไม่เกิน 10% แต่ถ้าสุ่มมาตรวจ 30 ชิ้น พบของชำรุด เกิน 3 ชิ้น จะปฏิเสธสินค้ากล่องนั้นทันที กรณีนี้ผู้ผลิตหรือผู้ขายวัตถุดิบเป็นผู้เสียหาย จึงเรียก α ว่า ความเสี่ยงของผู้ผลิต หรือ producer's risk

ทางด้านผู้ซื้อคือโรงงานย่อมต้องการป้องกันโดยไม่ยอมรับสินค้าคุณภาพเลว แต่เนื่องจากใช้ข้อมูลจากตัวอย่างเท่านั้น ไม่ได้ตรวจทุกหน่วยแบบ 100% อาจเกิดเหตุการณ์ที่ว่า เปอร์เซนต์ของชำรุดที่แท้จริงสูง คือเกิน 10% แต่ผลที่ได้จากการตรวจ 30 ชิ้น ซึ่งเป็นตัวอย่าง เกิด

พบของชำรุด ไม่เกิน 3 ชิ้น ซึ่งตามเกณฑ์การตัดสินใจ จะต้องยอมรับสินค้ากล่องนั้น และถือว่ามีคุณภาพดี จึงเกิดความผิดพลาดประเภทที่ 2 ซึ่งกรณีนี้ ผู้ซื้อคือโรงงานเป็นฝ่ายเสียหาย จึงเรียก β ว่า ความเสี่ยงของผู้ซื้อ หรือ consumer's risk

สรุป ผลการตัดสินใจของผู้ซื้อได้ดังนี้

การตัดสินใจ(ผู้ซื้อ)	สินค้าคุณภาพดี ($\pi \leq \pi_0$)	สินค้ามีคุณภาพด้อย ($\pi > \pi_0$)
ยอมรับ	การตัดสินใจถูกต้อง ($1 - \alpha$)	ความผิดพลาดประเภทที่ 2 consumer's risk = β
ปฏิเสธ	ความผิดพลาดประเภทที่ 1 producers' risk = α	การตัดสินใจถูกต้อง ($1 - \beta$)

ตัวอย่างที่ 6 โรงงาน (ผู้ซื้อ) ต้องการควบคุมคุณภาพชิ้นส่วนที่ซื้อจากผู้ผลิต เพื่อนำมาประกอบเป็นสินค้าสำเร็จรูป สินค้าบรรจุรวมกันมาเป็นกล่องใหญ่ จึงใช้วิธีสุ่มมา 20 ชิ้น และถ้ามีจำนวนชำรุดไม่เกิน 20% จะยอมรับ โดยตั้งเกณฑ์ว่า ถ้าพบสินค้าชำรุดเกิน 5 ชิ้นจาก 20 ชิ้น ให้ปฏิเสธสินค้ากล่องนั้น ถ้าจำนวนชำรุดไม่เกิน 5 ชิ้นจึงจะยอมรับ

จงหาความเสี่ยงของผู้ผลิต (α) และความเสี่ยงของผู้ซื้อ (β)

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \alpha &= \text{ความเสี่ยงของผู้ผลิต} \\ &= P(\text{ปฏิเสธ/คุณภาพดี}) \\ &= P(X > 5/\pi = .20, n = 20) = .19579 \\ \beta &= \text{ความเสี่ยงของผู้ซื้อ} \\ &= P(\text{ยอมรับ/คุณภาพเลว}) \\ &= P(X \leq 5/\pi > .20, n = 20) \end{aligned}$$

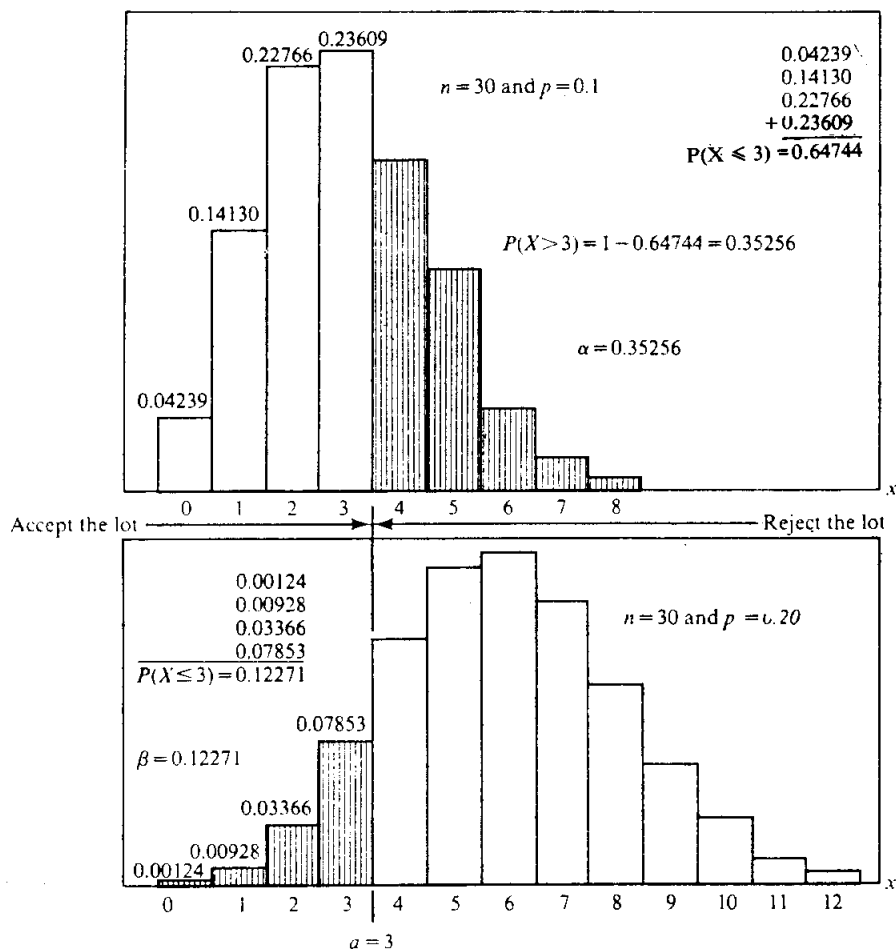
ถ้า $\pi > .20$ ถือว่าสินค้ามีคุณภาพเลว สมมุติ $\pi = .30$

$$P(X \leq 5/\pi = .30, n = 20) = .41637$$

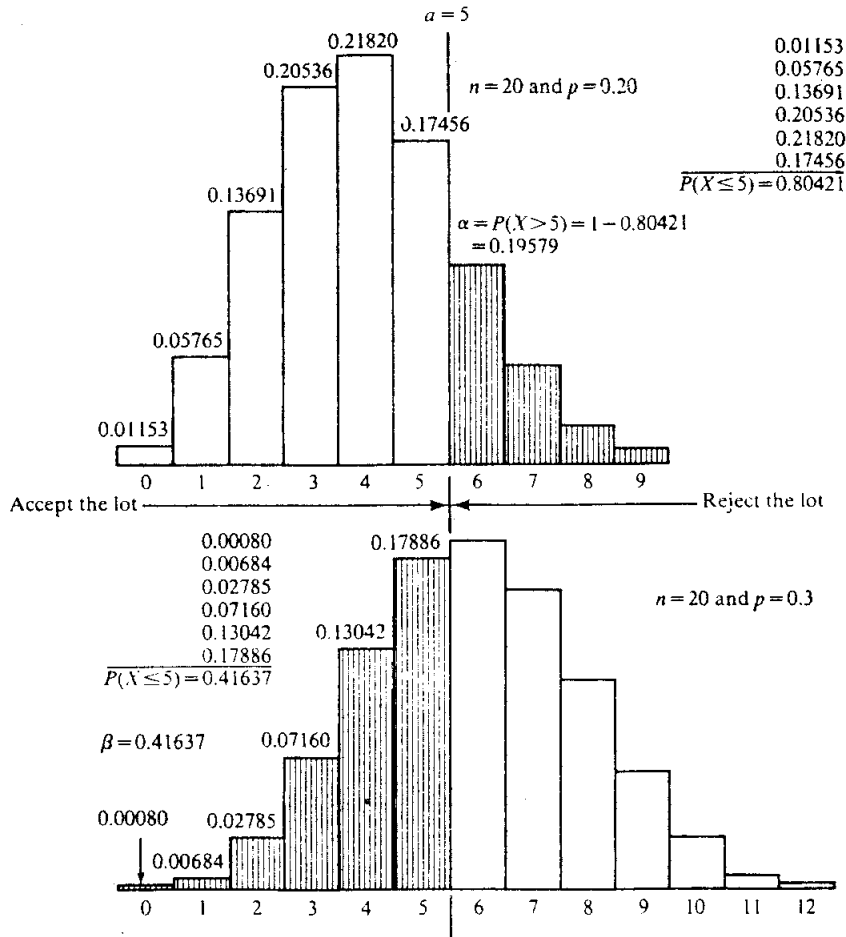
(ค่าความน่าจะเป็นได้จากตารางทวินาม)

แต่เมื่อ $n \geq 20$ ควรประมาณด้วยการแจกแจงแบบปกติ เพราะไม่มีค่าที่คำนวณสำเร็จแล้วในตารางทวินาม นอกจากในตารางสถิติที่ละเอียดมากบางเล่ม การประมาณค่าก็ยึดหลักว่า $n \rightarrow \infty$ และ π มีค่าไม่เล็กเกินไป เพราะถ้า $\pi \rightarrow 0$ จำนวนซำรุด X จะมีการแจกแจงโดยประมาณแบบปัวซอง

รูปที่ 3.6 แสดงการแจกแจงแบบทวินามของตัวอย่างที่ 5 เมื่อ $n = 30$, $\pi = .10$ และ $\pi = .20$ เพื่อแสดงการหาค่า α และ β



รูปที่ 3.7 แสดงการแจกแจงแบบทวินามของตัวอย่างที่ 6 เมื่อ $n = 20$, $\pi = .2$ และ $\pi = .3$ เพื่อแสดงการหาค่า α และ β



การตรวจรับสินค้าโดยใช้ตารางตรวจรับ

- ให้ N คือจำนวนสินค้าทั้งหมดที่บรรจุใน 1 lot
 n คือขนาดตัวอย่างที่จะสุ่มจาก N จำนวน
 C คือ ค่าวิกฤตหรือ acceptance number นั่นคือ ถ้าจำนวนชำรุดจากตัวอย่าง n มีน้อยกว่าหรือเท่ากับ C จึงจะยอมรับสินค้ากล่อง (lot) นั้น แต่ถ้ามีจำนวนชำรุดจากตัวอย่างสูงกว่า C จะไม่ยอมรับสินค้า lot นั้น
- $H_0: \pi = \pi_0, \pi =$ เปอร์เซนต์ของชำรุดของสินค้าทั้งหมดใน lot นั้น
 π_0 คือ acceptable quality level หรือ AQL
- $H_a: \pi = \pi_1$
 π_1 คือ reject quality level หรือ RQL
- $\alpha =$ producer's risk = $P(\text{reject } H_0 / \text{จำนวนชำรุด} = \pi_0)$
 $=$ ความเสี่ยงที่จะปฏิเสธ lot ที่มีเปอร์เซนต์ชำรุดเพียง π_0 %
- $\beta =$ consumer's risk = $P(\text{accept } H_0 / \text{จำนวนชำรุด} = \pi_1)$
 $=$ ความเสี่ยงที่จะยอมรับ lot ที่มีเปอร์เซนต์ชำรุดสูงถึง π_1 %

เมื่อกำหนดค่า π_0, π_1, α และ β แล้ว จะต้องสร้างแผนการตรวจรับ เพื่อกำหนดค่า n และ c ถ้าใช้เปิดตาราง จะมีข้อจำกัดว่าค่า α และ β มีได้ไม่กี่ค่า คือเป็นได้ 1%, 5% และ 10% และ π_0, π_1 ต้องมีค่าเล็กด้วย

ตัวอย่างที่ 7 จะแสดงการใช้ตารางเมื่อ $\pi_0 = .0075, \pi_1 = .03, \alpha = .05, \beta = .10$

นั่นคือถ้าสินค้า lot นั้นมีเปอร์เซนต์ชำรุดเพียง .75% จะมีความเสี่ยงเพียง 5% ที่จะปฏิเสธสินค้า lot นั้น หรือความเสี่ยงของผู้ผลิต $= \alpha = .05$ แต่อีกทางหนึ่งเมื่อสินค้า lot นั้นมีจำนวนชำรุดเป็น 3% ให้โอกาสหรือความเสี่ยงที่จะยอมรับสินค้า lot ที่ไม่ดีนี้เพียง 10% หรือความเสี่ยงของผู้บริโภค $= \beta = .10$

จากตาราง ให้ดูคอลัมน์ $\alpha = 5\%$ และ $\beta = 10\%$ แล้วนำค่าแต่ละคู่ลำดับในคอลัมน์คู่นี้มาหารกัน โดยเอาค่าใดเป็นตัวตั้ง (เช่น ลำดับคู่ที่ 4 (บรรทัดที่ 4) มี $6.681/1.366 = 4.890$) ผลลัพธ์จะอยู่คอลัมน์แรก ฟังสังเกตว่าคอลัมน์แรกนี้ใช้ได้จำกัดเฉพาะเมื่อ $\alpha = .05$ และ $\beta = .10$ เท่านั้น ส่วนอัตราส่วนอื่นๆ เช่น เมื่อ $\alpha = 1\%, \beta = 5\%$ เราต้องหา $2.996/.010, 4.744/.149$ และ $6.296/.436$ เอง

ขั้นที่ 2 ให้หา RQL ด้วย AQL นั่นคือ $\pi_1/\pi_0 = .03/.0075 = 4$ และให้ตรวจดูค่า 4 ในคอลัมน์แรก จะเห็นว่าค่าที่ใกล้เคียงที่สุดคือ 4.057 (บรรทัดที่ 5) ดังนั้น เราจึงหาค่าวิกฤตในคอลัมน์ที่ 2 (บรรทัดที่ 5) ได้ว่า $C = 4$

ขั้นที่ 3 เราจะหา n โดยกลับไปดูคอลัมน์ $\alpha = 5\%$ และ $\beta = 10\%$ ใหม่อีกครั้ง จะเห็นว่าข้างใต้ α และ β มีเขียน $n\pi_{.95}$ และ $n\pi_{.10}$ ในเมื่อโดยทั่ว ๆ ไป มีความหมาย ดังนี้

$\pi_k =$ สัดส่วนชำรุดซึ่งเราต้องการยอมรับสินค้า lot นั้น ด้วยความน่าจะเป็น k

นั่นคือ $\pi_{.95} =$ สัดส่วนชำรุดใน lot ที่เราประสงค์จะยอมรับด้วยความเชื่อมั่น 95% และกำหนดให้สัดส่วนชำรุด $= \pi_0 = .0075$

ในทำนองเดียวกัน $\pi_{.10} = .03$ ก็คือสัดส่วนชำรุดเป็น 3% ซึ่งเราประสงค์จะยอมรับด้วยความเสี่ยง $\beta = .10$

เมื่อตรวจดูบรรทัดที่ 5 (ตรงกับ 4.057 ในคอลัมน์ 1) จะพบว่าในคอลัมน์ $n\pi_{.95} = 1.970$ และคอลัมน์ $n\pi_{.10} = 7.994$ เราจะได้สมการสำหรับคำนวณค่า n ดังนี้

$$n\pi_{.95} = .0075n \quad \text{หรือ} \quad n = 262.7$$

$$n\pi_{.10} = .03n \quad \text{หรือ} \quad n = 266.5$$

ค่า 2 ค่านี้ควรให้ค่า n เท่ากัน แต่สาเหตุที่ต่างกันเป็นเพราะ 4.057 ต่างจาก $\pi_1/\pi_0 = 4$ เล็กน้อย เราจึงควรเลือกค่ากลาง ๆ ของ 2 ค่านี้คือ $n = 265$ ดังนั้น เราจะได้แผนการตรวจรับสินค้า คือสุ่มมา $n = 265$ และ $c = 4$

GENERALIZED TABLE OF SINGLE SAMPLING PLANS
FOR $\alpha = .05, \beta = .10$ †

$\beta_{.10}$	$\alpha = 1\%$	$\alpha = 5\%$	$\alpha = 10\%$		$\beta = 10\%$			$\beta = 5\%$	$\beta = 1\%$
45.157	0	.010	.051	.105	.693	2.303	2.996	4.605	
10.958	1	.149	.355	.532	1.678	3.890	4.744	6.638	
6.506	2	.436	.818	1.102	2.674	5.322	6.296	8.406	
4.890	3	.823	1.366	1.745	3.762	6.681	7.754	10.045	
4.057	4	1.279	1.970	2.433	4.671	7.994	9.154	11.605	
3.549	5	1.785	2.613	3.152	5.670	9.275	10.513	13.108	
3.205	6	2.330	3.286	3.895	6.670	10.532	11.842	14.571	
2.957	7	2.906	3.981	4.656	7.669	11.771	13.148	16.000	
2.768	8	3.507	4.695	5.432	8.669	12.995	14.434	17.403	
2.618	9	4.130	5.426	6.221	9.669	14.206	15.705	18.783	
2.497	10	4.771	6.169	7.021	10.668	15.407	16.692	20.145	
2.397	11	5.428	6.924	7.829	11.668	16.598	18.208	21.490	
2.312	12	6.099	7.690	8.646	12.668	17.782	19.442	22.821	
2.240	13	6.782	8.464	9.470	13.668	18.958	20.668	24.139	
2.177	14	7.477	9.246	10.300	14.668	20.128	21.886	25.446	
2.122	15	8.181	10.035	11.135	15.668	21.292	23.098	26.743	
2.073	16	8.895	10.831	11.976	16.668	22.452	24.302	28.031	
2.029	17	9.616	11.633	12.822	17.668	23.606	25.500	29.310	
1.990	18	10.346	12.442	13.672	18.668	24.756	26.692	30.581	
1.954	19	11.082	13.254	14.525	19.668	25.902	27.879	31.845	
1.922	20	11.825	14.072	15.383	20.668	27.045	29.062	33.103	
1.892	21	12.574	14.894	16.244	21.668	28.184	30.241	34.355	
1.865	22	13.329	15.719	17.108	22.668	29.320	31.416	35.601	
1.840	23	14.088	16.548	17.975	23.668	30.453	32.586	36.841	
1.817	24	14.853	17.382	18.844	24.668	31.584	33.752	38.077	
1.795	25	15.623	18.218	19.717	25.667	32.711	34.916	39.308	
1.707	30	19.532	22.444	24.113	30.667	38.315	40.690	45.401	
1.641	35	23.525	26.731	28.556	35.667	43.872	46.404	51.409	
1.590	40	27.587	31.066	33.038	40.667	49.390	52.069	57.347	
1.548	45	31.704	35.441	37.550	45.667	54.878	57.695	63.231	
1.514	50	35.867	39.849	42.089	50.667	60.339	63.287	69.066	

† Adapted with permission from the American Society for Quality Control, Inc., Tables for Constructing and for Computing the Operating Characteristics of Single-sampling Plans. J. M. Cameron, "Industrial Quality Control," vol. 9, p. 39, July 1952.

ตัวอย่างที่ 8 จงหาค่า n และ c จากตารางสำหรับแผนการตรวจรับ ซึ่งมีโอกาสที่จะยอมรับ lot ที่มีตำรุด $1\% = .95$ หรือ AQL $= \pi_0 = .01$, $\alpha = .05$ และโอกาสที่จะยอมรับ lot ที่มีตำรุด $6.5\% = .10$ หรือ RQL $\pi_1 = .065$, $\beta = .10$

วิธีทำ ทหา $\pi_1/\pi_0 = 6.5/1 = 6.5$ จากตาราง $c = 2$ เมื่อ $\pi_1/\pi_0 = 6.506$ ดังนั้น $c = 2$ และ $n\pi_0 = .818$ นั่นคือ

$$n(.01) = .818 \text{ หรือ } n = 82$$

นั่นคือ แผนตรวจรับสินค้ามี $n = 82$, $c = 2$

แบบฝึกหัด

3.32 จงอธิบายความหมายของค่าต่อไปนี้

- ก) ค่าวิกฤต
- ข) แผนการตรวจรับ (acceptance sampling)
- ค) acceptance number

3.33 จงอธิบายความแตกต่างของ

- ก) ความผิดประเภทที่ 1 และความผิดประเภทที่ 2
- ข) ความเสี่ยงของผู้ผลิต และความเสี่ยงของผู้บริโภค (ผู้ซื้อ)

3.34 ในการซื้อสินค้าชนิดหนึ่ง ผู้ผลิตใช้วิธีสุ่มมาตรวจ 30 หน่วย ถ้ามีตำรุดเกิน 1 ชิ้น จะปฏิเสธสินค้ากล่องนั้น จงหาโอกาสที่จะยอมรับกล่องที่มีตำรุด 10% (.18369)

3.35 ถ้าใช้วิธีสุ่มมาตรวจ 10 ชิ้น/กล่อง ให้ $a = 1$ จงหาโอกาสที่จะตรวจรับถ้าสัดส่วนของตำรุดในกล่องนั้นคือ

- ก) $\pi = .1$ (.7361)
- ข) $\pi = .2$ (.37581)
- ค) $\pi = .3$ (.14931)

- 3.36 โรงงานผลิตโทรทัศน์ใช้วิธีตรวจรับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์โดยมี $n = 15$, $a = 3$
- ก) ถ้าสินค้ากล่องนั้นมีชำรุด 10% จงหาโอกาสที่จะ **ยอมรับ**
- ข) ถ้าสินค้ากล่องนั้นมีชำรุด 20% จงหาโอกาสที่จะถูก **ปฏิเสธ**
- (ก = .94445, ข = .35184)
- 3.37 ถ้า $n = 20$, $a = 1$ จงหาโอกาสที่ผู้ซื้อจะ **ปฏิเสธ** สินค้ากล่องหนึ่งซึ่งมีสัดส่วนชำรุดที่แท้จริง ดังนี้
- ก) $\pi = 0.1$ (.60825)
- ข) $\pi = 0.2$ (.93082)
- ค) $\pi = 0.3$ (.99236)
- 3.38 ถ้าผู้ซื้อใช้แผนการตรวจรับ โดยมี $n = 5$, $a = 0$ จงหาโอกาสที่จะ **ยอมรับ**
- ก) สินค้าที่มีเปอร์เซ็นต์ชำรุดที่แท้จริง 4%
- ข) สินค้าที่มีเปอร์เซ็นต์ชำรุดที่แท้จริง 5%
- (ก = .8154, ข = .7738)
- 3.39 ให้ $n = 25$, $a = 2$
- ก) ถ้า $\pi = .2$ จงหาความเสี่ยงของผู้ผลิต (.90177)
- ข) ถ้า $\pi = .3$ จงหาความเสี่ยงของผู้บริโภค (.00896)
- 3.40 ถ้า $n = 15$, $a = 1$
- ก) จงหา α ถ้า $\pi = .10$ (.45096)
- ข) จงหา β ถ้า $\pi = .2$ (.16712)

แบบฝึกหัดทบทวน

- 3.41 โรงงานผลิตชิ้นส่วนเพื่อขายส่ง ในการควบคุมการผลิต ใช้วิธีวัดความยาวชิ้นส่วนที่สุ่มมา 5 ชิ้น ทุก ๆ 10 นาที การวัดให้พิเศษเป็นตัวอย่าง ได้ข้อมูลดังนี้

ช่วงเวลา 10 นาที	ความยาว (เซนติเมตร)				
	1	2	3	4	5
1	14	17	18	16	15
2	18	17	10	15	10
3	13	19	17	16	14
4	12	14	16	12	17
5	11	10	17	16	16
6	13	16	14	15	12
7	18	15	12	16	19
8	17	17	19	13	14
9	15	13	12	16	14
10	17	16	12	16	19

ก) จงสร้างผังค่าเฉลี่ย และผังพิสัย

$$(UCL_{\bar{x}} = 18.378, LCL_{\bar{x}} = 11.622, UCL_R = 10.228, LCL_R = 1.372)$$

ข. ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่ ?

(อยู่ภายในความควบคุม)

3.42 โรงงานผลิตน้ำตาลใช้วิธีควบคุมการบรรจุใส่ถุง โดยสุ่มมาซึ่งชั่วโมงละ 9 ถุง จากการทดลองติดต่อกัน 40 ชั่วโมง พบว่า มีน้ำหนักเฉลี่ยรวบยอด 4.5 กิโลกรัม ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.2 กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยของพิสัย = 0.25 กิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของพิสัย = .05 กิโลกรัม

ก) จงสร้างผังค่าเฉลี่ย และผังพิสัย

$$(UCL_{\bar{x}} = 5.1, LCL_{\bar{x}} = 3.9)$$

$$(UCL_R = .40, LCL_R = .10)$$

ข) ต่อมาได้สุ่มน้ำตาลชั่วโมงละ 9 ถุง อีก 10 ชั่วโมงได้ข้อมูลสรุปดังนี้

ชั่วโมง	\bar{X}	R	ชั่วโมง	\bar{X}	R
1	4.8	.20	6	4.6	.24
2	3.5	.30	7	5.3	.41
3	4.2	.28	8	4.9	.32
4	4.8	.22	9	4.6	.21
5	5.0	.42	10	4.4	.20

ระบบการผลิตอยู่ภายใต้ความควบคุมหรือไม่ ?

3.43 วิศวกรต้องการสร้างฝั้ค่าเฉลี่ย และฝั้พิสัย เขาสุ่มสินค้ามาวัดความยาวชั่วโมงละ 4 ชิ้น รวม 40 ชั่วโมง ผลรวมความยาวเฉลี่ยของ 40 ชั่วโมงเท่ากับ 200 เซนติเมตร และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.2 เซนติเมตร ส่วนผลรวมของพิสัยจาก 40 ชั่วโมงเท่ากับ 24 เซนติเมตร และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน .15 เซนติเมตร

ก. จงสร้างฝั้ค่าเฉลี่ย $(UCL_{\bar{X}} = .56, LCL_{\bar{X}} = 4.4)$

ข) จงสร้างฝั้พิสัย $(UCL_R = 1.05, LCL_R = .15)$

3.44 ในการควบคุมน้อตจากเครื่องจักรที่มีกำลังผลิตสูงมาก ใช้วิธีสุ่มมาตรวจชั่วโมงละ 20 ตัว และพบว่าในขณะที่เครื่องจักรอยู่ภายในความควบคุมจะให้ความยาวเฉลี่ย 10 เซนติเมตร และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน .05 เซนติเมตร ส่วนค่าพิสัยเฉลี่ย = 0.1 เซนติเมตร และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.02 เซนติเมตร

ก) จงหาแกนกลาง, ขีดจำกัดบน และขีดจำกัดล่างของฝั้ค่าเฉลี่ย

$(UCL_{\bar{X}} = 10.15, LCL_{\bar{X}} = 9.85)$

ข) จงหาแกนกลาง, ขีดจำกัดบน และขีดจำกัดล่างของฝั้พิสัย

$(UCL_R = .16, LCL_R = .04)$

3.45 โรงงานผลิตรองเท้าสงสัยว่าระบบการผลิตจะให้เปอร์เซ็นต์ชำรุดสูงเกินไป จึงสุ่มมาตรวจ ชั่วโมงละ 10 คู่ รวม 20 ชั่วโมง ได้ผลดังนี้

ชั่วโมง	จำนวนชำรุด	ชั่วโมง	จำนวนชำรุด
1	15	11	12
2	7	12	9
3	15	13	8
4	8	14	11
5	14	15	10
6	11	16	6
7	14	17	9
8	6	18	7
9	9	19	13
10	7	20	9

- ก) จงสร้าง p chart ($UCL_p = .19, LCL_p = .01$)
 ข) ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่ (อยู่ภายในความควบคุม)

3.46 โรงงานผลิตหลอดไฟสุ่มหลอดไฟมาตรวจ 500 ดวงในรอบ 10 วัน พบว่ามีชำรุด 25 หลอด สมมติว่า 500 ดวงนี้มาจากการสุ่มทุกวัน วันละ 50 ดวง

- ก) จงสร้าง p chart ($UCL_p = .14, LCL_p = 0$)
 ข) ต่อมาได้สุ่มอีก 5 วัน ๆ ละ 50 ดวง ได้ผลดังนี้

วัน	1	2	3	4	5
จำนวนชำรุด	1	4	15	7	3

- ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมไหม? (ไม่อยู่ในความควบคุม)

3.47 ในการสร้างผังเพื่อควบคุมคุณภาพกระดุมลัทธิรยนต์ ใช้วิธีสุ่มมาวันละ 25 ชิ้น รวม 10 วัน ได้ผลดังนี้

วัน	จำนวนชำรุด	วัน	จำนวนชำรุด
1	4	6	10
2	6	7	3
3	2	8	4
4	4	9	1
5	1	10	2

จงสร้าง p chart และพล็อตข้อมูล

3.48 จากข้อ 3.47 ถ้าทราบภายหลังว่าเป็นผลผลิตเมื่อระบบการผลิตไม่ได้อยู่ภายใต้ความควบคุม และได้ทำการปรับปรุงแก้ไขความบกพร่องเรียบร้อยแล้ว ต่อมาได้สุ่มมาอีก 7 วัน ๆ ละ 25 หน่วย ได้ข้อมูลดังนี้

วัน	1	2	3	4	5	6	7
จำนวนชำรุด	4	5	2	3	1	2	1

ก) จงปรับปรุง p chart ในข้อ 3.47 โดยรวมที่สุ่มใหม่อีก 7 วันนี้

$$(UCL_p = .3021, LCL_p = 0)$$

ข) ระบบการผลิตอยู่ภายใต้ความควบคุมไหม ?

(ระบบการผลิตอยู่ภายใต้ความควบคุม)

3.49 สุ่มหลอดไฟฟลูโรเซนมาวันละ 50 หลอด รวม 15 วัน ได้ข้อมูลดังนี้

วัน	1	2	3	4	5	6	7	8
จำนวนชำรุด	6	11	9	12	14	8	7	4
วัน	9	10	11	12	13	14	15	
จำนวนชำรุด	14	15	8	11	9	13	17	

จงพล็อตข้อมูลใน p-chart และอธิบายความหมาย

($UCL_p = .3838 = 19.19$ ขึ้น $LCL_p = .0376$, ระบบอยู่ภายใต้ความควบคุม)

- 3.50 ผังควบคุมการเรียงพิมพ์ของโรงพิมพ์หนึ่งมีจำนวนคำผิดเฉลี่ย = 7 คำ, $UCL = 14937$ และ $LCL = 0$ ผังนี้สร้างจาก 25 ตัวอย่าง ต่อมาสุ่มอีก 10 ตัวอย่าง ได้ข้อมูลเพิ่มเติม ดังนี้

ตัวอย่าง	จำนวนคำผิด	ตัวอย่าง	จำนวนคำผิด
1	9	6	16
2	12	7	8
3	6	8	9
4	16	9	13
5	7	10	11

ก) จงสร้าง C chart

ข) จงสรุปผลจาก C chart

- 3.51 โรงงานผลิตจักรยานโดยบรรจุทีบแบบแยกชิ้นส่วน ลูกค้าได้ร้องทุกข์หลายรายว่ามีชิ้นส่วนไม่ครบและบางชิ้นก็บกพร่อง โรงงานจึงลองประกอบเอง 10 คัน แต่ละคันมีจำนวนข้อบกพร่อง ดังนี้

จักรยาน	ข้อบกพร่อง	จักรยาน	ข้อบกพร่อง
1	5	6	6
2	6	7	8
3	4	8	3
4	2	9	1
5	3	10	2

- ก. จงสร้าง C chart ($UCL_c = 10, LCL_c = 0$)
 ข. จะต้องมียกข้อบกพร่องสูงสุดไม่เกินเท่าใด ก่อนที่ระบบการผลิตจะ “ไม่อยู่ในความควบคุม”
 (10)

3.52 โรงงานประกอบรถยนต์เก็บข้อมูลคือจำนวนรายการบกพร่องต่อรถ 1 คัน พบข้อบกพร่องด้านเครื่องกล ดังนี้ (ตรวจ 1 คันต่อสัปดาห์)

สัปดาห์	ข้อบกพร่อง	สัปดาห์	ข้อบกพร่อง
1	7	14	14
2	12	15	16
3	10	16	9
4	9	17	6
5	13	18	12
6	11	19	25
7	15	20	7
8	14	21	11
9	8	22	13
10	12	23	8
11	7	24	10
12	9	25	11
13	6		

- ก) จงสร้าง C chart ($UCL_c = 20.96, LCL_c = 1.04$)
 ข. ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่? (ไม่อยู่ภายในความควบคุม)

3.53 จากข้อ 3.52 ให้ตัดค่าสังเกตที่มีปัญหาทิ้งไป และสร้างผัง C ใหม่
 ($UCL_c = 20.11, LCL_c = 0.73$)

3.54 โรงงานผลิตโทรทัศน์ตรวจสอบคุณภาพโดยการสุ่มตัวอย่างมา 20 เครื่องพบรายการต้องแก้ไขของแต่ละเครื่อง ดังต่อไปนี้

5,6,4,3,7 8,1,2,4,5, 4,6,7,3,5, 3,2,7,9,9

ก) จงหาแกนกลาง, ขีดจำกัดล่าง และขีดจำกัดบนของแผนควบคุม

$$(\bar{C} = 5, UCL_c = 11.71, LCL_c = 0)$$

ข) ระบบการผลิตอยู่ในความควบคุมหรือไม่ ?

(อยู่ในความควบคุม)

3.55 โรงงานผลิตวิทยุต้องซื้อชิ้นส่วนทรานซิสเตอร์เป็นจำนวนมากจากผู้ผลิตอิเล็กทรอนิกส์ โรงงานตรวจรับของโดยสุ่มมา 30 ชิ้น ถ้ามีชำรุดไม่เกิน 3 ชิ้น จะยอมรับว่าสินค้ากล่องนั้นมีเปอร์เซ็นต์ชำรุดที่แท้จริงไม่เกิน 10%

ก) ถ้าสินค้ากล่องนั้นมีสัดส่วนชำรุดที่แท้จริง 10% จงหาความเสี่ยงของผู้ผลิต (ผู้ขาย)

$$(.58865)$$

ข) ถ้าสินค้ากล่องนั้นมีเปอร์เซ็นต์ชำรุดที่แท้จริงเป็น 20% จงหาความเสี่ยงของผู้บริโภค

$$(.12271)$$

3.56 จากข้อ 3.55

ก) ถ้า $n = 25$, $a = 2$ จงหาค่า α ถ้า $\pi = .10$ และหาค่า β ถ้า $\pi = .20$

$$(\alpha = .46291, \beta = .09823)$$

ข) ถ้า $n = 25$, $a = 4$ จงหาค่า α ถ้า $\pi = .10$ และหาค่า β ถ้า $\pi = .20$

$$(\alpha = .19800, \beta = .42068)$$

3.57 พนักงานตรวจสอบคุณภาพของโรงงานต้องการเปรียบเทียบแผนตรวจรับสินค้า 2 แผนเพื่อใช้ตรวจรับหลอดอิเล็กทรอนิกส์ ระหว่าง $n_1 = 30$, $a_1 = 4$ และ $n_2 = 10$, $a_2 = 2$

ก) ถ้าท่านเป็นผู้ส่งชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ให้โรงงาน (ผู้ผลิต) และท่านมั่นใจว่าชิ้นส่วนแต่ละสิ่งมีชำรุดไม่เกิน 10% ท่านจะเลือกแผนใดระหว่างแผนดังกล่าว 2 อันนั้น

ข) ถ้าท่านเป็นผู้ซื้อและเชื่อว่าสินค้าแต่ละสิ่งมีเปอร์เซ็นต์ชำรุดอาจสูงถึง 20% ท่านชอบแผนใด

3.58 โรงงานผลิตเตาไมโครเวฟต้องซื้อหลอดแมกนีตรอน โดยตกลงกับผู้ขายว่าสินค้าแต่ละสิ่งต้องมีของชำรุดไม่เกิน 20% โรงงานใช้วิธีตรวจรับโดยการสุ่มมาตรวจล้างละ 25 ชิ้น ถ้าพบชำรุด 5 ชิ้นขึ้นไปจะปฏิเสธสินค้ากล่องนั้น ถ้าผู้ผลิตส่งสินค้ามา 4 กล่อง และ

โรงงานตั้งข้อสมมุติฐานว่าแต่ละกล่องมีเปอร์เซ็นต์ชำรุดที่แท้จริงของกล่องต่าง ๆ ดังนี้

$$\pi_1 = .1, \pi_2 = .2, \pi_3 = .3 \text{ และ } \pi_4 = .4$$

ก) จงหาความเสี่ยงของผู้ผลิตสำหรับผู้ผลิตสำหรับสินค้ากล่องที่ 1 และ 2

ข) จงหาความเสี่ยงของผู้บริโภคสำหรับผู้บริโภคสำหรับสินค้ากล่องที่ 3 และ 4

$$(\alpha_1 = .098, \alpha_2 = .57933, \beta_1 = .09047, \beta_2 = .00947)$$

3.59 ผู้ขายสินค้าอีกรายหนึ่ง อ้างว่ามีชำรุดไม่เกิน 2% ถ้าผู้ซื้อสุ่มมาตรวจสอบ 100 หน่วย และตั้งเกณฑ์ว่า ถ้าพบชำรุดเกิน 2 หน่วยจะปฏิเสธสินค้านั้น

จงใช้การแจกแจงแบบปัวซอง

ก) หาความเสี่ยงของผู้ผลิต ถ้า $\pi = 2\%$

ข) หาความเสี่ยงของผู้บริโภค ถ้า $\pi = 3\%$

$$(\alpha = .32332, \beta = .42319)$$