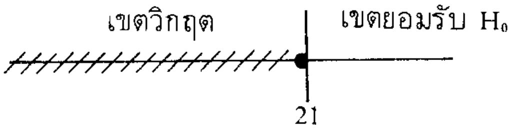
เขตวิกฤตคือ $T \leq 21$ สำหรับ H_0 : A และ B มีคุณภาพไม่ต่างกัน H_a : A และ B มีคุณภาพต่างกัน จากตัวอย่าง T = 21



ตกอยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0, ยอมรับ H_a และสรุปว่า A และ B มีคุณภาพแตกต่างกัน

ถ้าใช้ normal approximation มีวิธีการดังนี้

$H_0 : \mu_a = \mu_b$, $H_a : \mu_a \neq \mu_b$, จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $|Z_c| > Z_{.025}$, $Z_{.025} = 1.96$

$$E(T) = \mu_t = \frac{n(n+1)}{4} = \frac{14(15)}{4} = 52.5$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}} = \sqrt{\frac{14(15)(29)}{24}} = 15.9295$$

ในเมื่อ T = 21 หรือ T = 84 (ผลรวมอันดับของเครื่องหมายบวก)

$$Z = \frac{T - \mu_t}{\sigma_t} = \frac{21 - 52.5}{15.9295} = -1.98$$

$$\text{หรือ } Z = \frac{84 - 52.5}{15.9295} = 1.98$$

$Z_c = \pm 1.98$ ตกอยู่ในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ได้เช่นกัน

2.43 จำนวนผลผลิตต่อสัปดาห์ของพนักงานขาย 10 คน ก่อนและหลังการหยุดพักผ่อนประจำปีมีดังนี้

คนงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ก่อน	61	74	95	47	95	36	39	18	70	85
หลัง	69	77	93	48	99	38	33	20	73	89
(หลัง-ก่อน) d_i	+8	+3	-2	+1	+4	+2	—6	+2	+3	+4
อันดับ	10	5.5	3	1	7.5	3	9	3	5.5	7.5

ผลรวมอันดับของเครื่องหมายบวก = 12 = T

ผลรวมอันดับของเครื่องหมายลบ = 43

1) จงทดสอบว่าผลผลิตเพิ่มขึ้นหรือไม่ โดยใช้ $\alpha = .05469$ ใช้ sign test

$H_0 : \pi = .5, H_a : \pi < .5, L = .05469$

ให้ Y คือ จำนวนเครื่องหมายบวก ถ้า H_0 เป็นจริง ควรจะได้เครื่องหมายบวกและลบในอัตราใกล้เคียงกัน แสดงว่า การหยุดพักผ่อนไม่มีความหมาย เพราะจำนวนผลผลิตก่อน - หลัง พักผ่อนไม่ต่างกัน แต่ถ้า การหยุดพักผ่อนมีผลช่วยเพิ่มผลผลิต ค่าของ d_i = หลัง - ก่อน ควรเป็นเครื่องหมายบวกมากกว่าลบ นั่นคือเราจะปฏิเสธ H_0 เมื่อจำนวนเครื่องหมายลบมีน้อยเกินไป

ถ้า H_0 เป็นจริง Y จะมีการแจกแจงแบบทวินาม ด้วย $n = 10, \pi = .5$

จากตารางการแจกแจงทวินาม พบว่า

$P(Y \leq 2) = .05469 = \alpha_0$

ดังนั้นเขตวิกฤตคือ $Y \leq 2$

จากตัวอย่าง พบว่ามีเครื่องหมายลบ 2 จำนวน หรือ Y = 2 จึงอยู่ในเขตวิกฤต ปฏิเสธ H_0, ยอมรับ H_a และสรุปว่า การหยุดพักผ่อนช่วยเพิ่มผลผลิต

2. จงใช้การทดสอบแบบใช้เครื่องหมาย และจัดอันดับทดสอบ $\alpha = .05$

2.1 ใช้วิธีของ Wilcoxon signed rank test

T = 12

จากตาราง B_{20} เมื่อ n = 10

$P(T \leq 10) = .0420 < .05 = \alpha_0$

$P(T \leq 11) = .0527 > .05$

เขตวิกฤตคือ $T \leq 10$

จากตัวอย่าง T = 12 ไม่อยู่ในเขตวิกฤต ยังปฏิเสธ H_0 ไม่ได้

สรุปว่า การหยุดพักผ่อนไม่เพิ่มผลผลิต

2.2 ใช้ประมาณโค้งปกติ

$$E(T) = \mu_t = n(n+1)/4 = 10(11)/4 = 27.5$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}} = \sqrt{\frac{(10(11)(21)}{24}} = 9.81$$

$$Z = \frac{12 - 27.5}{9.81} = -1.58$$

$$\text{หรือ } Z = \frac{43 - 27.5}{9.81} = 1.58$$

เมื่อใช้ $\alpha = .05$ ทดสอบด้านเดียว $Z_{.05} = \pm 1645$ Z_c ไม่อยู่ในเขตวิกฤต จึงยังปฏิเสธ H_0 ไม่ได้เช่นกัน

2.44 ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบรักษาความปลอดภัย ในโรงงานหนึ่ง โดยเก็บสถิติอุบัติเหตุ ข้อมูลที่ได้คือจำนวนชั่วโมงแรงงานสูญเปล่า โดยเฉลี่ยต่อเดือนเนื่องจากอุบัติเหตุ จากโรงงาน 10 แห่ง ก่อนและหลังการใช้ระบบรักษาความปลอดภัย

ก) จงใช้ $\alpha = .01074$ ตรวจดูว่าโปรแกรมมีอิทธิพลช่วยรักษาความปลอดภัยหรือไม่

ข) จงใช้การทดสอบแบบจัดอันดับ เครื่องหมาย ด้วย $\alpha = .05$

โรงงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ก่อน	28	37	8	65	43	14	15	6	28	115
หลัง	19	38	7	53	31	19	13	4	26	100
d_i	9	$\underline{-1}$	1	12	12	$\underline{-5}$	2	2	2	15

ก) ใช้ signed test

1) H_0 : โปรแกรมไม่ช่วยเพิ่มความปลอดภัย ($H_0 : \pi = .5$)

2) H_a : โปรแกรมช่วยเพิ่มความปลอดภัย ($H_a : \pi < .5$)

3) $\alpha = .01074$

4) ให้ Y = จำนวนเครื่องหมายลบ y จะมีการแจกแจงแบบทวินามด้วย $\pi = .5$ และ $n = 10$ ซึ่งมี

$P(Y \leq 1) = .01074$

นั่นคือ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $Y \leq 1$

จากตัวอย่าง $y = 2$ ไม่อยู่ในเขตวิกฤต ยังปฏิเสธ H_0 ไม่ได้

สรุปว่า โปรแกรมไม่ช่วยลดอุบัติเหตุ

ข) ใช้ signed rank test ด้วย $\alpha = .05$

จากตาราง B_{20} เมื่อ $n = 10$ $P(T \leq 10) = .0420 < .05 = \alpha_0$

$P(T \leq 11) = .0527 > .05$

เขตวิกฤตคือ $T \leq 10$

นำค่า d_i มาจัดอันดับ ดังนี้

7 $\underline{-1.5}$ 1.5 8.5 8.5 $\underline{-6}$ 4 4 4 10

ผลรวมเครื่องหมายลบ = (-1.5 + -6 = 7.5 = T, $T \leq 10$ จึงปฏิเสธ H_0 สรุปว่า โปรแกรมช่วยรักษาความปลอดภัย

<u>ใช้ประมาณโดยโค้งปกติ</u>

$$\mu_T = \frac{n(n+1)}{4} = \frac{10(11)}{4} = 27.5$$

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}} = \sqrt{\frac{10(11)(21)}{24}} = 9.81$$

เขตวิกฤต คือ $Z < -1.645$

$T = 7.5$

$$Z = (T - \mu_T)/\sigma_T$$

$$= \frac{7.5 - 27.5}{9.81} = -2.039$$

$Z_c = -2.039$ ตกในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 และสรุปว่าโปรแกรมช่วยเพิ่มความปลอดภัย

2.45 <u>A, B, C เป็นพันธุ์พืชที่ใช้ปลูกในแปลงทดลองขนาด และความสมบูรณ์เท่ากัน โดยปลูก</u>

A ใน 4 แปลง ปลูก B ใน 5 แปลง ปลูก C ใน 3 แปลง ได้ผลผลิตในตารางข้างล่าง จงทดสอบว่าผลผลิตเฉลี่ยของพืช 3 พันธุ์ไม่ต่างกันที่ α = .05

A	อันดับ	B	อันดับ	C	อันดับ
5	5	12	12	3	3
6	6	10	10	2	2
11	11	8	8	1	1
4	4	9	9		

$R_1 = 26$ $\quad R_2 = 46$ $\quad R_3 = 6$

1) H_0 : ผลผลิตของ A, B, C ไม่ต่างกัน

2) Ha : ผลผลิตของ A, B, C แตกต่างกัน

3) $\alpha = .05$

4) จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $x^2 > \chi^2_{2,.05} = 5.991$

5)

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \Sigma \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

$$= \frac{12}{12(13)}\left(\frac{26^2}{4} + \frac{46^2}{5} + \frac{6^2}{3}\right) - 3(13)$$

$$= 7.48$$

6) H = 7.48 ตกในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 และสรุปว่า ผลผลิตของพืช 3 พันธุ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2.46 เลี้ยงไก่ด้วยสูตรอาหาร 3 สูตร แต่ละสูตรใช้เลี้ยงไก่ 5 ตัว จงทดสอบว่า สูตรอาหารมีอิทธิพลต่อการเพิ่มน้ำหนักแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้ α = .05 โดยได้น้ำหนักเพิ่มขึ้นดังนี้

กลุ่ม 1	อันดับ	กลุ่ม 2	อันดับ	กลุ่ม 3	อันดับ
3	2	16	15	6	5.5
14	13	5	4	9	8
6	5.5	4	3	10	9
7	7	12	11	11	10
2	1	13	12	15	14

$R_1 = 28.5$ $R_2 = 45$ $R_3 = 46.5$

1) H_0 : สูตรอาหารทั้ง 3 มีอิทธิพลในการเพิ่มน้ำหนักไม่ต่างกัน

2) H_a : สูตรอาหารทั้ง 3 มีอิทธิพลในการเพิ่มน้ำหนักแตกต่างกัน

3) $\alpha = .05$

4) จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $x^2 > \chi^2_{2,.05} = 5.991$

5) $$H = \frac{12}{15(16)}\left(\frac{28.5^2 + 45^2 + 46.5^2}{5}\right) - 3(16)$$

$$= 1.995$$

6) H = 1.995 ไม่อยู่ในเขตวิกฤต, ยังปฏิเสธ H_0 ไม่ได้ สรุปว่า สูตรทั้ง 3 มีอิทธิพลในการเพิ่มน้ำหนักไก่ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2.47 เลี้ยงหมูด้วยสูตรอาหาร 3 สูตร มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ในตารางข้างล่าง เปรียบเทียบคุณภาพของสูตรอาหารทั้ง 3 ชนิดด้วย $\alpha = .05$

กลุ่มที่ 1	อันดับ	กลุ่มที่ 2	อันดับ	กลุ่มที่ 3	อันดับ
23	9	12	1	20	8
24	10	13	2	19	7
25	11	17	5	14	3
26	12	18	6	15	4
27	13				

$R_1 = 55$ $R_2 = 14$ $R_3 = 22$

$$H = \frac{12}{13(14)}\left(\frac{55^2}{5} + \frac{14^2}{4} + \frac{22^2}{4}\right) - 3(14)$$

$= \quad 9.0989$

H_0 : สูตรอาหารมีอิทธิพลไม่ต่างกัน

H_a : สูตรอาหารมีอิทธิพลต่างกัน

$\alpha = .05, \chi^2_{2,.05} = 5.991, H = 9.0989 > 5.991$

ตกในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 สรุปว่า สูตรอาหารมีคุณภาพต่างกัน

2.48 เมือง X, Y, Z มีประชากรใกล้เคียงกัน สถิติอาชญากรรมภายใน 6 เดือน ของเมืองทั้ง 3 มีในตารางข้างล่าง จงทดสอบว่า จำนวนอาชญากรรมโดยเฉลี่ยต่างกันที่ $\alpha = .05$ หรือไม่?

X	อันดับ	Y	อันดับ	Z	อันดับ
3	2	7	6	10	9
19	18	8	7	17	16
4	3	11	10	12	11
5	4	9	8	2	1
15	14	14	13	18	17
6	5	16	15	13	12

$R_1 = 46 \qquad R_2 = 59 \qquad R_3 = 66$

$n_j = 6, k = 3, n = 18$

$$H = \frac{12}{18[19]}\left(\frac{46^2 + 59^2 + 66^2}{6}\right) - 3(19)$$

$$= 1.20$$

H_0 : จำนวนอาชญากรรมของเมืองทั้ง 3 ไม่ต่างกัน

H_a : จำนวนอาชญากรรมแตกต่างกัน

$\alpha = .05, \chi^2_{.05,2} = 5.991, H = 1.2 < 5.991$

ยังปฏิเสธ H_0 ไม่ได้ สรุปว่า จำนวนอาชญากรรมของเมืองทั้ง 3 ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2.49 ทางด่วน สาย A, B, C, D มีความยาวเท่ากัน จงทดสอบว่า จำนวนอุบัติเหตุจากวันตัวอย่าง

ที่สุ่มมา 5 วัน จะเป็นเหตุผลเพียงพอที่จะกล่าวว่าอุบัติเหตุบนทางด่วนเหล่านี้ ไม่เท่ากัน, L = .05

A	อันดับ	B	อันดับ	C	อันดับ	D	อันดับ
1	1	4	4	6	5	9	8
2	2	15	14.5	7	6	10	9
3	3	16	16	8	7	13	12
17	17	19	19	11	10	14	13
18	18	20	20	12	11	15	14.5

$R_1 = 41$ $R_2 = 73.5$ $R_3 = 39$ $R_4 = 56.5$

$n_j = 5, k = 4, N = 20$

$$H = \frac{12}{20(21)} \left(\frac{41^2 + 73.5^2 + 39^2 + 56.5^2}{5} \right) - 3(21)$$

$$= 4.41$$

H_0 : อุบัติเหตุบนทางด่วนไม่ต่างกัน, Ha : อุบัติเหตุบนทางด่วนแตกต่างกัน

$\alpha = .05, \chi^2_{.05,3} = 7.815, H = 4.41 < 7.815$, ยังปฏิเสธ H_0 ไม่ได้ สรุปว่า อุบัติเหตุบนทางด่วน 4 สายนั้นไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2.50 ใช้แบบทดสอบอันเดียวกันกับ คน 3 กลุ่ม ๆ ละ 6 คน ซึ่งสมัครเข้าทำงาน ได้คะแนนสอบในตารางข้างล่าง ให้ตรวจดูว่าคะแนนสอบของ 3 กลุ่มนี้เหมือนกันไหม? $\alpha = .05$

กลุ่ม 1	อันดับ	กลุ่ม 2	อันดับ	กลุ่ม 3	อันดับ
64	1	73	4	67	2
68	3	77	7	84	14
74	5	80	10	86	15
76	6	81	11	88	16
78	8	82	12	94	17
79	9	83	13	96	18

$R_1 = 32$ $R_2 = 57$ $R_3 = 82$

$n_j = 6, k = 3, N = 18$

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \frac{\Sigma R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

$$H = \frac{12}{18(19)} \left(\frac{32^2 + 57^2 + 82^2}{6}\right) - 3(19)$$

$$= 7.31$$

H_0 : คะแนนสอบไม่ต่างกัน, H_a : คะแนนสอบแตกต่างกัน

$\alpha = .05$, $\chi^2_{2, .05} = 5.991$, $H = 7.31 > 5.991$ จึงปฏิเสธ H_0 สรุปว่าคะแนนสอบมีความแตกต่างกัน

2.51 <u>ให้คนงาน 3 คน ทำงานชนิดหนึ่ง แล้วจดผลผลิตต่อวันเป็นเวลา 5 วัน อยากทราบว่าผลผลิตของคนงาน 3 คนมีความแตกต่างกันหรือไม่ $\alpha = .01$</u>

A	อันดับ	B	อันดับ	C	อันดับ
44	1	50	5.5	45	2
46	3	56	9	48	4
55	8	60	12	50	5.5
58	10	64	14	52	7
59	11	65	15	61	13
$R_1 = 33$		$R_2 = 55.5$		$R_3 = 31.5$	

$n_j = 5, k = 3, N = 15$

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \frac{\Sigma R_j^2}{n_j} - 3(N+1) \sim \chi^2(k-1), \alpha$$

$$= \frac{12}{15(16)} \left(\frac{33^2 + 55.5^2 + 31.5^2}{5}\right) - 3(16)$$

$$= 3.615$$

H_0 : ผลผลิตต่อวันของคนงานทั้ง 3 ไม่ต่างกัน

H_a : ผลผลิตต่อวัน ของคนงาน 3 คน มีแตกต่างกัน

$\alpha = .01$, $\chi^2_{2, .01} = 9.210$, $H = 3.615 < 9.210$, ยังปฏิเสธ H_0 ไม่ได้ สรุปว่าผลผลิตต่อวัน ของคนงาน 3 คน ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2.52 บริษัทโฆษณาแห่งหนึ่งต้องการทราบว่าจำนวนครั้งของการโฆษณาทางโทรทัศน์ (X) มีความสัมพันธ์กับจำนวนขาย (Y) ของสินค้า ชนิดหนึ่งหรือไม่ จากข้อมูลข้างล่าง

1. จงหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r_s
2. จงทดสอบนัยสำคัญ ของ r_s, $\alpha = .05$

เมือง	X	อันดับ	Y	อันดับ	d_i = ผลต่างของอันดับ
1	9	7	29	7	0
2	11	8	67	10	-2
3	14	10	49	8	2
4	4	2	12	4	-2
5	7	5	11	3	2
6	6	4	24	5	-1
7	5	3	9	1	2
8	16	12	58	9	3
9	8	6	28	6	0
10	1	1	10	2	-1
11	13	9	77	11	-2
12	15	11	94	12	-1

$\Sigma d_i^2 = 36$

ก) $$r_s = 1 - \frac{6\Sigma d_i^2}{n(n^2 - 1)} = 1 - \frac{6(36)}{12(144 - 1)}$$
$$= 0.874$$

ข) $H_0 : \rho_s = 0$, $H_a : P_S \neq 0$ จากตารางที่ 11 เมื่อ $n = 12, \alpha = .05$
ทดสอบ 2 ด้าน ค่าวิกฤตคือ $\pm .5804$ แต่ ค่าคำนวนของ $r_s = .874$ ซึ่งโตกว่า .5804 ตกในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0, สรุปว่า จำนวนครั้งของการโฆษณา และจำนวนขาย มีสหสัมพันธ์กัน

ถ้าใช้ประมาณโดยโค้งปกติ มีวิธีดังนี้

$$Z = \frac{r_s}{1/\sqrt{n+1}} = r_s\sqrt{n+1}$$

$$Z_C = .874\sqrt{13} = 3.151$$

$Z_{.025}$ = ± 1.96 , Z_C = 3.151 ตกในเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ไม่ได้เช่นกัน

ถ้าใช้ t - test เพราะ n มีค่าน้อย มีวิธีดังนี้

$$T = \frac{r_s \sqrt{n-2}}{\sqrt{1 - r_s^2}} \sim t_{(n-2)}$$

$$T = \frac{.874 \sqrt{10}}{\sqrt{1 - (.874)^2}} = \frac{2.7638}{.48592} = 5.68$$

$t_{10, .025}$ = ± 2.228, T = 5.68 > 2.228 จึงปฏิเสธ H_0 เช่นกัน

2.53 ให้ X คือปริมาณผักกาดหอมปลีที่เก็บเกี่ยว และ Y คือราคาขายในช่วงเวลาต่าง ๆ 10 ช่วงเวลา (ก) จงหาค่า r_s และ (ข) จงทดสอบนัยสำคัญของ r_s , α = .05

X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	4	7	6	8	9	5	11	10	12	15

จัดอันดับ X และ Y ได้ดังนี้

X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y	1	4	3	5	6	2	8	7	9	10
d_i	0	-2	0	-1	-1	4	-1	1	0	0

n = 10, Σd_i^2 = 24

ก) $$r_s = \frac{6 \ \Sigma d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$
$$= 1 - \frac{6(24)}{10(99)} = 0.8545$$

ข) $H_0 : \rho_S = 0, H_a : \rho_S \neq 0, \alpha = .05$

1) ใช้ตารางค่าวิกฤตของ r_s คือตารางที่ 9 เมื่อ n = 10, α = .05 ค่าวิกฤตของ r_s คือ ± .6364 แต่ r_s = .8545 > .6364 จึงปฏิเสธ H_0 , สรุปว่า ปริมาณผักที่เก็บเกี่ยวและราคาขายมีสหสัมพันธ์กัน

2) ใช้ Z - test หรือ normal approximation

$Z = r_s \sqrt{n-1} = .8545 \sqrt{9} = 2.5635$

$Z_{.025} = \pm 1.96,\ Z_C = 2.5635 > 1.96,$ ปฏิเสธ H_0 เช่นกัน

3) ใช้ t - test

$$T = \frac{r_s\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}} = \frac{.8545\sqrt{8}}{\sqrt{1-(.8545)^2}} = \frac{2.41689}{.51945}$$
$$= 4.65$$

T $t_{(n-2}$, $t_{8,.025} = \pm 2.306$, T = 4.65 > 2.306 จึงปฏิเสธ H_0 ได้เช่นกัน

2.54 ร้านเฟอร์นิเจอร์ต้องการทราบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนปีการทำงานของพนักงานและจำนวนขาย โดยศึกษาจากผลงานของพนักงานที่สุ่มมา 9 คน ให้ X = จำนวนปีทำงาน Y = จำนวนขายต่อปี (ก)จงหาค่า r_s และ (ข)จงทดสอบ $H_0 : \rho_s = 0$, $\alpha = .05$

X	1.	2	3	4	5	6	7	8	9
Y	2	1	3	8	4	5	6	9	7
d_i	-1	1	0	-4	1	1	1	-1	2

$\Sigma d_i^2 = 26$, (ก) $r_s = 1 - \dfrac{6\Sigma d_i^2}{n(n^2-1)}$

$$= 1 - \frac{6(26)}{9(80)} = 0.7833$$

(ข) $H_0 : \rho_S = 0$, $H_a : \rho_S \neq 0$, $\alpha = .05$

ข.1 ใช้ตารางค่าวิกฤตของ r_s คือตารางที่ 11 เมื่อ n = 9, α = .05, ค่าวิกฤตของ $r_s = \pm .6833$ แต่ $r_s = .7833 > .6833$ จึงปฏิเสธ H_0 และสรุปว่า จำนวนขายและจำนวนปีทำงานมีสหสัมพันธ์กัน

ข.2 ใช้ Z - test

$Z = r_s\sqrt{n-1} = .7833\sqrt{8} = 2.2155$

$Z_{.025} = \pm 1.96$, $Z_C = 2.2155 > 1.96$, ปฏิเสธ H_0 ได้เช่นกัน

ข.3 ใช้ t - test

$$T = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{.7833\sqrt{7}}{\sqrt{1-(.7833)^2}} = 3.33$$

$t_{(n-2),\alpha/2} = t_{7,.025} = \pm 2.365$, T = 3.33 > 2.365 จึงปฏิเสธ H_0 เช่นกัน

2.55 จำนวนชั่วโมงที่ใช้ทำการบ้านวิชาสถิติ (X) และคะแนนสอบวิชาสถิติ (Y) ของนักเรียนที่สุ่มมา 6 คน ในตารางข้างล่าง (ก)จงหาค่า r_s (ข)จงทดสอบ $H_0 : \rho_S = 0, \alpha = .05$

X	10	11	14	7	8	9
Y	38	67	49	12	10	24

จัดอันดับได้ ดังนี้

X	4	5	6	1	2	3	
Y	4	6	5	2	1	3	
d_i	0	-1	1	-1	1	0	$\Sigma d_i^2 = 4$

ก) $r_s \quad 1 - \dfrac{6\,\Sigma d_i^2}{n(n^2-1)} = 1 - \dfrac{6(4)}{6(35)} = 0.8857$

ข) $H_0 : \rho_S = 0$, $Ha : \rho_S \neq 0$, $\alpha = .05$

ข.1 ใช้ตารางค่าวิกฤตของ r_s คือตารางที่ 11 เมื่อ $n = 6$, ค่าวิกฤต ของ r_s คือ $\pm .8286$ $\alpha = .05)$ แต่ $r_s = .8857 > .8286$ จึงปฏิเสธ H_0 และสรุปว่า จำนวนชั่วโมงการทำการบ้านและคะแนนสอบมีสหสัมพันธ์กัน

ข.2 ใช้ Z - test

$Z = R_S\sqrt{n-1} = .8857\sqrt{5} = 1.98$

$Z_{.025} = \pm 1.96$, $Z_C = 1.98 > 1.96$, ปฏิเสธ H_0 เช่นเดียวกัน

ข.3 ใช้ t - test

$$T = \frac{r_S\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_S^2}} = \frac{.8875\sqrt{4}}{\sqrt{1-(.8857)^2}} = 3.82$$

$t_{4,.025} = \pm 2.776$, $T = 3.82 > 2.776$ จึงปฏิเสธ H_0 ได้เช่นกัน

2.56 การทดลองปลูกพืช (ถั่วเหลือง) 6 แปลง เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต (Y) กับปริมาณน้ำ (X) ได้ผลในตารางต่อไปนี้

X	1	2	3	4	5	6
Y	20	28	32	25	30	31

จัดอันดับได้ดังนี้

X	1	2	3	4	5	6
Y	1	3	6	2	4	5
d_i	0	-1	-3	2	1	1

, $\Sigma d_i^2 = 16$

ก) จงหาค่า r_s

$$r_s = 1 - \frac{6\Sigma d_i^2}{n(n^2-1)} = 1 - \frac{6(16)}{6(35)} = 0.5428$$

ข) จงทดสอบ $H_0 : \rho = 0,\ H_a : \rho > 0,\ \alpha = .01$

ข.1 ใช้ตารางค่าวิกฤตของ r_s คือ ตารางที่ 11, เมื่อ $n = 6 \quad \alpha = .02$ (ด้านเดียวเหลือ $\alpha = .01$) ค่าวิกฤตของ $r_s = .8857$ แต่ $r_s = .5428 < .8857$, ยังปฏิเสธ H_0 ไม่ได้ สรุปว่ายังมีหลักฐานไม่เพียงพอ จะสนับสนุนว่า ผลผลิตและปริมาณน้ำมีความสัมพันธ์กัน

ข.2 ใช้ Z - test (แต่ไม่ควรใช้เพราะ n เล็กมาก)

$Z = r_s\sqrt{n-1} = .5428\sqrt{5} = 1.21$

$Z_{.01} = 2.326,\ Z_C = 1.21 < 2.326$, ยังปฏิเสธ H_0 ไม่ได้เช่นกัน

ข.3 ใช้ t - test

$$T = \frac{r_s\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}} = \frac{.5428\sqrt{4}}{\sqrt{1-(.5428)^2}} = 1.29$$

$T_{4,.01} = 3.747,\ T = 1.29 < 3.747$, ยังปฏิเสธ H_0 ไม่ได้เช่นกัน

2.57 ให้ X คือ ความสูงของบิดา, Y คือความสูงของบุตรชาย เป็นเซนติเมตร

(ก) จงหาค่า r_s, (ข) จงทดสอบ $H_0 : \rho_S = 0,\ \alpha = .05$

X	162	158	168	177	155	175	157	150	178
Y	165	159	160	180	158	170	161	155	175

จัดอันดับของ X และ Y ได้ดังนี้

X	5	4	6	8	2	7	3	1	9
Y	6	3	4	9	2	7	5	1	8
d_i	-1	1	2	-1	0	0	-2	0	1

ก) $r_s = 1 \ \frac{6\Sigma d_i^2}{n(n^2-1)} = 1 - \frac{6(12)}{9(80)} = \mathbf{0.90}$

ข) $H_0 : \rho_s = 0, \quad Ha : \rho_s \neq 0, \quad \alpha = .05$

ข.1 ใช้ตารางที่ 11, ตารางค่าวิกฤตของ r_s, เมื่อ $n = 9, \alpha = .05$ ค่าวิกฤตของ r_s คือ $\pm .6833$, แต่ $r_s = .90 > .6833$ จึงปฏิเสธ H_0, สรุปว่า ความสูงของบิดาและบุตรชายมีความสัมพันธ์กัน

ข.2 ใช้ Z - test

$Z = r_s \ \ n - 1 = .90\sqrt{8} = 2.546$

$Z_{.025} = \pm 1.96, \ Z_C = 2.546 > 1.96$ จึงปฏิเสธ H_0 เช่นกัน

ข.3 ใช้ t - test

$$T = \frac{r_s \sqrt{n-2}}{\sqrt{1 - R^2_S}} = \frac{.9\sqrt{7}}{\sqrt{1 - .81}} = \mathbf{5.46}$$

$t_{7, .025} = \pm 2.365, \ T = 5.46 > 2.365$ จึงปฏิเสธ H_0 ได้เช่นเดียวกัน

บทที่ 3
การควบคุมคุณภาพสินค้า

3.1 เครื่องจักรบรรจุผลไม้แห้งใส่กล่องโดยอัตโนมัติ วิศวกรจะควบคุมคุณภาพโดยการสุ่มมาตรวจ คราว 5 กล่อง โดยชั่งน้ำหนักทุก ๆ กล่อง ทำการสุ่มทุกชั่วโมง จนครบ 8 ชั่วโมง ได้ข้อมูลในตารางข้างล่าง

(ก) จงสร้างผังค่าเฉลี่ย หรือ $\bar{X}$ chart

(ข) ระบบการบรรจุอยู่ "ภายใต้การควบคุม" ไหม?

วิธีทำ หาค่าเฉลี่ยน้ำหนักแต่ละกลุ่ม (ช.ม) หา $S_j^2 = \Sigma(X - \bar{X})^2/n - 1$, $n = 5$, หาค่าเฉลี่ยรวมยอด $\bar{\bar{X}} = \Sigma\bar{X}_j/m$, $m=8$ และหา $S_X^2 = \Sigma S_j^2/m$ และ $S_{\bar{x}}^2 = S_X^2/n$ ดังนี้

ช.ม	1	2	3	4	5	6	7	8	รวม
$\bar{X}_j$	44	46	43	46	44	44	48	45	360
$\Sigma(x - \bar{x})^2$	18	10	40	10	38	50	14	20	
S_j^2	4.5	2.5	10.0	2.5	9.5	12.5	3.5	5.0	50

$\bar{\bar{X}} = 360/8 = 45$

$S_X^2 = \Sigma S_j^2/m = 50/8 = 6.25$

$S_{\bar{X}}^2 = S_X^2/n = 6.25/5 = 1.25$, $S_{\bar{X}} = \sqrt{1.25} = 1.118$

$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\, S_{\bar{X}} = 45 + 3(1.118) = 48.35$

$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3\, S_{\bar{X}} = 45 - 3(1.118) = 41.65$

ค่าเฉลี่ยทุกอันอยู่ในช่วงขีดจำกัดบนและล่าง แสดงว่าระบบการบรรจุอยู่ภายในความควบคุม

3.2 จากข้อ 3.1

ก) จงสร้างผังพิสัย (R chart)

ข) ระบบการบรรจุอยู่ "ภายใต้การควบคุม" หรือไม่?

ชั่วโมง	1	2	3	4	5	6	7	8	รวม
R	5	4	8	4	8	9	4	6	48
$(R - \bar{R})^2$	1	4	4	4	4	9	4	0	30

$R = 48/8 = 6$, $\Sigma(R - \bar{R})^2 = 30$

$$S_R = \sqrt{\frac{\Sigma(R - \bar{\bar{R}})^2}{m - 1}} = \sqrt{\frac{30}{7}} = 2.07$$

$UCL_R = R + 3S_R = 6 + 3(2.07) = 12.21$

$LCL_R = R - 3S_R = 6 - 3(2.07) = -0.21 = 0$

พิสัยจากตัวอย่างทั้ง 8 ชั่วโมงอยู่ภายในขีดจำกัด แสดงว่าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม

3.3 จากข้อ 3.1

สมมุติในวันรุ่งขึ้น วิศวกรผู้ควบคุมคุณภาพได้ทำการสุ่มแบบเดิมอีก คือสุ่มมาชั่วโมงละ 5 กล่อง ติดต่อกันอีก 4 ชั่วโมง (ก) ให้นำข้อมูลที่ได้พล็อตในผังค่าเฉลี่ยที่สร้างไว้ในข้อ 3.1 และ (ข) ระบบการผลิตอยู่ "ภายใต้การควบคุม" หรือไม่

ชั่วโมง	1	2	3	4	5	$\bar{X}$	R
1	45	44	43	41	42	43	4
2	42	43	41	40	39	41*	4
3	38	43	42	45	42	42	7
4	39	42	40	33	36	38*	9

จากข้อ 3.1 $UCL_{\bar{X}}$ และ $LCL_{\bar{X}}$ คือ 48.35 และ 41.65

ก) เมื่อนำข้อมูลไป พล็อตในผังค่าเฉลี่ย จะมีค่าเฉลี่ยของชั่วโมงที่ 2 และ 4 อยู่นอกขีดจำกัด

ข) เมื่อหาค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่ม คือ $\bar{X}_j$ พบว่า $\bar{X}_2$ และ $\bar{X}_4$ อยู่นอกขีดจำกัด แสดงว่า ระบบการผลิตไม่อยู่ในความควบคุมจะต้องปรับปรุงระบบการบรรจุใหม่

3.4 จากข้อ 3.3

ก) จงพล็อตข้อมูลในผังพิสัยที่สร้างไว้ในข้อ 3.2

ข) ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่

จากข้อ 3.3 UCL_R และ LCL_R คือ 12.21 และ 0 และเมื่อนำค่า R ไปพล็อตในผังพิสัย ค่า R ทุกอันจะอยู่ภายในช่วงขีดจำกัด แสดงว่าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม

3.5 โรงงานอีกแห่งหนึ่ง ใช้วิธีสุ่มสินค้ามาวัดความยาว ทีละ 5 ชิ้น ทุก ๆ 15 นาที (ก) จงสร้างผังค่าเฉลี่ย (ข) ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่?

หาค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่ม $\bar{X}_j$, S_j^2, $\bar{\bar{X}}$ ดังนี้

ช่วง 15 นาที	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{X}_j$	7.52	7.20	7.70	7.60	7.00	7.40	7.50	8.00	6.90	6.00
S_j^2	.037	.025	.055	.025	0.25	4.31	.050	.050	.025	.035
R	0.5	0.4	0.6	0.4	0.4	1.3	0.6	1.6	0.4	0.4

$n = 5,\ m = 10,\ \Sigma X_j = 72.82,\ \Sigma S_j^2 = 4.637,\ \Sigma R = 6.6$

$\bar{\bar{X}} = 72.82/10 = 7.282 \approx 7.3$

$S_X^2 = \Sigma S_j^2/m = 4.637/10 = .4637$

$S_{\bar{X}} = \sqrt{S^2_X/n} = \sqrt{.4637/5} = \sqrt{.09274} = .3045$

$UCL_{\bar{X}} = 7.3 + 3(.3045) = 8.21$

$LCL_{\bar{X}} = 7.3 - 3(.3045) = 6.39$

ก) ผังค่าเฉลี่ยคือผังที่มีแกนกลาง = $\bar{\bar{X}}$ = 7.3 ขีดจำกัดบน = 8.21 และขีดจำกัดล่าง = 6.39

ข) ค่า $\bar{X}_j$ ทุกตัวอยู่ภายในขีดจำกัดบน - ล่าง แสดงว่าระบบ การผลิตอยู่ภายในความควบคุม

3.6 จากข้อ 3.5

ก) จงสร้างผังพิสัย หรือ R - chart

ข) ระบบการผลิตอยู่ "ภายใต้การควบคุมหรือไม่

ก) $\bar{R} = 6.6/10 = 6.6,\ \Sigma(R - \bar{R})^2 = 1.664$

$$S_R = \sqrt{\frac{\Sigma(R - \bar{R})^2}{m - 1}} = \sqrt{\frac{1.664}{9}} = .1849$$

$LCL_R = \bar{R} + 3S_R = 6.6 + 3(.1849) = 1.95$

$LCL_R = \bar{R} - 3S_R = 6.6 - 3(.1849) = -0.63 = 0$

ผังพิสัยคือ ผังที่มี $\bar{R}$ = 6.6 เป็นแกนกลาง ขีดจำกัดบน = 1.95 และขีดจำกัดล่าง = 0

ข) ค่า R ทั้ง 10 ตัวอยู่ในช่วง 0 - 1.95 แสดงว่ายังสามารถควบคุมระบบการผลิตได้

3.7 วิศวกรผู้ควบคุมคุณภาพสินค้าสุ่มถุงบรรจุแป้งมา 10 ถุง ทุก ๆ ชั่วโมง รวม 24 ชั่วโมง ได้ค่าสถิติโดยสรุป ดังนี้

$\bar{\bar{X}}$ = 11.5 ก.ก., $S_{\bar{X}}$ = 0.5 ก.ก., $\bar{R}$ = 0.6 ก.ก. และ S_R = 0.15 ก.ก. และเชื่อว่าสามารถควบคุมระบบการผลิตได้ต่อมาภายหลังมี 1 สัปดาห์ ได้ทำการสุ่มแป้งมาชั่งน้ำหนักอีกติดต่อกัน 6 ชั่วโมง ๆ ละ 10 ถุง ได้ข้อมูลสรุปดังนี้

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

ก) จงสร้างผังพิสัยและผังค่าเฉลี่ยของการสุ่ม 24 ชั่วโมงแรก

$\bar{R} = 0.6,\ S_R = 0.15$

$UCL_R = 0.6 + 3(0.15) = 1.05$

$LCL_R = 0.6 - 3(0.15) = 0.15$

ดังนั้นผังพิสัยคือ ผังที่มีแกนกลาง = $\bar{R}$ = 0.60 เส้นกรอบนอก 2 เส้น คือ UCL_R = 1.05 และ LCL_R = 0.15

$\bar{\bar{X}} = 11.5,\ S_{\bar{X}} = 0.5$

$UCL_{\bar{X}} = 11.5 + 3(0.5) = 13$

$LCL_{\bar{X}} = 11.5 - 3(0.5) = 10$

ดังนั้นผังค่าเฉลี่ยคือ ผังที่มีแกนกลาง = $\bar{\bar{X}}$ = 11.5 เส้นกรอบนอกบนคือ $UCL_{\bar{X}}$ = 13 และเส้นกรอบนอกล่างคือ $LCL_{\bar{X}}$ = 10

ข) จงพล็อตข้อมูลในผังที่สร้างในข้อ (ก) สำหรับข้อมูลจาก 6 ชั่วโมงหลัง

นำ $\bar{X}$ ทั้ง 6 ตัว พล็อตในผังค่าเฉลี่ย นำ R ทั้ง 6 ตัว พล็อตในผังพิสัย

ค) ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมไหม?

จากผังค่าเฉลี่ย จะมีค่าเฉลี่ยของชั่วโมงที่ 3 และ 4 อยู่นอกเขตควบคุม คือ 9.0 อยู่ใต้ขีดจำกัดล่าง (10) และ 13.5 อยู่เหนือขีดจำกัดบน (13) แสดงว่าระบบการผลิตไม่อยู่ในความควบคุม ควรปรับปรุงได้ ในขณะเดียวกัน จากผังพิสัย พบว่า พิสัยของชั่วโมงที่ 4 = 1.10 อยู่เหนือขีดจำกัดบน (1.05) แสดงว่าระบบการผลิตไม่อยู่ภายในความควบคุม

3.8 จากข้อ 3.7

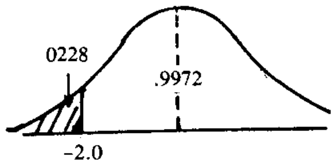
ถ้าทราบว่า น้ำหนักบรรจุมีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 11.5 ก.ก. และความ

แปรปรวน 2.5 สมมุติว่ามีร้านซุปเปอร์แห่งหนึ่งสั่งแป้ง 1000 ถุง โดยมีเงื่อนไขว่า น้ำหนักเฉลี่ยของ 1000 ถุง ต้องไม่ต่ำกว่า 11.4 ก.ก. และสมมุติว่าระบบการผลิตในขณะนั้น “อยู่ภายในความควบคุม”

ก) จงหาโอกาสที่สินค้าจะไม่ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ที่ผู้ซื้อกำหนดให้

ข) จะมีถุงแป้งจำนวนเท่าใดที่มีน้ำหนักต่ำกว่ามาตรฐานที่ผู้ซื้อกำหนดไว้

ก) ให้ X_i คือน้ำหนักแป้งถุงที่ i



$X_i \approx N(\mu = 11.5, \sigma_x^2 = 2.5)$, n = 1000

$\alpha_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{2.5}{1000}} = .05$

ระดับมาตรฐาน ต้องไม่ต่ำกว่า 11.4

P (ได้มาตรฐาน) = $P(\bar{X} > 11.4) = P(Z \geq -0.2) = .9772$

$$Z = \frac{11.4 - 11.5}{.05} = -\frac{.01}{.05}$$

ดัง P(สินค้าไม่ได้มาตรฐาน) = 1 - .9772 = .0228

ข) จำนวนแป้งที่ไม่ได้มาตรฐาน จาก 1000 ถุง คือ

$.0228 \times 1000 = 22.8 = 23$ ถุง

3.9 โรงงานผลิตเหล็กเส้นทำการสุ่มทุก ๆ ชั่วโมงรวม 25 ชั่วโมง ๆ ละ 4 เส้น เพื่อวัดความยาว ได้ข้อมูลสรุป ดังนี้

$\bar{\bar{X}} = 5.08$ ซม, $S_{\bar{X}} = 0.04$ ซม.

$\bar{R} = 0.20$ ซม., $S_R = 0.03$ ซม.

และเชื่อว่าขณะที่ทำการสุ่มตัวอย่างนั้น ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม จงสร้างผังค่าเฉลี่ย และผังพิสัย

$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3(S_{\bar{X}}) = 5.08 + 3(.04) = 5.20$ ซ.ม.

$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3(S_{\bar{X}}) = 5.08 - 3(.04) = 4.96$ ซ.ม.

ผังค่าเฉลี่ยจะมีแกนกลาง = 5.08 ซ.ม. เส้นกรอบบน = 5.20 ซ.ม.

และเส้นกรอบล่าง = 4.96 ซ.ม.

$UCL_R = \bar{R} + 3S_R = 0.20 + 3(.03) = .29$

$LCL_R = \bar{R} - 3S_R = 0.20 - 3(.03) = .11$

ดังนั้น ผังของพิสัย จะมีแกนกลาง = 0.20 ซม.เส้นกรอบบน = .29 ซม. และเส้นกรอบล่าง = .11 ซ.ม.

3.10 จากข้อ 3.9 ถ้ามีลูกค้าสั่งเหล็กเส้น 100 เส้น โดยระบุว่าต้องมีความยาวโดยเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 11.49 ซ.ม. และไม่เกิน 11.52 ซ.ม. สมมุติว่าความยาวของเหล็กเส้นมีการแจกแจงแบบปกติ ด้วยค่าเฉลี่ย 11.5 ซ.ม. และความแปรปรวน 0.0064 และถ้าลูกค้าสั่งซื้อ 100 เส้น

ก) จงหาความน่าจะเป็นที่สินค้าจะได้มาตรฐานที่ผู้ซื้อกำหนด

ข) จงประมาณจำนวนเหล็กเส้นที่ต่ำกว่ามาตรฐาน

ให้ X_i คือความยาวของเหล็กเส้นที่ i

$X_i \approx N(\mu = 11.5, \sigma^2 = 0.0064)$, n = 100

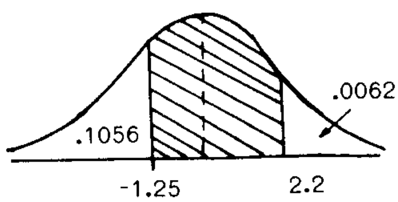
$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\sigma^2/n} = \sqrt{.0064/100} = .008$

ก) สินค้าได้มาตรฐานเมื่อ $(11.49 < X < 11.52)$

เมื่อ $X_1 = 11.49$, $Z_1 = \dfrac{11.49 - 11.5}{.008} = -1.25$

เมื่อ $X_2 = 11.52$, $Z_2 = \dfrac{11.52 - 11.5}{.008} = 2.5$

$$P(11.49 < X < 11.52) = P(-1.25 < Z < 2.5)$$
$$= 1 - (.1056 + .0062) = .8882$$



นั่นคือความน่าจะเป็นที่สินค้าจะได้มาตรฐานของผู้ซื้อ = .8882

ข) ดังนั้น P (สินค้าไม่ได้มาตรฐาน) = 1 - .8882 = .1118

จำนวนเหล็กเส้นที่ไม่ได้มาตรฐาน = .1118 x 100 = 11.18 = 12 เส้น

3.11 <u>สุ่มสินค้ามา 100 ชิ้น เพื่อตรวจหาอัตราชำรุดทุก ๆ คาบการผลิต รวม 10 คาบ</u> (ก)<u>จงสร้าง p chart</u> (ข)<u>ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมไหม?</u>

$$\mu_p = \bar{p} = \frac{\text{จำนวนสินค้าชำรุดทั้งหมด}}{N} = \frac{100}{1000} = .10$$

$$\hat{\sigma}_p = S_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = \sqrt{\frac{(.10)(.90)}{100}} = .03$$

$$UCL_p = p + 3S_p = .10 + 3(.30) = .19$$

$$LCL_p = p - 3S_p = .10 - 3(.03) = .01$$

ก) ดังนั้น p - chart จะมีเส้นแกนกลาง = .10 เส้นกรอบบน = .19 และเส้นกรอบล่าง = .01

ข) ค่า p ของทุกคาบ (10 คาบ) อยู่ภายในขีดจำกัด แสดงว่ายังสามารถควบคุมระบบการผลิตได้

3.12 <u>โรงงานผลิตหลอดไฟขนาด 100 วัตต์ วิศวกรควบคุมคุณภาพทำการสุ่มมาตรวจคราวละ 50 หลอดทุกวันทำการรวม 20 วัน</u>

(ก) <u>จงสร้าง p - chart</u>

(ข) <u>ระบบการผลิตอยู่ภายใต้ความควบคุมหรือไม่?</u>

$$p = \frac{50}{1000} = .05,$$

$$S_p = \sqrt{\frac{\bar{p}\bar{q}}{n}} = \sqrt{\frac{(.05)(.95)}{50}} = .03$$

$$UCL_p = p + 3S_p = .05 + 3(.03) = .14$$

$$LCL_p = p - 3S_p = .05 - 3(.03) = -.04 = 0$$

(ก) p - chart จะมีเส้นแกนกลาง = .05, เส้นกรอบบน = .14 และเส้นกรอบล่าง = 0

(ข) ค่าของ p จาก 20 วันทำการไม่เกิน .14 แสดงว่า ยังสามารถควบคุมระบบการผลิตได้ดี

3.13 วิศวกรผู้ควบคุมคุณภาพ สุ่มสินค้ามาตรวจครั้งละ 200 หน่วย เป็นประจำทุก ๆ สัปดาห์ 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
p_i	.175	.18	.225	.22	.20	.255	.145	.215	.18	.205

ก) จงสร้างผังควบคุมสัดส่วน (ข) ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมไหม?

$\bar{p} = (35 + 36 + \ldots\ldots + 41)/10(200) \quad = 400/200 \; = \; .20$

$S_p = \sqrt{\bar{p}\bar{q}/n} \quad = \quad \sqrt{(.2)(.8)/200} \quad = \quad .03$

$UCL_p \; = \; \bar{p} + 3S_p \; = \; .20 + 3(.03) \; = \; .29$

$LCL_p \; = \; \bar{p} - 3S_p \; = \; .20 - 3(.30) \; = \; .11$

ผังควบคุมสัดส่วนจะมีเส้นแกนกลาง = .20, เส้นกรอบบน = .29 และเส้นกรอบล่าง =.11

ข) ค่า p_i ทั้งหลาย (10 ตัว) อยู่ในช่วงขีดจำกัด แสดงว่าสามารถควบคุมระบบการผลิตได้

3.14 จากข้อ 3.11 ถ้าสุ่มมาตรวจเพิ่มเติมอีก 5 คาบการผลิตพบจำนวนชำรุดจาก 100 ชิ้น เป็น 9, 8, 13, 21 และ 20 ตามลำดับ จงพล็อตข้อมูลในผังสัดส่วน ในข้อ 3.11 และสรุปผล

$\bar{p}_i$ ที่ได้เพิ่มเติม คือ .09, .08, .13, .21 * และ 20 *

จากข้อ 3.11 UCL_p = .19, LCL_p = .01 $\bar{p}_i$ ของสัปดาห์ที่ 4 และ 5 ซึ่ง = .21 และ .20 ตามลำดับ อยู่นอกขีดจำกัดบน แสดงว่า ไม่สามารถควบคุมระบบการผลิต

3.15 จากข้อ 3.12 ถ้าสุ่มหลอดไฟมาเพิ่มเติมอีก ครั้งละ 50 หลอด ติดต่อกัน 10 วัน พบจำนวน

ชำรุด ดังนี้

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

จงพล็อตข้อมูลในผังสัดส่วนในข้อ 3.12 และสรุปผล

p_i ที่ได้เพิ่มเติมใน 10 วัน หลังคือ

.24 *, .10, .12, .18 *, .20 *, .28 *, .14, .18 *, .16 *, .16 * และ .30 * จากข้อ 3.12 UCL_p = .14, LCL_p = 0 อัตราส่วนชำรุดของวันที่ 1, 4, 5, 6, 8, 9, 10 คือ .24, .18, .20, .28, .18, .16 และ .30 อยู่เหนือขีดจำกัดบน แสดงว่าระบบการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม จะต้องปรับปรุงระบบการผลิต

3.16 จากข้อ 3.13

ถ้าวิศวกรสุ่มมาตรวจครั้งละ 200 หน่วย อีก 5 สัปดาห์ พบจำนวนชำรุด ดังนี้

27, 48, 40, 55 และ 54

จงพล็อตข้อมูลในผังสัดส่วนซึ่งหาไว้ในข้อ 3.13 และสรุปผลจากการสุ่มครั้งหลัง

จะได้อัตราชำรุด (p_i) ดังนี้

p_i = .135 .24, .20, .275, .27

และข้อ 3.13

UCL_p = .29, LCL_p = .11 ค่า p_i ทั้งหมด เมื่อพล็อตในผังสัดส่วนจะอยู่ในกรอบขีดจำกัดบน - ล่าง แสดงว่าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม

3.17 โรงงานผลิตยางรถยนต์ถือว่าสัดส่วนยางชำรุด โดยเฉลี่ยจากระบบการผลิตต้องไม่ให้เกิน 0.1 ซึ่งหมายความว่าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม ถ้าผู้ซื้อผู้หนึ่งต้องการยาง 400 เส้น และตั้งเงื่อนไขว่า สินค้าที่ส่งมอบต้องมีจำนวนชำรุดไม่เกิน 8% ถ้าสินค้าที่จะส่งมอบ ผลิตในขณะที่ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม จงหาโอกาสที่สินค้าจะได้มาตรฐานตามที่ผู้ซื้อกำหนดไว้

$n = 400,\ \mu_p = \pi = .10,$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\pi(1-\pi)}{n}} = \sqrt{\frac{(.10)(.90)}{400}} = .015$$

p คือสัดส่วนชำรุดในสินค้าที่ส่งให้ผู้ซื้อ 400 ชิ้น

P (สินค้าได้มาตรฐาน) = $P(p < .08)$ = $P(Z < -1.33)$ = .0918

เมื่อ $p = .08$, $Z = (p - \mu_p)/\alpha_p = (.08 - .10)/.015 = -1.33$

3.18 <u>เครื่องจักรผลิตหมุดเหล็กและบรรจุในกล่อง ขนาด 400 ตัว วิศวกรสุ่มมาตรวจในเวลาต่าง ๆ กัน 10 กล่อง ได้ข้อมูล ดังนี้</u>

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

(ก) จงสร้างผังสัดส่วน (ข) ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่?

จากตัวอย่าง หาค่า p_i = จำนวนชำรุด/400 ดังนี้

p_i = .08, .09, .06, .10, .12, .08, .06, .12, .19 * และ 10

$\bar{p} = (32 + 36 = \ldots\ldots + 40)\ 10(400)$

$= 400/4000 = .10$

$\hat{\sigma}_p = \sqrt{\bar{p}\bar{q}/n} = \sqrt{(.1)(.9)/400} = .015$

$UCL_p = \bar{p} + 3\hat{\sigma}_p = .10 + 3(.015) = .145$

$LCL_p = \bar{p} - 3\hat{\sigma}_p = .10 - 3(.015) = .055$

ผังสัดส่วนจะมีเส้นแกนกลาง = $\bar{p}$ = .10, เส้นกรอบนอกบน = .145 และเส้นกรอบล่าง = .055

(ข) เมื่อตรวจค่า p_i ของทั้ง 10 กล่อง พบว่า p_i ของกล่องที่ 9 = .19 อยู่นอกขีดจำกัดบน แสดงว่าระบบการผลิตไม่อยู่ภายใต้ความควบคุม

3.19 <u>จากข้อ 3.18 ถ้าระบบการผลิตไม่อยู่ภายในความควบคุม ให้ตัดทิ้งข้อมูลที่ผิดปกติ และสร้างผังสัดส่วนใหม่จากข้อมูลที่เหลือ</u>

ตัดจำนวนชำรุดกล่องที่ 9 = 76 ทิ้งไป

ดังนั้นจะเหลือจำนวนชำรุดจาก 9 กล่องที่เหลือ = 400 — 76 = 324

จำนวนหมุดที่สุ่มมาทั้งหมด = 9 กล่อง = 9 x 400 = 3600 ตัว

$$\bar{p} = \frac{324}{3600} = .09,$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{(.09)(.91)}{400}} = .014$$

$$UCL_p = .09 + 3(.014) = .132$$

$$LCL_p = .09 - 3(.014) = .048$$

ผังสัดส่วนอันใหม่จะมีเส้นแกนกลาง = .09 เส้นกรอบบน = .132 และเส้นกรอบล่าง = .048 เมื่อตรวจดูค่า p_i ที่เหลืออีก 9 กล่อง ไม่มีตัวใดอยู่นอกขีดจำกัด แสดงว่าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม

3.20 จากข้อ 3.18 และ 3.19

ถ้าบริษัทหนึ่งสั่งซื้อหมุดโดยมีข้อกำหนดว่าต้องมีเปอร์เซนต์ชำรุดไม่เกินกล่องละ 10% ถ้าสินค้าที่ส่งมอบผลิตในระหว่างที่ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม จงหาโอกาสที่สินค้าจะถูกปฏิเสธ และส่งกลับคืนโรงงาน

จากข้อ 3.19 เมื่อระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมจะมี

$\hat{\mu}_p = \bar{p} = .09, \ \hat{\sigma}_p = .014$

P (สินค้าถูกปฏิเสธ) $= P(p > .10) = P(Z > .71)$

เมื่อ $p = .10, \ Z = (p - \hat{\mu}_p)/\hat{\sigma}_p$

$= (.10 - .09)/.014 = 0.71$

$P(Z > 0.71) = P(Z < -0.71)$

$= .2389$

3.21 โรงงานผลิตชิ้นส่วนอีเล็คโทรนิคสำหรับเครื่องรับโทรทัศน์ พบว่า ถ้าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม จะมีอัตราชำรุดในระยะยาว = .10 และพนักงานควบคุมคุณภาพจะคอยสุ่มมาตรวจสอบเป็นครั้งคราว โดยสุ่มครั้งละ 100 ชิ้น ต่อ 1 ชั่วโมง ถ้าผลการสุ่มใน 20 ชั่วโมงมีดังนี้

จำนวนชำรุด : 7, 9, 6, 11, 13, 14, 20, 12, 8, 10,

5, 5, 15, 6, 9, 13, 7, 12, 8, 10

ก) จงสร้างผังสัดส่วน (ข) สินค้าอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่?
ค) ถ้ามีผู้ผลิตโทรทัศน์ต้องการซื้อชิ้นส่วนอีเล็กโทรนิคจากโรงงาน และตั้งเกณฑ์ว่าจะไม่รับกล่องที่มีอัตราชำรุดเกิน 12% โดยแต่ละกล่องจะบรรจุ 100 ชิ้น จงหาโอกาสที่ผู้ซื้อจะยอมรับสินค้า ซึ่งผลิตในขณะที่ระบบอยู่ภายในความควบคุม

(ก) หาค่า p_i ของ 20 ชั่วโมง ได้ดังนี้

p_i = .07, .09, .06, .11, .13, .14, .20 *, .12, .08, .10

.05, .05, .15, .06, .09, .13, .07, .12, .08, และ .10

$\bar{p} = (7 + 9 + ... + 8 + 10)/20(100)$

$= 200 / 2000 = 0.10$

$\hat{\sigma}_p = \sqrt{(.1)(.9)/100} = .03$

$UCL_p = .10 + 3(.03) = .19$

$LCL_p = .10 - 3(.03) = .01$

ผังสัดส่วนจะมีเส้นแกนกลาง = .10, เส้นกรอบบน = .19 และเส้นกรอบล่าง = .01

(ข) เมื่อนำค่า p_i ของทั้ง 20 กล่อง พล็อตในแผนผังสัดส่วนจะมี p_i ของวัน 7 ซึ่ง = .20 อยู่นอกขีดจำกัดบน จึงสรุปว่า ระบบการผลิตไม่อยู่ในความควบคุม จะต้องปรับปรุง

(ค) P (ผู้ซื้อยอมรับ) = $P(p < .12) = P(Z < .667) = .7476$

$\hat{\mu}_{p'} = \bar{p} = .10, \quad \hat{\sigma}_{p'} = .03$

เมื่อ $p = .12$

$$Z = \frac{.12 - .10}{.03} = .667$$

3.22 ในการควบคุมคุณภาพการผลิตลวดไฟฟ้า วิศวกรต้องนับจำนวนรูเล็กต่อความยาว 1 เมตร ถ้าสุ่มมา 20 เมตร ได้ข้อมูล ดังนี้

pin hole : 3, 0, 5, 8, 2, 4, 5, 7, 6, 11

3, 4, 13, 9, 7, 5, 6, 7, 11, 4

ก) จงสร้างผังควบคุมจำนวนชำรุด (C chart)

ข) ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่

$$\hat{\mu} = \bar{c} = \frac{13 + 0 + 5 + \ldots + 11 + 4)}{20} = \frac{120}{20} = 6$$

$$\sigma = \sqrt{\bar{c}} = \sqrt{6} = 2.45$$

$$UCL_C = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 6 + 3(2.45) = 13.35$$

$$LCL_C = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 6 - 3(2.45) = -1.35 = 0$$

ก) c - chart จะมีเส้นแกนกลาง = $\bar{c}$ = 6 เส้นกรอบบนคือ 13.35 และเส้นกรอบล่างคือ 0

(ข) เมื่อพิจารณาจำนวนชำรุด ทั้ง 20 รายการ ทุกอันอยู่ในช่วงขีดจำกัด แสดงว่าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม

3.23 ในการควบคุมคุณภาพของสิ่งทอเพื่อใช้ทำร่มชูชีพ วิศวกรจะต้องเข้มงวดเรื่องคุณภาพมาก ถ้าเขาควบคุมคุณภาพโดยนับรอยชำรุด (flaw) ต่อ 1 ตารางเมตร ผลการนับจาก 25 ตารางเมตร ซึ่งเชื่อว่าผลิตในขณะระบบอยู่ภายใต้ความควบคุม พบรอยชำรุดทั้งสิ้น 225 แห่ง จงสร้างผังควบคุมคุณภาพ (c chart)

$$\bar{c} = \frac{225}{25} = 9 = \hat{\mu}$$

$$V = \sqrt{\bar{c}} = \sqrt{9} = 3$$

$$UCL_C = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 9 + 3(3) = 18$$

$$LCL_C = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 9 - 3(3) = 0$$

c chart จะมีเส้นแกนกลาง = 9 เส้นกรอบบน = 18 เส้นกรอบล่าง = 0

3.24 จากข้อ 3.23

ถ้าวิศวกรทำการตรวจสอบเพิ่มเติมอีก 10 ตารางเมตร ในวันถัดไป พบรอยชำรุดต่อ 1 ตารางเมตร ดังนี้

จำนวนชำรุด : 11, 9, 17, 22 *, 7, 12, 7, 20 *, 8, 6

ก) จงพล็อตข้อมูลใน c - chart ในข้อ 3.23

ข) ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่

จากข้อ 3.23, มีขีดจำกัด 0-18 จะเห็นว่ามี 2 รายการ คือ 22 และ 20 อยู่นอกขีดจำกัด แสดงว่าระบบการผลิตไม่อยู่ภายใต้การควบคุม

3.25 ในการพิมพ์หนังสือพิมพ์รายวันฉบับหนึ่ง บรรณาธิการฝ่ายพิมพ์ใช้วิธีสุ่มมาวันละ 8 หน้า จากทุกฉบับที่พิมพ์ในรอบ 30 วันที่ผ่านมา ถ้านับจำนวนคำผิดต่อ 8 หน้า รวม 30 วัน ได้ 480 คำ จงสร้างผังควบคุมคุณภาพสำหรับใช้ในวันต่อ ๆ ไป

$\bar{c}$ = 480/30 = 16 คำต่อ 8 หน้า

$\sigma = \sqrt{\bar{c}} = \sqrt{16} = 4$

$UCL_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 16 + 3(4) = 28$

$LCL_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 16 - 3(4) = 4$

c- chart จะมีเส้นแกนกลาง = 16, เส้นกรอบบน = 28 และเส้นกรอบล่าง = 4

3.26 จากข้อ 3.25 ถ้าบรรณาธิการฝ่ายพิสูจน์อักษรสุ่มมาทุกวัน ๆ ละ 8 หน้า รวม 2 สัปดาห์ พบจำนวนคำผิด ดังนี้

5, 9, 15, 21, 4, 8, 18, 25, 19, 7, 13, 14, 10, 12

ก) จงพล็อตข้อมูลใน c chart ในข้อ 3.25

ข) ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่

จากข้อ 3.25 ขีดจำกัดคือ 4 - 28 ทุกรายการอยู่ในขีดจำกัด แสดงว่าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม

3.27 สำนักงานแห่งหนึ่งพบว่า พนักงานพิมพ์ดีดที่มีฝีมือ จะพิมพ์ผิดไม่เกิน 4 คำต่อ 1 หน้า

(ก) จงสร้างผัง c

$\bar{c} = 4,\ V = \sqrt{\bar{c}} = \sqrt{4} = 2$

$UCL_c = 4 + 3(2) = 10$

$LCL_c = 4 - 3(2) = -2 = 0$

ผัง c จะมีเส้นแกนกลาง = 4, เส้นกรอบบน = 10 และเส้นกรอบล่าง = 0

(ข) ถ้าผลงานของพนักงานพิมพ์ดีดที่รับเข้าใหม่ 15 หน้า มีจำนวนคำผิด 3, 5, 4, 2, 3 3, 2, 4, 1, 5 7, 3, 9, 6, 3 จะหมายความว่าพนักงานใหม่พิมพ์ผิดมากเกินไปหรือไม่

ผัง c มีขีดจำกัด 0 - 10 คำต่อ 1 หน้า จำนวนคำผิดทั้ง 15 หน้า อยู่ภายในช่วงขีดจำกัด แสดงว่าพนักงานเข้าใหม่มีผลงานไม่ต่างจากพนักงานพิมพ์ดีดที่มีฝีมือ คือจำนวนคำผิดอยู่ในระดับปกติ ไม่มากเกินไป

3.28 แผ่นกระดานไม้อัดขนาด 4×8 ฟุต จะมีรอยชำรุด โดยเฉลี่ย 6 แห่งต่อ 1 แผ่น ถ้าผลิตในขณะระบบอยู่ภายใต้การควบคุม ถ้าในวันหนึ่งมีผลการตรวจรอยชำรุด จาก 12 แผ่น ดังนี้

9, 4, 12, 15 *, 3, 5 11, 8, 6, 6, 7, 10

ก) จงสร้างผัง c ข) ระบบอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่?

ก) $\bar{c} = 6, \; \sigma_c = \sqrt{6} = 2.45$

$UCL_c = 6 + 3(2.45) = 13.35$

$LCL_c = 6 - 3(2.45) = -1.35 = 0$

ผัง c จะมีเส้นแกนกลาง = 6, เส้นกรอบบน = 13.35 และเส้นกรอบล่าง = 0

ข) รอยชำรุดของกระดานแผ่นที่ 4 = 15 อยู่นอกขีดจำกัด แสดงว่าระบบการผลิตไม่อยู่ภายในความควบคุม

3.29 ในการผลิตเสื้อเชิ๊ตสำเร็จรูปของสุภาพบุรุษ พบว่าถ้าระบบอยู่ภายในความควบคุมอย่างดี จะมีจำนวนชำรุดโดยเฉลี่ย 3 แห่ง ต่อ 1 ตัว

ก) จงสร้างผัง c

$\bar{c} = 3, \; \sigma = \sqrt{3} = 1.732$

$UCL_c = 3 + 3(1.732) = 5.196$

$LCL_c = 3 - 3(1.732) = -2.196 = 0$

ผัง c จะมีเส้นแกนกลาง = 3, เส้นกรอบบน = 5.196, เส้นกรอบล่าง = 0

ข) ต่อมา ถ้าผลการตรวจเสื้อ 20 ตัว พบรอยชำรุด ดังนี้

5, 7 *, 2, 4, 8 * 9 *, 4, 10 *, 5, 11 *, 6 *, 7 *, 1, 0, 6 * 4, 8 *, 12 *, 3, 8 *

จงพล็อตข้อมูลใน ผัง c และสรุปผล

เมื่อนำข้อมูลไป พล็อต จะมี 11 รายการที่ตกอยู่ภายนอกขีดจำกัด แสดงว่า ควรต้องปรับปรุงระบบการผลิต

3.30 โรงงานผลิตม้วนโลหะขนาดกว้าง 2 x 100 เมตร เมื่อสุ่มมา 1 ม้วน พบว่ามีรอยชำรุด 250 แห่ง ถ้าต่อไปจะใช้พื้นที่ ขนาด 2 x 2 = 4 ตารางเมตรเป็นหน่วยตัวอย่างสำหรับสุ่มครั้งต่อไป (ก) จงสร้างผัง c

1 ม้วนมีพื้นที่ = 2 x 100 = 200 ตารางเมตร

พื้นที่หน่วยตัวอย่าง = 2 x 2 = 4 ตารางเมตร

1 ม้วนพบรอยชำรุด = 250 แห่ง

$\bar{c}$ = รอยชำรุดต่อ 4 ตารางเมตร = $\frac{250}{200} \times 4 = 5$ แห่ง

และ $\sigma = \sqrt{5} = 2.236$

ผัง c จะมีแกนกลาง = $\bar{c} = 5$

เส้นกรอบบน = $UCL_c = 5 + 3(2.236) = 11.7$

เส้นกรอบล่าง = $LCL_c = 5 - 3(2.236) = -1.7 = 0$

ข) ถ้าต่อมาได้สุ่มม้วนโลหะ ขนาด ยาว 20 เมตร มา 1 ม้วน (40 ตารางเมตร) พบรอยชำรุดต่อพื้นที่ 4 ตารางเมตร ดังนี้

4, 6, 3, 7, 1, 8, 10, 5, 9, 6

จงพล็อตในผัง c และสรุปผล

เมื่อพล็อตในผัง c ข้อมูลทุกรายการจะอยู่ภายในขีดจำกัด แสดงว่าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม

3.31 โรงงานผลิตเปลเด็กทารก บรรจุชิ้นส่วนแบบแยกส่วนในกล่อง พร้อมคำอธิบายวิธีประกอบสำหรับผู้ซื้อ ได้มีจดหมายร้องทุกข์ว่ามีชิ้นส่วนบางชิ้นชำรุด หรือมีไม่ครบ ผู้ผลิตจึงทดลองประกอบเอง 10 ชุด พบรายการชำรุดจากแต่ละชุด ดังนี้

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

(ก) จงสร้างผัง c (ข) จงสรุปผล

$\bar{c}$ = (8 + 7 +..........+ 9) / 10 = 60/10 = 6 รายการ

$\sigma = \sqrt{\bar{c}} = \sqrt{6} = 2.45$

ผัง c จะมีแกนกลาง = 6

เส้นกรอบบน = UCL_c = 6 + 3 (2.45) = 13.35

เส้นกรอบล่าง = LCL_c = 6 — 3 (2.45) = -1.35 = 0

ข้อมูลทั้ง 10 รายการอยู่ในเขตขีดจำกัด แต่ค่าเฉลี่ย = 6 รายการ ค่อนข้างสูง ควรปรับปรุงโดยลดค่าค่าเฉลี่ย

3.32 จงอธิบายความหมาย ของ (ก) ค่าวิกฤต (ข) แผนการตรวจรับสินค้า และ (ค) acceptance number

ค่าวิกฤต คือ acceptance number คือค่าที่ผู้ตรวจรับกำหนดไว้ปกติใช้ **สัญญลักษณ์** = a หมายความว่า ถ้าพบสินค้าชำรุดจากตัวอย่างที่สุ่มมาตรวจสอบ n จำนวนนั้นมีจำนวนน้อยกว่า หรือเท่ากับ a ให้ ถือว่าสินค้า lot นั้นมีคุณภาพดี และจะยอมรับสินค้า lot นั้น แต่ถ้าพบจำนวนชำรุดจากตัวอย่างที่สุ่มมา มากกว่า a จะปฏิเสธสินค้า lot นั้น โดยถือว่ามีคุณภาพด้อย การกำหนดเช่นนี้เรียกว่า **แผนการตรวจรับสินค้า**

3.33 จงอธิบายความแตกต่างของ (ก) ความผิดประเภท 1 และ 2 (ข) ความเสี่ยงของผู้ผลิตและความเสี่ยงของผู้บริโภค

ความผิดประเภทที่ 1 คือการปฏิเสธสินค้าที่มีคุณภาพดี ทำให้ผู้ผลิตเป็นฝ่ายเสียหาย โดยให้ P (ปฏิเสธ/สินค้าคุณภาพดี) = α และเรียกว่า **ความเสี่ยงของผู้ผลิต**

ความผิดประเภทที่ 2 คือ การยอมรับสินค้าที่มีคุณภาพด้อย ทำให้ผู้ซื้อหรือผู้บริโภค

เป็นฝ่ายเสียหาย โดยกำหนดให้ P (ยอมรับ/สินค้าคุณภาพด้อย) = β = **ความเสี่ยงของผู้บริโภค**

3.34 ในการซื้อสินค้าชนิดหนึ่ง ผู้ผลิตจะสุ่มมาตรวจ 30 หน่วย ถ้าพบชำรุดเกิน 1 ชิ้น จะปฏิเสธสินค้ากล่องนั้น จงหาโอกาสที่ยอมรับกล่องที่มีสินค้าชำรุด 10%

ให้ X คือ จำนวนชำรุดที่พบในตัวอย่างที่สุ่มมา 30 หน่วย a = 1

P (ยอมรับ / π = .10) = P(X) $\leq$ 1/ π = .10, n = 30) = .18369

3.35 ถ้าสุ่มสินค้ามาตรวจ กล่องละ 10 ชิ้น ให้ a = 1 จงหาโอกาสที่จะตรวจรับ ถ้าสินค้ามีสัดส่วนชำรุด เป็น (ก) π = .1, (ข) π = .2 และ (ค) π = .3

P (ยอมรับ) = P (X $\leq$ 1)

ก) P(X $\leq$ 1/ π = .10, n = 10) = .7361

ข) P(X $\leq$ 1/ π = .20, n = 10) = .37581

ค) P(X $\leq$ 1/ π = .30, n = 10) = .14931

3.36 โรงงานผลิตโทรทัศน์ ใช้วิธีตรวจรับชิ้นส่วนอีเล็คโทรนิค โดยมี n = 15 , a = 3 (ก)จงหาโอกาสที่จะยอมรับ ถ้า π = .10 (ข)จงหาโอกาสที่จะปฏิเสธ ถ้า π = .20

P (ยอมรับ) = P(X $\leq$ 3)

(ก) P(X $\leq$ 3/ π = .10, n = 15) = .94445

(ข) P (ปฏิเสธ) = P(X $\geq$ 4/ π = .20, n = 15) = .35184

3.37 ถ้า n = 20, a = 1 , จงหาโอกาสที่จะปฏิเสธสินค้า เมื่อ

(ก) π = .10 , (ข) π = .20 , (ค) π = .30

P (ปฏิเสธ) = P(X > 1)

(ก) P(X > 1/ π = .10 , n = 20) = .60825

(ข) P(X > 1/ π = .20 , n = 20) = .93082

(ค) P(X > 1/ π = .30 , n = 20) = .99236

3.38 ถ้าผู้ซื้อใช้แผนการตรวจรับ โดยมี n = 5 , a = 0 จงหาโอกาสที่จะตรวจรับเมื่อ

(ก) π = 4% , (ข) π = 5%

P (ยอมรับ) = P (X = 0)

(ก) P(X = 0/ π = .04, n = 5) $= \binom{5}{0} (.04)^0 \ (.96)^5 = .8154$

(ข) P(X = 0/ π = .05, n = 5) $= \binom{5}{0} (1.05)^0 \ (1.95)^5 = .7738$

3.39 ให้ n = 25, a = 2 (ก) จงหาความเสี่ยงของผู้ผลิต เมื่อ π = .20 (ข) จงหาความเสี่ยงของผู้บริโภค เมื่อ π = .30

(ก) ความเสี่ยงของผู้ผลิต = P (ปฏิเสธ/สินค้าคุณภาพดี)

= P(X>2/ π = .20, n = 25) = .90177

(ข) ความเสี่ยงของผู้บริโภค = P (ยอมรับ/สินค้าคุณภาพเลว)

= P(X≤2/ π = .30, n = 25) = .00896

3.40 ถ้า n = 15, a = 1, (ก) ถ้า π = .10 จงหาค่าของ α (ข) ถ้า π = .20 จงหาค่าของ β

(ก) α = P (ปฏิเสธ/สินค้าคุณภาพดี)

= P (X≥2/ π = .10, n = 15) = .45096

(ข) b = P (ยอมรับ/สินค้าคุณภาพเลว)

= P(X≤1/ π = .30, n = 15) = .16712

3.41 โรงงานผลิตชิ้นส่วนเพื่อขายส่ง การควบคุมการผลิตใช้วิธีวัดความยาวชิ้นส่วนที่สุ่มมาครั้งละ 5 ชิ้น ทุก ๆ 10 นาที และให้ปัดเศษเป็นตัวเต็ม

(ก) จงสร้างผังค่าเฉลี่ย และผังพิสัย (ข) จงสรุปผล

หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}_j$) พิสัย และ S_j^2 ของแต่ละกลุ่มดังนี้

คาบเวลา 10 นาที	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{X}_j$	16	14	15.8	14.2	14.0	14.0	16.0	16.0	14.0	16.0
S_j^2	2.5	14.5	5.7	5.2	10.5	2.5	7.5	6.0	2.5	6.5
R_j	4	8	6	5	7	4	7	6	4	7
$(R - \bar{R})^2$	3.24	4.84	.04	.64	1.44	3.24	1.44	.04	3.24	1.44

$\Sigma X_j = 150,\ \Sigma R_j = 58,\ \bar{\Sigma} S_j^2 = 63.4,\ \bar{\Sigma}(R - \bar{R})^2 = 19.6$

$\bar{\bar{X}} = 150/10 = 15.0,\ \bar{R} = 58/10 = 5.8$

$S_x^2 = 6.34/10 = 6.34,\ S_x = \sqrt{6.34/5} = 1.126$

$S_R = \sqrt{\frac{19.6}{9}} = 1.476$

$UCL_{\bar{X}} = 15 + 3(1.126) = 18.378$

$LCL_{\bar{X}} = 15 — 3(1.126) = 11.622$

$UCL_R = 5.8 + 3(1.476) = 10.228$

$LCL_R = 5.8 — 3(1.476) = 1.372$

ผังค่าเฉลี่ยจะมีเส้นแกนกลาง = 15 , เส้นกรอบบน = 18.378 เส้นกรอบล่าง = 11.622 และเมื่อตรวจดู $\bar{X}_j$ ทั้งหมด พบว่าอยู่ภายในขีดจำกัด แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายในความควบคุม

ผังพิสัย (ผัง R) จะมีเส้นแกนกลาง = 5.8, เส้นกรอบบน = 10.228 และเส้นกรอบล่าง = 1.372 ค่า R_j ทั้งหมดอยู่ภายในขีดจำกัด แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายในความควบคุม

3.42 โรงงานน้ำตาล ควบคุมการบรรจุ โดยสุ่มมาตรวจชั่วโมงละ 9 ถุง จากการตรวจเป็นเวลาติดต่อกัน 40 ชั่วโมง พบว่ามีน้ำหนักเฉลี่ยรวมยอด 4.5 ก.ก. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.2 ก.ก. พิสัยเฉลี่ย .25 ก.ก. และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของพิสัย .05 ก.ก.

(ก) จงสร้างผัง $\bar{X}$ และผัง R

$n = 9,\ m = 40,\ \bar{\bar{X}} = 4.5,\ S_{\bar{X}} = 0.2,\ \bar{R} = .25\ \ S_r = .05$

ผัง $\overline{X}$ จะมีเส้นแกนกลาง = 4.5

เส้นกรอบบน = $UCL_{\overline{X}} = 4.5 + 3(0.2) = 5.1$

เส้นกรอบล่าง = $LCL_{\overline{X}} = 4.5 - 3(0.2) = 3.9$

และ ผัง R จะมีเส้นแกนกลาง = .25

เส้นกรอบบน = $UCL_r = .25 + 3(.05) = .40$

เส้นกรอบล่าง = $LCL_r = .25 - 3(.05) = .10$

(ข) ต่อมาได้สุ่มเพิ่มเติมอีก 10 ชั่วโมง ๆ ละ 9 ถุง ได้ข้อมูลสรุป ดังนี้

$\overline{X}_j$ = 4.8, 3.5 *, 4.2, 4.8, 5.0, 4.6, 5.3, 4.9, 4.6, 4.4

R_j = .20, .30, .28, .22, .42, .24, .41 *, .32, .21, .20

ระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุมหรือไม่

เมื่อนำ $\overline{X}_j$ ไปพล็อตในผัง $\overline{X}$ จะมี 1 รายการ คือ 3.5 อยู่นอกขีดจำกัดล่าง แสดงว่าระบบไม่อยู่ภายในความควบคุม และเมื่อนำ R_j ไปพล็อตในผัง R จะมี 1 รายการ คือ .41 อยู่เหนือขีดจำกัดบน แสดงว่าระบบไม่อยู่ภายในความควบคุม เช่นกัน

3.43 วิศวกรต้องการสร้างผัง $\overline{X}$ และ R จึงสุ่มสินค้ามาตรวจครั้งละ 4 ชิ้นต่อชั่วโมง รวม 40 ชั่วโมง ได้ผลรวมของ $\overline{X}_j$ = 200 ซ.ม. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน = 0.2 ซ.ม. ผลรวมของ R_j = 24 ซ.ม. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = .15 ซ.ม.

(ก) จงสร้างผัง $\overline{X}$ (ข) จงสร้างผัง R

$m = 40,\ n = 4,\ \overline{\overline{X}} = 200/40 = 5,\ S_{\overline{X}} = 0.2$

$\Sigma R_j = 24,\ \overline{R} = 24/40 = .60,\ S_r = .15$

(ก) ผัง $\overline{X}$ จะมีเส้นแกนกลาง = 5

เส้นกรอบบน = $UCL_{\overline{X}} = 5 + 3(0.2) = 5.6$

เส้นกรอบล่าง = $LCL_{\overline{X}} = 5 - 3(0.2) = 4.4$

(ข) และผัง R จะมีเส้นแกนกลาง = .60

เส้นกรอบบน = UCL_r = .60 + 3(.15) = 1.05

เส้นกรอบล่าง = LCL_r = .60 — 3(.15) = .15

3.44 วิศวกรต้องการสร้างผัง X และผัง R จึงสุ่มสินค้ามาตรวจครั้งละ 4 ชิ้นต่อชั่วโมง รวม 40 20 ชิ้น และพบว่าในขณะที่เครื่องจักรอยู่ภายในความควบคุมจะให้ความยาวเฉลี่ย 10 เซนติเมตร และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน .05 ซ.ม. พิสัยเฉลี่ย 0.1 ซ.ม. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.02 ซ.ม. (ก) จงสร้างผัง X (ข) จงสร้างผัง R

$n = 20, \quad \overline{\overline{X}} = 10, \quad S_{\overline{X}} = .05, \quad \overline{R} = .10, \quad S_r = .02$

(ก) ผัง $\overline{X}$ จะมีเส้นแกนกลาง = 10

เส้นกรอบบน = $UCL_{\overline{X}} = 10 + 3(.05) = 10.15$

เส้นกรอบล่าง = $LCL_{\overline{X}} = 10 - 3(.05) = 9.85$

(ข) ผัง R จะมีเส้นแกนกลาง = .10

เส้นกรอบบน = $UCL_r = .10 + 3(.02) = .16$

เส้นกรอบล่าง = $LCL_r = .10 - 3(.20) = .04$

3.45 โรงงานผลิตรองเท้าสงสัยว่าระบบการผลิตให้เปอร์เซนต์ชำรุดมากเกินไป จึงสุ่มมาตรวจชั่วโมงละ 100 คู่ รวม 20 ชั่วโมง ได้ผลดังนี้

15, 7, 15, 8, 14, 11, 14, 6, 9, 7

12, 9, 8, 11, 10, 6, 9, 7, 13, 9

(ก) จงสร้างผัง p (ข) จงสรุปผล

$$p = \frac{(15 + 7 + \ldots\ldots + 13 + 9)}{20(100)}$$

$$= \frac{200}{2000} = .10$$

$$S_p = \sqrt{\frac{\overline{p}\overline{q}}{n}} = \sqrt{(.1)(.9)/100} = .03$$

ผัง p จะมีแกนกลาง = $\overline{p}$ = 10

เส้นกรอบบน = $UCL_p = .10 + 3(.03) = .19$

เส้นกรอบล่าง = LCL_p = .10 — 3(.03) = .01

(ข) เมื่อ นำค่าสังเกตมาหา p_i และนำไปพล็อตในผัง p ทุกรายการอยู่ในขีดจำกัด จึงสรุปว่าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม

3.46 สุ่มหลอดไฟมาตรวจ 500 ดวง ในรอบ 10 วัน พบว่ามีจำนวนชำรุดทั้งสิ้น 25 หลอด ถ้า 500 ดวง มาจากการสุ่มวันละ 50 ดวง

(ก) จงสร้าง ผัง p

$$p = \frac{25}{500} = .05,$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(.05)(.95)}{50}} = .03$$

ผัง p จะมีเส้นแกนกลาง = .05

เส้นควบคุมบน = UCL_p = .05 + 3(.03) = .14

เส้นควบคุมล่าง = LCL_p = .05 — 3(.03) = -.04 = 0

(ข) ต่อมา ได้สุ่มมาอีก 5 วัน ๆ ละ 50 ดวง พบจำนวนชำรุด ดังนี้ 1, 4, 15, 7, 3 จงสรุปผล

p_i = .02, .08, .30*, .14, .06 มี 1 รายการ คือ p_i = .30 อยู่นอกเขตควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่อยู่ภายในความควบคุม

3.47 ในการสร้างผังควบคุมการผลิตกระดุมล้อรถยนต์ ใช้วิธีสุ่มมาตรวจวันละ 25 ชิ้น รวม 10 วัน พบจำนวนชำรุด ดังนี้

4, 6, 2, 4, 1 10, 3, 4, 1, 2 จงสร้างผัง p และพล็อตข้อมูล

$$p = \frac{(4 + 6 + \ldots\ldots + 1 + 2}{10(25)} = \frac{37}{250} = 0.148$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(.148)(.852)}{.25}} = .071$$

ผัง p จะมีเส้นแกนกลาง = .148

เส้นควบคุมบน = UCL_p = .148 + 3(.071) = .361

เส้นควบคุมล่าง = LCL_p = .148 — 3(.071) = -.061 = 0

การพล็อตข้อมูลต้องหาค่า p_i = X/25, X = จำนวนชำรุด

p_i = .16, .24, .08, .16, .04, .04 *, .12, .16, .06, .04, .08

เมื่อนำค่า p_i ไปพล็อตในผัง p จะมี 1 รายการคือ เมื่อ p_i = .40 อยู่นอกเขตควบคุม แสดงว่าระบบการผลิตไม่อยู่ภายในความควบคุม

3.48 จากข้อ 3.47 เมื่อทราบว่าระบบการผลิต ไม่อยู่ในความควบคุม ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขความบกพร่องแล้ว ต่อมาได้สุ่มมาอีก 7 วัน ๆ ละ 25 หน่วย ได้จำนวนชำรุด ดังนี้

4, 5, 2, 3, 1, 2, 1 (ก) จงสร้างผัง P (ข) จงสรุปผล

ต้องปรับปรุงผังเดิม โดยหาสาเหตุ ความบกพร่อง และแก้ไขระบบการผลิต ปรับปรุงผังโดยตัดรายการผิดปกติ คือ ข้อมูลวันที่ 6 X = 10 ทิ้งไป ดังนั้น

$$\bar{p} = \frac{(37 - 10)}{9(25)} = .12$$

$$\hat{\sigma}_p = \frac{(.12)\,(.88)}{25} = .065$$

ดังนั้นผังควบคุมใหม่จะมีเส้นแกนกลาง = .12

เส้นควบคุมบน = UCL_p = .12 + 3(.065) = .315 และ

เส้นควบคุมล่าง = LCL_p = .12 — 3(.065) = -.075 = 0

หาค่า p_i ของการสุ่ม 7 วันหลัง = .16, .20, .08, .12, .04, .08, .04 และพล็อตในผัง c ที่ปรับปรุงแล้ว ทุกรายการอยู่ในเขตควบคุม แสดงว่าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม

3.49 สุ่มหลอดไปมาวันละ 50 หลอด รวม 15 วัน มีจำนวนชำรุด ดังนี้

6, 11, 9, 12, 14, 8. 7, 4, 14, 15, 8, 11, 9, 13, 7. จงสร้างผัง p พล็อตข้อมูลและสรุปผล

$$p = \frac{(6 + 11 + \ldots\ldots + 13 + 17)}{15(50)} = \frac{158}{750} = .2107$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(.2107)\,(.7893)}{50}} = .0577$$

ผัง p จะมีเส้นแกนกลาง = .2107

เส้นควบคุมบน = UCL_p = .2107 + 3(.0577) = .3838

เส้นควบคุมล่าง = LCL_p = .2107 — 3(.0577) = .0376

หาค่า p_i ของ 15 วัน, $p_i = X_i/50$ ดังนี้

.12, .22, .18, .24, .28, .16, .14, .28, .30, .16, .22, .18, .26, .14

นำค่า p_i ไปพล็อตในผัง c ทุกรายการอยู่ภายในเส้นควบคุม แสดงว่าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม

3.50 ผังควบคุมการเรียงพิมพ์ มีจำนวนคำผิดเฉลี่ย 7 คำ UCL = 14.937 และ LCL = 0 โดยสร้างจาก 25 ตัวอย่าง ต่อมาได้สุ่มอีก 10 ตัวอย่าง มีจำนวนคำผิด ดังนี้

9, 12, 6, 16 *, 7, 16 *, 8, 9, 13, 11 จงสร้างผัง c และสรุปผล

ผัง c จะมีเส้นแกนกลาง = 7 เส้นควบคุมบน = 14.937 และเส้นควบคุมล่าง = 0 จากตัวอย่างที่สุ่มมาเพิ่มเติมอีก 10 ตัวอย่าง เมื่อนำจำนวนชำรุดไปพล็อตในผัง c จะมี 2 รายการที่อยู่นอกเขตควบคุม คือของตัวอย่างที่ 4 = 16 และตัวอย่างที่ 6 = 16 แสดงว่าระบบการผลิตไม่อยู่ภายในความควบคุม ควรหาสาเหตุและแก้ไข

3.51 โรงงานบรรจุจักรยานในกล่องแบบแยกส่วน ลูกค้าร้องทุกข์ว่าได้รับชิ้นส่วนไม่ครบ หรือบางชิ้นมีข้อบกพร่อง โรงงานจึงลองประกอบเอง 10 คัน พบรายการบกพร่อง ดังนี้

5, 6, 4, 2, 3, 6, 8, 3, 1, 2 จงสร้างผัง c และอยากทราบว่า จะต้องมีรายการบกพร่องสูงสุดเท่าใด ก่อนที่ระบบการผลิตจะไม่อยู่ในความควบคุม

$$\bar{C} = \frac{(5 + 6 + \ldots\ldots + 1 + 2)}{10} = \frac{40}{10} = 4$$

$\sigma = \sqrt{\bar{c}} = \sqrt{4} = 2$

ผัง c จะมีเส้นแกนกลาง = 4

เส้นควบคุมบน = UCL_c = 4 + 3(2) = 10

เส้นควบคุมล่าง = LCL_c = 4 — 3(2) = -2 = 0

ดังนั้นจะมีรายการบกพร่องได้ ไม่เกิน 10 รายการ ก่อนที่ระบบ "ไม่อยู่ในความควบคุม"

3.52 โรงงานประกอบรถยนต์ เก็บรายการข้อบกพร่องต่อรถ 1 คัน พบความบกพร่องของรถ 25 คัน (ตรวจสัปดาห์ละ 1 คัน) ในตารางที่กำหนดให้ จงสร้างผัง c และสรุปผล

$$\bar{C} = \frac{(7 + 12 + \ldots + 10 + 11)}{25} = \frac{275}{25} = 11$$

$$\sigma_c = \sqrt{11} = 3.32$$

ผัง C จะมีเส้นแกนกลาง = 11

เส้นควบคุมบน = UCL_C = 11 + 3(3.32) = 20.96

เส้นควบคุมล่าง = LCL_C = 11 - 3(3.32) = 1.04

จากข้อบกพร่อง ใน 25 สัปดาห์ พบว่า ข้อบกพร่องในสัปดาห์ที่ 19 ซึ่งมีข้อบกพร่อง 25 รายการ จะอยู่นอกเขตควบคุม แสดงว่าระบบไม่อยู่ภายในความควบคุม ควรหาสาเหตุและแก้ไข

3.53 จากข้อ 3.52 ให้ตัดรายการผิดปกติทิ้งไป และปรับปรุงผัง C ใหม่

$$\bar{C} = \frac{(275 - 25)}{24} = \frac{250}{24} = 10.42, \quad \sigma_c = \sqrt{10.42} = 3.23$$

ผัง C ที่ปรับปรุงใหม่ จะมีเส้นแกนกลาง = 10.42

เส้นควบคุมบน = UCL_C = 10.42 + 3(3.23) = 20.11

เส้นควบคุมล่าง = LCL_C = 10.42 - 3(3.23) = 0.73

3.54 โรงงานผลิตโทรทัศน์สุ่มตัวอย่างมาตรวจ 20 เครื่อง พบรายการบกพร่องแต่ละเครื่องดังนี้

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

ก) จงสร้างผัง C (ข) สรุปผล

$$\bar{C} = \frac{(5 + 6 + \ldots + 9 + 9)}{20} = 5, \sqrt{\bar{C}} = \sigma_c = \sqrt{5} = 2.236$$

ผัง C จะมีเส้นแกนกลาง = 5

เส้นควบคุมบน = UCL, = 5 + 3(2.236) = 11.705

เส้นควบคุมล่าง = LCL_C = 5 - 3(2.236) = -1.705 = 0

เมื่อนำจำนวนบกพร่องของ 20 เครื่องไปพล็อต ทุกอันอยู่ภายในเขตควบคุม แสดงว่าระบบการผลิตอยู่ภายในความควบคุม

3.55 โรงงานผลิตวิทยุ ซื้อชิ้นส่วนทรานซิสเตอร์จากโรงงานอีเล็คโทรนิค แผนตรวจรับใช้ n = 30, ถ้าจำนวนชำรุดไม่เกิน 3 ชิ้น จะยอมรับและถือว่าสินค้า lot นั้น มีเปอร์เซนต์ชำรุดแท้จริงไม่เกิน 10%

ก) ถ้าสินค้า lot นั้นมีสัดส่วนชำรุดที่แท้จริง เป็น 10% จงหาความเสี่ยงของผู้ขาย (ผู้ผลิต)

ข) ถ้าสินค้า lot นั้น มีเปอร์เซนต์ชำรุดที่แท้จริง เป็น 20% จงหาความเสี่ยงของผู้บริโภค

(ก) ความเสี่ยงของผู้ผลิต = α = P(ปฏิเสธ/สินค้าคุณภาพดี)

= $P(X \geq 4/\pi. = .10, n = 30)$ = .35256

(ข) ความเสี่ยงของผู้ซื้อ = β = P(ยอมรับ/สินค้าคุณภาพเลว)

= $P(X \leq 3/\pi = .20, n = 30)$ = .12271

3.56 จากข้อ 3.55

(ก) ถ้า n = 25, a = 2 จงหา α ถ้า π = .10 และจงหา β ถ้า π = .20

(ข) ถ้า n = 25, a = 4 จงหา α ถ้า π = .10 และ β ถ้า π = .20

(ก) α = P(ปฏิเสธ/สินค้าคุณภาพดี)

= $P(X \geq 3/\pi = .10, n = 25)$ = .46291

β = P(ยอมรับ/สินค้าคุณภาพด้อย)

= $P(X \leq 2/\pi = .20, n = 25)$ = .09823

(ข) α = $P(X \geq 5/\pi = .10, n = 25)$ = .09800

β = $P(X \leq 4/\pi = .20, n = 25)$ = .42068

3.57 พนักงานตรวจสอบต้องการเปรียบเทียบระหว่างแผนตรวจรับ 2 อัน เพื่อใช้ตรวจรับหลอดอีเล็คโทรนิค คือ $n_1 = 30, a_1 = 4$ และ $n_2 = 10, a_2 = 2$

(ก) ถ้าท่านเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วน และมั่นใจว่าแต่ละลังมีชำรุดไม่เกิน 10% ท่านจะเลือกใช้แผนใด

(ข) ถ้าท่านเป็นผู้ซื้อชิ้นส่วน และเชื่อว่า แต่ละลังเปอร์เซนต์ชำรุดอาจสูงถึง 20% ท่านจะใช้แผนใด

เมื่อ $n_1 = 30, a_1 = 4,$ = แผนที่ 1

$\alpha = P(X \geq 5/\pi = .10, n = 30) = .17549$

$\beta = P(X \leq 4/\pi = .20, n = 30) = .25523$

แผนที่ 2 มี $n_2 = 10, a_2 = 2$

$\alpha = P(X \geq 3/\pi = .10, n = 10) = .07019$

$\beta = P(X \leq 2/\pi = .20, n = 10) = .67780$

ในเมื่อ α = ความเสี่ยงของผู้ผลิต และ β = ความเสี่ยงของผู้บริโภค

(ก) ถ้าเป็นผู้ผลิตต้องให้ α เล็กที่สุด คือใช้แผนที่ 2

(ข) ถ้าเป็นผู้บริโภค ต้องให้ β เล็กที่สุด คือใช้ แผนที่ 1

3.58 โรงงานผลิตเตาไมโครเวฟ ต้องซื้อหลอดแมคนีตรอน โดยตกลงกับผู้ผลิต ว่าสินค้าชำรุดต่อลังไม่เกิน 20% ถ้าการตรวจรับ ใช้ n = 25 และถ้าพบชำรุด 5 ชิ้นขึ้นไปจะปฏิเสธสินค้ากล่องนั้น ถ้าผู้ผลิตส่งมา 4 กล่อง และผู้ซื้อตั้งสมมติฐานว่ามีชำรุดในกล่องต่าง ๆ เป็น $\pi_1 = .1, \pi_2 = .2, \pi_3 = .3$ และ $\pi_4 = .4$

(ก) จงหาความเสี่ยงของผู้ผลิตสำหรับกล่องที่ 1, 2

(ข) จงหาความเสี่ยงของผู้บริโภคสำหรับกล่องที่ 3 และ 4

(ก) กล่องที่ 1 มี α = ความเสี่ยงของผู้ผลิต

$= P(X \geq 5/\pi = .10, n = 25) = .09800$

กล่องที่ 2 มี $\alpha = P(X \geq 5/\pi = .20, n = 25) = .57933$

(ข) β = ความเสี่ยงของผู้บริโภค $= P(X) \leq 4)$

กล่องที่ 3 : $P(X \leq 4/\pi = .3, n = 25) = .09047$

กล่องที่ 4 : $P(X \leq 4/\pi = .40, n = 25) = .00947$

3.59 <u>ผู้ขายสินค้า อ้างว่ามีชำรุดไม่เกิน 2% ถ้าผู้ซื้อสุ่มมาตรวจ 100 หน่วย และตั้งเกณฑ์ว่าถ้าพบชำรุดเกิน 2 หน่วย จะปฏิเสธสินค้ากล่องนั้น จงใช้การแจกแจงแบบปัวซอง</u>

(ก) <u>จงหาความเสี่ยงของผู้ผลิต ถ้า $\pi = 2\%$</u>

(ข) <u>จงหาความเสี่ยงของผู้บริโภค ถ้า $\pi = 3\%$</u>

ให้ x คือจำนวนชำรุดที่พบจากตัวอย่างที่สุ่มมา 100 หน่วย ซึ่งมี

$\pi = .02$ ถ้าประมาณด้วยการแจกแจงแบบปัวซอง

$\mu = n\pi = 100(.02) = 2$ ชิ้น/ลัง

(ก) α = ความเสี่ยงของผู้ผลิต = P(ปฏิเสธ/π = .02 หรือ $\mu = 2$)

$= P(X \geq 3/\mu = 2) = .32332$

(ค) β = ความเสี่ยงผู้บริโภค = P(ยอมรับ/$\mu = 3$)

$= P(X \leq 2/\mu = 3) = .42319$

บทที่ 4
การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

4.1 จำนวนขายรถยนต์ของบริษัทหนึ่งใน 5 ปี มีดังนี้

ปี	2521	2522	2523	2524	2525
จำนวนขาย	794	865	931	1041	1150

(ก) จงสร้างสมการถดถอยเพื่อหาแนวโน้มของจำนวนขาย

(ข) จงประมาณจำนวนรถที่จะขายได้ในปี 2526

ให้ $x = 0$ ในปี 2523 แปลงค่า ปีต่าง ๆ ดังนี้

ปี = x	-2	-1	0	1	2
y = จำนวนขาย	794	865	931	1041	1150

$n = 5, \Sigma x = 0, \bar{x} = 0, \Sigma x^2 = 10,$

$\Sigma xy = 888, \Sigma y = 4781, \bar{y} = 956.2$

เมื่อ $\bar{x} = 0, a = \bar{y} = 956.2$ และ $b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = 88.8$

(ก) สมการแนวโน้มคือ $Y = 956.2 + 88.8X$

$X = 1$ ปี, $X = 0$ ปี 2523

(ข) ประมาณจำนวนขายปี 2526, $X = 3$

$\hat{Y} = 956.2 + 88.8\ (3) = 1222.6$

4.2 จำนวนบ้านที่ใช้พลังแสงอาทิตย์ ในรอบ 7 เดือน ในเมืองหนึ่ง มีดังนี้

เดือน	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
จำนวนบ้าน	15	15	26	27	33	41	51

(ก) จงพล็อตข้อมูล

(ข) จงสร้างสมการถดถอย และพล็อตเส้นถดถอยในกราฟข้อมูล

(ค) จงสร้างสมการโค้งกำลังสอง และพล็อตเส้นโค้งกำลังสองในกราฟ

x = เดือน	−3	−2	−1	0	1	2	3
y = จำนวนบ้าน	15	15	26	27	33	41	51

$n = 7, \Sigma x = 0, \bar{x} = 0, \Sigma x^2 = 28, \Sigma x^2 y = 877, \Sigma x^4 = 196$

$\Sigma y = 208,\ \bar{y} = 29.714,\ \Sigma xy = 167$

$a = \bar{y} = 29.714,\ b = \dfrac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = \dfrac{167}{28} = 5.9643$

(ข) สมการถดถอยคือ $Y = 29.714 + 5.9643X$

X มีหน่วย = 1 เดือน, $X = 0$ ในเดือนกันยายน

(ค) สมการกำลังสองคือ $Y = a + bX + cX^2$

ค่า a, b, c ต้องหาจากสมการ 3 อันข้างล่าง คือ

$$\Sigma y = na + c\Sigma x^2 \quad (1)$$

$$\Sigma x^2 y = a\Sigma x^2 + c\Sigma x^4 \quad (2)$$

$$b = \Sigma xy / \Sigma x^2 \quad (3)$$

แทนค่าใน (3) $b = 167 / 28 = \boxed{5.9643}$

แทนค่าใน (1) และ (2)

	208	=	7 a + 28 c	(1)
	877	=	28 a + 196 c	(2)
(1) x 4	832	=	28 a + 112 c	(3)
(2) − (3)	45	=	84 c	

$$\boxed{c = 45/84 = .5337}$$

แทนค่า ใน (1)

$$208 = 7a + (.5357)(28)$$

$$208 = 7a + 15$$

$$\boxed{a = \frac{208 - 15}{7} = 27.57}$$

สมการกำลังสองคือ

$$Y = 27.57 + 5.964X + .5357X^2$$

4.3 จำนวนขายของบริษัทหนึ่งมีดังนี้

	−5	−3	−1	1	3	5
ปี = x	2520	2521	2522	2523	2524	2525
จำนวนขาย = y (100,000 บาท)	4	4.5	6	8	8.5	10

ก) จงพล็อตข้อมูล

ข) จงสร้างสมการถดถอย

ค) จงสร้างสมการโค้งกำลังสอง

$n = 5, \Sigma x = 0, \bar{x} = 0, \Sigma x^2 = 70, \Sigma x^4 = 1414$

$\Sigma y = 41$, $\bar{y} = 6.8333$, $\Sigma xy = 44$, $\Sigma x^2y = 481$

$$b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = \frac{44}{70} = 0.6286, \quad a = \bar{y} = 6.8333$$

(ข) สมการถดถอย คือ $Y = 6.8333 + 0.6286X$

origin ปี 2523, X มีหน่วยครึ่งปี

แทนค่า ในสมการ (1), (2), เพื่อสร้างสมการแนวโน้มกำลังสอง ดังนี้

$$\Sigma y = na + c\Sigma x^2 \Longrightarrow 41 = 7a + 70c \quad (1)$$

$$\Sigma x^2y = a\Sigma x^2 + c\Sigma x^4 \Longrightarrow 481 = 70a + 1414c \quad (2)$$

$$(1) \times 10 \qquad 410 = 70a + 700c \quad (3)$$

$$(2) - (3) \qquad 71 = 714c$$

$$\boxed{c = .0994 \quad .10}$$

แทนค่า c ใน (1)

$$41 = 7a + 70(.10)$$

$$\boxed{a = 4.86}$$

และ $b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = .6286$

ดังนั้น สมการแนวโน้มกำลังสองคือ

$$Y = 4.86 + 0.6286X + 0.10X^2$$

4.4 มูลค่าหนังสือในห้องสมุดรัฐบาลในเมืองหนึ่ง มีดังนี้

ปี	2520	2521	2522	2523	2524
x = ปี (แปลงค่า)	-2	-1	0	1	2
y = มูลค่า (1000 บาท)	4560	4850	5430	5670	5930

(ก) จงสร้างสมการแนวโน้มของมูลค่าหนังสือ

(ข) จงประมาณมูลค่าหนังสือ ในปี 2525