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

$\Sigma y = 26440, \bar{y} = 5288, \Sigma xy = 3560$

$a = \bar{y} = 5288,\ b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = \frac{3560}{10} = 356$

สมการแนวโน้มของมูลค่าหนังสือคือ

(ก) $Y = 5288 + 356X$, origin X = 0 ปี 2522

และ X มีหน่วย = 1 ปี

(ข) ปี 2525 X = 3

$\hat{Y} = 5288 + 356(3) = 6356$ (พันบาท)

$= 6,356,000$ บาท

ประมาณมูลค่าหนังสือในปี 2525 = 6,356,000 บาท

4.5 อัตราค่าแสตมป์ไปรษณีย์สำหรับเมล์ด่วน มีดังนี้

ปี	2511	2512	2513	2514	2515	2516	2517
x	-3	-2	-1	0	1	2	3
ค่าแสตมป์(เซนต์) = y	5	5	8	8	10	13	15

(ก) จงพล็อตข้อมูล (ข) หาสมการแนวโน้มเส้นตรง

(ค) สร้างสมการแนวโน้มกำลังสอง

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

$\Sigma y = 64, \bar{y} = 9.1428, \Sigma xy = 48, \Sigma x^2y = 270$

$a = \bar{y} = 9.1428,\ b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = \frac{48}{28} = 1.714$

(ข) สมการแนวโน้มเส้นตรงคือ

$Y = 9.1428 + 1.714X$

X = 0, ปี 2514 และมีหน่วย = 1 ปี

(ค) แทนค่าในสมการเพื่อหาค่า a, b, c ดังนี้

$$b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = 1.714$$

$\Sigma y = na + b\Sigma x^2 \Longrightarrow 64 = 7a + 28c \quad (1)$

$\Sigma x^2 y = a\Sigma x^2 + c\Sigma x^4 \Longrightarrow 270 = 28a + 196c \quad (2)$

(1) X 4 $\quad 256 = 28a + 112c \quad (3)$

(2) (3) $\quad 14 = 84c$

$c = 0.17$

แทนค่า c ใน (1) $\quad 64 = 7a + 28(.17)$

$= 7a + 4.67$

$a = 8.48$

สมการแนวโน้มกำลังสองคือ

$$y = 8.48 + 1.714x + 0.17x^2$$

4.6 ร้านขายเครื่องกรองมลพิษ มีจำนวนขายในรอบ 9 ปี ดังนี้

ปี	2515	2516	2517	2518	2519	2520	2521	2522	2523
X	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
y = จำนวนขาย (100,000 บาท)	8	9	11	12	15	19	25	26	30

(ก) จงพล็อตข้อมูล ข) จงสร้างสมการแนวโน้มเส้นตรง

(ค) จงสร้างสมการแนวโน้มกำลังสอง

$n = 9, \Sigma x = 0, \bar{x} = 0, \Sigma x^2 = 60, \Sigma x^4 = 708$

$\Sigma y = 155, \bar{y} = 17.2, \Sigma xy = 174, \Sigma x^2 y = 1098$

$$a = \bar{y} = 17.2, \quad b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = \frac{174}{60} = 2.9$$

(ข) สมการแนวโน้มเส้นตรง คือ $Y = 17.2 + 2.9X$

$X = 0$, ปี 2519 และมีหน่วย 1 ปี

(ค) แทนค่าในสมการเพื่อหาค่า a และ c

$\Sigma y = na + c\Sigma x^2 \Rightarrow 155 = 9a + 60c$ (1)

$\Sigma x^2 y = a\Sigma x^2 + c\Sigma x^4 \Rightarrow 1098 = 60a + 708c$ (2)

(1) × 2 $310 = 18a + 120c$ (3)

{(2) × 3}/10 $329.4 = 18a + 212.4c$ (4)

(4) − (3) $19.4 = 92.4c$

$c = .2099 \approx .21$

แทนค่า c ใน (1) $155 = 9a + 12.6$

$9a = 155 - 12.6 = 142.4$

$a = 15.8$

และ $b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = \frac{174}{60} = 2.9$

สมการแนวโน้มกำลังสองคือ

$Y = 15.8 + 2.9X + 0.21X^2$

4.7 จำนวนขายไมโครคอมพิวเตอร์ในระหว่างปี 2517 - 2523 มีดังนี้

ปี	2517	2518	2519	2520	2521	2522	2523
x = ปี	-3	-2	-1	0	1	2	3
จำนวนขาย (100,000 บาท)	1.5	1.6	1.6	1.8	1.9	2.2	2.5

(ก) จงสร้างสมการหาแนวโน้มเส้นตรง

(ข) จงหาสมการแนวโน้มกำลังสอง

(ค) จงหาเปอร์เซนต์ของแนวโน้ม

(ง) จงหา relative cyclical residual

(จ) จงพล็อตเปอร์เซนต์ของแนวโน้ม

$n = 7$, $\Sigma x = 0$, $\Sigma x^2 = 28$, $\Sigma x^4 = 196$

$\Sigma y = 13.1$, $\bar{y} = 1.87$, $\Sigma xy = 4.5$, $\Sigma x^2y = 54.7$

$a = \bar{y} = 1.87$, $b = \Sigma xy/\Sigma x^2 = 4.5/28 = 0.16$

(ก) สมการแนวโน้มเส้นตรงคือ

$Y_{Linear} = 1.87 + 0.16\ X$, X มีหน่วย 1 ปี และ origin ปี 2520

$\Sigma y = na + c\Sigma x^2$	$13.1 = 7a + 28c$		(1)
$\Sigma x^2 y = a\Sigma x^2 + c\Sigma x^4$	$54.7 = 28a + 196c$		(2)
(1) × 4	$52.4 = 28a + 112c$		(3)
(21 - (3)	$2.3 = 84c$		
	$C = .027$		
แทนค่า c ใน (1)	$13.1 = 7a + 0.76$		
	$7a = 12.344$		
	$a = 1.763$		

$$b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = 0.16$$

(ข) สมการแนวโน้มเส้นโค้ง คือ

$$Y_{curve} = 1.763 + 0.16\ X + .027\ X^2$$

X	-3	-2	-1	0	1	2	3
Y	1.5	1.6	1.6	1.8	1.9	2.2	2.5
$\hat{Y}_L$	1.39	1.55	1.71	1.87	2.03	2.19	2.35
% ของแนวโน้ม $= Y/Y_L$	107.9	103.3	93.6	96.3	93.6	100.4	106.4
relative cyclical residual	+7.9	+3.3	-6.4	-3.7	-6.4	+0.4	+6.4
$\hat{Y}$ (เส้นโค้ง)	1.54	1.55	1.62	1.75	1.94	2.19	2.50

4.8 จำนวนการผลิตแกสของบริษัทหนึ่ง ในปี 2520 - 2524 มีดังนี้

ปี	2520	2521	2522	2523	2524
x = ปี	−2	−1	0	1	2
y = ปริมาณ (10 ล้านคิวบิกฟุต)	18	20	21	25	26

(ก) จงหาสมการแนวโน้มเส้นตรง

(ข) จงหาเปอร์เซนต์ของแนวโน้ม

(ค) จงหา relative cyclical residual

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

$\Sigma y = 110, \bar{y} = 22, \Sigma xy = 21$

$a = \bar{y} = 22, B = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = \frac{21}{10} = 2.1$

(ก) สมการแนวโน้มเส้นตรงคือ $Y = 22 + 2.1X$

	X	−2	−1	0	1	2
	Y	18	20	21	25	26
	$\hat{Y}$	17.8	19.9	22.0	24.1	26.2
(ข)	$Y/\hat{Y} \times 100$ = เปอร์เซนต์แนวโน้ม	101.1	100.5	95.5	103.7	99.2
(ค)	relative cyclical residual	+1.1	0.5	-4.5	+3.7	-0.8

4.9 ผู้จัดการแผนกขายมีข้อมูลจำนวนขาย ใน 5 ปี ดังนี้

ปี	2520	2521	2522	2523	2524
x	−2	−1	0	1	2
จำนวนขาย 10,000 ชิ้น = y	36	43	45	53	54
$\hat{Y}$	37.0	41.6	46.2	50.8	55.4

(ก) เปอร์เซนต์แนวโน้ม = (Y/Y) x 100	97.3	103.4	97.4	104.3	97.5
(ข) relative cyclical residual	-2.7	+3.4	-2.6	+4.3	-2.5

กำหนดสมการแนวโน้มเส้นตรงให้ คือ Y = 46.2 + 4.6 X;

X = 0 ปี 2522 และมีหน่วย 1 ปี

(ก) จงหาเปอร์เซนต์ของแนวโน้ม และพล็อตกราฟ

(ข) จงหา relative cyclical residual

4.10 จำนวนเงินทุนในรอบ 7 ปี ของบริษัทการเงิน มีดังนี้

ปี	2518	2519	2520	2521	2522	2523	2524
	-3	-2	-1	0	1	2	3
Y (เงินทุนเป็น 100 ล้าน)	2.2	2.1	2.4	2.6	2.7	2.9	2.6
$\hat{Y}$	2.17	2.28	2.39	2.5	2.61	2.72	2.83
$(Y/\hat{Y})$ x 100 (ก) = เปอร์เซนต์ของแนวโน้ม	101.4	92.1	100.4	104.0	103.4	106.6	91.9
(ข) relative cyclical residual	1.4	-7.9	0.4	4.0	3.4	6.6	-8.1

4.11 <u>จำนวนขายเรือใบรายไตรมาส ($1000) ระหว่างปี 2519-2523</u>

(ก) <u>จงหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของ 4 ไตรมาส</u>

(ข) <u>จงหาอัตราส่วนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่</u>

(ค) <u>จงหาดัชนีฤดูกาล</u>

ปี	ไตรมาส	Y	ผลรวมเคลื่อนที่ 4 ปี	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 ปี = MA	(Y/MA) × 100 อัตราส่วนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่
2519	1	101			
	2	118	388		
	3	90	395	97.9	91.9
	4	79	400	99.4	79.5
2520	1	108	404	100.5	107.5
	2	123	408	101.5	101.5
	3	94	409	102.1	92.1
	4	83	411	102.5	81.0
2521	1	109	413	103.0	105.8
	2	125	416	103.6	120.6
	3	96	420	104.5	91.9
	4	86	426	105.8	81.3
2522	1	113	432	107.2	105.4
	2	131	437	108.6	120.6
	3	102	443	110.0	92.8
	4	91	452	111.9	81.3
2523	1	119	458	113.8	104.6
	2	140	464	115.2	121.6
	3	108			
	4	97			

	ไตรมาส			
ปี	1	2	3	4
2519	–	–	~~91.9~~	~~79.5~~
2520	~~107.5~~	~~101.5~~	92.1	81.0
2521	105.8	120.6	91.9	~~81.3~~
2522	105.4	120.6	~~92.8~~	81.3
2523	~~104.5~~	~~121.5~~	–	–
ค่าเฉลี่ยปรับปรุง	105.6	120.6	92.0	91.2
ดัชนีฤดูกาล				

4.12 อัตราการหยุดงานของพนักงานโรงงานอิเล็คโทรนิคเป็นรายไตรมาส จงหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของ 4 ไตรมาส และพล็อตกราฟเทียบกับข้อมูลเดิม

ปี	ไตรมาส	y	ผลรวมเคลื่อนที่ 4 ไตรมาส	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 ไตรมาส
2520	1	6.7		
	2	6.1	26.8	
	3	6.8	27.0	6.725
	4	7.2	26.8	6.725
2521	1	6.9	26.6	6.675
	2	5.9	26.4	6.625
	3	6.6	26.5	6.625
	4	7.0	26.8	6.7125
2522	1	7.0	26.9	6.7625
	2	6.2	27.2	6.8125
	3	6.7	27.3	6.8375
	4	7.3	27.4	6.875
2523	1	7.1	27.6	6.925
	2	6.3	27.8	
	3	6.9		
	4	7.5		

4.13 กำหนดอัตราส่วนของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เป็นเปอร์เซนต์ของ 4 ไตรมาสให้ จงหาค่าดัชนีฤดูกาล

ไตรมาส

ปี	I	II	III	IV	
2520	87	105	86	122	
2521	85	~~108~~	~~83~~	124	
2522	~~84~~	104	87	~~125~~	
2523	~~88~~	~~103~~	~~88~~	~~121~~	รวม
ค่าเฉลี่ยปรับปรุง = ดัชนีฤดูกาล	86	104.5	86.5	123	400

4.14 กำหนดเปอร์เซนต์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของโรงงานผลิตรถยนต์ เป็นรายไตรมาส ระหว่างปี 2518 – 2523 จงหาค่าดัชนีฤดูกาล

ปี	ไตรมาส I	II	III	IV	รวม
2518	108	128	94	70	
2519	~~112~~	132	~~98~~	~~68~~	
2520	109	134	~~84~~	~~73~~	
2521	110	131	90	69	
2522	108	~~135~~	89	68	
2523	~~106~~	~~129~~	93	72	
ค่าเฉลี่ยปรับปรุง	108.8	131.25	91.5	69.75	401.3
ปรับด้วย $\frac{400}{401.3}$ = .99676	108.45	130.83	91.20	69.52	400
	ดัชนีฤดูกาล				

4.15 กำหนดจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในคณะหนึ่งระหว่างปี 2519 – 2523 (มีหน่วยเป็น 100 คน)

(ก) จงหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 ไตรมาส

(ข) จงหาอัตราส่วนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

(ค) จงหาดัชนีฤดูกาล

ปี	ไตรมาส	จำนวนนักศึกษาลงทะเบียน	ผลรวมเคลื่อนที่ 4 ไตรมาส	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 ไตรมาส = MA	Ratio of MA
2519	1	220			
	2	203	700		
	3	193	715	176.875	1.09
	4	84	720	179.375	0.47
	1	235	733	181.625	1.29
	2	208	725	182.250	1.14

ปี	ไตรมาส	จำนวนนักศึกษาลงทะเบียน	ผลรวมเคลื่อนที่ 4 ไตรมาส	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 ไตรมาส = MA	Ratio of MA
2520	3	206	726	181.375	1.14
	4	76	724	181.250	0.42
2521	1	236	727	181.375	1.30
	2	206	724	181.375	1.14
	3	209	729	181.625	1.15
	4	73	739	183.375	0.40
2522	1	241	735	184.125	1.31
	2	215	754	186.125	1.16
	3	206	752	188.25	1.09
	4	92	758	188.75	0.49
2523	1	239	765	190.375	1.26
	2	221	788	194.125	1.14
	3	213			
	4	115			

ไตรมาส

ปี	1	2	3	4	
2519	–	–	~~109~~	47	
2520	129	114	114	42	
2521	130	114	~~115~~	~~40~~	
2522	~~131~~	~~116~~	109	~~49~~	
2523	~~126~~	~~114~~	–	–	
ค่าเฉลี่ยปรับปรุง	129.5	114	111.5	44.5	399.5
ปรับด้วย $\frac{400}{399.5}$ = 1.0012515	129.66	114.14	111.64	44.56	400
	ดัชนีฤดูกาล				

4.16 กำหนดจำนวนการบริโภคแกสเป็นล้านคิวบิกฟุต แยกเป็นรายไตรมาส ของปี 2521 – 2523 จงหา

(ก) ดัชนีฤดูกาล และขจัดอิทธิพลของฤดูกาลออกจากข้อมูล

(ข) สมการแนวโน้มจากข้อมูลที่ปรับอิทธิพลของฤดูกาลแล้ว

(ค) relative cyclical residual เพื่อแสดงความผันแปรแบบวัฏจักร

(ง) พล็อตกราฟ แสดงข้อมูลเดิม, ข้อมูลที่ปรับค่าอิทธิพลของฤดูกาล และเส้นแนวโน้ม

ปี	ไตรมาส	Y = จำนวนการบริโภคแกส	ผลรวมเคลื่อนที่ 4 ไตรมาส	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 ไตรมาส = MA	อัตราส่วนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่
2521	1	291			
	2	246	1048		
	3	231	1055	262.9	87.9
	4	280	1060	264.4	105.9
2522	1	298	1057	264.6	112.6
	2	251	1066	265.4	94.6
	3	228	1069	266.9	85.4
	4	289	1076	268.1	107.8
2523	1	301	1087	270.4	111.3
	2	258	1091	272.2	94.8
	3	239			
	4	293			

ปี	ไตรมาส 1	2	3	4
2521	–	–	87.9	105.9
2522	112.6	94.6	85.4	107.8
2523	111.3	94.8		
ค่าเฉลี่ย = ดัชนีฤดูกาล	111.9	94.7	86.6	106.8

ปี	ไตรมาส	Y	ดัชนีฤดูกาล S	Deseasonalized $(\frac{y}{s}) \times 100 = y'$	X (code)	Deseasonalized $\hat{Y}$	เปอร์เซนต์แนวโน้ม $(Y'/\hat{Y})$ 100	relative cyclical residual
	1	391	111.9	260.05	−11	259.68	100.14	0.14
2521	2	246	94.7	259.77	−9	261.03	99.52	−0.48
	3	231	86.6	266.74	−7	262.39	101.66	1.66
	4	280	106.8	262.17	−5	263.75	99.40	−0.60
	1	298	111.9	266.31	−3	265.10	100.46	0.46
2522	2	251	94.7	265.05	−1	266.46	99.47	−0.53
	3	228	86.6	263.28	1	267.82	98.30	−1.70
	4	289	106.8	270.60	3	269.18	100.53	0.53
	1	301	111.9	268.99	5	270.53	99.43	−0.57
2523	2	258	94.7	272.44	7	271.89	100.20	0.20
	3	239	86.6	275.98	9	273.25	101.00	1.00
	4	293	106.8	274.34	11	274.60	99.91	−0.09

$n = 12, \Sigma x = 0, \bar{x} = 0, \Sigma x^2 = 572, \Sigma y = 3205.72$

$\bar{Y} = 267.14, \Sigma xy = 388.18, b = 388.18/572 = .6786$

$\hat{Y} = 267.14 + .6786\,x$, x มีหน่วย $\frac{1}{8}$ ปี origin ไตรมาส $2\frac{1}{2}$ ปี 2522

4.17 <u>จำนวนขายเบียร์ของบริษัทหนึ่ง มีหน่วยเป็น 100,000 บาท ในระหว่างปี 2520 – 2523 เป็นรายไตรมาส (ก) จงหา ดัชนีฤดูกาล (ข) จงขจัดอิทธิพลของฤดูกาลออกจากข้อมูล</u>

ปี	ไตรมาส	Y	ผลรวมเคลื่อนที่ 4 ไตรมาส	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 ไตรมาส	อัตราส่วนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่	ดัชนีฤดูกาล	(Y/ดัชนี) × 100 *deseasonalized value*
	1	19				74.9	25.4
2520	2	24				103.6	23.2
	3	38	106	26.50	143.4	144.6	26.3
	4	25	108	27.00	92.6	76.9	32.5

	1	21	112	28.00	75.0	74.9	28.0
2521	2	28	118	29.50	94.9	103.6	27.0
	3	44	116	29.00	151.7	144.6	30.4
	4	23	118	29.50	78.0	76.9	29.9
	1	23	121	30.25	76.0	74.9	30.7
2522	2	31	118	29.50	105.1	103.6	29.9
	3	41	118	29.50	139.0	144.6	28.4
	4	23	119	29.75	77.3	76.9	29.9
	1	24	123	30.75	78.0	74.9	32.0
2523	2	35	130	32.50	107.7	103.6	33.8
	3	48	128	32.00	150.00	144.6	33.2
	4	21				76.9	27.3

การหาดัชนีฤดูกาล

ไตรมาส

ปี	1	2	3	4	
2520			143.4	~~92.6~~	
2521	~~75.0~~	~~94.9~~	~~151.7~~	78.0	
2522	76.0	105.1	~~139.0~~	~~77.3~~	
2523	~~78.0~~	~~107.7~~	150.0		
ค่าเฉลี่ยปรับปรุง	76.0	105.1	146.7	77.3	405.8
ดัชนีปรับปรุง	74.9	103.6	144.6	76.9	400

ปรับค่าดัชนีด้วย $\frac{400}{405.8}$ เพราะผลรวมเกิน 400

$$\frac{400}{405.8} = 9857072$$

4.18 กำหนดค่า specific reasonal relatives ของจำนวนไก่ เกรด A ในร้านซุปเปอร์แห่งหนึ่ง แยกเป็นรายไตรมาส ระหว่างปี 1972 – 1977 ให้

(ก) จงหาดัชนีฤดูกาล

	ไตรมาส			
ปี	1	2	3	4
1972	–	–	98.9	~~97.4~~
1973	~~102.9~~	~~100.4~~	~~97.9~~	99.8
1974	101.5	99.5	99.2	101.9
1975	100.9	95.1	100.0	105.1
1976	99.5	95.1	~~100.4~~	~~107.6~~
1977	~~98.0~~	~~92.7~~	–	–
มัธยฐาน	100.9	95.1	99.2	101.9
มัธยฐาน × 1.0073029	101.6	95.8	100.0	102.6
ค่าปรับปรุง = (400/397.1 = 1.0073029				

4.19 กำหนดค่าดัชนีฤดูกาลของ 4 ไตรมาส ดังนี้
75.4, 104.1, 132.0 และ 88.5 ตามลำดับ

ก) ถ้าในปี 1977 บริษัทคาดโดยประมาณว่า ในปี 1978 จะได้ยอดขายรวมทั้งปี 910 หน่วย ทั้งนี้ไม่รวมอิทธิพลของแนวโน้มและวัฏจักร จงประมาณยอดขายเป็นรายไตรมาสของปี 1978

ยอดขายทั้งปี 1978 = 910 หน่วย

ยอดขายรายไตรมาส = 910/4 = 227.5 หน่วย

ยอดนี้ไม่รวมอิทธิพลของแนวโน้มและวัฏจักร แต่ยังไม่ได้ปรับปรุงอิทธิพล S จึงต้องปรับปรุงค่าอิทธิพลของฤดูกาล ดังนี้

ไตรมาส 1 ดัชนี = 75.4

ยอดขายโดยประมาณ	=	(227.5)(75.4/100)	= 177.54	หน่วย
ยอดขายไตรมาสที่ 2	=	(227.5)(104.1/100)	= 236.83	หน่วย
ยอดขายไตรมาสที่ 3	=	(227.5)(132.0/100)	= 300.30	หน่วย
ยอดขายไตรมาสที่ 4	=	(227.5)(88.5/100)	= 201.33	หน่วย
		รวม	910.00	

(ข) ถ้ายอดขายที่แท้จริงในปี 1978 ไตรมาสที่ 1 = 173 หน่วย

จงหาจำนวนขายที่ปรับปรุงอิทธิพลของฤดูกาลแล้ว และประมาณยอดขายตลอดปี

ยอดขายไตรมาส 1 = 173 หน่วย ยังไม่ได้ปรับปรุง อิทธิพลฤดูกาล

ยอดขายปรับปรุง = 173 (100/75.4) = 229.4 หน่วย

นั่นคือถ้าไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล จะขายได้สูงถึง 229.4 หน่วย

และประมาณยอดขายทั้งปี = 229.4 x 4 = 917.8 หน่วย หน่วย

4.20 กำหนดค่าดัชนีฤดูกาลของจำนวนนักศึกษาลงทะเบียน ใน 3 ภาค ดังนี้ 121.3, 107.5 และ 71.2 ตามลำดับ

(ก) ถ้าในปี 1977 มีนักศึกษาลงทะเบียน ดังนี้

ภาค	1	2	3	รวม
จำนวน	13,253	12,382	7,617	33,252

จงหาจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียน โดยไม่มีอิทธิพลของฤดูกาล (deseasonalized)

ภาค	1	2	3	
deseasonalized $\frac{\text{จำนวน}}{\text{ดัชนี}} \times 100$	10,926	11,518	10,698	33,142

(ข) กำหนดให้สมการแนวโน้มของการลงทะเบียน คือ

$Y = 8,640.699 + 93.26\ X$

X = 1 ปี 1970 และมีหน่วย 1 ภาคการศึกษา และสมมุติว่าอิทธิพลของวัฏจักรมีน้อยมาก จงประมาณจำนวนนักศึกษาที่จะลงทะเบียนในปี 1978

ปี 1978 ภาค 1 X = 25

$Y_{(25)} = 8640.699 + 93.26(25) = 10,972.199$

$= 10,972$

ภาค 2 1978, X = 26

$\hat{Y}$ = 8,640.699 + 93.26 (26) = 11065.459

ภาค 3, 1978, X = 37

$\hat{Y}$ = 8,640.699 + 93.26 (27) = 11,158.72

ตลอดปี 1978 = 33,197 คน

(ค) พอถึงปี 1978 ปรากฏว่ามีนักศึกษาลงทะเบียนภาคแรก 14,337 คน จงประมาณจำนวนนักศึกษาที่จะลงทะเบียนตลอดปี 1978

deseasonalized $= \frac{14,337}{121.3} \times 100 = 11,819.455$

ตลอดปี = 11,819.455 × 3 = 35,458 คน

4.21 กำหนดจำนวนขายในปี 2520 ของบริษัทหนึ่งเป็นรายไตรมาส และดัชนีฤดูกาล ดังนี้

ไตรมาส	1	2	3	4
จำนวนขาย (ล้านบาท)	3.75	3.23	4.33	5.62
ดัชนีฤดูกาล	83.1	72.2	102.7	142.0

จงวิเคราะห์จำนวนขายโดยตรวจดูอิทธิพลอื่น ๆ นอกจากฤดูกาล

ถ้าไม่รวมอิทธิพลฤดูกาล = deseasonalized $= \frac{\text{จำนวนขาย} \times 100}{\text{ดัชนี}}$

จะมีจำนวนขายดังนี้

ไตรมาส	1	2	3	4
	4.51	4.47	4.22	3.96

4.22 กำหนดจำนวนทุน (ล้านบาท) ของบริษัทหนึ่ง จากปี 2500-2520 ให้

ก) จงหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 ปี

ข) ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่มีประโยชน์อย่างไร

(ข) ประโยชน์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คือเมื่อนำไปหักจากข้อมูลเดิม (Y-MA) ทุก ๆ ค่าของ Y จะได้ fluctuation component เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอิทธิพลฤดู-

กาล ซึ่งจากข้อมูลเดิมจะมองไม่เห็น ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วยปรับข้อมูลให้เรียบขึ้น (smooth) ส่วนแตกต่างจากข้อมูลเดิมคือ อิทธิพลของ S ตามที่ได้กล่าวแล้ว

(ก)

	จำนวนทุน (y)	ผลรวมเคลื่อนที่ 3 ปี	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 ปี (MA)
00	235		
01	280	755	251.66
02	240	760	253.33
03	240	755	251.66
04	275	750	250.00
05	235	760	253.33
06	250	770	256.67
07	285	775	258.33
08	240	785	261.67
09	260	800	267.67
10	300	830	276.67
11	270	855	285.00
12	285	870	290.00
13	315	890	296.67
14	290	885	295.00
15	280	885	295.00
16	315	880	293.33
17	285	895	298.33
18	295	890	296.67
19	310	885	295.00
20	280		

4.23 กำหนดผลผลิตรายไตรมาสของบริษัทหนึ่ง ดังนี้

ไตรมาส	1	2	3	4
ผลผลิต	7	2	4	8

ล้านปอนด์

(ก) และเป็นค่าเดิมนี้ตลอด 5 ปี

ปี	ไตรมาส	y	ผลรวมเคลื่อนที่ 4 ไตรมาส	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 ไตรมาส	ผลรวมเคลื่อนที่ 3 ไตรมาส	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 ไตรมาส	ผลรวมเคลื่อนที่ 5 ไตรมาส	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 5 ไตรมาส
	1	7						
1	2	2			13	4.33		
	3	4	21	5.25	14	4.67	28	5.6
	4	8	21	5.25	19	6.33	23	4.6
	1	7	21	5.25	17	5.67	25	5.0
2	2	2	21	5.25	13	4.33	29	5.8
	3	4	21	5.25	14	4.67	28	5.6
	4	8	21	5.25	19	6.33	23	4.6
	1	7	21	5.25	17	5.67	25	5.0
3	2	2	21	5.25	13	4.33	29	5.8
	3	4	21	5.25	14	4.67	28	5.6
	4	8	21	5.25	19	6.33	23	4.6
	1	7	21	5.25	17	5.67	25	5.0
4	2	2	21	5.25	13	4.33	29	5.8
	3	4	21	5.25	14	4.67	28	5.6
	4	8	21	5.25	19	6.33	23	4.6
	1	7	21	5.25	17	5.67	25	5.0
5	2	2	21	5.25	13	4.33	29	5.8
	3	4	21	5.25	14	4.67		
	4	8						

(ข) <u>เหตุใดเส้นแสดงค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของ 4 ไตรมาสจึงเรียบกว่าเส้นอื่น</u>

ค่าเฉลี่ยเคื่อนที่ 4 ไตรมาส รวมอิทธิพลตลอดปี และทุก ๆ ปี มีข้อมูลเดิมซ้ำกัน จึงได้ค่าเฉลี่ยเดิม

(ค) <u>เหตุใดทั้ง 3 เส้น จึงมีจำนวนข้อมูลไม่เท่ากัน</u>

การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 ปี มีข้อมูล 18 ตัว เพราะขาดไตรมาส 1 ปี 1 และไตรมาส 4 ปีที่ 5

ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 ปี มีข้อมูล 17 ตัว ขาดไตรมาส 1, 2 ปีที่ 1 และไตรมาส 4 ปีที่ 5

ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 5 ปี มีข้อมูล 16 ตัว ไตรมาสที่หายคือ ไตรมาสที่ 1, 2 ปีที่ 1 และไตรมาส 3, 4 ปีที่ 5

4.24 นักวิเคราะห์ต้องการศึกษาแนวโน้มของผลผลิตเป็นรายเดือน แต่เขานำจำนวนวันทำการไปหารข้อมูลเดิม ก่อนหาแนวโน้มในเดือนนั้น

(ก) เขามีเหตุผลอย่างไรจึงเอาจำนวนวันทำการไปหาร

(ข) ถ้าข้อมูลปรับปรุงวันทำการแล้วมีค่าแนวโน้ม $Y = 981 + 1.13X \quad X = 1$ เดือน จงหาผลผลิตของเดือนที่ 50 ซึ่งมี 20 วันทำการ

(ก)
$$\text{ค่าปรับปรุง} = \frac{\text{ข้อมูลเดิม}}{\text{จำนวนวันทำการ}} = \frac{\text{ผลผลิตในเดือนนั้น}}{\text{จำนวนวันทำการ}}$$
$$= \text{ผลผลิตต่อ 1 วันทำการ}$$

การที่ต้องปรับปรุง เพราะแต่ละเดือนมีวันทำการไม่เท่ากัน เช่น ในปี 2526 เดือนมกราคม มีวันทำการเพียง 25 วัน (ไม่รวมวันอาทิตย์) เดือนกุมภาพันธ์มี 23 วัน เดือนมีนาคม มีถึง 27 วัน เมื่อเอาจำนวนวันทำการไปหารข้อมูลเดิม จะได้ผลผลิตต่อ 1 วัน และใช้เป็นค่าเปรียบเทียบกับเดือนอื่น ๆ ได้

(ข) $X = 981 + 1.13X$ คือค่าประมาณผลผลิตต่อ 1 วันทำการของแต่ละเดือน

เมื่อ $Y = 50$

$\hat{Y} = 981 + 1.13(50) = 1037.50$ หน่วย

เดือนนั้นมี 20 วัน

ผลผลิตทั้งเดือน $= 1037.50(20) = 20750$ หน่วย

4.25 จำนวนลูกค้า (1000 คน) โดยนับกลางปี ของบริษัทขายผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าระหว่างปี 1960–1977

$n = 18, \Sigma x = 0, \Sigma y = 61.87, \bar{y} = a = 3.43722$

$\Sigma X^2 = 1938, \Sigma XY = 43.83, b = \Sigma XY/\Sigma X^2 = .022616$

(ก) สมการแนวโน้มคือ

$Y = 3.43722 + .022616 X$

X มีหน่วย $\frac{1}{2}$ ปี, X = 1 เดือน มิ.ย., 1969

อัตราการเพิ่มต่อ 1 ปี = .022616 × 2 = .045232 หน่วย

(ค) ปี 1984 X = 31

$\hat{Y}_{(31)} = 3.43722 + .022616 (31) = 4.138096$ พันคน

ปี	Y	X	$\hat{Y}$	เปอร์เซนต์แนวโน้ม $(Y/\hat{Y})$ 100	relative cyclical residual
1960	2.93	−17	3.053	96.0	−4.0
61	3.10	−15	3.098	100.1	0.1
62	3.16	−13	3.143	100.5	0.5
63	3.29	−11	3.1884	103.2	3.2
64	3.23	−9	3.2326	99.9	−0.1
65	3.21	−7	3.279	97.9	−2.1
66	3.19	−5	3.324	96.0	−4.0
67	3.43	−3	3.369	101.8	1.8
68	3.57	−1	3.414	104.6	4.6
69	3.51	1	3.460	101.5	1.5
70	3.51	3	3.505	100.7	0.7
71	3.61	5	3.550	101.7	1.7
72	3.64	7	3.595	101.2	1.2
73	3.65	9	3.641	100.3	0.3
74	3.63	11	3.686	98.5	−1.5
75	3.60	13	3.731	96.5	−3.5
76	3.14	15	3.776	99.0	−1.0
77	3.85	17	3.821	100.7	0.7

$y_{(3)} = 4138$ คน

(ง) จะศึกษาความผันแปรเนื่องจากวัฏจักรได้จาก เปอร์เซนต์ของแนวโน้ม เพราะ

$Y/\hat{Y} = (T \times C \times I)/T = C \times I$ หรือจะนำ

(เปอร์เซนต์แนวโน้ม - 100) = relative cyclical residual ก็ได้

4.26 กำหนดจำนวนขายเบียร์ (ล้านลิตร) เป็นรายไตรมาส ปี 1972 – 1977

ปี	ไตรมาส	Y_i	ผลรวมเคลื่อนที่ 4 ปี	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 4 ปี = MA.	specific seasonal relative = $(\frac{Y}{MA})$ 100
1972	1	172			
	2	227	901		
	3	300	898	224.9	133.39
	4	202	889	223.4	90.42
1973	1	169	890	222.4	75.99
	2	218	879	222.1	98.60
	3	301	892	221.4	135.95
	4	191	892	223.0	85.56
1974	1	182	894	223.2	81.54
	2	218	904	224.8	96.98
	3	303	894	224.8	134.79
	4	204	921	226.9	89.91
1975	1	169	908	228.6	73.93
	2	245	908	227.0	107.93
	3	290	918	228.2	127.19
	4	204	908	228.2	89.40
1976	1	179	900	226.0	79.20
	2	235	888	223.5	105.14
	3	282	879	220.9	127.66
	4	192	885	220.5	87.07
1977	1	170	900	223.1	76.20
	2	241	905	225.6	106.83
	3	297			
	4	197			

ปี	ไตรมาส 1	2	3	4	
1972	–	–	133.39	90.42	
1973	75.99	98.60	135.95	85.56	
1974	81.54	96.98	134.79	89.91	
1975	73.93	107.93	127.19	89.40	
1976	79.20	105.14	127.66	87.07	
1977	76.20	106.83	–	–	รวม
มัธยฐาน	76.20	105.14	133.39	89.40	404.13
มัธยฐาน × 0.9897805 = ดัชนีฤดูกาล	75.4	104.1	132.0	88.5	400

ตัวปรับ $= \dfrac{400}{404.13} = .9897805$

บทที่ 5
ระเบียบวิธีการสุ่มตัวอย่าง

5.1 $n = 400, x = 30, S = 10.5, N = 5,000,000$

(ก) $\hat{\mu} = \bar{x} = 30, S_{\bar{x}} = S/\sqrt{n} = \frac{10.5}{\sqrt{400}} = 1.66$

ช่วงเชื่อมั่น 95% ของ μ คือ $\bar{x} \pm Z_{.025} S_{\bar{x}}$

$= 30 \pm (1.96)(1.67)$

$= 30 \pm 3.25 = 26.7464, 33.2536$ สัปดาห์

(ข) $\hat{T} = N\bar{x} = 5,000,000(30) = 150,000,000 = 150$ ล้านสัปดาห์

ช่วงเชื่อมั่น 95% ของ T คือ $\hat{T} \pm N(Z_{\alpha/2} S_{\bar{x}})$

$= 150 \pm 5(1.96)(1.67)$

$= 150 \pm 16.268 = 133.732, 166.258$ ล้านสัปดาห์

(ค) ความแตกต่างระหว่างข้อ (ก) และ (ข) คือ ข้อ (ก) หมายถึง กล่าวด้วยความเชื่อมั่น 95% ได้ว่า ประชากรในกรุงเทพทำงานเกิน 35 ชั่วโมง ต่อสัปดาห์ ในปีที่แล้ว โดยเฉลี่ยคนละ 26.7464 - 33.2536 สัปดาห์ หรือโดยประมาณ 27 - 33 สัปดาห์โดยเฉลี่ย

ส่วนใน (ข) เป็นจำนวนรวมของประชากรทั้ง 5 คน ในปีก่อน ทำงานเกินสัปดาห์ละ 35 ชั่วโมง อยู่ระหว่าง 133.732 - 166.268 ล้านสัปดาห์

5.2 $N = 5$ ล้านคน, $n = 400$, n_1 = ชาย = 170, n_2 = หญิง = 230

$\bar{x}_1 = 40$, $\bar{x}_2 = 22.6$, $S_1 = 2.7$, $S_2 = 7.6$

ก) 95% ช่วงเชื่อมั่นของ μ_1

$$\begin{aligned} &= \bar{x}_1 \pm Z_{.025} S_{\bar{X}} \\ &= 40 \pm (1.96)(2.7/\sqrt{170}) \\ &= 40 \pm .4058775 \\ &= 39.594123, 40.405877 \end{aligned}$$

$S_{\bar{X}_1} = .207$

(ข) 95% ช่วงเชื่อมั่นของ μ_2

$$\begin{aligned} &= \bar{x}_2 \pm Z_{.025} S_{\bar{X}_2} \\ &= 22.6 \pm (1.96)(7.6/\sqrt{230}) \\ &= 22.6 \pm (1.96)(.5011291) \\ &= 22.6 \pm 0.982213 \\ &= 21.617787, 23.582213 \end{aligned}$$

(ค) จากข้อ (5.1 : ก) มี $S_{\bar{X}} = 1.67$ ซึ่งโตกว่า $S_{\bar{X}_1}$ และ $S_{\bar{X}_2}$ จึงทำให้ช่วงเชื่อมั่นของ μ กว้างกว่า

5.3 ไม่เหมาะสม เพราะพนักงานอาจรู้ตัวว่ามีการตรวจในระยะห่างสม่ำเสมอกัน เขาอาจ "พราง" ได้ ถ้าเขาสามารถกะประมาณช่วงการตรวจได้

5.4 ขึ้นอยู่กับวิธีการจัดเก็บสินค้า ถ้าทุกหน่วยที่ 50 อยู่ชั้นล่างเสมอ หรืออยู่ทางด้านหลังสุดเสมอ อาจเกิดการได้เปรียบ หรือเสียเปรียบจากสิ่งแวดล้อม เช่น อาจมีปัจจัยที่ทำให้ของชำรุดง่าย หรือลดอัตราชำรุด แต่ถ้าการเก็บเป็นแบบสุ่ม การใช้วิธีสุ่มแบบง่ายและแบบมีระบบจะให้ผลไม่ต่างกัน

5.5 บริษัทหนึ่งต้องการสุ่มพนักงานตัวอย่าง 500 คน โดยมี

$N_1 = 2000$, $N_2 = 1000$, $N_3 = 1000$, $N = 4{,}000$, $\sigma_1 = .7$, $\sigma_2 = 1.4$, $\sigma_3 = 2.8$

ก) <u>วิธีจัดสรรแบบเป็นสัดส่วนกับขนาดของประชากรในชั้นภูมิ</u>

$n_h = \frac{N_h}{N} \times n$

$n_1 = \frac{2000}{4000}\ 500 = 250$ คน

$n_2 = \frac{1000}{4000}\ 500 = 125$ คน $= n_3$

ข) จัดสรรวิธี optimum

$n_h = \frac{N_h\sigma_h}{\Sigma N_h\sigma_h} \times n$

ชั้นภูมิ	N_h	σ_h	$N_h\sigma_h$	$(N_h\sigma_h/\Sigma N_h\sigma_h) \times n$
1	2000	.7	1400	(1400/5600) 500 = 125 = n_1
2	1000	1.4	1400	(1400/5600) 500 = 125 = n_2
3	1000	2.8	2800	(2800/5600) 500 = 250 = n_3
	N = 4000		5600	500 = n

ค) ผลต่างของ (ก) และ (ข) เพราะแบบ (ข) เอาความผันแปรมาพิจารณา กลุ่มที่มีความผันแปรสูง จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างโต เช่น กลุ่มที่ 3 ถ้าความผันแปรของทุกๆ กลุ่มเท่ากัน ผลจาก (ก) และ (ข) จะเหมือนกัน

5.6 $\bar{X}_s = \Sigma N_h\bar{x}_h/N$

ก) วิธีสัดส่วน $= \{2000\,(60) + 1000\,(200) + 1000\,(2500)\}/4000$

$= 705$ บาท

$n_1 = 250,\ n_2 = n_3 = 125,\ n = 500$

$V(\bar{x}_s) = \Sigma V(\frac{N_h\bar{x}_h}{N})\ ;\ S_1^2 = 625,\ S_2^2 = 3600,\ S_3^2 = 90{,}000$

$= \Sigma\,(\frac{N_h}{N})^2\, V(\bar{x}_h)\ ;\ V(\bar{x}_h) = \frac{\sigma_h^2}{n_h}$ หรือ $\frac{S_h^2}{n_h}$

$= \left(\frac{2000}{4000}\right)^2 \frac{625}{250} + \left(\frac{1000}{4000}\right)^2 \frac{3600}{125} + \left(\frac{1000}{4000}\right)^2 \frac{90{,}000}{125}$

$= .625 + 1.8 + 45$

$= 47.425$

(ข) <u>จัดสรรแบบ optimum</u> นั่นคือ $n_1 = 125, n_2 = 125, n_3 = 250$

$\bar{x}_s \quad = \quad 705$ เท่าเดิม

$$V(\bar{x}_s) = \left(\frac{2000}{4000}\right)^2 \frac{625}{125} + \left(\frac{1000}{4000}\right)^2 \frac{3600}{125} + \left(\frac{1000}{4000}\right)^2 \frac{90,000}{250}$$

$$= 25.55$$

ค) ค่า $\bar{x}_s$ จาก 2 วิธี ได้เท่ากัน เพราะไม่ได้เอาขนาดตัวอย่าง n_h (ซึ่งอาจต่างกัน) มาถ่วงน้ำหนัก แต่ใช้ถ่วงน้ำหนักด้วยขนาดของชั้นภูมิ N_h ซึ่งมีค่าคงเดิมไม่ว่าจะใช้วิธีสัดส่วน หรือ optimum

(ง) แต่ $V(\bar{x}_s)$ จะต่างกัน เพราะเอา n_h มาหาร S_h^2 วิธี optimum จะให้ความแปรปรวนเล็กกว่า เพราะวิธีนี้จะใช้ตัวอย่างโตกว่า เมื่อชั้นภูมินั้นมีความแปรปรวนสูง

5.7 $\bar{x}_1 = 13, \bar{x}_2 = 12, \bar{x}_3 = 10, N_1 = 2000, N_2 = 1000, N_3 = 1000$

$S_1^2 = 9, S_2^2 = 6.25, S_3^2 = 4, \left(\frac{N_1}{N}\right) = .5, \left(\frac{N_2}{N}\right) = \left(\frac{N_3}{N}\right) = .25$

(ก) <u>ถ้าจัดสรรแบบสัดส่วน</u> นั่นคือ $n_1 = 250, n_2 = n_3 = 125$

$$\bar{x}_s = \Sigma N_h \bar{x}_h / N$$

$$= \{2000\,(13) + 1000\,(12) + 1000\,(10)\}/4000$$

$$= 12$$

$$V(\bar{x}_s) = (.5)^2\,(9/250) + (.25)^2\,(6.25/125) + (.25)^2\,(4/125)$$

$$= .009 + .003125 + .002$$

$$= .014125$$

(ข) <u>ถ้าจัดสรรแบบ optimum</u>, $n_1 = 125, n_2 = 125, n_3 = 250$

$\bar{x}_s \quad = \quad 12$ ปี เท่าวิธีจัดสรรแบบสัดส่วน

$$V(\bar{x}_s) = (.5)^2 \frac{9}{125} + (.25)^2 \frac{6.25}{125} + (.25)^2 \frac{4}{250}$$

$$= .0222$$

(ค) วิธี optimum ให้ความแปรปรวนสูงกว่า เพราะความผันแปรในแต่ละชั้นภูมิเป็นส่วน

กลับกับตัวแปร x (จำนวนปีที่สำเร็จการศึกษา) เมื่อ $\bar{x}_h$ มีค่าน้อย S_h^2 จะมีค่าสูง แต่เมื่อ $\bar{x}_h$ มีค่าสูง S_h^2 กลับมีค่าต่ำ

5.8 $n = 165, N_1 = 6000, N_2 = 4000, N = 10,000$

ก) <u>จัดสรรโดยวิธีสัดส่วน</u>

$$n_h = (\frac{N_h}{N}) \times n$$

$$n_1 = (\frac{6,000}{10,000})\ 165 = 99$$

$$n_2 = (\frac{4,000}{10,000})\ 165 = 66$$

(ข) จัดสรรวิธี optimum

ชั้นภูมิ	N_i	S_h	N_hS_h	$N_hS_h/\sqrt{C_h}$	$\sqrt{C_h}$	$N_hS_h\sqrt{C_h}$
1	6000	500	3,000,000	1,000,000	3	9,000,000
2	4000	800	3,200,000	8,000,000	4	12,800,000
			6,200,000	1,800,000		21,800,000

$$n_1 = \left(\frac{3,000,000}{6,200,000}\right)\ 165 = 80$$

$$n_2 = \left(\frac{3,200,000}{6,200,000}\right)\ 165 = 85$$

(ค) มีงบประมาณ 2000 บาท ต้องหา n ก่อน

$$n = \frac{\Sigma N_h\sigma_h/\sqrt{c_h}}{\Sigma N_h\sigma_h\sqrt{c_h}} \times c$$

$$= \frac{1,800,000}{21,800,000} \times 2000 = 165$$

$$n_1 = \frac{1,000,000}{1,800,000} \times 165 = 92$$

$$n_2 = \frac{800,000}{1,800,000} \times 165 = 73$$

(ง) ชั้นภูมิที่ 1, $n_1 = 92, c_1 = 9,$

ค่าใช้จ่ายรวม = 92 x 9 = 828 บาท

ชั้นภูมิที่ 2, $n_2 = 73, c_2 = 16$

ค่าใช้จ่ายรวม = 73 x 16 = 16 = 1,168

รวม 2 ชั้นภูมิ = 828 + 1,168 = 1,996 บาท

(จ) <u>แบบสัดส่วน</u>

$$V(\bar{x}_s) = \left(\frac{6,000}{10,000}\right)^2 \frac{500^2}{99} + \left(\frac{4,000}{10,000}\right)^2 \frac{800^2}{66} = 2,464$$

<u>แบบ optimum</u>

$$V(\bar{x}_s) = \left(\frac{6,000}{10,000}\right)^2 \frac{500^2}{80} + \left(\frac{4,000}{10,000}\right)^2 \frac{800^2}{85} = 2,331$$

<u>แบบ optimum แต่มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยต่างกัน</u>

$$V(\bar{x}_s) = \left(\frac{6,000}{10,000}\right)^2 \frac{500^2}{92} + \left(\frac{4,000}{10,000}\right) \frac{800^2}{73} = 2,382$$

5.9 ก) $p_1 = 30/60 = .5$ $N_1 = 10,000, N_2 = 12,000$

$p_2 = 15/50 = .3$ $N_3 = 8,000, N = 30,000$

$p_3 = 8/40 = .2$

(ข) $$p_s = \frac{\sum N_h p_h}{N}$$

$$= \frac{10,000 (.5) + 12,000 (.3) + 8,000 (.2)}{30,000} = .34$$

$$V(p_s) = \Sigma \left(\frac{N_h}{N}\right)^2 \frac{p_h q_h}{n}$$

$$= \left(\frac{10,000}{30,000}\right)^2 \frac{(.5)(.5)}{60} + \left(\frac{12,000}{30,000}\right)^2 \frac{(.3)(.7)}{50} + \left(\frac{8,000}{30,000}\right)^2 \frac{(.2)(.8)}{40}$$

$$= .0014$$

(ค) $\sqrt{V(p_s)}$ = $\sqrt{.0014}$ = .0375

ช่วงเชื่อมั่น 95.45% ของ π = $p \pm 2\sqrt{V(p_s)}$

= $.34 \pm 2\,(.0375)$ = .2650 ถึง .4150

ดังนั้น ช่วงเชื่อมั่น 95.45% ของจำนวนชำรุดทั้งหมด = $N\pi$

= $Np \pm 2N\sqrt{V(p_s)}$ = 30,000 (.2650) ถึง 30,000 (.4150)

หรือ 7950 ถึง 12,450 กล่อง ถ้าแต่ละกล่องมีราคาถัวเฉลี่ย 25 บาท ช่วงเชื่อมั่น 95.45% ของมูลค่าความเสียหาย = 25 (7950) ถึง 25(12,450) หรือ 198,750 ถึง 311,250 บาท

5.10 ให้ x คือจำนวนผลผลิต (พันตัน)

y คือจำนวนสารที่ใช้ใน 3 เดือน

$\bar{y}$ = (70 + 80 + ... + 105)/15

= 1062/15 = 70.8 ปอนด์ (ต่อ 3 เดือน) ต่อ 1 โรงงาน

นั่นคือใช้ในอัตราปีละ = 4 x 70.8 = 283.2 ปอนด์

ทั้ง 500 โรงงาน จะใช้รวมกันปีละ = 500 x 283.2

= 141,600 ปอนด์ = $N\bar{y}$

(ข) $\bar{x}$ = (22 + 29 + ... + 35)/15 = 23.6 (พันตัน)

อัตราส่วน $r = \dfrac{\bar{y}}{\bar{x}} = \dfrac{70.8}{23.6} = 3$

ผลผลิตตลอดปีของ 500 โรงงาน = 50 ล้านตัน

ผลผลิตเฉลี่ยต่อ 1 โรงงาน = $\mu_x = \dfrac{500}{50}$ = 0.1 ล้านตัน

= 100,000 ตัน

จาก $r = \bar{y}/\bar{x}$

ดังนั้น $\bar{y} = r\bar{x}$ และ $\mu_y = r\mu_x$

ดังนั้น μ_y = 3 (100,000) = 300,000 ตัน

ค่าประมาณของยอดรวม $N\mu_y$ = 500 (300,000) = 150 ล้านตัน

(ง) ข้อ (ก) มี $V(\bar{y}) = S_y^2/n = \Sigma(y-\bar{y})^2/n(n-1)$

$= \{(y_1-y)^2 + (y_2-y)^2 + \dots + (y_{15}-y)^2\}/15(14)$

$= 4{,}114.40/210 = 19.6$ และ $S_y = 4.4$

ข้อ (ข)

$$V(\mu_y) = V(r\mu_x) = \frac{d_1^2 + \dots + d_n^2}{n(n-1)}$$

$$= \frac{(y_1-rx_1)^2 + \dots (y_{15}-rx_{15})^2}{15(14)}$$

$$= \frac{428}{210} = 2.038$$

และ $S(\mu_y) = 1.43$

วิธีประมาณแบบอัตราส่วนให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำกว่าประมาณ 1/3

5.11 $\mu = (24 + 37 + 27 + 33 + 29 + 41)/6$

$= 31.83 = E(x)$

$E(x^2) = 24^2(\frac{1}{6}) + 37^2(\frac{1}{6}) + \dots + 41^2(\frac{1}{6})$

$= 1047.5$

$\sigma^2 = E(x^2) - \mu^2$

$= 1047.5 - (31.83)^2 = 34.35$

5.12 $N = 6, n = 1$

x	24	37	27	33	29	41
f(x)	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

$E(x) = \mu = \Sigma x\, f(x)$

$= 24(\frac{1}{6}) + 37(\frac{1}{6}) + \dots + 41(\frac{1}{6})$

$= 31.83$

$V(x) = E(x - \mu)^2 = E(X^2) - \mu^2 = 34.35$

5.13

x	0	1	2	3
f(x)	.50	.30	.19	.01

$\mu = E(x) = 0(.5) + 1(.3) + 2(.19) + 3(.01) = 0.71$

$E(x^2) = 0(.5) + 1(.3) + 4(.19) + 9(.01) = 1.15$

$\sigma^2 = E(x^2) - \mu^2 = .6459$

5.14 เป็น judgement sample เพราะผู้บริหารได้พิจารณาแล้วว่าโรงงานทั้ง 5 นั้นมีลักษณะเป็น "ตัวแทน" ของโรงงานอื่น ๆ

5.15 **ประชากรเป้าหมาย** คือผู้บรรลุนิติภาวะทั้งหมดในเมืองนั้น
ประชากรตัวอย่าง คือ ผู้บรรลุนิติภาวะที่ปฏิบัติงานในเมืองนั้นในขณะสุ่มตัวอย่าง

5.16 N = 6, n = 3

(ก) จำนวนหนทาง $= \binom{6}{3} = \frac{6!}{3!\,3!} = 20$

(ข) P (แต่ละหนทาง) $= \frac{1}{20} = .05$

5.17 (ก) n = 100, N = 9000 ใช้ตาราง B−8

สมมุติ เริ่มต้นแถวที่ 120 มีเลขดังนี้

45246 88048 65173 50989 91060 ....

แบ่งเป็นเลข 4 หลัก ได้ดังนี้

4524 6880 4865 1735 0989 ~~9106~~,(ตัดทิ้งเพราะมีถึง 9,000 เท่านั้น)..........

และให้ เลขที่ พนักงาน คนที่ 1 = 0001, คนที่ 2 = 0002 ถึง คนที่ 9000 จากตารางเลขสุ่ม หมายความว่า

ตัวอย่างที่ 1 คือพนักงานคนที่ 4524

" 2 " " 6880

" 3 " " 4865

" 4 " " 1735

.
.
. ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนครบ 100 คน

(ข) n = 50, N = 1835

ให้เลขที่กับรถทั้งหมด คือหมายเลข 1, 2, ... , 1835

สุ่มเลข 4 ตัว จากตารางเลขสุ่ม ถ้าเกิน 1835 ให้ตัดทิ้งไป จนครบ 50 จำนวน (วิธีการเหมือนข้อ (ก))

(ค) n = 75 ใช้เลข 4 หลักเช่นเดียวกัน แต่ตัดทิ้ง จำนวนระหว่าง 1947 – 1999 และ 4246 เป็นต้นไป สุ่มจนครบ 75 จำนวน

(ง) คาบเวลา 0900 – 1700 น. ใช้เลข 4 หลัก เหมือนกัน และตัดทิ้งจำนวนที่ต่ำกว่า 0900 และเกิน 1700 สุ่มจนครบ 10 จำนวน 2 หลักแรกคือชั่วโมง 2 หลักหลังคือนาที

5.18 ก) P(12) = 1/10 = (.10) (.10) = .01

ข) P(เลขคู่) = 5/10 = .50

ค) P(เลขซ้ำกัน 2 หลัก) = P(0,0) + P(1,1) + P(2,2) + ... + P(9,9)

= 10 (.01) = .10