บทที่ 4

การทดสอบโปรแกรม

โปรแกรม SQC ส่วนที่ใช้ในการคำนวณ (SQC.EXE) ประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่ การกระจายทางสถิติของข้อมูล ฮิสโตแกรม แผนภูมิพาเรโต แผนภูมิควบคุม และแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ ดังนั้นในการทดสอบโปรแกรมจะทดสอบความถูกต้องในการคำนวณของโปรแกรมในแต่ละส่วนซึ่งในการทดสอบจะอาศัยข้อมูลจากหนังสือ และข้อมูลที่สมมติขึ้นมาเพื่อใช้ทดสอบโปรแกรม ในการนำเสนอต่อไปนี้จะเป็นตัวอย่างของการทดสอบโปรแกรมในแต่ละส่วน และผลการคำนวณโดยใช้โปรแกรมได้แสดงไว้ในภาคผนวก ง.

<u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนของการกระจายทางสถิติของข้อมูล</u>

การทดสอบโปรแกรมในส่วนการกระจายทางสถิติของข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ การแจกแจงความน่าจะเป็นไม่ต่อเนื่อง การแจกแจงความน่าจะเป็นต่อเนื่อง การหาค่าสถิติของข้อมูล และการทดสอบลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากร ซึ่งมีรายละเอียดของการทดสอบแต่ละส่วน ดังนี้

1. <u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนการแจกแจงความน่าจะเป็นไม่ต่อเนื่อง</u>

โปรแกรมในส่วนการแจกแจงความน่าจะเป็นไม่ต่อเนื่อง เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณความน่าจะเป็นและความน่าจะเป็นสะสมของการแจกแจงทวินาม การแจกแจงปัวส์ซอง และการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก

จากการทดสอบโปรแกรมในส่วนนี้พบว่าการคำนวณโดยใช้โปรแกรมมีค่าเท่ากับค่าที่อ่านได้จากตารางและการคำนวณ แสดงให้เห็นว่าการใส่สมการที่ใช้ในการคำนวณลงในโปรแกรมมีความถูกต้อง ดังแสดงตัวอย่างของผลการทดสอบได้ในตารางที่ 4.1 - 4.3

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมสำหรับการแจกแจงทวินาม

n	p	c	ความน่าจะเป็นของการแจกแจงทวินาม	
			จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม	จากตารางการแจกแจงทวินาม
1	0.05	0	0.9500	0.9500
2	0.10	1	0.1800	0.1800
3	0.15	2	0.0574	0.0574
4	0.20	3	0.0256	0.0256
5	0.25	4	0.0146	0.0146
6	0.30	5	0.0102	0.0102
7	0.35	6	0.0084	0.0084
8	0.40	7	0.0079	0.0079
9	0.45	8	0.0083	0.0083
10	0.50	9	0.0098	0.0098
11	0.05	0	0.5688	0.5688
12	0.10	1	0.3766	0.3766
13	0.15	2	0.2937	0.2937
14	0.20	3	0.2501	0.2501
15	0.25	4	0.2252	0.2252
16	0.30	5	0.2099	0.2099
17	0.35	6	0.1991	0.1991
18	0.40	7	0.1892	0.1892
19	0.45	8	0.1771	0.1771
20	0.50	9	0.1602	0.1602

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมสำหรับการแจกแจงปัวส์ซอง

μ	n	p	c	ความน่าจะเป็นของการแจกแจงปัวส์ซอง	
				จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม	จากตารางการแจกแจงปัวส์ซอง
0.1	1	0.10	0	0.9048	0.9048
0.3	2	0.15	1	0.2222	0.2222
0.5	10	0.05	2	0.0758	0.0758
0.7	20	0.14	3	0.0284	0.0284
0.9	5	0.18	4	0.0111	0.0111
1.5	50	0.03	5	0.0141	0.0141
2.5	50	0.05	6	0.0278	0.0278
3.5	14	0.25	7	0.385	0.385
4.5	30	0.15	8	0.0463	0.0463
5.5	50	0.11	9	0.519	0.519
6.0	10	0.60	0	0.0025	0.0025
6.5	13	0.50	1	0.0098	0.0098
7.5	30	0.25	2	0.0156	0.0156
8.5	34	0.25	3	0.0208	0.0208
9.6	24	0.40	4	0.0240	0.0240
10.0	20	0.50	5	0.0378	0.0378
12.0	20	0.60	6	0.0255	0.0255
14.0	20	0.70	7	0.0174	0.0174
16.0	20	0.80	8	0.0120	0.0120
18.0	20	0.20	9	0.0083	0.0083

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมสำหรับการแจกแจงไฮเปอร์จีออเมตริก

N	k	n	c	ความน่าจะเป็นของการแจกแจงปัวส์ซอง	
				จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม	จากคำนวณ
15	5	5	1	0.3497	0.3497
20	6	10	2	0.2438	0.2438
25	7	15	3	0.1988	0.1988
30	8	20	4	0.1738	0.1738
35	9	25	5	0.1580	0.1580
40	10	30	6	0.1471	0.1471
45	11	35	7	0.1391	0.1391
50	12	40	8	0.1330	0.1330
55	13	45	9	0.1282	0.1282
60	14	50	10	0.1244	0.1244
65	15	55	11	0.1212	0.1212
70	16	60	12	0.1185	0.1185
75	17	65	13	0.1162	0.1162
80	18	70	14	0.1143	0.1143
85	19	75	15	0.1125	0.1125
90	20	80	16	0.1110	0.1110
95	21	85	17	0.1097	0.1097
100	22	90	18	0.1085	0.1085
105	23	95	19	0.1075	0.1075
110	24	100	20	0.1065	0.1065

2. การทดสอบโปรแกรมในส่วนการแจกแจงความน่าจะเป็นต่อเนื่อง

โปรแกรมในส่วนการแจกแจงความน่าจะเป็นต่อเนื่อง เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณความน่าจะเป็นของการแจกแจงไคสแควร์ การแจกแจงปกติ และการแจกแจงเอ็กซโปเนนเชียล และใช้ในการหาค่าตัวแปรสุ่มของการแจกแจงไคสแควร์

จากผลการทดสอบจะเห็นว่าในส่วนของการแจกแจงปกติ การแจกแจงเอ็กซโปเนนเชียล ค่าที่ได้มีค่าเท่ากับค่าที่ได้จากตารางและจากการคำนวณ แต่ในส่วนของการแจกแจงไคสแควร์ค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้กับค่าที่อ่านจากตารางมีความแตกต่างกันเล็กน้อย และในส่วนการหาค่าตัวแปรสุ่มไคสแควร์ค่าที่ได้ก็จะใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้จากตาราง โดยค่าที่คำนวณได้จากโปรแกรมจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าจากตารางเมื่อค่าองศาเสรีเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามก็ได้ผลการคำนวณถูกต้องตามวิธีการประมาณค่า Wilson และ Hilferty (Cooke , Craven and Clarke , 1985) ตัวอย่างผลการทดสอบได้แสดงในตารางที่ 4.4 - 4.7

3. การทดสอบโปรแกรมในส่วนการหาค่าสถิติของข้อมูล

โปรแกรมในส่วนการหาค่าสถิติของข้อมูล เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการหาจำนวนข้อมูล ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูล และคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าพิสัย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวนของข้อมูล ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมในส่วนนี้จะแสดงโดยนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณโดยใช้โปรแกรมและการคำนวณตามขั้นตอนปกติ

ข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการคำนวณ มี ดังนี้

60	33	85	52	65	77	84	65	57	74
71	81	35	50	35	64	74	47	68	54
80	41	61	91	55	73	59	53	45	77
41	78	55	48	69	85	67	39	76	60
94	66	98	66	73	42	65	94	89	88

การคำนวณตามขั้นตอนปกติ มีขั้นตอนการหาค่าสถิติต่าง ๆ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าพิสัย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวนของข้อมูล ดังนี้

1) ตรวจสอบจำนวนข้อมูล ซึ่งจากการนับจะได้ว่าข้อมูลทั้งหมดมี 50 ข้อมูล

2) หาค่าต่ำสุดของข้อมูล ซึ่งจากการสังเกตพบว่าข้อมูลที่มีค่าต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 33

3) หาค่าสูงสุดของข้อมูล ซึ่งจากการสังเกตพบว่าข้อมูลที่มีค่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 98

4) หาค่าพิสัยของข้อมูล ดังนี้

ค่าพิสัย = ค่าสูงสุดของข้อมูล - ค่าต่ำสุดของข้อมูล = 98 - 33

= 65

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมสำหรับการหาความน่าจะเป็น ($P(x \leq x1)$) สำหรับการแจกแจงไคสแควร์

x	องศาเสรี	ความน่าจะเป็น ($P(x \leq x1)$) สำหรับการแจกแจงไคสแควร์	
		จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม	จากตาราง
0.0201	2	0.0100	0.010
0.0506	2	0.0250	0.025
0.103	2	0.0500	0.050
0.010	2	0.0050	0.005
0.115	3	0.0100	0.010
0.216	3	0.0250	0.025
0.352	3	0.0500	0.050
0.297	4	0.0100	0.010
0.484	4	0.0250	0.025
0.711	4	0.0500	0.050
0.554	5	0.0010	0.010
0.831	5	0.0250	0.025
1.145	5	0.0500	0.050
2.558	10	0.0100	0.010
3.247	10	0.0250	0.025
3.940	10	0.0500	0.050
6.262	15	0.0250	0.025
7.261	15	0.0500	0.050
9.591	20	0.0250	0.025
7.434	20	0.0050	0.005

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมสำหรับการหาตัวแปรสุ่ม x1 ของความน่าจะเป็น ($P(x \leq x1)$) สำหรับการแจกแจงไคสแควร์

$P(x \leq x1)$	α	องศาเสรี	ตัวแปรสุ่ม x1 สำหรับการแจกแจงไคสแควร์	
			จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม	จากตาราง
0.990	0.010	1	6.5922	6.635
0.990	0.010	3	11.3768	11.345
0.990	0.010	5	15.1257	15.086
0.990	0.010	7	18.5150	18.475
0.990	0.010	10	23.2496	23.209
0.975	0.025	1	4.9299	5.024
0.975	0.025	3	9.3267	9.348
0.975	0.025	5	12.8245	12.832
0.975	0.025	7	16.0105	16.013
0.975	0.025	10	20.4850	20.483
0.950	0.050	1	3.7455	3.841
0.950	0.050	3	7.7733	7.815
0.950	0.050	5	11.0420	11.070
0.950	0.050	7	14.0447	14.067
0.950	0.050	10	18.2894	18.307
0.900	0.100	1	2.6351	2.706
0.900	0.100	3	6.2082	6.251
0.900	0.100	5	9.2010	9.236
0.900	0.100	7	11.9856	12.017
0.900	0.100	10	15.9590	15.987

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมสำหรับการแจกแจงเอ็กซโปเนนเชียล

x1	x2	β	ความน่าจะเป็นสำหรับการแจกแจงเอ็กซโปเนนเชียล $P(x1 \leq x \leq x2)$	
			จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม	จากการคำนวณ
0	1	5	0.1813	0.1813
2	3	10	0.0779	0.0779
3	4	15	0.0528	0.0528
5	8	20	0.1085	0.1085
9	10	25	0.0274	0.0274
12	15	30	0.0638	0.0638
18	25	35	0.1084	0.1084
21	30	40	0.1192	0.1192
28	35	45	0.0773	0.0773
30	40	50	0.0995	0.0995
32	42	55	0.0929	0.0929
39	50	60	0.0874	0.0874
60	120	65	0.2395	0.2395
80	152	70	0.2016	0.2016
90	200	75	0.2317	0.2317
120	250	80	0.1792	0.1792
150	350	85	0.1550	0.1550
160	400	90	0.1573	0.1573
180	450	95	0.1416	0.1416
200	500	100	0.1286	0.1286

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมสำหรับการแจกแจงปกติ

x1	x2	μ	σ	ความน่าจะเป็นสำหรับการแจกแจงปกติ $P(x1 \leq x \leq x2)$	
				จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม	จากตาราง
0	1	0	1	0.3413	0.3413
2	3	0	2	0.0919	0.0919
3	4	4	3	0.1915	0.1915
5	8	10	4	0.2029	0.2029
9	10	10	5	0.0793	0.0793
12	15	21	6	0.0919	0.0919
18	25	3	10	0.0529	0.0529
21	30	6	12	0.0829	0.0828
28	35	28	14	0.1915	0.1915
30	40	52	20	0.1386	0.2386
32	42	6	40	0.0738	0.0737
39	50	45	4	0.8275	0.8276
60	120	80	10	0.9772	0.9772
80	152	10	5	0.0785	0.0785
90	200	30	100	0.2297	0.2297
120	250	160	40	0.8291	0.8291
150	350	120	100	0.3714	0.3714
160	400	320	320	0.2902	0.2902
180	450	300	300	0.3469	0.3469
200	500	350	500	0.2358	0.2358

5) หาค่าเฉลี่ยของข้อมูล ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{50} x_i}{50} = \frac{3259}{50} = 65.18$$

6) หาค่าความแปรปรวน ดังนี้

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{50} (x_i - \bar{x})^2}{50-1} = \frac{14347.38}{49} = 292.8037$$

7) หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{50} (x_i - \bar{x})^2}{50-1}} = \sqrt{\frac{14347.38}{49}} = 17.1115$$

การคำนวณโดยใช้โปรแกรมคำนวณได้ผลการคำนวณ ดังแสดงในภาคผนวก ง. ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1.จำนวนข้อมูล	50	ข้อมูล
2.ค่าต่ำสุดของข้อมูลเท่ากับ	33	
3.ค่าสูงสุดของข้อมูลเท่ากับ	98	
4.ค่าเฉลี่ยของข้อมูลเท่ากับ	65.18	
5.ค่าพิสัยของข้อมูลเท่ากับ	65	
6.ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ	17.1115	
7.ค่าความแปรปรวนเท่ากับ	292.8037	

จากการเปรียบเทียบผลที่โปรแกรมคำนวณกับการคำนวณตามขั้นตอนปกติ พบว่าการคำนวณโดยใช้โปรแกรมและการคำนวณตามขั้นตอนปกติได้ผลการคำนวณตรงกัน แสดงว่าโปรแกรมสามารถใช้ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าพิสัย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความแปรปรวนของข้อมูลได้ถูกต้อง

4. <u>การทดสอบโปรแกรมส่วนการทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากร</u>

โปรแกรมในส่วนการทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากร เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากร โดยสามารถเลือกทดสอบได้ทั้งการแจกแจงที่ผู้ใช้สร้างขึ้นซึ่งเป็นการแจกแจงที่ได้จากการทดลอง การแจกแจงปัวส์ซอง การแจกแจงปกติ และการแจกแจงเอ็กซโปเนนเชียล นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถสร้างฮิสโตแกรมเพื่อใช้ในการดูการกระจายของข้อมูลก่อนที่จะทำการเลือกว่าจะทำการทดสอบว่าข้อมูลมีการกระจายเหมือนกับการแจกแจงความ

น่าจะเป็นแบบใด ในการทดสอบโปรแกรมในส่วนนี้จะแสดงโดยนำข้อมูลตัวอย่างมาคำนวณโดยใช้โปรแกรมและการคำนวณตามขั้นตอนปกติ

ข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบการแจกแจงปัวส์ซอง การแจกแจงเอ็กซโปเนนเชียล และการแจกแจงปกติ มีดังนี้

60	33	85	52	65	77	84	65	57	74
71	81	35	50	35	64	74	47	68	54
80	41	61	91	55	73	59	53	45	77
41	78	55	48	69	85	67	39	76	88
94	66	98	66	73	42	65	94	89	

การคำนวณตามขั้นตอนตามปกติมีขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้

1) การจัดแบ่งอันตรภาคชั้นของข้อมูล ในที่นี้กำหนดให้จำนวนชั้น เท่ากับ 7

ค่าสูงสุดของข้อมูล = 33

ค่าต่ำสุดของข้อมูล = 98

ค่าพิสัย = 98 - 33 = 65

ความกว้างของชั้น $= \frac{65}{7} = 9.3 \approx 10$

ขอบเขตล่างของชั้นที่ 1 $= 33 - \frac{(10 \times 7) - 65}{2} = 30.5 \approx 3$

เพราะฉะนั้นสามารถแบ่งอันตรภาคชั้นได้ดังนี้

ชั้นที่	อันตรภาคชั้น
1	31 - 40
2	41 - 50
3	51 - 60
4	61 - 70
5	71 - 80
6	81 - 90
7	91 - 100

2) แจกแจงความถี่

ชั้นที่	อันตรภาคชั้น	ความถี่
1	31 - 40	4
2	41 - 50	7
3	51 - 60	8
4	61 - 70	10
5	71 - 80	10
6	81 - 90	6
7	91 - 100	4

3) ประมาณค่าพารามิเตอร์และคำนวณหาค่าคาดหวังของการแจกแจงแต่ละแบบ

สำหรับการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.2857

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 17.2723

ชั้นที่	อันตรภาคชั้น	ความถี่	ค่าคาดหวัง
1	≤ 40	4	3.7066
2	41 - 50	7	5.8969
3	51 - 60	8	9.5487
4	61 - 70	10	11.1607
5	71 - 80	10	9.4163
6	81 - 90	6	5.7344
7	≥ 91	4	3.5364

สำหรับการแจกแจงปัวส์ซอง ค่าเฉลี่ยของจำนวนการเกิด เท่ากับ 65.2857

ชั้นที่	อันตรภาคชั้น	ความถี่	ค่าคาดหวัง
1	31 - 40	4	0.0256
2	41 - 50	7	1.4307
3	51 - 60	8	12.3299
4	61 - 70	10	22.6964
5	71 - 80	10	10.8919
6	81 - 90	6	1.5516
7	91 - 100	4	0.0739

สำหรับการแจกแจงเอ็กซโปเนนเชียล ช่วงเวลาระหว่างการเกิดเฉลี่ย เท่ากับ 65.2857

ชั้นที่	อันตรภาคชั้น	ความถี่	ค่าคาดหวัง
1	≤ 40	4	22.6500
2	41 - 50	7	3.7422
3	51 - 60	8	3.2107
4	61 - 70	10	2.7548
5	71 - 80	10	2.3635
6	81 - 90	6	2.0279
7	≥ 91	4	12.2510

4) กำหนดค่าระดับนัยสำคัญ ซึ่งในที่นี้เท่ากับ 0.05 และคำนวณหาค่าไคสแควร์ บริเวณวิกฤติ และสรุปผลการทดสอบ

สำหรับการแจกแจงปกติ

$\chi^2 = 0.7107$

บริเวณวิกฤติ คือ $\chi^2 > 9.488$

สรุปผลการทดสอบได้ว่า ยอมรับว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.2857 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 17.2723

สำหรับการแจกแจงปัวส์ซอง

$\chi^2 = 869.8294$

บริเวณวิกฤติ คือ $\chi^2 > 11.070$

สรุปผลการทดสอบได้ว่า ไม่ยอมรับว่าข้อมูลมีการแจกแจงปัวส์ซองที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนการเกิดเท่ากับ 65.2857

สำหรับการแจกแจงเอ็กซโปเนนเชียล

$\chi^2 = 82.4027$

บริเวณวิกฤติ คือ $\chi^2 > 11.070$

สรุปผลการทดสอบได้ว่า ไม่ยอมรับว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.2857 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 17.2723

จากการทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากร โดยทดสอบการแจกแจงปัวส์ซอง การแจกแจงเอ็กซโปเนนเชียล และการแจกแจงปกติ โดยใช้โปรแกรมซึ่งแสดงในภาคผนวก ง. และโดยใช้วิธีการตามขั้นตอนพบว่าข้อสรุปสุดท้ายของการทดสอบได้ผลเหมือนกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า

โปรแกรมสามารถใช้ในการทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากร สำหรับการแจกแจงปัวส์ซอง การแจกแจงเอ็กซโปเนนเชียล และการแจกแจงปกติ ได้

ข้อมูลที่ใช้ทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นที่เป็นการแจกแจงที่ได้จากการทดลองนำมาจากหนังสือสถิติสำหรับงานวิศวกรรม โดย ศ.ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และ รศ. จันทนา จันทโรหน้า 128 ตัวอย่างที่ 21 ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

ชั้นที่	ค่าสังเกต	ค่าคาดหวัง
1	304	296.7
2	176	148.3
3	139	148.3
4	141	148.3
5	130	148.3

จากการคำนวณตามขั้นตอนสามารถคำนวณค่าไคสแควร์ บริเวณวิกฤติ และสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้

กำหนดระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05

$\chi^2 = 8.54$

บริเวณวิกฤติ คือ $\chi^2 > \chi^2_{0.05,4} = 9.488$

สรุปผลการทดสอบได้ว่า ยอมรับว่าค่าสังเกตมีการแจกแจงเดียวกันกับค่าคาดหวัง

จากการทดสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของประชากร โดยทดสอบการแจกแจงที่ได้จากการทดลองโดยใช้โปรแกรมซึ่งแสดงในภาคผนวก ง. และโดยใช้วิธีการตามขั้นตอนพบว่าข้อสรุปสุดท้ายของการทดสอบได้ผลเหมือนกัน แสดงว่าโปรแกรมสามารถใช้ในการทดสอบความน่าจะเป็นของประชากรสำหรับการกระจายของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

<u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนของฮิสโตแกรม</u>

โปรแกรมในส่วนของฮิสโตแกรม เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างฮิสโตแกรมซึ่งสามารถสร้างฮิสโตแกรมได้จากการให้โปรแกรมคำนวณอันตรภาคชั้นโดยอัตโนมัติ หรือให้ผู้ใช้เป็นผู้ระบุอันตรภาคชั้นเอง การทดสอบโปรแกรมเป็นตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมที่นำข้อมูลที่สมมุติขึ้นมา โดยข้อมูลที่สมมุติขึ้นมี ดังนี้

60	33	85	52	65	77	84	65	57	74
71	81	35	50	35	64	74	47	68	54
80	41	61	91	55	73	59	53	45	77

41 78 55 48 69 85 67 39 76 60

94 66 98 66 73 42 65 94 89 88

การคำนวณตามขั้นตอนตามปกติมีขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้

1) ในที่นี้ กำหนดให้จำนวนชั้น เท่ากับ 7

2) หาค่าสูงสุดของข้อมูล ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33

3) หาค่าต่ำสุดของข้อมูล ซึ่งมีค่าเท่ากับ 98

4) หาค่าพิสัยของข้อมูล ดังนี้

ค่าพิสัย = ค่าสูงสุดของข้อมูล - ค่าต่ำสุดของข้อมูล

= 98 - 33

= 65

5) คำนวณค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล และค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ ซึ่งได้ผลการคำนวณดังนี้

ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 65.18

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 17.115

ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ เท่ากับ - 0.0573

6) หาค่าความกว้างของชั้น ดังนี้

ความกว้างของชั้น = พิสัย / จำนวนชั้น $= \frac{65}{7} = 9.3 \approx 10$

7) หาขอบเขตล่างของชั้นที่ 1 ดังนี้

ขอบเขตล่างของชั้นที่ 1 = ค่าต่ำสุด - $\frac{1}{2}$(((ความกว้างของชั้น)(จำนวนชั้น)) - ค่าพิสัย)

$$= 33 - \frac{(10 \times 7) - 65}{2} = 30.5 \approx 3$$

จากนั้นคำนวณขอบเขตของชั้นต่าง ๆ ได้ดังนี้

ชั้นที่	อันตรภาคชั้น
1	31 - 40
2	41 - 50
3	51 - 60
4	61 - 70
5	71 - 80
6	81 - 90
7	91 - 100

8) หาขอบเขตที่แท้จริงของอันตรภาคชั้น

ชั้นที่	อันตรภาคชั้น	ขอบเขตที่แท้จริง
1	31 - 40	30.5 - 40.5
2	41 - 50	40.5 - 50.5
3	51 - 60	50.5 - 60.5
4	61 - 70	60.5 - 70.5
5	71 - 80	70.5 - 80.5
6	81 - 90	80.5 - 90.5
7	91 - 100	90.5 - 100.5

9) แจกแจงความถี่ในแต่ละชั้น

ชั้นที่	อันตรภาคชั้น	ขอบเขตที่แท้จริง	ความถี่
1	31 - 40	30.5 - 40.5	4
2	41 - 50	40.5 - 50.5	7
3	51 - 60	50.5 - 60.5	9
4	61 - 70	60.5 - 70.5	10
5	71 - 80	70.5 - 80.5	10
6	81 - 90	80.5 - 90.5	6
7	91 - 100	90.5 - 100.5	4

จากการทดสอบโปรแกรมในส่วนนี้ พบว่าการคำนวณตามขั้นตอนปกติได้ผลการคำนวณเหมือนกับการคำนวณโดยใช้โปรแกรมซึ่งแสดงในภาคผนวก ง. แสดงว่าโปรแกรมสามารถใช้ในการสร้างฮิสโตแกรมได้

<u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนของแผนภูมิพาเรโต</u>

โปรแกรมในส่วนของแผนภูมิพาเรโต เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแผนภูมิพาเรโตซึ่งสามารถสร้างแผนภูมิพาเรโตจากการเก็บข้อมูลหลายครั้ง โดยโปรแกรมจะคำนวณหาเปอร์เซนต์ที่พบเรียงลำดับข้อมูลตามความถี่ที่พบจากความถี่มากไปหาน้อย และคำนวณหาเปอร์เซนต์สะสม การทดสอบโปรแกรมเป็นตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมที่นำข้อมูลจากหนังสือเทคนิคการควบคุมคุณภาพ โดย ศ.เสรี ยูนิพันธ์ รศ.จรูญ มหิทธาฟองกุล และ รศ. ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ตารางที่ 6.4 หน้าที่ 85 ซึ่งสรุปข้อมูลได้ดังนี้

ปัญหา	ครั้งที่					
	1	2	3	4	5	6
ตะเข็บไม่ดี	3		6	14	18	15
รอบหมุนไม่ถูก	15	18	14	14	19	13
แรงบิดไม่ดี		3				1
ช่องว่างไม่ถูกต้อง	5	1	4	4	1	3
แผ่นรองพื้นแตก	8	11	7	16	6	9
มุมไม่ถูก			1		2	
เพลากลางตก	2	1	4	3		10
อื่น ๆ				1		

การสร้างแผนภูมิพาเรโตตามขั้นตอนตามปกติ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1) จากข้อมูลข้างต้นรวมจำนวนที่ตรวจสอบพบ ได้ดังนี้

ปัญหา	รวมจำนวนที่พบ
ตะเข็บไม่ดี	56
รอบหมุนไม่ถูก	93
แรงบิดไม่ดี	4
ช่องว่างไม่ถูกต้อง	18
แผ่นรองพื้นแตก	57
มุมไม่ถูก	3
เพลากลางตก	10
อื่น ๆ	1
รวม	242

2) จัดเรียงข้อมูลตามความถี่ และคำนวณเปอร์เซนต์

ปัญหา	รวมจำนวนที่พบ	เปอร์เซนต์	เปอร์เซนต์สะสม
รอบหมุนไม่ถูก	93	38.43	38.43
แผ่นรองพื้นแตก	57	23.55	61.98
ตะเข็บไม่ดี	56	23.14	85.12
ช่องว่างไม่ถูกต้อง	18	7.44	92.56
เพลากลางตก	10	4.13	96.69
แรงบิดไม่ดี	4	1.65	98.34
มุมไม่ถูก	3	1.24	99.59
อื่น ๆ	1	0.41	100.00
รวม	242		

3) สร้างกราฟ

จากการทดสอบโปรแกรมจะพบว่า การสร้างแผนภูมิพาเรโตตามขั้นตอนปกติจะได้ผลเหมือนกับการสร้างแผนภูมิพาเรโตโดยใช้โปรแกรมซึ่งแสดงในภาคผนวก ง. ดังนั้นโปรแกรมนี้สามารถใช้คำนวณและสร้างแผนภูมิพาเรโตได้

<u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนของแผนภูมิควบคุม</u>

โปรแกรมในส่วนแผนภูมิควบคุม สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามวัตถุประสงค์การใช้งานของโปรแกรม คือ ส่วนที่ 1 เป็นการคำนวณหาพิกัดควบคุมบน เส้นกึ่งกลางและพิกัดควบคุมล่าง ตลอดจนการตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับข้อมูลเมื่อพล็อตลงบนแผนภูมิควบคุมที่คำนวณค่าต่าง ๆ ส่วนที่ 2 เป็นการนำข้อมูลที่มาพล็อตบนแผนภูมิควบคุมที่กำหนดค่าพิกัดควบคุมบน เส้นกึ่งกลางและพิกัดควบคุมล่าง แล้วโดยโปรแกรมจะตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับข้อมูลเมื่อพล็อตลงบนแผนภูมิเพียงอย่างเดียว โปรแกรมทั้ง 2 ส่วนสามารถตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นบนแผนภูมิควบคุมได้ 4 ประเภทคือ

1) ความผิดปกติจากการที่มีจุดอย่างน้อย 1 จุด ออกนอกพิกัดควบคุม
2) ความผิดปกติที่เกิดจากความไม่สมดุลของแผนภูมิ
3) ความผิดปกติที่เกิดจากการเกิดแนวโน้ม
4) ความผิดปกติที่เกิดจากการมีข้อมูลเกาะกลุ่มรอบเส้นควบคุม

การทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนภูมิควบคุม แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ตามชนิดของแผนภูมิควบคุม ได้แก่ แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย แผนภูมิการควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย และแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย การทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนภูมิควบคุมที่จะกล่าวในที่นี้จะแสดงเฉพาะในส่วนที่มีการคำนวณค่าพิกัดควบคุมและการตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดขึ้นเพียงกรณีเดียว เนื่องจากโปรแกรมในส่วนที่ 2 คือในส่วนที่มีการกำหนดค่าพิกัดควบคุมแล้วและทำการตรวจสอบความผิดปกติเพียงอย่างเดียวนั้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของโปรแกรมในส่วนแรก ดังนั้นความถูกต้องของโปรแกรมในส่วนที่ 2 ก็จะเป็นไปตามโปรแกรมในส่วนแรกด้วย รายละเอียดของการทดสอบแต่ละส่วน มีดังนี้

1. <u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนของแผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย</u>

ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย ได้นำข้อมูลมาจากหนังสือเทคนิคการควบคุมคุณภาพ โดย ศ.เสรี ยูนิพันธ์ รศ.จรูญ มหิทธาฟองกุล และ รศ. ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ตารางที่ 2.2 หน้าที่ 107 - 108 ซึ่งสรุปข้อมูลได้ดังนี้

กลุ่มที่	ขนาดกลุ่ม	จำนวนของเสีย
1	100	1
2	100	6
3	100	5
4	100	5
5	100	4
6	100	3
7	100	2
8	100	2
9	100	4
10	100	6
11	100	2
12	100	1
13	100	3
14	100	1
15	100	4

กลุ่มที่	ขนาดกลุ่ม	จำนวนของเสีย
16	100	5
17	100	4
18	100	1
19	100	6
20	100	15
21	100	12
22	100	6
23	100	3
24	100	4
25	100	3
26	100	3
27	100	2
28	100	5
29	100	7
30	100	4

ผลการคำนวณในการหาพิกัดควบคุมและตรวจสอบความผิดปกติสรุปได้ ดังนี้

1) เส้นกึ่งกลาง CL = 4.30

2) พิกัดควบคุมบน UCL = 10.3857

3) พิกัดควบคุมล่าง LCL = 0

4) มี 2 จุดที่อยู่นอกพิกัดควบคุมบน ได้แก่ จุดที่ 20 และ 21 และมีความผิดปกติเนื่องจากความไม่สมดุลของแผนภูมิ (Run) ในข้อมูลช่วงที่ 5 ถึง 18 กล่าวคือ มี 12 จุดใน 14 จุดอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลางของโปรแกรม

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณและผลการตรวจสอบความผิดปกติตามขั้นตอนปกติและการคำนวณและการตรวจสอบความผิดปกติโดยใช้โปรแกรมซึ่งแสดงในภาคผนวก ง. มีผลการคำนวณและผลการตรวจสอบที่เหมือนกัน แสดงว่าโปรแกรมสามารถใช้ในการคำนวณและตรวจสอบความผิดปกติของแผนภูมิควบคุมได้อย่างถูกต้อง

2. <u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนของแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย</u>

ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย ได้นำข้อมูลมาจากหนังสือเทคนิคการควบคุมคุณภาพ โดย ศ.เสรี ยูนิพันธ์ รศ.จรูญ มหิทธาฟ่องกุล และ รศ. ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ตารางที่ 2.1 หน้าที่ 106 ซึ่งสรุปข้อมูลได้ดังนี้

กลุ่มที่	ขนาดกลุ่ม	จำนวนของเสีย
1	115	15
2	220	18
3	210	23
4	220	22
5	220	18
6	255	15
7	440	44
8	365	47
9	255	13
10	300	33
11	280	42
12	330	46
13	320	38

กลุ่มที่	ขนาดกลุ่ม	จำนวนของเสีย
14	225	29
15	290	26
16	170	17
17	65	5
18	100	7
19	135	14
20	280	36
21	250	25
22	220	24
23	220	20
24	220	15
25	220	18

จากการคำนวณตามขั้นตอนในการหาสัดส่วนของเสีย พิกัดควบคุมและการตรวจสอบความผิดปกติ สรุปได้ดังนี้

กลุ่มที่	ขนาดกลุ่ม	จำนวนของเสีย	สัดส่วนของเสีย	CL	UCL	LCL
1	115	15	0.1304	0.1030	0.1880	0.0179
2	220	18	0.0818	0.1030	0.1644	0.0415
3	210	23	0.1095	0.1030	0.1659	0.0400
4	220	22	0.1000	0.1030	0.1644	0.0415
5	220	18	0.0818	0.1030	0.1644	0.0415
6	255	15	0.0588	0.1030	0.1600	0.0459
7	440	44	0.1000	0.1030	0.1464	0.0595
8	365	47	0.1288	0.1030	0.1507	0.0552
9	255	13	0.0510	0.1030	0.1600	0.0459
10	300	33	0.1100	0.1030	0.1556	0.0503
11	280	42	0.1500	0.1030	0.1574	0.0485
12	330	46	0.1394	0.1030	0.1531	0.0528
13	320	38	0.1187	0.1030	0.1539	0.0520
14	225	29	0.1289	0.1030	0.1637	0.0422
15	290	26	0.0897	0.1030	0.1565	0.0494
16	170	17	0.100	0.1030	0.1729	0.0330
17	65	5	0.0769	0.1030	0.2160	0.000
18	100	7	0.0700	0.1030	0.1941	0.0118
19	135	14	0.1037	0.1030	0.1814	0.0245
20	280	36	0.1286	0.1030	0.1574	0.0485
21	250	25	0.1000	0.1030	0.1606	0.0453
22	220	24	0.1091	0.1030	0.1644	0.0415
23	220	20	0.0909	0.1030	0.1644	0.0415
24	220	15	0.0682	0.1030	0.1644	0.0415
25	220	18	0.0818	0.1030	0.1644	0.0415

จากการตรวจสอบความผิดปกติของแผนภูมิควบคุมพบว่ามีความผิดปกติเนื่องจากการเกาะกลุ่มของจุดรอบเส้นควบคุม ในข้อมูลช่วงที่ 3 ถึง 15 กล่าวคือ มี 4 จุดใน 10 จุดติดต่อกันอยู่

บริเวณ A (บริเวณที่ห่างจากพิกัดควบคุมบนเป็นระยะ 1 ใน 3 ของระยะจากเส้นควบคุมถึงพิกัดควบคุม และบริเวณที่ห่างจากพิกัดควบคุมล่างเป็นระยะเป็นระยะ 1 ใน 3 ของระยะจากเส้นควบคุมถึงพิกัดควบคุม) ได้แก่ จุดที่ 6 , 9 , 11 และ 12

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณและผลการตรวจสอบความผิดปกติตามขั้นตอนปกติ และการคำนวณและการตรวจสอบความผิดปกติโดยใช้โปรแกรมซึ่งแสดงในภาคผนวก ง. มีผลการคำนวณและผลการตรวจสอบที่เหมือนกัน

3. <u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนของแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ</u>

ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิ นำข้อมูลมาจากหนังสือเทคนิคการควบคุมคุณภาพ โดย ศ.เสริ ยูนิพันธ์ รศ.จรูญ มหิทธาฟองกุล และ รศ. ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ตารางที่ 2.4 หน้าที่ 111 ซึ่งสรุปข้อมูลได้ดังนี้

กลุ่มที่	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตำหนิ
1	1.00	7
2	1.00	5
3	1.00	3
4	1.00	4
5	1.00	3
6	1.00	8
7	1.00	2
8	1.00	3
9	1.00	4
10	1.00	3

กลุ่มที่	ขนาดตัวอย่าง	จำนวนตำหนิ
11	1.00	6
12	1.00	3
13	1.00	2
14	1.00	7
15	1.00	2
16	1.00	4
17	1.00	7
18	1.00	4
19	1.00	2
20	1.00	3

จากการคำนวณตามขั้นตอนในการหาพิกัดควบคุมและการตรวจสอบความผิดปกติ สรุปผลการคำนวณและการตรวจสอบความผิดปกติได้ ดังนี้

1) เส้นกึ่งกลาง CL = 4.10

2) พิกัดควบคุมบน UCL = 10.1745

3) พิกัดควบคุมล่าง LCL = 0

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณและผลการตรวจสอบความผิดปกติตามขั้นตอนปกติ และการคำนวณและการตรวจสอบความผิดปกติโดยใช้โปรแกรมซึ่งแสดงในภาคผนวก ง. มีผลการคำนวณและผลการตรวจสอบที่เหมือนกัน

4. <u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนของแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย</u>

ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย นำข้อมูลมาจากหนังสือเทคนิคการควบคุมคุณภาพ โดย ศ.เสรี ยูนิพันธ์ รศ.จรูญ มหิทธาฟองกุล และ รศ. ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ตารางที่ 2.3 หน้าที่ 109 ซึ่งสรุปข้อมูลได้ดังนี้

กลุ่มที่	ขนาดกลุ่ม	จำนวนรอยตำหนิ
1	1.0	4
2	1.0	5
3	1.0	3
4	1.0	3
5	1.0	5
6	1.3	2
7	1.3	5
8	1.3	3
9	1.3	2
10	1.3	1

กลุ่มที่	ขนาดกลุ่ม	จำนวนรอยตำหนิ
11	1.3	5
12	1.3	2
13	1.3	4
14	1.3	2
15	1.2	6
16	1.2	4
17	1.2	0
18	1.7	8
19	1.7	3
20	1.7	8

จากการคำนวณตามขั้นตอนในการหาจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย พิกัดควบคุมและการตรวจสอบความผิดปกติ สรุปได้ดังนี้

กลุ่มที่	ขนาดกลุ่ม	จำนวนรอยตำหนิ	U	CL	UCL	LCL
1	1.0	4	4.0000	2.9528	8.1078	0.0000
2	1.0	5	5.0000	2.9528	8.1078	0.0000
3	1.0	3	3.0000	2.9528	8.1078	0.0000
4	1.0	3	3.0000	2.9528	8.1078	0.0000
5	1.0	5	5.0000	2.9528	8.1078	0.0000
6	1.3	2	1.5385	2.9528	7.4741	0.0000
7	1.3	5	3.8462	2.9528	7.4741	0.0000
8	1.3	3	2.3077	2.9528	7.4741	0.0000
9	1.3	2	1.5385	2.9528	7.4741	0.0000
10	1.3	1	0.7692	2.9528	7.4741	0.0000
11	1.3	5	3.8462	2.9528	7.4741	0.0000
12	1.3	2	1.5385	2.9528	7.4741	0.0000

กลุ่มที่	ขนาดกลุ่ม	จำนวนรอยตำหนิ	U	CL	UCL	LCL
13	1.3	4	3.0769	2.9528	7.4741	0.0000
14	1.3	2	1.5385	2.9528	7.4741	0.0000
15	1.2	6	5.0000	2.9528	7.6587	0.0000
16	1.2	4	3.3333	2.9528	7.6587	0.0000
17	1.2	0	0.0000	2.9528	7.6587	0.0000
18	1.7	8	4.7059	2.9528	6.9065	0.0000
19	1.7	3	1.7641	2.9528	6.9065	0.0000
20	1.7	8	4.7059	2.9528	6.9065	0.0000

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณและผลการตรวจสอบความผิดปกติตามขั้นตอนปกติ และการคำนวณและการตรวจสอบความผิดปกติโดยใช้โปรแกรมซึ่งแสดงในภาคผนวก ง. มีผลการคำนวณและผลการตรวจสอบที่เหมือนกัน

5. <u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย</u>

ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าพิสัย นำข้อมูลมาจากหนังสือเทคนิคการควบคุมคุณภาพ โดย ศ.เสรี ยูนิพันธ์ รศ.จรูญ มหิทธาฟองกุล และ รศ. ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย หน้าที่ 94 ซึ่งสรุปข้อมูลได้ดังนี้

ครั้งที่	ข้อมูลที่ 1	ข้อมูลที่ 2	ข้อมูลที่ 3	ข้อมูลที่ 4	ข้อมูลที่ 5
1	7	24	24	20	25
2	17	37	28	16	26
3	12	22	40	36	34
4	52	35	29	36	24
5	28	28	34	29	48
6	39	27	48	32	25
7	36	21	31	22	28
8	5	33	15	26	42
9	50	34	37	27	34
10	21	17	20	25	16
11	34	18	29	43	24

ครั้งที่	ข้อมูลที่ 1	ข้อมูลที่ 2	ข้อมูลที่ 3	ข้อมูลที่ 4	ข้อมูลที่ 5
12	18	35	26	23	17
13	10	28	19	26	21
14	21	23	35	28	38
15	27	41	15	22	23
16	37	19	39	21	38
17	37	46	22	26	25
18	13	32	35	56	45
19	9	51	25	37	39
20	14	27	34	37	52
21	30	51	34	36	28
22	54	31	35	29	25
23	45	21	38	38	31
24	19	31	27	25	38
25	25	45	41	36	43
26	30	24	44	48	38
27	64	32	32	42	42
28	8	58	65	33	39
29	38	37	50	37	33
30	64	38	47	49	41

จากการคำนวณตามขั้นตอนในการหาค่าเฉลี่ย ค่าพิสัย พิกัดควบคุมและการตรวจสอบความผิดปกติ สรุปได้ดังนี้

ครั้งที่	ค่าเฉลี่ย	ค่าพิสัย
1	20.00	18.00
2	24.80	21.00
3	28.80	28.00
4	35.20	28.00
5	33.40	20.00
6	34.20	23.00
7	27.60	15.00

ครั้งที่	ค่าเฉลี่ย	ค่าพิสัย
8	24.20	37.00
9	36.40	23.00
10	19.80	9.00
11	29.60	25.00
12	23.80	18.00
13	20.80	18.00
14	29.00	17.00
15	25.60	26.00
16	30.80	20.00
17	31.20	24.00
18	36.20	43.00
19	32.20	42.00
20	32.80	38.00
21	35.80	23.00
22	34.80	29.00
23	34.60	24.00
24	28.00	19.00
25	38.00	20.00
26	36.80	24.00
27	42.40	32.00
28	40.60	57.00
29	39.00	17.00
30	47.80	26.00

1) คำนวณพิกัดควบคุมและเส้นกึ่งกลางสำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ได้ดังนี้

เส้นกึ่งกลาง = 31.8067

พิกัดควบคุมบน = 46.50

พิกัดควบคุมล่าง = 17.10

2) คำนวณพิกัดควบคุมและเส้นกึ่งกลางสำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย ได้ดังนี้

เส้นกึ่งกลาง = 25.5

พิกัดควบคุมบน = 53.9

พิกัดควบคุมล่าง = 0

3) สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย มีความผิดปกติที่เกิดจากความไม่สมดุลในช่วงจุดที่ 10 - 29 โดยในช่วงจุดที่ 7 - 17 มี 10 จุดใน 11 จุดติดต่อกันอยู่ใต้เส้นกึ่งกลาง และในช่วงจุดที่ 18 - 28 และช่วงจุดที่ 19 - 29 มี 10 จุดใน 11 จุดติดต่อกันอยู่เหนือเส้นกึ่งกลาง และมีจุดที่ 30 อยู่นอกพิกัดควบคุม

4) สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัยมีความผิดปกติจากการมีจุดที่ 28 อยู่นอกพิกัดควบคุม

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณและผลการตรวจสอบความผิดปกติตามขั้นตอนปกติ และการคำนวณและการตรวจสอบความผิดปกติโดยใช้โปรแกรมซึ่งแสดงในภาคผนวก ง. มีผลการคำนวณและผลการตรวจสอบที่เหมือนกัน

6. <u>การทดสอบโปรแกรมที่ใช้ในตรวจสอบความผิดปกติของแผนภูมิควบคุม</u>

เนื่องจากโปรแกรมในส่วนของแผนภูมิควบคุม สามารถใช้คำนวณอัตราส่วนความสามารถของกระบวนการ และใช้ตรวจสอบความผิดปกติของแผนภูมิ ดังนั้นข้อมูลสมมุติต่อไปนี้จะแสดงการทดสอบการคำนวณอัตราส่วนความสามารถของกระบวนการ และการตรวจสอบความผิดปกติของแผนภูมิ

ครั้งที่	ข้อมูลที่ 1	ข้อมูลที่ 2	ข้อมูลที่ 3
1	65	60	70
2	60	70	80
3	70	80	90
4	80	90	70
5	80	71	83
6	64	63	65
7	65	66	64
8	67	68	66
9	70	71	69
10	73	72	74
11	75	76	74
12	77	76	78
13	78	79	77

จากการคำนวณตามขั้นตอนในการหาค่าเฉลี่ย ค่าพิสัย พิกัดควบคุมและการตรวจสอบความผิดปกติ สรุปได้ดังนี้

ครั้งที่	ค่าเฉลี่ย	ค่าพิสัย
1	65	10
2	70	20
3	80	20
4	80	20
5	78	12
6	64	2
7	65	2
8	67	2
9	70	2
10	73	2
11	75	2
12	77	2
13	78	2

1) คำนวณพิกัดควบคุมและเส้นกึ่งกลางสำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

เส้นกึ่งกลาง = 72.4615

พิกัดควบคุมบน = 80.1734

พิกัดควบคุมล่าง = 64.7497

2) คำนวณพิกัดควบคุมและเส้นกึ่งกลางสำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย

เส้นกึ่งกลาง = 7.5385

พิกัดควบคุมบน = 19.4040

พิกัดควบคุมล่าง = 0

3) สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย มีความผิดปกติที่เกิดจากการเกาะกลุ่มรอบเส้นควบคุมในช่วงจุดที่ 1 - 3 , 2 - 4 และ 3 - 5 มี 2 จุดใน 3 จุดติดต่อกันอยู่บริเวณ A (บริเวณที่ห่างจากพิกัดควบคุมบนเป็นระยะ 1 ใน 3 ของระยะจากเส้นควบคุมถึงพิกัดควบคุมและบริเวณที่ห่างจากพิกัดควบคุมล่างเป็นระยะเป็นระยะ 1 ใน 3 ของระยะจากเส้นควบคุมถึงพิกัดควบคุม) และช่วงที่ 7 - 13 มี 3 จุดใน 7 จุดติดต่อกันอยู่บริเวณ A และมีความผิดปกติจากแนวโน้มในช่วงจุดที่ 7 - 13 และมีจุดที่ 6 อยู่นอกพิกัดควบคุม

4) สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย มีความผิดปกติที่เกิดจากการที่มีจุดที่ 2 , 3 , 4 อยู่นอกพิกัดควบคุม และความผิดปกติที่เกิดจากความไม่สมดุลในช่วงจุดที่ 6 - 13 เนื่องจากมีจุด 8 จุดติดต่อกันอยู่ใต้เส้นกึ่งกลาง

5) ในกรณีกำหนด Upper Specification Limit = 90 และ Lower Specification Limit = 60 จะคำนวณอัตราส่วนความสามารถของกระบวนการเท่ากับ 2.2127

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณและผลการตรวจสอบความผิดปกติตามขั้นตอนปกติ และการคำนวณและการตรวจสอบความผิดปกติโดยใช้โปรแกรมซึ่งแสดงในภาคผนวก ง. มีผลการคำนวณและผลการตรวจสอบที่เหมือนกัน

<u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ</u>

การทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับ แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ แผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว แผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยวแบบกรองได้ แผนการสุ่มตัวอย่างคู่ แผนการสุ่มตัวอย่างทีละชิ้นตามลำดับ แผนการสุ่มตัวอย่างตามมาตรฐานกรมทหาร 105D และแผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวแปร ซึ่งตัวอย่างการทดสอบของโปรแกรมในส่วนนี้มีรายละเอียดของการทดสอบแต่ละส่วน ดังนี้

1. <u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว</u>

โปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยวโดยกำหนดค่าระดับคุณภาพที่ยอมรับ ระดับคุณภาพในการปฏิเสธ ความเสี่ยงของผู้ผลิตและความเสี่ยงของผู้บริโภค ในตัวอย่างการทดสอบซึ่งแสดงผลการออกแบบในภาคผนวก ง. ได้กำหนดระดับคุณภาพที่ยอมรับเท่ากับ 1.00 % ระดับคุณภาพในการปฏิเสธเท่ากับ 4.00 % ความเสี่ยงของผู้ผลิตเท่ากับ 0.05 และความเสี่ยงของผู้บริโภคเท่ากับ 0.10 ซึ่งหากออกแบบตามขั้นตอนปกติจะมีขั้นตอนดังนี้

1) คำนวณสัดส่วน LTPD ต่อ AQL

$$\frac{\text{LTPD}}{\text{AQL}} = \frac{0.04}{0.01} = 4$$

2) ทดลองสุ่มค่า C จนได้ C1 = 4 และ C2 = 5 จึงทำให้ค่าสัดส่วน LTPD ต่อ AQL มีค่าอยู่ระหว่าง $\frac{np_{0.10}}{np_{0.95}}$ ของ C1 และ $\frac{np_{0.10}}{np_{0.95}}$ ของ C2

3) จากการประเมินแผนการสุ่มตัวอย่างที่ C1 = 4 และ C2 = 5 เพื่อให้ค่าความผิดพลาดของความเสี่ยงผู้ผลิตและความเสี่ยงผู้บริโภคต่ำสุด ได้แผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยวคือ n = 200 และ c = 4 ซึ่งแผนการสุ่มตัวอย่างนี้มีความเสี่ยงผู้ผลิต 0.0527 และความเสี่ยงผู้บริโภค 0.10

จากการออกแบบตามขั้นตอนและการออกแบบใช้โปรแกรมซึ่งผลการออกแบบโดยใช้โปรแกรมได้แสดงในภาคผนวก ง. จะพบว่าผลการออกแบบด้วยวิธีการทั้งสองเหมือนกัน

2. การทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยวแบบกรองได้

โปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยวแบบกรองได้ เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณค่าระดับคุณภาพเฉลี่ย (AOQ) จำนวนสินค้าที่ผ่านการตรวจสอบโดยเฉลี่ย สำหรับการสุ่ม ตัวอย่างแบบแทนที่และการสุ่มตัวอย่างแบบไม่แทนที่ของเสีย และใช้ในออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยวแบบกรองได้ โดยกำหนดค่าขนาดรุ่น ขีดจำกัดระดับคุณภาพเฉลี่ย และสัดส่วนของเสีย ผลการคำนวณดัชนีต่าง ๆ และผลการออกแบบโดยใช้โปรแกรมได้แสดงในภาคผนวก ง.

การคำนวณดัชนีตามขั้นตอนซึ่งกำหนดค่าขนาดรุ่น เท่ากับ 10000 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 สัดส่วนของเสียเท่ากับ 0.05 และจำนวนของเสียที่ยอมได้เท่ากับ 2 จะได้ผลการคำนวณดังนี้

1) ระดับคุณภาพเฉลี่ยสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบแทนที่ เท่ากับ 0.00594

2) ระดับคุณภาพเฉลี่ยสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบไม่แทนที่ เท่ากับ 0.00621

3) จำนวนสินค้าที่ผ่านการตรวจสอบเฉลี่ยสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบแทนที่ของเสีย เท่ากับ 9276

4) จำนวนสินค้าที่ผ่านการตรวจสอบเฉลี่ยสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบไม่แทนที่ของเสีย เท่ากับ 8812

การเปรียบเทียบผลการคำนวณดัชนีด้วยวิธีการตามขั้นตอนและโดยการใช้โปรแกรมแสดงได้ ดังนี้

ค่าดัชนี	คำนวณตามขั้นตอน	คำนวณโดยใช้โปรแกรม
1.ระดับคุณภาพเฉลี่ยสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบแทนที่ของเสีย	0.00594	0.0062
2.ระดับคุณภาพเฉลี่ยสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบไม่แทนที่ของเสีย	9276	9227
3.จำนวนสินค้าที่ผ่านการตรวจสอบเฉลี่ยสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบแทนที่ของเสีย	0.00621	0.0065
4.จำนวนสินค้าที่ผ่านการตรวจสอบเฉลี่ยสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบไม่แทนที่ของเสีย	8812	8766

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณค่าดัชนี พบว่า ผลการคำนวณด้วยวิธีการทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเหตุผลที่ค่าที่คำนวณได้ต่างกันคือค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับที่เปิดจากตารางจะมีทศนิยมเพียง 4 ตำแหน่ง แต่ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับที่คำนวณโดยใช้โปรแกรมสามารถคำนวณได้ละเอียดมากกว่าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

การออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนซึ่งกำหนดค่าขนาดรุ่น เท่ากับ 5000 ชิด จำกัดระดับคุณภาพเฉลี่ย เท่ากับ 0.0150 และสัดส่วนของเสีย เท่ากับ 0.01 จะได้ผลการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่าง คือ ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 203 ชิ้นและถ้าพบของเสียจากตัวอย่างมากกว่า 5 ชิ้นก็ให้ตรวจสอบ 100 เปอร์เซนต์ แต่ถ้าพบของเสียเท่ากับหรือน้อยกว่าก็ให้ยอมรับรุ่น

จากการเปรียบเทียบผลการออกแบบด้วยวิธีการตามขั้นตอนและโดยการใช้โปรแกรมแล้วจะพบว่า ผลการคำนวณด้วยวิธีการทั้งสองเหมือนกัน

3. <u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างคู่</u>

โปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างคู่ เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณความน่าจะเป็นในการยอมรับและจำนวนตัวอย่างเฉลี่ยที่ถูกนำมาตรวจสอบ (ASN) และใช้ในออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างคู่โดยกำหนดค่าระดับคุณภาพที่ยอมรับ ระดับคุณภาพในการปฏิเสธ ความเสี่ยงของผู้ผลิต ความเสี่ยงของผู้บริโภค และความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตัวอย่างในการสุ่มครั้งที่ 1 และขนาดตัวอย่างในการสุ่มครั้งที่ 2 ผลการคำนวณดัชนีต่าง ๆ และผลการออกแบบโดยใช้โปรแกรมได้แสดงในภาคผนวก ง.

การคำนวณดัชนีตามขั้นตอนซึ่งกำหนดขนาดตัวอย่างที่สุ่มครั้งที่ 1 เท่ากับ 50 ขนาดตัวอย่างที่สุ่มครั้งที่ 2 เท่ากับ 80 จำนวนของเสียที่ยอมได้ในตัวอย่างแรก เท่ากับ 0 จำนวนของเสียที่ยอมได้ในตัวอย่างแรกรวมกับตัวอย่างที่สอง เท่ากับ 0 และอัตราส่วนของเสียในล็อต เท่ากับ 0.02 จะได้ผลการคำนวณดังนี้

1) ความน่าจะเป็นในการยอมรับจากการสุ่มตัวอย่างครั้งแรก เท่ากับ 0.368

2) ความน่าจะเป็นในการยอมรับจากการสุ่มตัวอย่างทั้งสองครั้ง เท่ากับ 0.397

3) จำนวนตัวอย่างเฉลี่ยที่ถูกนำมาตรวจสอบ (Average Sampling Number) เท่ากับ 99

การเปรียบเทียบผลการคำนวณดัชนีด้วยวิธีการตามขั้นตอนและโดยการใช้โปรแกรมแสดงได้ ดังนี้

ค่าดัชนี	คำนวณตามขั้นตอน	คำนวณโดยใช้โปรแกรม
1.ความน่าจะเป็นในการยอมรับจากการสุ่มตัวอย่างครั้งแรก	0.368	0.3679
2.ความน่าจะเป็นในการยอมรับจากการสุ่มตัวอย่างทั้งสองครั้ง	0.397	0.3803
3.จำนวนตัวอย่างเฉลี่ยที่ถูกนำมาตรวจสอบ	99	99

จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณค่าดัชนี พบว่า ผลการคำนวณด้วยวิธีการทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเหตุผลที่ค่าที่คำนวณได้ต่างกันคือค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับที่เปิดจากตารางจะมีทศนิยมเพียง 4 ตำแหน่ง แต่ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับที่คำนวณโดยใช้โปรแกรมสามารถคำนวณได้ละเอียดมากกว่าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

การออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนซึ่งกำหนดระดับคุณภาพที่ยอมรับ เท่ากับ 1.00 % ระดับคุณภาพในการปฏิเสธเท่ากับ 8.00 % ความเสี่ยงของผู้ผลิตเท่ากับ 0.05 ความเสี่ยงของผู้บริโภคเท่ากับ 0.10 และขนาดตัวอย่างของการสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 เป็น 2 เท่าของขนาดตัวอย่างของการสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 1 จะได้ผลการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่าง คือ n1 = 30 หน่วย c1 = 0 หน่วย n2 = 60 หน่วย c2 = 2 หน่วย และการออกแบบโดยใช้โปรแกรมซึ่งได้แผนการสุ่มตัวอย่าง คือ n1 = 31 หน่วย c1 = 0 หน่วย n2 = 62 หน่วย c2 = 2 หน่วย

จากการเปรียบเทียบผลการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างคู่ด้วยวิธีการตามขั้นตอนและโดยการใช้โปรแกรมแล้วพบว่า ผลการออกแบบด้วยวิธีการทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันต่างกันเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับที่ใช้ในการคำนวณตามขั้นตอนเป็นค่าที่มีทศนิยมเพียง 4 ตำแหน่ง แต่ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับที่ใช้คำนวณในโปรแกรมเป็นค่าที่มีทศนิยมมากกว่า 4 ตำแหน่ง

4. <u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างทีละชิ้นตามลำดับของ Wald</u>

โปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างทีละชิ้นตามลำดับของ Wald เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างทีละชิ้นตามลำดับของ Wald โดยกำหนดค่าระดับคุณภาพที่ยอมรับ ระดับคุณภาพในการปฏิเสธ ความเสี่ยงของผู้ผลิตและความเสี่ยงของผู้บริโภค ในตัวอย่างการทดสอบซึ่งแสดงผลการออกแบบในภาคผนวก ง. ได้กำหนดระดับคุณภาพที่ยอมรับเท่ากับ 6.00 % ระดับคุณภาพในการปฏิเสธเท่ากับ 20.00 % ความเสี่ยงของผู้ผลิตเท่ากับ 0.05 และความเสี่ยงของผู้บริโภคเท่ากับ 0.10 ซึ่งหากออกแบบตามขั้นตอนจะได้สมการเส้นยอมรับและเส้นปฏิเสธ ดังนี้

1) สมการเส้นยอมรับ คือ -1.65 + 0.12n

2) สมการเส้นปฏิเสธ คือ 2.12 + 0.12n

จากการเปรียบเทียบผลการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างทีละชิ้นตามลำดับของ Wald ตามขั้นตอนและโดยการใช้โปรแกรมแล้วพบว่า ผลการออกแบบด้วยวิธีการทั้งสองมีค่าเท่ากัน

5. การทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างทีละชิ้นตามลำดับของ Barnald

โปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างทีละชิ้นตามลำดับของ Barnald เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างทีละชิ้นตามลำดับของ Barnald โดยกำหนดค่าระดับคุณภาพที่ยอมรับ ระดับคุณภาพในการปฏิเสธ ความเสี่ยงของผู้ผลิตและความเสี่ยงของผู้บริโภค ในตัวอย่างการทดสอบซึ่งแสดงผลการออกแบบในภาคผนวก ง. ได้กำหนดระดับคุณภาพที่ยอมรับเท่ากับ 6.00 % ระดับคุณภาพในการปฏิเสธเท่ากับ 20.00 % ความเสี่ยงของผู้ผลิตเท่ากับ 0.05 และความเสี่ยงของผู้บริโภคเท่ากับ 0.10 ซึ่งหากออกแบบตามขั้นตอนจะได้แผนการสุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1) คะแนนสำหรับการพบผลิตภัณฑ์บกพร่อง 1 ชิ้น เท่ากับ - 7.47

2) คะแนนสำหรับการยอมรับผลิตภัณฑ์ เท่ากับ 13.96

3) คะแนนสำหรับการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ เท่ากับ -17.92

จากการเปรียบเทียบผลการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างทีละชิ้นตามลำดับของ Barnald ด้วยวิธีการตามขั้นตอนและโดยการใช้โปรแกรมแล้วพบว่าผลการออกแบบด้วยวิธีการทั้งสองมีค่าเท่ากัน

6. การทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนตัวอย่างตามมาตรฐานกรมทหาร 105D

โปรแกรมในส่วนแผนตัวอย่างตามมาตรฐานกรมทหาร 105D เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว แผนการสุ่มตัวอย่างคู่ และแผนการสุ่มตัวอย่างหมู่ โดยกำหนดค่าระดับคุณภาพที่ยอมรับ ขนาดรุ่น ระดับความเข้มงวดในการตรวจสอบ ในตัวอย่างการทดสอบซึ่งแสดงผลการออกแบบในภาคผนวก ง. ได้กำหนดค่าต่าง ๆ สำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างเดี่ยว คือ ระดับคุณภาพที่ยอมรับเท่ากับ 0.40 % ขนาดรุ่นเท่ากับ 20 ชิ้น และระดับการตรวจสอบปกติ ซึ่งหากออกแบบตามขั้นตอนจะได้แผนการสุ่มตัวอย่าง คือ n = 32 และ c = 0 และสำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างคู่ ได้กำหนดค่าต่าง ๆ คือ ระดับคุณภาพที่ยอมรับเท่ากับ 2.5 % ขนาดรุ่นเท่ากับ 1000 ชิ้น และระดับการตรวจสอบปกติ ได้แผนการสุ่มตัวอย่างคือ n1 = 50 , Ac1=2 , Re1=5 , n2 = 50 , Ac2=6 , Re2=7 และสำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างหมู่ ได้กำหนดค่าต่าง ๆ คือ ระดับคุณภาพที่ยอมรับเท่ากับ 6.5 % ขนาดรุ่นเท่ากับ 80 ชิ้น และระดับการตรวจสอบปกติ ได้แผนการสุ่มตัวอย่างคือ n1 = 3 , Ac1 =- , Re1 = 2 , n2 = 3 , Ac2= - , Re2 =2 , n3 = 3 , Ac3 = 0 , Re3 = 2 , n4 = 3 , Ac4 = 0 , Re4 = 3 , n5 = 3 , Ac5 = 1 , Re5 = 3 , n6 = 3 , Ac6= 1 , Re6 = 3 , n7 = 3 , Ac7 = 2 , Re7 = 3

จากการเปรียบเทียบผลการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างตามมาตรฐานกรมทหาร 105D ด้วยวิธีการตามขั้นตอนและโดยการใช้โปรแกรมแล้วพบว่า ผลการออกแบบด้วยวิธีการทั้งสองมีค่าเท่ากัน

7. <u>การทดสอบโปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวแปร</u>

โปรแกรมในส่วนแผนการสุ่มตัวอย่างแบบดัวแปร เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างทั้งที่ทราบและไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยตัวอย่างการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมได้แสดงในภาคผนวก ง. ซึ่งตัวอย่างดังกล่าวได้นำมาจากหนังสือ เทคนิคการควบคุมคุณภาพโดย ศ.เสรี ยูนิพันธ์ รศ.จรูญ มหิทธาฟองกุล และรศ.ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย และตัวอย่างดังกล่าวหากออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนแล้วจะได้ผล ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ค่าระดับคุณภาพที่ยอมรับเท่ากับ 1.00 % ระดับคุณภาพในการปฏิเสธเท่ากับ 8.00% ความเสี่ยงของผู้ผลิตเท่ากับ 0.05 ความเสี่ยงของผู้บริโภคเท่ากับ 0.10 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.0005 พิกัดบนเท่ากับ 0.8800 และพิกัดล่าง เท่ากับ 0.8773 จะได้แผนการสุ่มตัวอย่างคือ สุ่มตัวอย่างจำนวน 9 ตัวอย่าง โดยจะยอมรับล็อตเมื่อค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.8782 และ 0.8791

ตัวอย่างที่ 2 ค่าระดับคุณภาพที่ยอมรับเท่ากับ 1.00 % ระดับคุณภาพในการปฏิเสธเท่ากับ 8.00% ความเสี่ยงของผู้ผลิตเท่ากับ 0.05 ความเสี่ยงของผู้บริโภคเท่ากับ 0.10 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.0005 พิกัดบนเท่ากับ 0.8800 และพิกัดล่าง เท่ากับ 0.8750 จะได้แผนการสุ่มตัวอย่างคือ สุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง โดยจะยอมรับล็อตเมื่อค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.8759 และ 0.8791

ตัวอย่างที่ 3 ค่าระดับคุณภาพที่ยอมรับเท่ากับ 1.00 % ระดับคุณภาพในการปฏิเสธเท่ากับ 8.00% ความเสี่ยงของผู้ผลิตเท่ากับ 0.05 ความเสี่ยงของผู้บริโภคเท่ากับ 0.10 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 800 และพิกัดบนเท่ากับ 20000 จะได้แผนการสุ่มตัวอย่างคือ สุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง โดยจะยอมรับล็อตเมื่อค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 18553.12

ตัวอย่างที่ 4 ค่าระดับคุณภาพที่ยอมรับเท่ากับ 1.00 % ระดับคุณภาพในการปฏิเสธเท่ากับ 8.00% ความเสี่ยงของผู้ผลิตเท่ากับ 0.05 ความเสี่ยงของผู้บริโภคเท่ากับ 0.10 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 800 และพิกัดล่างเท่ากับ 17000 จะได้แผนการสุ่มตัวอย่างคือ สุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง โดยจะยอมรับล็อตเมื่อค่าเฉลี่ยมากกว่า 18446.88

ตัวอย่างที่ 5 ค่าระดับคุณภาพที่ยอมรับเท่ากับ 0.50 % ระดับคุณภาพในการปฏิเสธเท่ากับ 1.00% ความเสี่ยงของผู้ผลิตเท่ากับ 0.05 ความเสี่ยงของผู้บริโภคเท่ากับ 0.10 พิกัดบนเท่ากับ 100 และข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้แก่ 70 60 40 80 จะได้แผนการสุ่ม ตัวอย่างคือ สุ่มตัวอย่างจำนวน 546 ตัวอย่าง โดยจะยอมรับล็อตเมื่อค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 58.40

ตัวอย่างที่ 6 ค่าระดับคุณภาพที่ยอมรับเท่ากับ 0.50 % ระดับคุณภาพในการปฏิเสธเท่ากับ 1.00% ความเสี่ยงของผู้ผลิตเท่ากับ 0.05 ความเสี่ยงของผู้บริโภคเท่ากับ 0.10 พิกัดล่างเท่ากับ 30 และข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้แก่ 70 60 40 80 จะได้แผนการสุ่ม ตัวอย่าง คือ สุ่มตัวอย่างจำนวน 546 ตัวอย่าง โดยจะยอมรับล็อตเมื่อค่าเฉลี่ยมากกว่า 71.60

จากการเปรียบเทียบผลการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างแบบตัวแปรตามขั้นตอนและโดยการใช้โปรแกรมแล้วพบว่า ผลการออกแบบด้วยวิธีการทั้งสองเหมือนกัน