บทที่ 4

ผลงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาถึงแผนแบบทาง เศรษฐศาสตร์ของแผนภูมิควบคุมค่า เฉลี่ยในกรณีที่ ขบวนการการผลิตจะหยุดดำ เนินการผลิต เพื่อทำการค้นหาสา เหตุของการ เกิดการบกพร่องในการผลิต โดยมีพื้นฐานของการกำหนดรูปแบบค่าใช้จ่ายตามการพิจารณาของ Duncan ที่กำหนดแผนแบบทาง เศรษฐศาสตร์ของแผนภูมิควบคุมค่า เฉลี่ย กรณีขบวนการการผลิตจะยังคงดำ เนินการผลิตต่อไปในระหว่างที่ค้นหาสา เหตุของการ เกิดการบกพร่องในการผลิต การศึกษาถึงวิธีการประมาณค่าของแผนแบบแผนภูมิควบคุมทั้งในกรณีแผนแบบกึ่ง เศรษฐศาสตร์ และแผนแบบทาง เศรษฐศาสตร์ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 การกำหนดปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการ เสี่ยง สัมประสิทธิ์การผันแปรของขบวนการการผลิต และความคลาด เคลื่อนในการวัดค่าผลิตภัณฑ์ ตลอดจนแผนแบบการทดลองที่ใช้ในงานวิจัยในบทที่ 3 ในส่วนนี้ของงานวิจัยจะ เป็นการพิจารณาถึงผลที่ได้ของงานวิจัย โดยส่วนแรกจะ เป็นการ เสนอถึงผลการวิจัยของแผนแบบทาง เศรษฐศาสตร์ของแผนภูมิค่า เฉลี่ยกรณีการผลิตแบบ Duncan Process โดย เป็นการพิจาณาถึงผลที่ได้จากการประมาณค่าแผนแบบของแผนภูมิควบคุมจากปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการ เสี่ยงที่กำหนดขึ้นในบทที่ 3 และผลของอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการ เสี่ยงที่มีต่อค่าใช้จ่ายที่สูญ เสียและค่าพารามิ เตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุม ในส่วนที่สองจะ เป็นผลการวิจัยของแผนแบบทาง เศรษฐศาตร์ของแผนภูมิควบคุมค่า เฉลี่ยในกรณีการผลิต เป็นแบบ Shutdown Process โดยพิจารณาถึงค่าของแผนแบบแผนภูมิควบคุมที่ได้จากการประมาณ และผลของอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการ เสี่ยงที่มีต่อค่าใช้จ่ายที่สูญ เสีย และค่าพารามิ เตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุม ในส่วนที่สามจะ เป็นผลของการวิ เคราะห์ความไวที่ เกิดจากขบวนการการผลิตทั้งสองในการนำค่าพารามิ เตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุมมาใช้ผิดรูปแบบลักษณะการผลิต ในส่วนที่สี่ เป็นการพิจารณาถึงผลของแผนแบบทาง เศรษฐศาสตร์ของแผนภูมิควบคุมค่า เฉลี่ยกรณีการผลิตแบบ Shutdown Process เมื่อมีการพิจารณาการผันแปรในขบวนการการผลิต และความคลาด เคลื่อนที่ เกิดจากการวัดค่าของผลิตภัณฑ์ และในส่วนที่ห้าจะ เป็นการ เปรียบ เทียบถึงผลที่ได้จากการประมาณค่าแผนแบบแผนภูมิควบคุมระหว่างการประมาณในลักษณะแผนแบบกึ่ง เศรษฐศาสตร์ และลักษณะแผนแบบทาง เศรษฐศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นใช้ในการประมาณค่าแผนแบบกรณีที่การผลิต เป็นแบบ Shutdown Process ของงานวิจัย

4.1 ผลการวิจัยแผนแบบทางเศรษฐศาสตร์ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยในการผลิตแบบ Duncan Process

แผนแบบทางเศรษฐศาสตร์ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของ Duncan ที่สมมุติให้ ขบวนการการผลิตยังคงดำเนินการการผลิตต่อไปในระหว่างที่ค้นหาสาเหตุการบกพร่องในการผลิต และจากปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยง (ตารางที่ 3.1-1) และแผนแบบการทดลอง (ตารางที่ 3.1-2) ในบทที่ 3 และ คำนวณหาส่วนประกอบของค่าแผนแบบของแผนภูมิควบคุมที่ให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียมีค่าต่ำที่สุด ซึ่งจะได้ค่าของแผนแบบแผนภูมิควบคุมที่เหมาะสม และค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุด ดังแสดงในตารางที่ 4.1-1 ค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุม และค่าใช้จ่ายที่สูญเสียที่ได้จากตารางที่ 4.1-1 นี้จะมีค่าที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากค่าของปัจจัยค่าใช้จ่าย และปัจจัยการเสี่ยงที่กำหนดมีค่าที่แตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อที่จะพิจารณาว่าปัจจัยใดที่จะมีผลกระทบต่อค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบของแผนภูมิควบคุม และค่าใช้จ่ายที่สูญเสียที่เกิดขึ้นในวงจรการผลิต โดยการคำนวณค่าของอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อแต่ละค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุมและค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย และทำการทดสอบค่าของอิทธิพลดังกล่าวโดยการสร้างตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของแต่ละค่าปัจจัยที่มีต่อค่าพารามิเตอร์ที่สนใจ เพื่อการพิจารณาผลของอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อแต่ละค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุม และค่าใช้จ่ายที่สูญเสียได้ดังนี้

4.1.1 อิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย จะสรุปผลจากตารางที่ 4.1-2

ในค่าของระดับปัจจัยที่กำหนดในงานวิจัยนี้ และจากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่าย และปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อค่าใช้จ่ายที่สูญเสียของขบวนการการผลิตจะพบว่า ปัจจัย λ, M, D (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5%) และ W (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 10%) จะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงในค่าใช้จ่ายที่สูญเสียของขบวนการการผลิต

สำหรับการประมาณค่าของอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่าย และปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อค่าใช้จ่ายที่สูญเสียในตารางที่ 4.1-2 โดย 2/N คูณด้วย ผลบวกของคอลัมน์ของเครื่องหมายบวก (1) และลบ (-1) ของปัจจัยที่พิจารณาจากตารางที่ 3.1-2 ในแผนแบบการทดลอง 2^{k-p}_{IV} Fractional Factorial คูณกับเวคเตอร์ของค่าสังเกต (ค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิ

ตารางที่ 4.1-1 แผนแบบที่เหมาะสมสำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยในการผลิตแบบ Duncan Process

No	Delt	Xlam	g	D	M	b	c	W	T	n	k	h	Cost
1	1	0.01	0.05	2	50	0.50	0.10	25	50	13	2.65	2.5008	3.2282
2	2	0.01	0.05	2	50	5.00	1.00	250	50	4	2.40	5.9328	6.6411
3	1	0.03	0.05	2	50	5.00	0.10	25	500	20	3.14	2.9509	9.5651
4	2	0.03	0.05	2	50	0.50	1.00	250	500	5	3.19	2.6034	14.2658
5	1	0.01	0.50	2	50	0.50	1.00	25	500	8	2.61	4.6496	8.1302
6	2	0.01	0.50	2	50	5.00	0.10	250	500	5	3.20	4.4923	7.0867
7	1	0.03	0.50	2	50	5.00	1.00	25	50	4	1.46	3.4322	13.8291
8	2	0.03	0.50	2	50	0.50	0.10	250	50	2	2.66	0.7584	13.3964
9	1	0.01	0.05	20	50	0.50	0.10	250	50	13	2.60	2.5691	12.0479
10	2	0.01	0.05	20	50	5.00	1.00	25	50	4	2.35	6.0006	11.3570
11	1	0.03	0.05	20	50	5.00	0.10	250	500	21	3.01	3.1593	27.2770
12	2	0.03	0.05	20	50	0.50	1.00	25	500	4	2.94	2.4738	22.4812
13	1	0.01	0.50	20	50	0.50	1.00	250	500	9	2.56	5.4489	15.9253
14	2	0.01	0.50	20	50	5.00	0.10	25	500	5	3.16	4.5609	11.6314
15	1	0.03	0.50	20	50	5.00	1.00	250	50	4	1.20	4.2169	29.5189
16	2	0.03	0.50	20	50	0.50	0.10	25	50	3	2.63	1.0420	21.4980
17	1	0.01	0.05	2	100	5.00	1.00	250	500	15	2.71	6.0445	12.4066
18	2	0.01	0.05	2	100	0.50	0.10	25	500	6	3.66	1.4055	4.1882
19	1	0.03	0.05	2	100	0.50	1.00	250	50	7	1.86	2.1390	22.2737
20	2	0.03	0.05	2	100	5.00	0.10	25	50	5	2.70	1.9003	12.7131
21	1	0.01	0.50	2	100	5.00	0.10	250	50	5	1.81	2.9967	12.2418
22	2	0.01	0.50	2	100	0.50	1.00	25	50	2	2.30	1.9644	6.6319
23	1	0.03	0.50	2	100	0.50	0.10	250	500	6	3.09	0.4584	26.8741
24	2	0.03	0.50	2	100	5.00	1.00	25	500	3	2.79	2.0623	19.1934
25	1	0.01	0.05	20	100	5.00	1.00	25	500	14	2.63	5.9668	23.7212
26	2	0.01	0.05	20	100	0.50	0.10	250	500	6	3.63	1.4223	20.3934
27	1	0.03	0.05	20	100	0.50	1.00	25	50	6	1.61	2.2954	44.4907
28	2	0.03	0.05	20	100	5.00	0.10	250	50	5	2.54	1.9561	46.5387
29	1	0.01	0.50	20	100	5.00	0.10	25	50	6	1.82	3.2425	23.2750
30	2	0.01	0.50	20	100	0.50	1.00	250	50	2	2.24	2.0594	22.3298
31	1	0.03	0.50	20	100	0.50	0.10	25	500	6	2.93	0.5907	46.3864
32	2	0.03	0.50	20	100	5.00	1.00	250	500	3	2.62	2.3489	50.0382

ควบคุม หรือ ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียที่กำลังพิจารณา) ในตารางที่ 4.1-1 หรือ

$$i \cdot j \cdot k \ldots . \quad effect = \frac{2}{N} \Sigma y \{ i \cdot j \cdot k \ldots \}$$

เมื่อ $\{i\ j\ k \ldots\}$ เป็นค่าของเครื่องหมายของคอลัมน์ i j k .... และผลรวมที่พิจารณาตลอดทั้งหมด N[1] ดังนั้นจากตารางที่ 3.1-2 และ 4.1-1 อิทธิพลของปัจจัย δ ในตารางที่ 4.1-2 คือ

$$\delta \text{ effect} = \frac{1}{16} \{-3.2282 + 6.6411 - 9.5651 + \ldots + 50.0382\} = -2.5504$$

การพิจารณาเครื่องหมายของอิทธิพลแต่ละปัจจัย โดยถ้าอิทธิพลใดมีเครื่องหมายเป็นบวกแล้ว การเปลี่ยนของค่าปัจจัยจากระดับค่าต่ำไประดับค่าสูงจะมีผลในการเพิ่มขึ้น (Increasing) ของค่าสังเกตุที่พิจารณา และถ้าอิทธิพลใดมีเครื่องหมายเป็นลบแล้ว การเปลี่ยนค่าของปัจจัยจากระดับค่าต่ำไประดับค่าสูงจะมีผลในการลดลง (Decreasing) ของค่าสังเกตุที่พิจารณา ค่า EMS ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนนี้จะมีส่วนประกอบของการกระทำต่อกันร่วม (Pooled Interaction) และการปลอมปน (alias) ของปัจจัยรวมอยู่ด้วย ดังนั้นถ้าปรากฏว่ามีการกระทำต่อกันร่วมเหล่านี้มีค่าอย่างนัยสำคัญแล้ว ค่าของ EMS จะเป็นค่าประมาณที่เพิ่มขึ้นในความคลาดเคลื่อนของการทดลอง (Experimental Error) การพิจารณาโดยใช้ค่า F-ratio เป็นเกณฑ์ตัดสินถึงความสำคัญของอิทธิพลหลักนั้น จะไม่ดีพอเท่ากับการพิจารณาถึงเกณฑ์ตัดสินโดยกำหนดขนาดของนัยสำคัญขึ้น ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาค่าระดับนัยสำคัญเป็น 5% และ 10%

ดังนั้นจากตารางที่ 4.1-2 จะพบว่าการเปลี่ยนแปลงในค่าใช้จ่ายที่สูญเสียจะมีผลมาจากปัจจัย λ, M, D (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5%) และ W (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 10%) โดยที่ การเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อการเพิ่มของค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดการบกพร่องในขบวนการการผลิต (λ) การเพิ่มขึ้นของของเวลาในการค้นพบและปรับหรือกำจัดสาเหตุการบกพร่องในการผลิต (D) การเพิ่มขึ้นของรายได้ที่สูญเสียเมื่อขบวนการการผลิตไม่อยู่ในสภาวะควบคุม (M) การเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายในการค้นพบและปรับหรือกำจัดสาเหตุการบกพร่องในการผลิต (W) จะมีผลให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียของการดำเนิน

---

[1] Box, G.E.P. and Hunter, J.S. "The 2^{k-p} Fractional Factorial Design : Part I." Technometrics. Vol.3, No.2, August (1961), pp.313

การผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.1-2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ ค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย

Source of Variation	Effect	Sum of Squares	d.f.	Mean Square	F-ratio	Significant level	
MAIN EFFECT		4327.7272	9	480.8586	17.213	0.0000	
δ	-2.5504	52.0376	1	52.0376	1.863	0.1861	
λ	13.6940	1500.2065	1	1500.2065	53.702	0.0000	*
g	2.1499	36.9751	1	36.9751	1.324	0.2623	
D	14.7653	1744.1112	1	1744.1112	62.433	0.0000	*
M	10.3636	859.2264	1	859.2264	30.757	0.0000	*
b	0.7808	4.8774	1	4.8774	0.175	0.6845	
c	1.5558	19.3640	1	19.3640	0.693	0.4228	
W	3.5585	101.3009	1	101.3009	3.626	0.0700	**
T	1.0971	9.6283	1	9.6283	0.345	0.5693	
RESIDUAL		614.58703	22	27.935774			
TOTAL (CORR.)		4942.3142	31				

* Significant 5%

** Significant 10%

4.1.2 <u>อิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อขนาดตัวอย่าง จะสรุปผลจากตารางที่ 4.1-3</u>

ในค่าของระดับปัจจัยที่กำหนดในงานวิจัยนี้ และจากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีผลต่อขนาดตัวอย่าง จะพบว่าปัจจัย δ, g, c, T (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5%), b และ M (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 10%) มีผลต่อการกำหนดของขนาดตัวอย่าง โดยที่การเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัย δ, g, c และ M จะมีผลต่อการลดลงของขนาดตัวอย่าง และ การเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัย b และ T จะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของขนาดตัวอย่าง กล่าวคือ ขนาดตัวอย่างในขั้นต้นจะถูกกำหนดโดยขนาดของการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ยของขบวนการการผลิต (δ) โดยที่ถ้าขนาดของการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ยของขบวนการการผลิตมีค่าเพิ่มขึ้นแล้ว ขนาดตัวอย่างที่ถูกสุ่มขึ้นมาเพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพจะมีขนาดที่เล็กลง นอกจากนี้ การเพิ่มขึ้นของเวลาในการทดสอบและแสดงผลบนแผนภูมิควบคุม (g) การเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายแบบแปรผันของการสุ่มการทดสอบและการแสดงผลบนแผนภูมิควบคุม (c) การเพิ่มขึ้นของรายได้ที่สูญเสียของการผลิตเมื่อขบวนการการผลิตไม่อยู่ในสภาวะควบคุม (M) ก็จะมีผลให้ขนาดตัวอย่างที่ถูกสุ่มจะมีขนาดที่เล็กลงด้วย แต่การเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายแบบคงที่ของการสุ่มการ

ทดสอบและการแสดงผลบนแผนภูมิควบคุม (b) และค่าใช้จ่ายของการค้นพบและปรับหรือกำจัดสาเหตุการบกพร่องของการผลิต (T) จะมีผลให้ขนาดตัวอย่างที่ถูกสุ่มขึ้นมามีขนาดที่ใหญ่ขึ้น

ตารางที่ 4.1-3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ ขนาดตัวอย่าง

Source of Variation	Effect	Sum of Squares	d.f.	Mean Square	F-ratio	Significant level	
MAIN EFFECT		609.28125	9	67.69792	10.383	0.0000	
δ	-5.8125	270.28125	1	270.28125	41.455	0.0000	*
λ	-0.8125	5.28125	1	5.28125	0.810	0.3874	
g	-4.6875	175.78125	1	175.78125	26.961	0.0000	*
D	0.0625	0.03125	1	0.03125	0.005	0.9462	
M	-1.6875	22.78125	1	22.78125	3.494	0.0750	**
b	1.5625	19.53125	1	19.53125	2.996	0.0975	**
c	-2.0625	34.03125	1	34.03125	5.220	0.0323	*
W	0.1875	0.28125	1	0.28125	0.043	0.8396	
T	3.1875	81.28125	1	81.28125	12.467	0.0019	*
RESIDUAL		143.43750	22	6.5198864			
TOTAL (CORR.)		752.71875	31				

* Significant 5%

** Significant 10%

การพิจารณาในปัจจัย δ, g, c และ b เหล่านี้จะให้ผลตรงกับการวิเคราะห์ของ Duncan (1956) และ Montgomery (1980) แต่ในงานวิจัยนี้ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยต่าง ๆ สำหรับขนาดตัวอย่างยังแสดงให้เห็นอีกว่า ปัจจัย T (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5%) และ ปัจจัย M (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 10%) จะมีอิทธิพลต่อขนาดตัวอย่างด้วย

4.1.3 <u>อิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อความกว้างของขอบเขตควบคุม จะสรุปผลจากตารางที่ 4.1-4</u>

ในค่าของระดับปัจจัยที่กำหนดในงานวิจัยนี้ และจากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีผลต่อความกว้างของขอบเขตควบคุม จะพบว่าปัจจัย δ, λ, g, D, b, c และ T ของการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5% จะมีอิทธิพลต่อความกว้างของขอบเขตควบคุม บนแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย โดยที่การเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัย λ, g, D, b และ c จะมีผลต่อการลดลงของความกว้างของขอบเขตควบคุม และการเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัย δ และ T จะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความกว้างของขอบเขตควบคุม

กล่าวคือ การเพิ่มของการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ยของขบวนการการผลิต (δ) และการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายในการสืบสาวถึงสาเหตุของการเตือนที่ผิด (T) จะมีผลให้ความกว้างของขอบเขตควบคุมที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการควบคุมคุณภาพมีขนาดที่กว้างขึ้น ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดการบกพร่องของการผลิต (λ) การเพิ่มขึ้นของเวลาในการสุ่มการทดสอบและการแสดงผลบนแผนภูมิควบคุม (g) การเพิ่มขึ้นของเวลาในการค้นพบและปรับหรือกำจัดสาเหตุการบกพร่องในการผลิต (D) และการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายทั้งแบบคงที่และแบบปรผันของการสุ่มการทดสอบและการแสดงผลบนแผนภูมิควบคุม (b, c) จะมีผลให้การใช้ขอบเขตควบคุมมีขนาดที่เล็กลง

จากการศึกษาของ Duncan พบว่าปัจจัย T จะเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อขนาดของความกว้างของขอบเขตควบคุม และ ปัจจัย W จะเป็นอีกเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อความกว้างของขอบเขตควบคุม ในขณะที่การวิจัยนี้ ปัจจัย W ไม่ได้แสดงถึงอิทธิพลดังกล่าว

ตารางที่ 4.1-4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ ความกว้างของขอบเขตควบคุม

Source of Variation	Effect	Sum of Squares	d.f.	Mean Square	F-ratio	Significant level	
MAIN EFFECT		10.161650	9	1.1290722	66.285	0.0000	
δ	0.4575	1.674450	1	1.6744500	98.303	0.0000	*
λ	-0.1225	0.120050	1	0.1200500	7.048	0.0145	*
g	-0.2838	0.644113	1	0.6441125	37.814	0.0000	*
D	-0.1100	0.096800	1	0.0968000	5.683	0.0262	*
M	-0.0513	0.021013	1	0.0210125	1.234	0.2787	
b	-0.2263	0.409512	1	0.4095125	24.042	0.0001	*
c	-0.4850	1.881800	1	1.8818000	110.476	0.0000	*
W	0.0038	0.000113	1	0.0001125	0.007	0.9368	
T	0.8150	5.313800	1	5.3138000	311.961	0.0000	*
RESIDUAL		0.3747375	22	0.0170335			
TOTAL (CORR.)		10.536388	31				

* Significant 5%

4.1.4 อิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อช่วงเวลาในการสุ่มจะสรุปผลจากตารางที่ 4.1-5

ในค่าของระดับปัจจัยที่กำหนดในงานวิจัยนี้ และจากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อช่วงเวลาในแต่ละครั้งของการสุ่มตัวอย่าง จะพบว่า ปัจจัย δ, λ, g, M, b, c (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5%) และ

T (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 10%) จะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงในขนาดของช่วงเวลาในการสุ่ม โดยที่การเพิ่มขึ้นของปัจจัย δ, λ, g และ M จะมีผลต่อการลดลงของช่วงเวลาในการสุ่ม และการเพิ่มของปัจจัย b, c และ T จะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของช่วงเวลาในการสุ่ม กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นของการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของขบวนการการผลิต การเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดการบกพร่องในการผลิต การเพิ่มขึ้นของเวลาในการสุ่มการทดสอบและการแสดงผลบนแผนภูมิควบคุม และการเพิ่มขึ้นของรายได้ที่สูญเสีย เมื่อขบวนการการผลิตไม่อยู่ในสภาวะควบคุม จะมีผลให้ช่วงเวลาในการสุ่มตัวอย่างในแต่ละครั้งมีระยะเวลาที่น้อยลง แต่การเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายแบบทั้งแบบคงที่และแบบแปรผันในการสุ่มการทดสอบและการแสดงผลบนแผนภูมิควบคุม และค่าใช้จ่ายของการสืบสาวของการเตือนที่ผิดจะมีผลให้ช่วงเวลาในการสุ่มตัวอย่างแต่ละครั้งมีระยะเวลาเพิ่มขึ้นในช่วงเวลาของการสุ่ม

การเปลี่ยนแปลงของปัจจัย δ, λ, g, M, b และ c ของการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5% ของงานวิจัยนี้จะให้ผลตรงกับการศึกษาของ Duncan

ตารางที่ 4.1-5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ ช่วงเวลาในการสุ่ม

Source of Variation	Effect	Sum of Squares	d.f.	Mean Square	F-ratio	Significant level	
MAIN EFFECT		78.472114	9	8.719124	31.157	0.0000	
δ	-0.6049	2.927172	1	2.927172	10.460	0.0038	*
λ	-1.6793	22.560892	1	22.560892	80.620	0.0000	*
g	-0.4373	1.529544	1	1.529544	5.466	0.0289	*
D	0.1914	0.293014	1	0.293014	1.047	0.3173	
M	-1.1212	10.056155	1	10.056155	35.935	0.0000	*
b	1.6802	22.584072	1	22.584072	80.703	0.0000	*
c	1.4770	17.453266	1	17.453266	62.368	0.0000	*
W	0.0980	0.076803	1	0.076803	0.274	0.6111	
T	0.3520	0.991197	1	0.991197	3.542	0.0731	**
RESIDUAL		6.156525	22	0.279842			
TOTAL (CORR.)		84.628639	31				

* Significant 5%

** Significant 10%

อิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อค่าใช้จ่ายที่สูญเสียและพารามิเตอร์ของแผนภูมิควบคุมในการผลิตแบบ Duncan Process ที่ปรากฏใน ตารางที่ 4.1-2 - 4.1-5 ของหัวข้อ 4.1.1 - 4.1.4 สามารถสรุปการเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยง

ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุม และค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย โดยถ้าให้ ↑ หมายถึงการเพิ่มขึ้นของค่าสังเกตุ ↓ หมายถึงการลดลงของค่าสังเกตุ และ และ * หมายถึงมีอิทธิพลน้อยมาก หรือไม่มีอิทธิพลเลย โดยผลสรุปจะแสดงในตารางที่ 4.1-6 เช่น δ ↑ หมายถึง เมื่อค่าเฉลี่ยของขบวนการการผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ขนาดตัวอย่างที่สุ่มลดลง ความกว้างของขอบเขตควบคุมเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการสุ่มลดลง แต่ไม่ปรากฏว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย หรือ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในค่าใช้จ่ายที่สูญเสียน้อยมาก

ตารางที่ 4.1-6 สรุปอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงในการผลิตแบบ Duncan Process

Factor	n	k	h	Cost
δ ↑	↓	↑	↓	*
λ ↑	*	↓	↓	↑
g ↑	↓	↓	↓	*
D ↑	*	↓	*	↑
M ↑	↓	*	↓	↑
b ↑	↑	↓	↑	*
c ↑	↓	↓	↑	*
W ↑	*	*	*	↑
T ↑	↑	↑	↑	*

↑ = การเพิ่มขึ้นของค่าสังเกตุ

↓ = การลดลงของค่าสังเกตุ

* = มีอิทธิพลน้อยมาก หรือ ไม่มีอิทธิพลเลย

4.2 ผลการวิจัยแผนแบบทางเศรษฐศาสตร์ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยในการผลิตแบบ Shutdown Process

รูปแบบทางเศรษฐศาสตร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย กรณีขบวนการการผลิตจะหยุดดำเนินการการผลิต เพื่อทำการค้นหาสาเหตุของการเกิดการบกพร่องในการผลิต ที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะมีปัจจัยค่าใช้จ่าย และปัจจัยการเสี่ยงที่ใช้ในการพิจารณาเพิ่มจากรูปแบบของการผลิตแบบ Duncan Process ในการวิเคราะห์แผนแบบของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย กรณีขบวนการการผลิตยังคงดำเนินการการผลิตต่อไปในระหว่างค้นหาสาเหตุการเกิดการบกพร่องในการผลิต คือ V_0 (รายได้สุทธิเมื่อขบวนการการผลิตอยู่ในสภาวะควบคุม) S (ค่าใช้จ่ายในการตั้งปรับเครื่องจักร) S_1 (ระยะเวลาที่ใช้ในการตั้งปรับเครื่องจักร) และ D_1 (ระยะเวลาในการค้นหาในแต่ละครั้งของการเกิดการเตือนที่ผิด) ส่วนปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยง δ, λ, g, D, M, b, c, W และ T ที่ใช้ในการกำหนดแผนแบบทางเศรษฐศาสตร์ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยในการผลิตแบบ Duncan Process (ตารางที่ 4.1-1) มีค่าเหมือนกับการกำหนดแผนแบบทางเศรษฐศาสตร์ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยในการผลิตแบบ Shutdown Process โดยผลของการคำนวณหาค่าแผนแบบของแผนภูมิควบคุม (n, k และ h) ที่เหมาะสมที่ให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุดของขบวนการการผลิต แสดงในตารางที่ 4.2-1

การพิจารณาถึงอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อค่าของแผนแบบแผนภูมิควบคุม และค่าใช้จ่ายที่สูญเสียกรณี Shutdown Process นี้มีลักษณะเช่นเดียวกับการพิจารณาใน Duncan Process โดยการคำนวณค่าของอิทธิพลหลักของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงจากตารางที่ 3.1-2, 4.1-1 และ 4.2-1 เพื่อพิจารณาเครื่องหมาย บวก และ ลบ ในการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์แผนแบบแผนภูมิควบคุมและค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย และทำการทดสอบอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุมและค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย โดยการสร้างตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยง และค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิจากตารางที่ 4.1-1 และ 4.2-1 โดยสรุปผลของการวิจัยได้ดังนี้

ตารางที่ 4.2-1 แผนแบบที่เหมาะสมสำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย
ในการผลิตแบบ Shutdown Process

No.	Vo	S	S1	D1	n	k	h	[illegible]
1	50	10	0.50	1	15	2.88	2.6426	3.6279
2	50	10	1.00	10	6	3.20	6.5669	7.3917
3	150	10	1.00	10	24	3.53	3.0895	18.6127
4	150	10	0.50	1	5	3.25	2.5913	21.5636
5	50	100	1.00	1	8	2.64	4.6490	9.4097
6	50	100	0.50	10	5	3.34	4.4711	8.2707
7	150	100	0.50	10	10	2.75	4.1704	26.1252
8	150	100	1.00	1	3	3.13	0.8535	24.9443
9	150	100	0.50	10	22	3.60	3.1258	29.8001
10	150	100	1.00	1	5	2.83	6.2951	29.1804
11	50	100	1.00	1	22	3.22	3.0696	28.6032
12	50	100	0.50	10	5	3.28	2.6344	23.8541
13	150	10	1.00	10	12	2.98	6.3003	32.4078
14	150	10	0.50	1	8	3.38	4.6837	27.9762
15	50	10	0.50	1	5	1.64	3.9735	29.1625
16	50	10	1.00	10	3	3.27	0.8785	22.1436
17	150	100	0.50	1	15	2.78	5.9948	14.9682
18	150	100	1.00	10	7	4.02	1.4673	7.5835
19	50	100	1.00	10	11	2.53	2.7794	24.6578
20	50	100	0.50	1	6	2.99	1.9330	13.1248
21	150	10	1.00	1	8	2.44	2.9428	15.6153
22	150	10	0.50	10	4	3.36	2.6066	9.8971
23	50	10	0.50	10	6	3.21	0.4603	25.3536
24	50	10	1.00	1	3	2.83	2.0611	17.5424
25	50	10	0.50	10	16	2.87	6.2431	15.6032
26	50	10	1.00	1	6	3.69	1.3978	12.4094
27	150	10	1.00	1	9	2.20	2.5863	63.5980
28	150	10	0.50	10	8	3.64	2.0039	64.8482
29	50	100	1.00	10	9	2.69	3.0179	17.5380
30	50	100	0.50	1	2	2.47	1.9100	15.1630
31	150	100	0.50	1	7	3.15	0.5373	65.3401
32	150	100	1.00	10	4	3.10	2.4821	69.6516

ปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยง 9 ปัจจัยที่ได้แก่ δ, λ, g, D, M, b, c, W, T เป็นค่าเดียวกับ ตารางที่ 4.1-1

4.2.1 <u>อิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย จะสรุปผลจากตารางที่ 4.2-2</u>

ในค่าระดับของปัจจัยที่กำหนดในงานวิจัยนี้ และจากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย จะพบว่า λ, D, V_0 (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5%) และ M (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 10%) มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย โดยที่การเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัยเหล่านี้จะมีผลให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียในการผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดการบกพร่องในการผลิต (λ) การเพิ่มขึ้นของเวลาในการค้นพบและปรับหรือกำจัดสาเหตุการบกพร่องในการผลิต (D) การเพิ่มขึ้นของรายได้สุทธิของขบวนการการผลิตเมื่อขบวนการการผลิตอยู่ในสภาวะควบคุม (V_0) และการเพิ่มขึ้นของรายได้ที่สูญเสียเมื่อขบวนการการผลิตไม่อยู่ในสภาวะควบคุม (M) จะมีผลให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียในการผลิตมีค่าสูงขึ้น

ตารางที่ 4.2-2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ ค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย

Source of Variation	Effect	Sum of Squares	d.f	Mean Square	F-ratio	Significal Level	
MAIN EFFECT		7817.2793	13	601.3292	6.424	0.0002	
δ	-2.8049	62.9406	1	62.9406	0.672	0.4317	
λ	17.6427	2490.1242	1	2490.1242	26.602	0.0001	*
g	2.3196	43.0460	1	43.0460	0.460	0.5134	
D	18.6619	2786.1414	1	2786.1414	29.764	0.0000	*
M	6.8638	376.8919	1	376.8919	4.026	0.0601	**
b	0.7788	4.8522	1	4.8522	0.052	0.8246	
c	1.5240	18.5817	1	18.5817	0.199	0.6656	
W	3.3534	89.9613	1	89.9613	0.961	0.3503	
T	0.1458	0.1700	1	0.1700	0.002	0.9653	
Vo	15.5160	1925.9809	1	1925.9809	20.575	0.0003	*
S	1.2788	13.0835	1	13.0835	0.140	0.7166	
S1	0.4132	1.3657	1	1.3657	0.015	0.9052	
D1	0.7194	4.1399	1	4.1399	0.044	0.8384	
RESIDUAL		1684.9304	18	93.607244			
TOTAL (CORR.)		9502.2097	31				

* Significant 5%

** Significant 10%

ในรูปแบบการผลิตแบบ Shutdown Process ของงานวิจัยนี้ ปัจจัย λ, D และ M ซึ่งมีอิทธิพลค่าใช้จ่ายที่สูญเสียในการการผลิตจะให้ผลตรงกับการศึกษาในการผลิตแบบ Duncan

Process แต่ในการผลิตแบบ Shutdown Process จะพบว่าปัจจัย V_0 จะมีอิทธิพลต่อค่าใช้จ่ายที่สูญเสียเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งปัจจัย การที่ปัจจัย V_0 มีอิทธิพลต่อค่าใช้จ่ายที่สูญเสียเนื่องมาจาก ค่าปัจจัย V_0 นั้นมีความสัมพันธ์กับค่าของปัจจัย M (โดยที่ $M = V_0 - V_1$) ซึ่งจะมีการกระทำต่อกันในระหว่างสองปัจจัยดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามแผนแบบการทดลองที่ใช้ในงานวิจัยนี้ไม่ได้พิจารณาศึกษาถึงการประมาณในการกระทำต่อกันของปัจจัยที่ศึกษา

ตารางที่ 4.2-3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ ขนาดตัวอย่าง

Source of Variation	Effect	Sum of Squares	d.f	Mean Square	F-ratio	Significal Level	
MAIN EFFECT		863.15625	13	66.39663	6.866	0.0001	
δ	-7.5625	457.53125	1	457.53125	47.314	0.0000	*
λ	-0.9375	7.03125	1	7.03125	0.727	0.4140	
g	-5.4375	236.53125	1	236.53125	24.460	0.0001	*
D	0.3125	0.78125	1	0.78125	0.081	0.7822	
M	-2.1875	38.28125	1	38.28125	3.959	0.0620	**
b	1.6875	22.78125	1	22.78125	2.356	0.1422	
c	-2.3125	42.78125	1	42.78125	4.424	0.0498	*
W	0.1875	0.28125	1	0.28125	0.029	0.8685	
T	1.5625	19.53125	1	19.53125	2.020	0.1723	
Vo	1.3125	13.78125	1	13.78125	1.425	0.2481	
S	0.3125	0.78125	1	0.78125	0.081	0.7822	
S1	0.1875	0.28125	1	0.28125	0.029	0.8685	
D1	1.6875	22.78125	1	22.78125	2.356	0.1422	
RESIDUAL		174.06255	18	9.670142			
TOTAL (CORR.)		1037.21880	31				

* Significant 5%
** Significant 10%

4.2.2 <u>อิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อขนาดตัวอย่าง จะสรุปผลจากตารางที่ 4.2-3</u>

ในค่าระดับของปัจจัยที่กำหนดในการวิจัยนี้ และจากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อขนาดตัวอย่างที่ถูกสุ่มขึ้นมาในการควบคุมคุณภาพ จะพบว่า ปัจจัย δ, g, c (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5%) และ M (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 10%) จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของขนาดตัวอย่างที่ถูกสุ่มขึ้นมา โดยที่การเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัยดังกล่าวจะมีผลต่อการลดลงในขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการควบคุมคุณภาพ กล่าวคือขนาดตัวอย่างในขั้นต้นจะถูกกำหนดโดยอิทธิพลของปัจจัย δ และ g โดยที่ถ้าค่าของการเปลี่ยนแปลง

ในค่าเฉลี่ยของขบวนการการผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น ขนาดตัวอย่างที่ถูกสุ่มขึ้นมาจะมีขนาดที่เล็กลง เช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นของเวลาในการสุ่มการทดสอบและการแสดงผลบนแผนภูมิควบคุม ซึ่งมีผลให้ขนาดตัวอย่างที่ถูกสุ่มขึ้นมามีขนาดที่เล็กลง และนอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายแบบแปรผันของการสุ่มการทดสอบและการแสดงผลบนแผนภูมิควบคุม และ การเพิ่มขึ้นของรายได้ที่สูญเสียของการผลิตเมื่อขบวนการการผลิตไม่อยู่ในสภาวะการควบคุม จะมีผลให้ขนาดตัวอย่างที่ถูกสุ่มขึ้นมามีขนาดที่เล็กลงด้วย

แต่ในการวิจัยครั้งนี้ปัจจัย b และ T ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อขนาดตัวอย่างของการผลิตแบบ Duncan Process จะไม่ปรากฏว่ามีอิทธิพลดังกล่าวในการผลิตแบบ Shutdown Process ทั้งการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5% และ 10% โดยเฉพาะ T ค่าใช้จ่ายในการสืบสาวถึงสาเหตุการเตือนที่ผิด (T) ในการผลิตแบบ Shutdown Process นั้นไม่ได้เกิดขึ้นในระหว่างช่วงเวลาที่ตัวอย่างถูกสุ่มขึ้นมานั่นเอง (พิจารณา รูปที่ 2.4-1 และ รูปที่ 2.5-1)

4.2.3 <u>อิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อ ความกว้างของขอบเขตควบคุม จะสรุปผลจากตารางที่ 4.2-4</u>

ในค่าของระดับปัจจัยที่กำหนดในงานวิจัยนี้ และจากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีอิทธิพลต่อความกว้างของขอบเขตควบคุม ของการผลิตแบบ Shutdown Process จะพบว่าปัจจัย δ, g, b, c, T, V_0 และ D_1 (ทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5%) จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในขนาดของความกว้างของขอบเขตควบคุมที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการควบคุมคุณภาพ โดยที่การเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัย g, b และ c จะมีผลต่อการลดลงในความกว้างของขอบเขตควบคุม และ การเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัย δ, T, V_0 และ D_1 จะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นในความกว้างของขอบเขตควบคุม กล่าวคือ การเพิ่มขึ้นของเวลาในการสุ่มการทดสอบและการแสดงผลบนแผนภูมิควบคุม การเพิ่มขึ้นในค่าใช้จ่ายทั้งแบบคงที่และแบบแปรผันของการสุ่มการทดสอบและการแสดงผลบนแผนภูมิควบคุม จะมีผลให้ความกว้างของขอบเขตควบคุมที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพมีขนาดที่เล็กลง ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ยในขบวนการการผลิต การเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายในการสืบสาวถึงการเตือนที่ผิด การเพิ่มขึ้นของเวลาในการสืบสาวถึงสาเหตุการเตือนที่ผิด การเพิ่มขึ้นของรายได้สุทธิของการผลิตเมื่อการผลิตอยู่ในสภาวะควบคุม จะมีผลให้ขนาดของความกว้างของขอบเขตควบคุมที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการควบคุมคุณภาพมีขนาดที่กว้างขึ้น

ตารางที่ 4.2-4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ ความกว้างของขอบเขตควบคุม

Source of Variation	Effect	Sum of Squares	d.f	Mean Square	F-ratio	Significal Level	
MAIN EFFECT		6.4049903	13	0.4926916	13.565	0.0000	
δ	0.4169	1.3902781	1	1.3902781	38.279	0.0000	*
λ	-0.0906	0.0657031	1	0.0657031	1.809	0.1953	
g	-0.2581	0.5330281	1	0.5330281	14.676	0.0012	*
D	-0.0544	0.0236531	1	0.0236531	0.651	0.4388	
M	-0.0594	0.0282031	1	0.0282031	0.777	0.3990	
b	-0.1519	0.1845281	1	0.1845281	5.081	0.0369	*
c	-0.4669	1.7437781	1	1.7437781	48.012	0.0000	*
W	-0.0281	0.0063281	1	0.0063281	0.174	0.6859	
T	0.3531	0.9975781	1	0.9975781	27.467	0.0001	*
Vo	0.2119	0.3591281	1	0.3591281	9.888	0.0056	*
S	0.0094	0.0007031	1	0.0007031	0.019	0.8934	
S1	-0.0181	0.0026281	1	0.0026281	0.072	0.7943	
D1	0.3656	1.0694531	1	1.0694531	29.445	0.0000	*
RESIDUAL		0.6537566	18	0.0363198			
TOTAL (CORR.)		7.0587469	31				

* Significant 5%

ปัจจัยโดยทั่ว ๆ ไปของการผลิตแบบ Duncan Process และการผลิตแบบ Shut-down Process ซึ่งได้แก่ δ, g, b, c และ T จะมีผลต่อความกว้างของขอบเขตควบคุม แต่ปัจจัย λ และ D ซึ่งมีอิทธิพลต่อความกว้างของขอบเขตควบคุมในการผลิตแบบ Duncan Process ในขณะที่การผลิตแบบ Shutdown Process ของงานวิจัยนี้จะไม่ปรากฏว่ามีอิทธิพลดังกล่าวในการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5% และ 10%

4.2.4 <u>อิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อช่วงเวลาในการสุ่มจะสรุปผลจากตารางที่ 4.2-5</u>

ในค่าระดับของปัจจัยที่กำหนดในงานวิจัยนี้ และจากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีอิทธิพลต่อช่วงเวลาในการสุ่มตัวอย่างในแต่ละครั้ง จะพบว่าปัจจัย δ, λ, g, M, b และ c ของการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 5% จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของช่วงเวลาในการสุ่ม โดยที่การเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัย δ, λ, g และ M จะมีผลต่อการลดลงของช่วงเวลาในการสุ่มตัวอย่างในแต่ละครั้ง แต่การเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัย b

และ c จะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของช่วงเวลาในการสุ่มแต่ละครั้ง กล่าวคือ เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของค่าการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ยของขบวนการการผลิต การเพิ่มขึ้นของอัตราการเกิดการบกพร่องของการผลิต การเพิ่มขึ้นในรายได้ที่สูญเสีย เมื่อขบวนการการผลิตไม่อยู่ในในสภาวะควบคุม จะมีผลให้ช่วงเวลาในการสุ่มตัวอย่างแต่ละครั้งมีระยะเวลาที่ลดลง ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายทั้งแบบคงที่และแบบแปรผันของการสุ่มการทดสอบและการแสดงผลบนแผนภูมิควบคุม จะมีผลให้ช่วงเวลาในการสุ่มตัวอย่างแต่ละครั้งมีระยะเวลาที่นานขึ้น

ตารางที่ 4.2-5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ ช่วงเวลาในการสุ่ม

Source of Variation	Effect	Sum of Squares	d.f	Mean Square	F-ratio	Significal Level	
MAIN EFFE		87.945144	13	6.765011	16.669	0.0000	
δ	-0.6704	3.595422	1	3.595422	8.859	0.0081	*
λ	-1.7644	24.905388	1	24.905388	61.368	0.0000	*
g	-0.5252	2.206418	1	2.206418	5.437	0.0315	*
D	0.1150	0.105766	1	0.105766	0.261	0.6210	
M	-1.2245	11.994590	1	11.994590	29.555	0.0000	*
b	1.5999	20.476960	1	20.476960	50.456	0.0000	*
c	1.7031	23.204567	1	23.204567	57.177	0.0000	*
W	0.0905	0.065459	1	0.065459	0.161	0.6972	
T	0.2417	0.467182	1	0.467182	1.151	0.2975	
Vo	0.1889	0.285485	1	0.285485	0.703	0.4216	
S	-0.1011	0.081760	1	0.081760	0.201	0.6640	
S1	0.0272	0.005921	1	0.005921	0.015	0.9052	
D1	0.2623	0.550227	1	0.550227	1.356	0.2594	
RESIDUAL		7.305037	18	0.4058354			
TOTAL (CORR.)		95.250181	31				

* Significant 5%

ในการทดสอบอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีผลต่อช่วงเวลาในการสุ่มของการผลิตแบบ Shutdown Process ปัจจัย δ, λ, g, M, b และ c มีอิทธิพลต่อช่วงเวลาในการสุ่ม ซึ่งให้ผลตรงกับ ปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีอิทธิพลต่อช่วงเวลาในการสุ่มของการผลิตแบบ Duncan Process ที่ระดับนัยสำคัญ 5% แต่ในระดับนัยสำคัญ 10% ของการผลิตแบบ Ducan Process ปรากฏว่าค่าใช้จ่ายของการสืบสาวถึงสาเหตุการเตือนที่ผิดจะเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาของการสุ่ม แต่ในการผลิตแบบ Shutdown Process จะไม่ปรากฏว่ามีอิทธิพลดังกล่าว

ตารางที่ 4.2-5 สรุปอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยง ในการผลิตแบบ Shutdown Process

Factor	n	k	h	Cost
δ ↑	↓	↑	↓	*
λ ↑	*	*	↓	↑
g ↑	↓	↓	↓	*
D ↑	*	*	*	↑
M ↑	↓	*	↓	↑
b ↑	*	↓	↑	*
c ↑	↓	↓	↑	*
W ↑	*	*	*	*
T ↑	*	*	↑	*
Vo ↑	*	↑	*	↑
S ↑	*	*	*	*
Si ↑	*	*	*	*
Di ↑	*	↑	*	*

↑ = การเพิ่มขึ้นของค่าสังเกตุ

↓ = การลดลงของค่าสังเกตุ

* = มีอิทธิพลน้อยมาก หรือ ไม่มีอิทธิพลเลย

อิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อค่าใช้จ่ายที่สูญเสียและพารามิเตอร์ของแผนภูมิควบคุมในการผลิตเป็นแบบ Shutdown Process ที่ปรากฏในตารางที่ 4.2-1 ถึง 4.2-5 ของหัวข้อ 4.2.1 - 4.2.4 สามารถสรุปได้ในตารางที่ 4.2-6 ของการเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อ การเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุม และค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย โดยที่ $\uparrow$ หมายถึงการเพิ่มขึ้นของค่าสังเกตุ $\downarrow$ หมายถึงการลดลงของค่าสังเกตุ และ * หมายถึงมีอิทธิพลน้อยมาก หรือไม่มีอิทธิพลเลย เช่น $\delta \uparrow$ หมายถึง เมื่อค่าเฉลี่ยของขบวนการการผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ขนาดตัวอย่างที่สุ่มลดลง ความกว้างของขอบเขตควบคุมเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการสุ่มลดลง แต่ไม่ปรากฏว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย หรือมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในค่าใช้จ่ายที่สูญเสียน้อยมาก

4.3 Sensitivity Analysis

จากค่าของแผนแบบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของรูปแบบการผลิตแบบ Duncan Process และ รูปแบบการผลิตแบบ Shutdown Process ของตารางที่ 4.1-1 และ 4.2-1 จะพบว่าการกำหนดรูปแบบการผลิตแบบ Duncan Process จะให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุด มีค่าต่ำกว่าการกำหนดรูปแบบการผลิตแบบ Shutdown Process 25 ตัวอย่าง ในขณะที่การกำหนดรูปแบบการผลิตแบบ Shutdown Process จะมีค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุด มีค่าต่ำกว่าการกำหนดรูปแบบการผลิตแบบ Duncan Process 7 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างที่ 15, 23, 24, 25, 26, 29 และ 30 โดยที่ 6 ใน 7 ตัวอย่างดังกล่าวนี้พบว่า ระดับค่าของปัจจัย V_0 จะมีค่าอยู่ในระดับค่าต่ำ (คือเท่ากับ 50) และระดับค่าของปัจจัย M จะมีค่าอยู่ในระดับค่าสูง (คือเท่ากับ 100) ซึ่งเป็นผลให้ ค่าของ V_1 ซึ่งเป็นรายได้สุทธิของขบวนการการผลิต เมื่อขบวนการการผลิตไม่อยู่ในสภาวะควบคุม (โดยที่ $M = V_0 - V_1$) มีค่าเป็นลบ นอกจากนี้ในกรณีที่ค่าของปัจจัย M และ V_0 ทั้งสองมีค่าอยู่ในระดับค่าต่ำ (คือมีค่าเท่ากับ 50) ซึ่งได้ค่าของ V_1 มีค่าเป็นศูนย์ จะพบว่าค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุดของการผลิตแบบ Shutdown Process จะมีค่าที่แตกต่างจากค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุดของการผลิตแบบ Duncan Process ไม่มากนัก คือมีค่าไม่เกิน 1.4 ดังตัวอย่างที่ 1, 2, 5, 6, 11, 12, 15 และ 16 โดยเฉพาะในกรณีตัวอย่างที่ 1 ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุดของการผลิตแบบ Duncan Process มีค่าเป็น 3.2282 และในกรณีการผลิตแบบ Shutdown Process จะมีค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุดเป็น 3.6279 ซึ่งมีค่าที่ต่างกันเพียง .3997

เท่านั้น

การเปรียบเทียบส่วนประกอบของค่าแผนแบบ (n, k และ h) ที่เหมาะสมของแผนภูมิควบคุมในสองลักษณะรูปแบบขบวนการการผลิตจะพบว่าการกำหนดรูปแบบการผลิตแบบ Shutdown Process จะมี ขนาดตัวอย่าง และ ความกว้างของขอบเขตควบคุม มากกว่าหรือเท่ากับการกำหนดรูปแบบการผลิตแบบ Duncan Process ในทุก ๆ กรณีตัวอย่าง และช่วงเวลาสุ่มของการกำหนดการผลิตแบบ Shutdown Process จะใช้เวลาที่นานกว่าช่วงเวลาในการสุ่มของการผลิตแบบ Duncan Process ยกเว้นในกรณีตัวอย่างที่ 5, 6, 11, 16, 17, 21, 24, 29, 30 และ 31 ที่กรณีการผลิตแบบ Duncan Process จะใช้ช่วงเวลาในการสุ่มนานกว่าการผลิตแบบ Shutdown Process แต่อย่างไรก็ตาม การประมาณค่าของแผนแบบแผนภูมิควบคุมนั้นมีวัตถุประสงค์หลักก็เพื่อที่จะกระทำให้ได้มาซึ่งส่วนประกอบของค่าแผนแบบแผนภูมิควบคุมที่มีค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุด ดังนั้นการที่ค่าของแผนแบบแผนภูมิควบคุมที่ได้จึงขึ้นอยู่กับค่าของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีอิทธิพลต่อค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบที่พิจารณา

Goel (1968) ได้ทำการศึกษาถึงลักษณะของระยะเวลาที่ใช้ในการสุ่มการทดสอบและแสดงผลบนแผนภูมิควบคุมของตัวอย่างที่มีต่อค่าใช้จ่ายที่สูญเสียของ โดยพิจารณาจากค่าเปอร์เซนต์การเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย หรือ Percentage Increase in Lost Cost, PIL โดยได้กำหนดให้

$$PIL. = \frac{L^*_{nr} - L^*}{L^*} \times 100\%$$

โดยที่ L_{nr}^* คือค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย ณ. ระดับตัวอย่างที่ n ที่พิจารณา และ L^* คือค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุด

ในการวิจัยนี้ การศึกษาต้องการพิจารณาถึงค่าเสียโอกาส หรือ Opportunity Cost ที่เกิดจากการเลือกค่าแผนแบบที่ใช้ในแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยของการผลิตแบบ Duncan Process และ การผลิตแบบ Shutdown Process โดยการพิจารณาถึงการนำค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุมของรูปแบบขบวนการการผลิตรูปแบบหนึ่งไปใช้ในรูปแบบของขบวนการการผลิตอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งในที่นี้ก็คือ ในการดำเนินการการผลิต และการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุมซึ่งเป็นไปตามการพิจารณาตามรูปแบบการผลิตเป็นลักษณะแบบ Duncan Process ที่กำหนดให้ขบวนการการผลิตจะยังคงดำเนินการผลิตต่อไปในระหว่างที่ค้นหาสาเหตุการบกพร่องที่เกิดขึ้นในขบวนการการผลิต โดยที่ค่าพารามิเตอร์ n, k และ h ที่ได้จากการศึกษาปัจจัยค่าใช้

ตารางที่ 4.3-1 ค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย เมื่อใช้ค่าแผนแบบผิดลักษณะการผลิต

No.	Optimum Model	Optimum Cost	Misepecification Cost	Error in Lost-Cost	Percent Error in Lost-Cost
1	1	3.2282	3.6748	0.4466	13.83
2	1	6.6411	8.1978	1.5567	23.44
3	1	9.5651	19.0388	9.4737	99.04
4	1	14.2658	21.5880	7.3222	51.33
5	1	8.1302	9.4275	1.2973	15.96
6	1	7.0867	8.3093	1.2226	17.25
7	1	13.8291	55.1017	41.2726	298.45
8	1	13.3964	25.8631	12.4667	93.06
9	1	12.0479	33.0323	20.9844	174.17
10	1	11.3570	29.3930	18.0360	158.81
11	1	27.2770	28.6475	1.3705	5.02
12	1	22.4812	24.0762	1.5950	7.09
13	1	15.9253	33.7401	17.8148	111.86
14	1	11.6314	28.0041	16.3727	140.76
16	1	21.4980	23.1997	1.7017	7.92
17	1	12.4066	14.9938	2.5872	20.85
18	1	4.1882	7.7379	3.5497	84.75
19	1	22.2737	28.3465	6.0728	27.26
20	1	12.7131	13.1800	0.4669	3.67
21	1	12.2418	17.3584	5.1166	41.80
22	1	6.6319	21.6397	15.0078	226.30
27	1	44.4907	66.6099	22.1192	49.72
28	1	46.5387	67.6027	21.0640	45.26
31	1	46.3864	65.7434	19.3570	41.73
32	1	50.0382	71.3890	21.3508	42.67
15	2	29.1625	29.3690	0.2065	0.71
23	2	25.3536	26.8167	1.4631	5.77
24	2	17.5424	19.1705	1.6281	9.28
25	2	15.6032	23.7507	8.1475	52.22
26	2	12.4094	20.3938	7.9844	64.34
29	2	17.5380	24.0282	6.4902	37.01
30	2	15.1630	22.3490	7.1860	47.39

Optimum Model 1. Duncan Process
Optimum Model 2. Shut-Down Process

จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงในอดีต จะถูกนำมาใช้ในการดำเนินการควบคุมคุณภาพโดยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แต่เมื่อปรากฏว่าเกิดการเตือนที่แสดงว่าขบวนการการผลิตได้ออกนอกสภาวะควบคุม ขบวนการการผลิตจะถูกทำให้หยุด เพื่อทำการค้นหาสาเหตุการบกพร่องที่เกิดขึ้นในขบวนการการผลิต และในทางกลับกัน ในการดำเนินการการผลิต และการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุมจะถูกกำหนดตามรูปแบบการผลิตเป็นลักษณะแบบ Shutdown Process ที่กำหนดให้ขบวนการการผลิตจะหยุดดำเนินการการผลิตในระหว่างที่ทำการค้นหาสาเหตุการบกพร่องที่เกิดขึ้นในขบวนการการผลิต แต่เมื่อปรากฏว่าเกิดการบกพร่องในขบวนการการผลิตเกิดขึ้น ขบวนการการผลิตจะยังคงดำเนินการการผลิตต่อไป ในระหว่างที่ค้นหาสาเหตุการบกพร่องที่เกิดขึ้นในขบวนการการผลิต ตารางที่ 4.3-1 เป็นตารางที่แสดงถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้ค่าแผนแบบผิดลักษณะรูปแบบการผลิต (Misspecification Cost) โดยที่ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการใช้ค่าแผนแบบผิดลักษณะรูปแบบการผลิตของรูปแบบที่ 1 หมายถึงการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุมในการผลิตแบบ Duncan Process ค่า n, k และ h ที่ได้จะถูกนำไปคำนวณค่าใช้จ่ายที่สูญเสียตามรูปแบบการผลิตในลักษณะของ Shutdown Process เช่น ในกรณีตัวอย่างที่ 1 ค่าแผนแบบของแผนภูมิควบคุมของการผลิตแบบ Duncan Process คือ n = 15, k = 2.88 และ h = 2.6426 นำค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ไปคำนวณค่าใช้จ่ายที่สูญเสียตามการผลิตในแบบ Shutdown Process ในหัวข้อ 2.5.2 จะได้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุดเป็น 3.6748 ซึ่งก็คือค่า Misspecification Cost ของรูปแบบที่ 1 และเช่นเดียวกับการหาค่า Misspecification Cost ของรูปแบบที่ 2 ก็คือการใช้ค่าแผนแบบของแผนภูมิควบคุมที่กำหนดตามรูปแบบการผลิตแบบ Shutdown Process นำมาคำนวณค่าใช้จ่ายที่สูญเสียตามรูปแบบการในลักษณะของ Duncan Process โดยที่ค่าความคลาดเคลื่อนในค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย (Error in Lost-Cost ; LE) ก็คือ ค่า Misspecification Cost ลบด้วย Optimum Cost หรือ ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียที่ใช้ค่าพารามิเตอร์ตามการกำหนดรูปแบบการผลิตที่เป็นจริง และค่าเปอร์เซนต์ของความคลาดเคลื่อนในค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย (Percentage Error in Lost-Cost: PEL) จะมีค่าเช่นเดียวกับค่า PIL ของ Goel โดย

$$PEL. = \frac{L_E - L^*}{L^*} \times 100\%$$

เมื่อ L_E คือค่าใช้จ่ายที่สูญเสียเมื่อผิดลักษณะรูปแบบการผลิตที่กำหนด (Misspecification Cost) และ L^* คือค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุด (Opitmum Cost)

ค่าเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนในค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย หรือ ค่า PEL ในกรณีที่นำค่าพารามิเตอร์ของการกำหนดรูปแบบการผลิตในแบบ Duncan Process มาใช้ในการพิจารณาการผลิตแบบ Shutdown Process จะพบว่าเมื่อค่า V_0 ที่มีค่าในระดับค่าสูงเป็น 150 ปรากฏว่าค่า PEL จะมีค่าค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในตัวอย่างที่ 7, 9, 10, 13, 14 และ 22 ค่าของ PEL จะมีค่ามากกว่า 100% ขึ้นไป เมื่อพิจารณาค่าของปัจจัย M ประกอบกับค่าของปัจจัย V_0 โดยที่ระดับค่าของปัจจัย V_0 ที่มีระดับค่าสูง (V_0 = 150) และค่าของปัจจัย M ที่มีระดับค่าต่ำ (M = 50) ซึ่งเป็นผลให้ค่าของปัจจัย V_1 มีค่าเป็นบวก ปรากฏว่าค่าของ PEL จะมีค่าสูงกว่า 50% ในทุก ๆ ตัวอย่าง คือตัวอย่างที่ 3, 4, 7, 8, 9, 10, 13 และ 14 แต่เมื่อค่าของปัจจัย V_0 และปัจจัย M ทั้งสองมีระดับค่าต่ำ (V_0 = 50 , M = 50) ค่าของปัจจัย V_1 มีค่าเป็นศูนย์ ปรากฏว่าค่าของ PEL จะมีค่าค่อนข้างต่ำ

ในกรณีตัวอย่างที่ 15, 23, 24, 25, 26, 29 และ 30 คือกรณีที่ปัจจัย V_0 มีค่าอยู่ในระดับค่าต่ำ และปัจจัย M มีค่าอยู่ในระดับค่าสูง และค่าของปัจจัย V_1 มีค่าเป็นลบนั้น จะได้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุดของการผลิตแบบ Shutdown Process มีค่าต่ำกว่ากรณีการผลิตในแบบ Duncan Process การพิจารณาค่าใช้จ่ายของการใช้ค่าพารามิเตอร์ผิดลักษณะรูปแบบการผลิตที่การใช้ค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุมตามรูปแบบการผลิตแบบ Shutdown Process มาใช้กับการผลิตในรูปแบบของ Duncan Process จากตารางที่ 4.1-2 และ 4.2-2 จะพบว่าปัจจัย λ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย และจากค่าของ Misspecification Cost ในรูปแบบที่ 2 ของตารางที่ 4.3-1 จะมีข้อสังเกตุที่น่าสนใจคือ เมื่อปัจจัย λ ที่มีค่าอยู่ในระดับค่าต่ำ (λ = 0.01) จะพบว่าค่า PEL จะมีค่าค่อนข้างต่ำ คือมีค่าไม่ถึง 10% ดังตัวอย่างที่ 15, 23 และ 24 แต่เมื่อค่าของปัจจัย λ มีค่าอยู่ในระดับค่าสูง (λ = 0.03) ค่าของ PEL จะมีค่าค่อนข้างสูง กรณีตัวอย่างที่ 25, 26, 29 และ 30

4.4 อิทธิพลของปัจจัย τ และ ε

ปัจจัย τ และ ปัจจัย ε เป็นปัจจัยที่พิจารณาเพิ่มขึ้นในรูปแบบทางเศรษฐศาสตร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย เพื่อพิจารณาถึงผลกระทบของการผันแปรในขบวนการการผลิต และความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากวัดค่าของผลิตภัณฑ์ เมื่อ τ คือ สัมประสิทธิ์ของการผันแปรในขบวนการการผลิต และ ε คือ ค่าความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากการวัดค่าของผลิตภัณฑ์ จากการศึกษา

ตารางที่ 4.4-1 ค่าแผนแบบทางเศรษฐศาสตร์ที่เหมาะสมในการพิจารณาอิทธิพลของ γ และ ε

			Optimum Design by Cost Criterion								Other cost and risk factors, etc	
No.	γ	ε	n	k	h	Alpha	Power	Cost	Error	P.E.L.		
1	0.0	0.0	6	3.35	2.0480	0.0008	0.9393	2.8022	0.0000	0.0000		
2	0.0	0.5	7	3.85	2.0767	0.0017	0.8804	2.9782	0.1760	6.2808	$\delta = 2$	$c = 0.10$
3	0.0	1.0	9	4.36	2.2433	0.0020	0.8769	3.1322	0.3300	11.7765	$\lambda = 0.10$	$W = 25$
4	0.1	0.0	6	3.32	2.0255	0.0009	0.9244	2.8228	0.0206	0.7351	$g = 0.05$	$T = 50$
5	0.1	0.5	8	3.92	2.1756	0.0014	0.9013	3.0068	0.2046	7.3014	$D = 2$	$V0 = 50$
6	0.1	1.0	9	4.35	2.1984	0.0021	0.8556	3.1637	0.3615	12.9006	$M = 50$	$S = 10$
7	0.2	0.0	6	3.30	1.9991	0.0010	0.9086	2.8436	0.0414	1.4774	$b = 0.50$	$S1 = 0.50$
8	0.2	0.5	8	3.91	2.1378	0.0014	0.8827	3.0321	0.2299	8.2043		$D1 = 1$
9	0.2	1.0	9	4.34	2.1581	0.0021	0.8360	3.1936	0.3914	13.9676		

ปัจจัย τ และ ε ในหัวข้อ 2.5 เมื่อกำหนดให้ ความแปรปรวนของค่าที่วัดคุณลักษณะที่สนใจของผลิตภัณฑ์ (x) รวมกับค่าของเทอมความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น $\sigma_\varepsilon^2 = \varepsilon\sigma^2$ และสัมประสิทธิ์ของการผันแปรในขบวนการการผลิตมีค่าเป็น $\tau = \sigma/\mu$ ซึ่งเป็นผลให้ อำนาจของแผนภูมิควบคุม (P) และ ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 (α) มีค่าเป็น

$$P' = \Phi\left[\frac{\delta\sqrt{n} - k}{(\sqrt{1+\varepsilon})(1+\delta\tau)}\right] + \Phi\left[\frac{-\delta\sqrt{n} - k}{(\sqrt{1+\varepsilon})(1+\delta\tau)}\right]$$

$$\alpha' = 2\,\Phi\left[\frac{-k}{\sqrt{1+\varepsilon}}\right]$$

การเปลี่ยนแปลงในค่าของ τ และ ε จะมีผลโดยตรงต่อขนาดของ P' และ α' ซึ่งมีผลต่อค่าแผนแบบแผนภูมิควบคุม และค่าใช้จ่ายที่สูญเสียของการผลิต ในการศึกษาครั้งนี้ จะกำหนดให้ปัจจัย τ = 0.0, 0.1, 0.2 และ ε = 0.0, 0.5, 1.0 โดยที่จะกำหนดให้ปัจจัยค่าใช้จ่าย และปัจจัยการเสี่ยงมีค่าคงที่คือ

$\delta = 2$ $\lambda = 0.01$ $g = 0.05$ $D = 2$ $M = 50$ $b = 0.50$ $c = 0.10$

$W = 25$ $T = 50$ $V_0 = 50$ $S = 10$ $S_1 = 0.50$ $D_1 = 1$

ผลการประมาณค่าแผนแบบแผนภูมิที่เหมาะสมและค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุดแสดงในตารางที่ 4.4-1

การคำนวณเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนในค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย (PEL) จะมีค่าเช่นเดียวกับหัวข้อ 4.3 คือ

$$\text{PEL.} = \frac{L_\varepsilon - L^*}{L^*} \times 100\%$$

โดยในที่นี้ค่าของ L^* คือค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุด เมื่อไม่มีการเกิดการผันแปรในขบวนการการผลิตและความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าผลิตภัณฑ์ ($\tau = 0$, $\varepsilon = 0$) และ L_ε คือค่าใช้จ่ายที่สูญเสียเมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การผันแปรในขบวนการการผลิต และค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าของผลิตภัณฑ์ ($\tau \geq 0$ หรือ $\varepsilon \geq 0$ โดยที่ $\tau = 0$, $\varepsilon = 0$ จะไม่เกิดขึ้นพร้อมกัน)

เมื่อค่าของ τ และ ε มีค่ามากกว่าศูนย์ ($\tau > 0$, $\varepsilon > 0$) หรืออีกนัยหนึ่ง เมื่อการผันแปรในขบวนการการผลิต และเกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดค่าของผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น จะมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในค่าแผนแบบของแผนภูมิควบคุมและค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย ซึ่งจะเป็นไปตามขนาดของค่า τ และ ε โดยสามารถพิจารณาถึงอิทธิพลของปัจจัย τ และ ε ที่มีต่อการกำหนดค่าแผนแบบแผนภูมิควบคุมและค่าใช้จ่ายที่สูญเสียได้ดังนี้คือ

อิทธิพลของปัจจัย γ

สัมประสิทธิ์ของการผันแปรในขบวนการการผลิตซึ่งมีค่าเป็น γ การเปลี่ยนแปลงของ γ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในค่าของ P' และมีผลต่อการกำหนดค่าของแผนแบบแผนภูมิควบคุม การพิจารณาถึงอิทธิพลของ γ โดยพิจารณาข้อมูลที่ 1, 5 และ 16 [ตารางที่ 4.4-1] เมื่อค่าของ γ = 0.0, 0.1 และ 0.2 ณ.ระดับที่ ε = 0 ซึ่งให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุดเป็น 2.8022, 2.8228 และ 2.8436 ตามลำดับ โดยการคำนวณหาส่วนประกอบของค่าแผนแบบแผนภูมิควบคุมที่เหมาะสมจะเป็นไปตามค่าที่แสดงในตาราง 4.4-2 และกราฟแสดงความสัมพันธ์ของเปอร์การเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย (PIL) และขนาดตัวอย่าง (n) ในรูปที่ 4.4-1 โดยที่ค่า PIL จะเท่ากับ

$$PIL = \frac{L_n - L^*}{L^*} \times 100\%$$

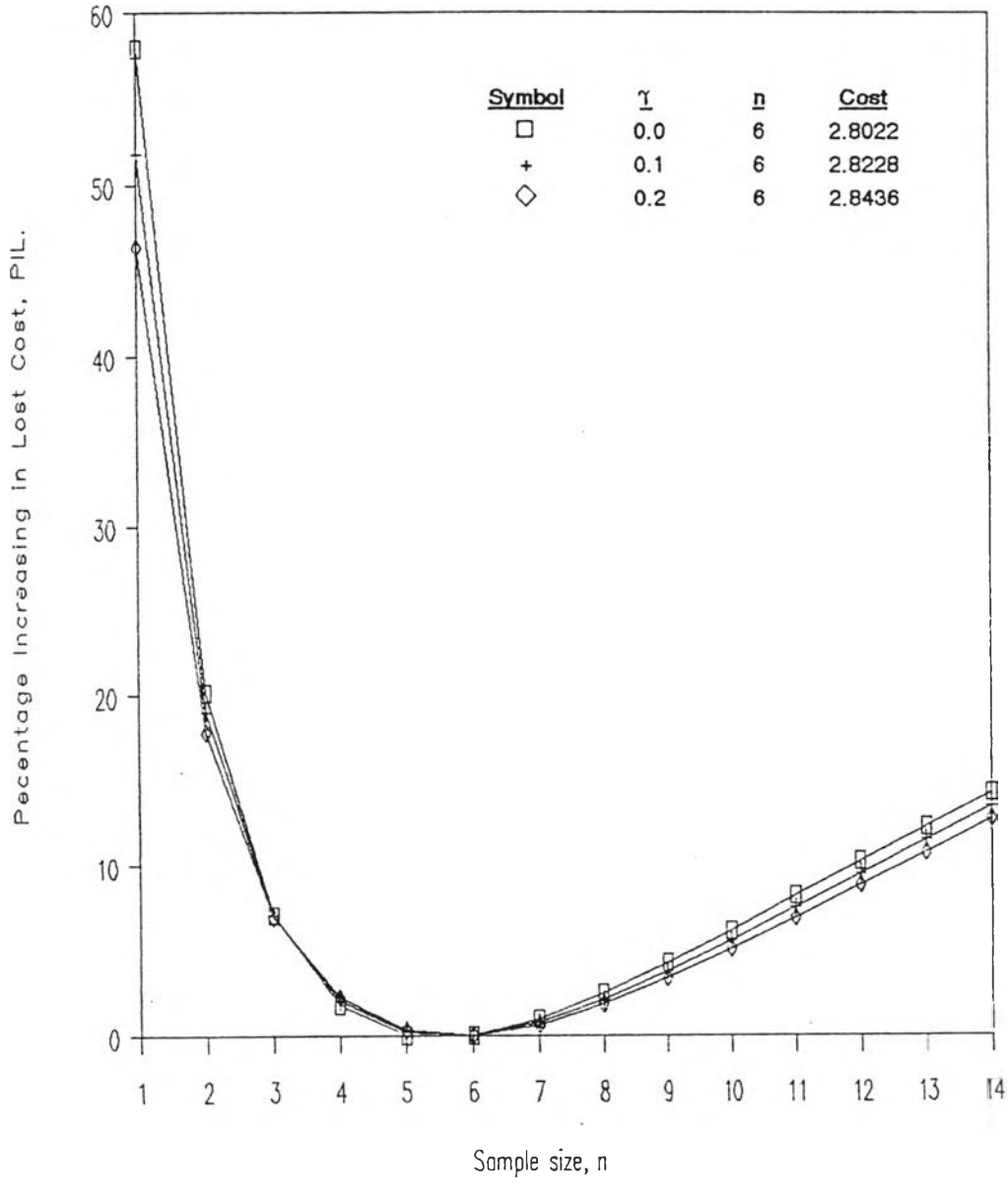
เมื่อ L_n คือ ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียในแต่ละระดับ n และ L^* คือ ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุด

ตารางที่ 4.4-2 ค่า PIL ในการพิจารณาอิทธิพลของ γ

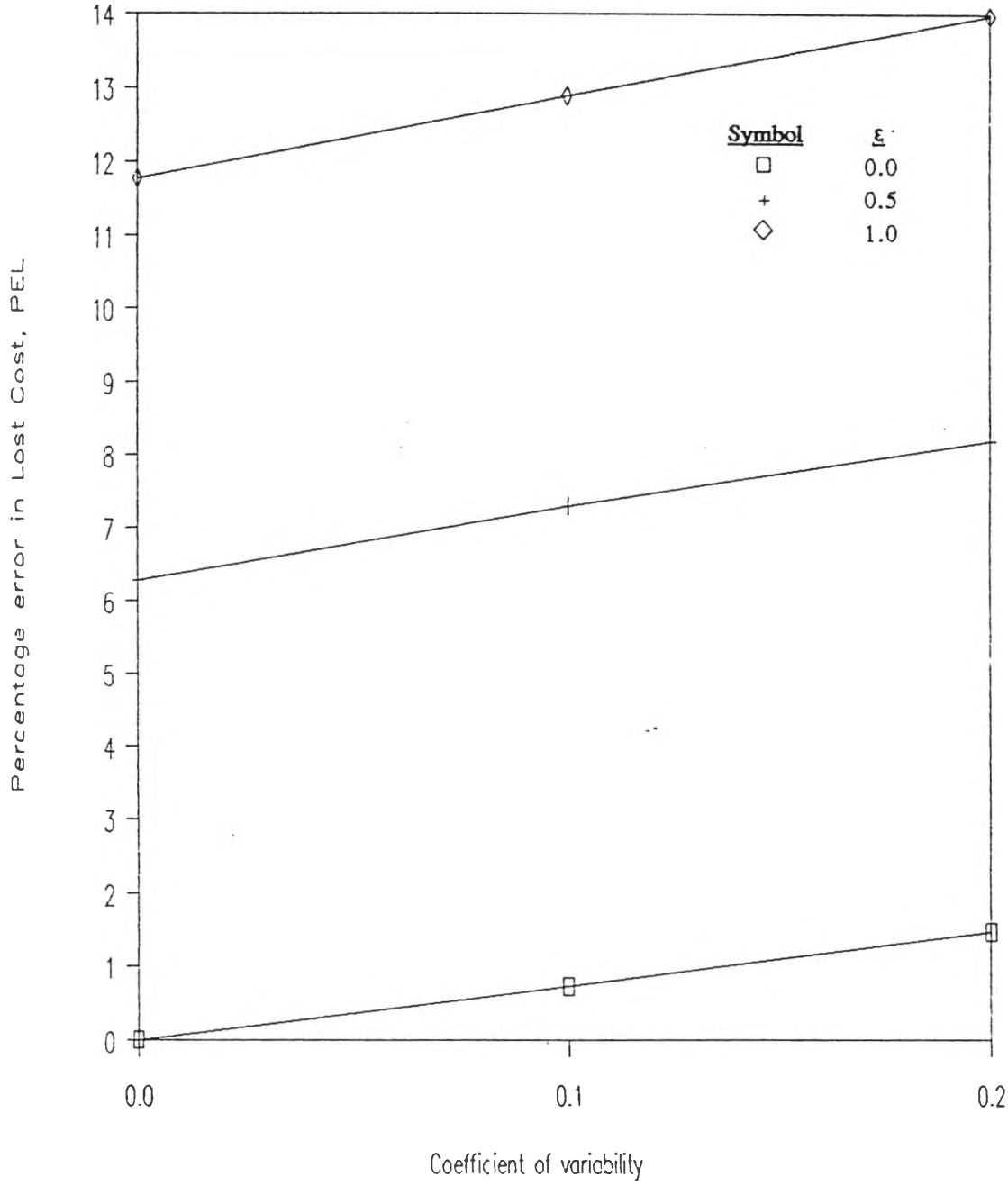
	γ = 0.0		γ = 0.1		γ = 0.2	
n	Cost	PIL	Cost	PIL	Cost	PIL
1	4.4259	57.9438	4.2857	51.8244	4.1638	46.4271
2	3.3663	20.1306	3.3594	19.0095	3.3507	17.8330
3	2.9995	7.0409	3.0224	7.0710	3.0415	6.9595
4	2.8522	1.7843	2.8802	2.0334	2.9057	2.1839
5	2.8024	0.0071	2.8277	0.1736	2.8522	0.3024
6	2.8022	0.0000	2.8228	0.0000	2.8436	0.0000
7	2.8291	0.9600	2.8447	0.7758	2.8613	0.6225
8	2.8707	2.4445	2.8822	2.1043	2.8950	1.8076
9	2.9205	4.2217	2.9287	3.7516	2.9382	3.3268
10	2.9745	6.1487	2.9802	5.5760	2.9871	5.0464
11	3.0305	8.1472	3.0344	7.4961	3.0394	6.8856
12	3.0873	10.1741	3.0899	9.4622	3.0935	8.7882
13	3.1441	12.2011	3.1459	11.4461	3.1484	10.7188
14	3.2006	14.2174	3.2018	13.4264	3.2035	12.6565

จากตารางที่ 4.4-2 และรูปที่ 4.4-1 จะพบว่า เมื่อค่าของ γ เพิ่มขึ้นจาก 0.0 ถึง 0.2 จะให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุดในแต่ละระดับจะมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 2.8022 ถึง 2.8228 [ค่า n = 6 ของทุกระดับ γ] และจากกราฟที่แสดงอิทธิพลของ บนความสัมพันธ์ระหว่าง PIL และ n ในแต่ละระดับของ จะพบว่าเมื่อค่า n เพิ่มขึ้น ในช่วง $1 \leq n < 6$ ค่าของ PIL จะมี

รูปที่ 4.4-1 อิทธิพลของ γ บนความสัมพันธ์ระหว่าง PIL และ n



รูปที่ 4.4-2 อิทธิพลของ τ บนค่าใช้จ่ายที่สูญเสียในแต่ละระดับ ε



ค่าลดลงจนถึง n = 6 ซึ่งค่าของ PIL = 0 ซึ่งเป็นค่า n ที่เหมาะสมเนื่องจากเป็นค่า n ที่ให้ค่าใช้จ่ายสูญเสียมีค่าต่ำสุด และเมื่อค่าของ n เพิ่มขึ้น (n > 6) ปรากฏว่าค่าของ PIL จะมีค่าสูงขึ้น ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของค่า τ จะมีผลให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียมีค่าสูงขึ้นแต่ไม่ปรากฏว่ามีอิทธิพลต่อ n หรือมีอิทธิพลน้อยมาก ในกรณีการเปลี่ยนแปลงค่าของ τ และค่าของ ε โดยการพิจารณาจากรูปที่ 4.4-2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ PEL และ τ ในแต่ละระดับของค่า ε [ตารางที่ 4.4-1] แสดงให้เห็นว่า ในทุกระดับของ ε เมื่อค่าของ τ เพิ่มขึ้น จะมีผลให้ค่าของ PEL เพิ่มขึ้น และจากค่าความชันของกราฟในช่วงที่ $0.0 < \tau < 0.1$ และ $0.1 < \tau < 0.2$ ซึ่งมีค่าเป็น

	ความชัน		
	$\varepsilon = 0.0$	$\varepsilon = 0.5$	$\varepsilon = 1.0$
$0.0 < \tau < 0.1$	7.351	10.206	11.241
$0.1 < \tau < 0.2$	7.423	9.029	10.670

เมื่อค่าของ τ มีค่าเพิ่มขึ้นจาก $0.0 < \tau < 0.1$ เป็น $0.1 < \tau < 0.2$ จะพบว่า ที่ระดับ $\varepsilon = 0$ ค่าความชันมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ ที่ระดับ $\varepsilon = .5$ และ $\varepsilon = 1.0$ ค่าความชันจะมีค่าลดลง แสดงว่า ณ.ระดับ $\varepsilon = 0$ การเพิ่มขึ้นของ τ จะมีผลให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียมีค่าเพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้น (Increasing in Increasing)

ดังนั้นจากค่าแผนแบบแผนภูมิควบคุมที่ให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียมีค่าต่ำสุดในตารางที่ 4.4-1 จะพบว่าการเพิ่มขึ้นของ τ นอกจากมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายที่สูญเสียแล้ว ยังมีผลต่อช่วงเวลาในการสุ่ม และอำนาจของแผนภูมิควบคุมด้วย โดยเมื่อค่าของ τ เพิ่มขึ้นจะมีผลให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการสุ่มลดลง และอำนาจของแผนภูมิควบคุมมีค่าลดลง กล่าวคือ เมื่อเกิดการผันแปรในขบวนการการผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น จะทำให้มีค่าใช้จ่ายที่สูญเสียมีค่าเพิ่มขึ้น ช่วงเวลาในการสุ่มตัวอย่างแต่ละครั้งจะมีค่าน้อยลง และมีผลให้ความเสี่ยงในการยอมรับสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพมากขึ้น

อิทธิพลของปัจจัย ε

การเปลี่ยนแปลงของค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัดค่าของผลิตภัณฑ์ หรือ ε จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในค่าของ P' และ α' ซึ่งจะมีผลต่อการกำหนดค่าของแผนแบบแผนภูมิควบคุมและค่าใช้จ่ายที่สูญเสียในการผลิต จากข้อมูลที่ 1, 2 และ 3 ของตารางที่ 4.4-1

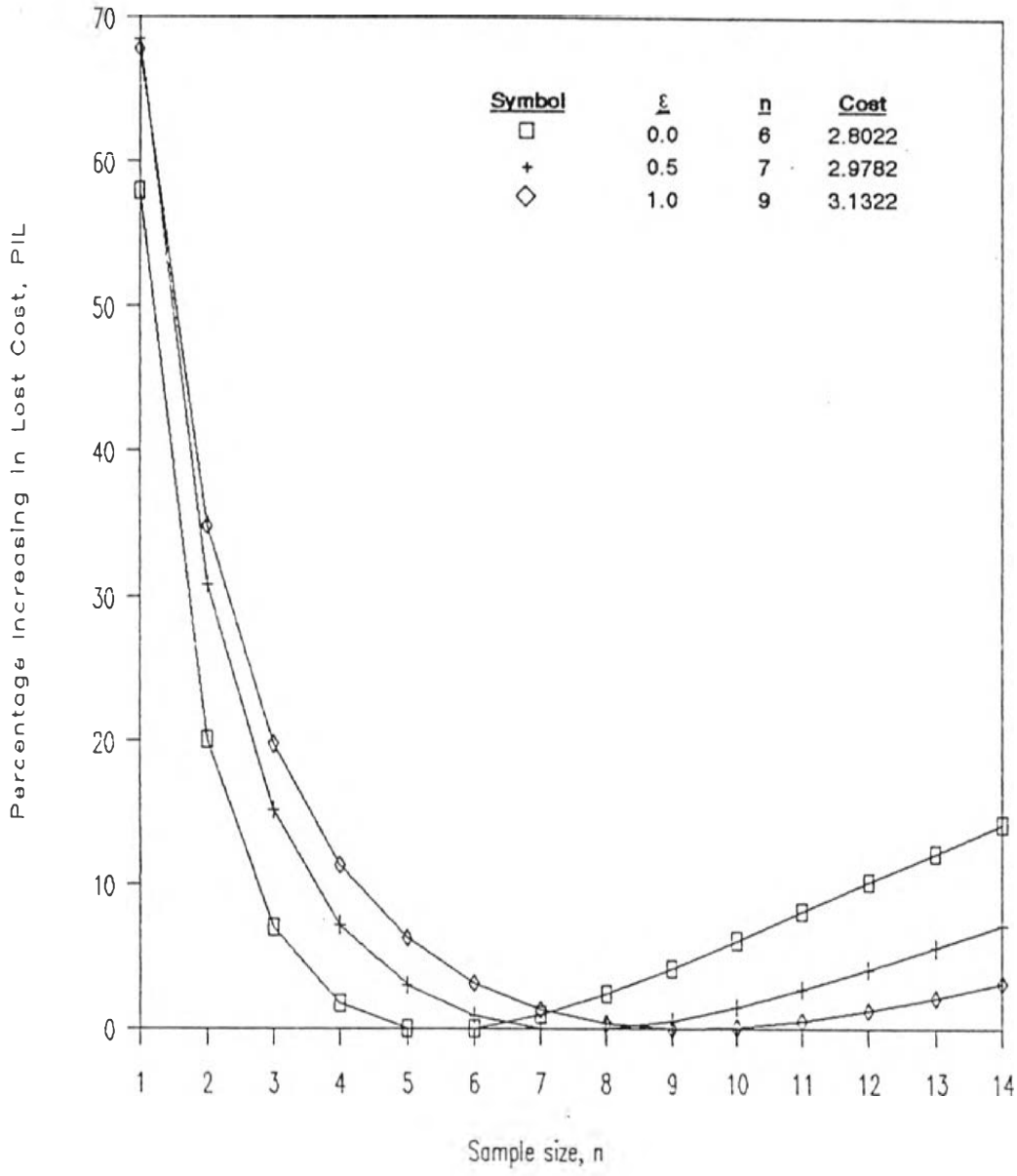
ที่ระดับ $\tau = 0$ เพื่อพิจารณาอิทธิพลของ ε ที่มีค่าเป็น 0.0, 0.5 และ 1.0 ซึ่งให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุดเป็น 2.8022, 2.9782 และ 3.1322 ตามลำดับ ในการคำนวณหาค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุดเพื่อให้ได้ค่าของแผนแบบแผนภูมิควบคุมที่เหมาะสมจะเป็นไปตาม ตารางที่ 4.4-3 และ รูปที่ 4.4-3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง PIL และ n

ตารางที่ 4.4-3 ค่า PIL ในการพิจารณาอิทธิพลของ ε

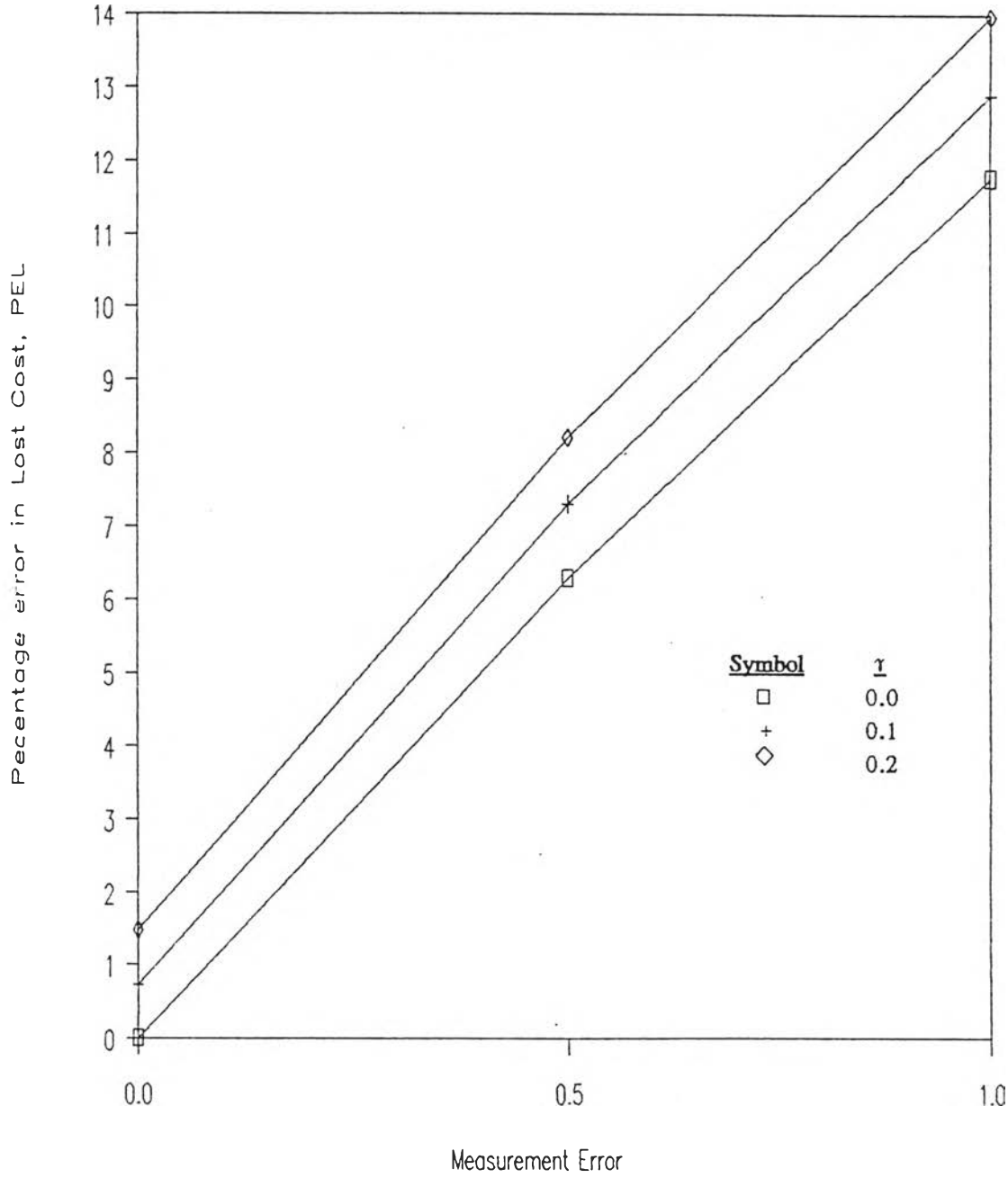
	$\varepsilon = 0.0$		$\varepsilon = 0.5$		$\varepsilon = 1.0$	
n	Cost	PIL	Cost	PIL	Cost	PIL
1	4.4259	57.9438	5.3387	79.2593	6.0697	93.7839
2	3.3663	20.1306	4.0005	34.3281	4.5583	45.5303
3	2.9995	7.0409	3.4664	16.3925	3.9068	24.7238
4	2.8522	1.7843	3.2040	7.5818	3.5603	13.6677
5	2.8024	0.0071	3.0682	3.0220	3.3601	7.2760
6	2.8022	0.0000	3.0022	0.8059	3.2419	3.5023
7	2.8291	0.9600	2.9782	0.0000	3.1749	1.3633
8	2.8707	2.4445	2.9811	0.0974	3.1418	0.3065
9	2.9205	4.2217	3.0015	0.7824	3.1322	0.0000
10	2.9745	6.1487	3.0336	1.8602	3.1393	0.2267
11	3.0305	8.1472	3.0733	3.1932	3.1585	0.8397
12	3.0873	10.1741	3.1182	4.7008	3.1864	1.7304
13	3.1441	12.2011	3.1663	6.3159	3.2207	2.8255
14	3.2006	14.2174	3.2165	8.0015	3.2598	4.0738

จากตารางที่ 4.4-3 จะพบว่า เมื่อระดับของค่า ε เพิ่มขึ้นจาก 0.0 เป็น 1.0 จะมีค่าใช้จ่ายที่สูญเสียต่ำสุดเพิ่มขึ้นจาก 2.8022 เป็น 3.1322 และ n เพิ่มขึ้นจาก 6 เป็น 9 ตามลำดับ และจากรูปที่ 4.4-3 ซึ่งเป็นกราฟที่แสดงอิทธิพลของ ε บนความสัมพันธ์ระหว่าง PIL และ n จะพบว่า เมื่อค่า n เพิ่มขึ้นในทุกระดับค่าของ τ ค่า PIL จะมีค่าลดลงจนถึงระดับที่ค่า PIL = 0 โดยในกรณี $\varepsilon = 0$ ได้ $n = 6$, $\varepsilon = 0.5$ ได้ $n = 7$ และ $\varepsilon = 1$ ได้ $n = 9$ แต่เมื่อ n เพิ่มขึ้นจากค่า n ดังกล่าวแล้ว ค่าของ PIL จะมีค่าเพิ่มขึ้นในทุกระดับของ τ ดังนั้น การเพิ่มขึ้นของ ε จะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นในค่าใช้จ่ายที่สูญเสียและต่อการเพิ่มขึ้นในขนาดตัวอย่าง ในกรณีการเปลี่ยนแปลงค่าของ ε และค่าของ τ จะพิจารณาจากรูปที่ 4.4-4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ PEL และ ε ในแต่ละระดับของค่า τ ของตารางที่ 4.4-1 จะพบว่าในทุกระดับของค่า τ การเพิ่มขึ้นของค่า ε จะมีผลให้ค่า PEL มีค่าเพิ่มขึ้น และจากค่าของความชันของกราฟของช่วงที่ $0.0 < \varepsilon < 0.5$ และ $0.5 < \varepsilon < 1.0$ ในแต่ละระดับของ τ ซึ่งมีค่าเป็น

รูปที่ 4.4-3 อิทธิพลของ ε บนความสัมพันธ์ระหว่าง PIL และ n



รูปที่ 4.4-4 อิทธิพลของ ε บนค่าใช้จ่ายที่สูญเสียในแต่ละระดับ τ



	ความชัน		
	$\tau = 0.0$	$\tau = 0.1$	$\tau = 0.2$
$0.0 < \varepsilon < 0.5$	21.1582	21.4506	21.6490
$0.5 < \varepsilon < 1.0$	18.0434	17.9608	17.8340

เมื่อค่าของ ε มีค่าเพิ่มขึ้นจาก $0.0 < \varepsilon < 0.1$ เป็น $0.1 < \varepsilon < 0.2$ ในแต่ละระดับของ τ จะพบว่าค่าความชันของกราฟมีค่าลดลง แสดงว่าการเพิ่มขึ้นของ ε จะมีผลให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียมีการเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง จากการศึกษาอิทธิพลของ τ ในช่วง $0 < \tau < .1$ เพิ่มขึ้นเป็น $.1 < \tau < .2$ ที่ระดับ $\varepsilon = .5$ และ $\varepsilon = 1$ การเพิ่มขึ้นของ τ จะมีผลให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียมีค่าเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากมีอิทธิพลของ ε ที่ผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายที่สูญเสียในอัตราที่ลดลงรวมอยู่ด้วย

ดังนั้นจากค่าแผนแบบแผนภูมิควบคุมที่ให้ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียมีค่าต่ำสุดในตารางที่ 4.4-1 จะพบว่าการเพิ่มขึ้นของ ε นอกจากมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย และขนาดตัวอย่างแล้วยังมีผลให้ความกว้างของขอบเขตควบคุม ช่วงเวลาในการสุ่ม ความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 มีค่าเพิ่มขึ้น แต่จะมีผลให้อำนาจของแผนภูมิควบคุมจะมีค่าลดลง ดังนั้นเมื่อการวัดค่าของผลิตภัณฑ์มีความคลาดเคลื่อนสูงขึ้นจะเป็นผลให้ เสียค่าใช้จ่ายที่สูญเสียมากขึ้น และขนาดตัวอย่างที่ใช้จะมีขนาดใหญ่ โดยมีช่วงเวลาในการสุ่มแต่ละครั้งนานกว่าเดิม มีขอบเขตควบคุมที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการควบคุมคุณภาพกว้างขึ้น นอกจากนี้ ความเสี่ยงในการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพ และความเสี่ยงในการยอมรับสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ จะมากขึ้น

ถ้ากำหนดให้ $\uparrow$ หมายถึง การเพิ่มขึ้นของค่าที่สังเกตุ $\downarrow$ หมายถึง การลดลงของค่าสังที่เกตุ และ $*$ หมายถึงไม่สามารถสรุปผลของการเปลี่ยนแปลงในค่าที่สังเกตุ และจากการศึกษาถึงอิทธิพลของ τ และ ε ที่มีต่อค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุม และ ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียแล้ว สามารถสรุปผลของการเปลี่ยนแปลงของ τ และ ε ที่มีต่อค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุม และค่าใช้จ่ายที่สูญเสียได้ดังตารางที่ 4.4-5

ตารางที่ 4.4-4 สรุปอิทธิพลของ ε และ γ ที่มีต่อพารามิเตอร์ของแผนภูมิควบคุม

Factor	Cost	n	k	h	α	P
ε ↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓
γ ↑	↑	*	*	↓	*	↓

↑ = การเพิ่มขึ้นของค่าสังเกตุ

↓ = การลดลงของค่าสังเกตุ

* = ไม่สามารถสรุปผลในค่าสังเกตุ

4.5 ผลการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยในการประมาณในแผนแบบกึ่งเศรษฐศาสตร์ และแผนแบบทางเศรษฐศาสตร์

Montgomer (1980) ได้ให้คำจำกัดความของแผนแบบกึ่งเศรษฐศาสตร์ หรือ Semi Economic Sheme คือ การกำหนดค่าของแผนแบบของแผนภูมิควบคุม โดยที่วัตถุประสงค์ของรูปแบบอาจไม่มีการพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งหมด หรือเทคนิคในการพิจารณาค่าที่เหมาะสมอาจไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ต่อการนำไปใช้ในฟังก์ชั่นค่าใช้จ่าย การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุมที่พัฒนาจากวิธีการประมาณของ Chiu และ Wetherill ในกรณีที่ขบวบการการผลิตเป็นแบบ Shutdown Process ในหัวข้อ 2.7.1 เป็นการประมาณในลักษณะของแผนแบบกึ่งเศรษฐศาสตร์ ในขณะที่วิธีการประมาณในหัวข้อ 2.7.2 เป็นการประมาณในลักษณะของแผนแบบทางเศรษฐศาสตร์ ค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบแผนภูมิควบคุมในตารางที่ 4.5-1 เป็นการประมาณโดยแผนแบบกึ่งเศรษฐศาสตร์ และ แผนแบบทางเศรษฐศาสตร์ที่ได้จากปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงเป็น 2 ระดับ ในตาราง 4.1-1 และ 4.2-1 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนในค่าใช้จ่ายที่สูญเสีย (Error in Lost-Cost, EL) และ PEL โดยที่

$$EL = L_{\varepsilon} - L^{*}$$

$$PEL = \frac{L_{\varepsilon} - L^{*}}{L^{*}} \times 100\%$$

เมื่อ L_ε คือ ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียที่ได้จากการประมาณในแผนแบบกึ่งเศรษฐศาสตร์

L^* คือ ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียที่ได้จากการประมาณในแผนแบบทางเศรษฐศาสตร์

ค่าใช้จ่ายที่สูญเสียของการประมาณในแผนแบบทางเศรษฐศาสตร์ จะมีค่าต่ำกว่าค่าใช้จ่ายที่สูญเสียของการประมาณในแผนแบบกึ่งเศรษฐศาสตร์ทุกกรณีตัวอย่าง ซึ่งเป็นผลให้ค่าของ EL มีค่าเป็นบวก โดยที่ค่าเฉลี่ยของ PEL ใน 32 ตัวอย่างที่ศึกษาจะมีเป็น 2.5017% ซึ่งใน 32 ตัวอย่างนี้จะมีค่า PEL ที่มีมากกว่า 1% มี 13 ตัวอย่าง และมากกว่า 10% มี 1 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่ 23) การเปรียบเทียบค่าแผนแบบของแผนภูมิควบคุมจากการกำหนดค่าของระดับปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะพบว่า ค่าเฉลี่ยของแผนแบบแผนภูมิควบคุมที่ประมาณในแผนแบบกึ่งเศรษศาสตร์จะมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของแผนแบบแผนภูมิควบคุมที่ประมาณในแผนแบบทางเศรษศาสตร์ โดยจะพบว่าค่าเฉลี่ยของขนาดตัวอย่าง ค่าเฉลี่ย ของความกว้างของขอบเขตควบคุม และ ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาในการสุ่ม ที่ประมาณในลักษณะของแผนแบบกึ่งเศรษฐศาสตร์ จะมีค่าเป็น 11.25, 3.0697 และ 3.717068 และการประมาณในลักษณะของแผนแบบทางเศรษฐศาสตร์ มีค่าเป็น 8.6562, 3.02781 และ 3.137465 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีข้อสังเกตุที่น่าสนใจคือ ขนาดตัวอย่างของแผนภูมิควบคุมที่ประมาณในลักษณะของแผนแบบทางเศรษฐศาสตร์ ในกรณีตัวอย่างที่ 2, 10, 20 และ 28 จะมีขนาดตัวอย่างที่น้อยกว่าการประมาณในลักษณะของแผนแบบกึ่งเศรษฐศาสตร์ โดยที่ค่าของปัจจัยค่าใช้จ่าย และปัจจัยการเสี่ยงจะอยู่ที่ระดับเดียวกัน คือ $\delta = 2$, $g = 0.05$, $b = 0.5$ และ $T = 50$ ซึ่งในทุกปัจจัยดังกล่าวจะมีค่าอย่างมีนัยสำคัญในอิทธิพลที่มีต่อขนาดตัวอย่าง ของการศึกษาถึงอิทธิพลของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่มีต่อขนาดของตัวอย่างในตารางที่ 4.2-3 แต่เมื่อพิจารณาระดับค่าของปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงในความกว้างของขอบเขตควบคุม และช่วงเวลาในการสุ่มกลับไม่สอดคล้องกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนในข้างต้น และอิทธิพลของปัจจัยที่มีต่อค่าพารามิเตอร์ของแผนแบบ โดยที่การประมาณในแผนแบบทางเศรษฐศาสตร์จะมีความกว้างของขอบเขตควบคุมน้อยกว่าการประมาณในแผนแบบกึ่งเศรษฐศาสตร์ 7 กรณีตัวอย่าง คือ ตัวอย่างที่ 1, 4, 8, 16, 18, 22 และ 31 ซึ่งพบว่าปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่อยู่ในระดับเดียวกัน คือ $b = 0.50$ และ $c = 0.1$ ในค่า c ของตัวอย่างที่ 4 มีค่าเป็น 1.0 ในขณะที่ช่วงเวลาในการสุ่มของการประมาณในแผนแบบทางเศรษฐศาสตร์มีค่ามากกว่าแผนแบบกึ่งเศรษฐศาสตร์ 8 กรณีตัวอย่าง คือ ตัวอย่างที่ 2, 3, 6, 10, 11, 14, 20 และ 28 โดยมีปัจจัยค่าใช้จ่ายและปัจจัยการเสี่ยงที่อยู่ในระดับเดียวกันคือ $b = .5$, $c = .1$ (ยกเว้นตัวอย่างที่ 2 และ

10 ที่ค่า c = 1), g = 0.5 (ยกเว้นตัวอย่างที่ 6 ค่า g = 0.5)

ตารางที่ 4.5-1 เปรียบเทียบค่าแผนแบบที่เหมาะสมของการประมาณในแผนแบบกึ่งเศรษฐศาสตร์ และ แผนแบบทางเศรษฐศาสตร์

	Semi-Economic Sheme					Economic Sheme					
No.	A*	n	k	h	Cost	n	k	h	Cost	Error Cost	PEL.
1	800.000	17	2.8	2.9412	3.6574	15	2.88	2.6426	3.6279	0.0295	0.8131
2	390.244	5	3.2	5.9475	7.4061	6	3.20	6.5669	7.3917	0.0144	0.1948
3	11428.570	24	3.6	3.0069	18.6195	24	3.53	3.0895	18.6127	0.0068	0.0365
4	2418.605	5	3.2	2.6548	21.5687	5	3.25	2.5913	21.5636	0.0051	0.0237
5	440.000	16	2.7	8.3845	10.2997	8	2.64	4.6490	9.4097	0.8900	9.4583
6	11428.570	6	3.6	4.4620	8.3185	5	3.34	4.4711	8.2707	0.0478	0.5779
7	885.714	17	2.9	6.1075	27.3451	10	2.75	4.1704	26.1252	1.2199	4.6694
8	941.177	4	2.9	1.3800	25.2029	3	3.13	0.8535	24.9443	0.2586	1.0367
9	12400.000	25	3.7	3.3137	29.8109	22	3.60	3.1258	29.8001	0.0108	0.0362
10	780.488	4	2.9	5.7618	29.2001	5	2.83	6.2951	29.1804	0.0197	0.0675
11	23142.857	21	3.3	2.9279	28.6136	22	3.22	3.0696	28.6032	0.0104	0.0364
12	3720.930	5	3.3	2.7166	23.8592	5	3.28	2.6344	23.8541	0.0051	0.0214
13	1600.000	19	3.1	9.1317	32.7097	12	2.98	6.3003	32.4078	0.3019	0.9316
14	7428.571	6	3.5	4.4445	27.9832	6	3.38	4.6837	27.9762	0.0070	0.0250
15	57.143	10	1.9	5.0286	29.7692	5	1.64	3.9735	29.1625	0.6067	2.0804
16	2588.235	5	3.2	1.4146	22.3624	3	3.27	0.3785	22.1436	0.2188	0.9881
17	619.048	17	2.8	6.4189	14.9892	15	2.78	5.9948	14.9682	0.0210	0.1403
18	53333.330	7	3.9	1.4964	7.5952	7	4.02	1.4673	7.5835	0.0117	0.1543
19	478.261	16	2.7	3.3498	25.1062	11	2.53	2.7794	24.6578	0.4484	1.8185
20	1600.000	5	3.1	1.7656	13.2776	6	2.99	1.9330	13.1248	0.1528	1.1642
21	333.333	15	2.6	3.8089	17.0993	8	2.44	2.9428	15.6153	1.4840	9.5035
22	4133.330	5	3.4	3.4307	10.3019	4	3.36	2.6066	9.8971	0.4048	4.0901
23	625.000	17	2.8	2.0655	31.8418	6	3.21	0.4603	25.3536	6.4882	25.5908
24	880.000	4	2.9	2.5632	18.0388	3	2.83	2.0611	17.5424	0.4964	2.8297
25	952.381	17	2.9	6.5767	15.6232	16	2.87	6.2431	15.6032	0.0200	0.1282
26	14666.670	6	3.7	1.4263	12.4153	6	3.69	1.3978	12.4094	0.0059	0.0475
27	173.913	14	2.4	3.1013	63.7902	9	2.20	2.5663	63.5980	0.1922	0.3022
28	24800.000	6	3.8	1.7980	64.9535	8	3.64	2.0039	64.8482	0.1053	0.1624
29	916.667	17	2.9	3.9210	19.0388	9	2.69	3.0179	17.5380	1.5008	8.5574
30	266.667	4	2.5	2.9709	15.4186	2	2.47	1.9100	15.1630	0.2556	1.6857
31	406.250	16	2.7	1.9668	67.1332	7	3.15	0.5373	65.3401	1.7931	2.7443
32	3200.000	5	3.3	2.6624	69.7487	4	3.10	2.4821	69.6516	0.0971	0.1394
Total	187835.954	360	98.2	118.9462	813.0977	277	96.89	100.3989	795.9679	17.1298	80.0556
verage	5869.874	11.2	3.07	3.7171	25.4093	8.66	3.0278	3.1375	24.8740	0.5353	2.5017