

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์

4.1 การวิเคราะห์ผลการทดลองการประมาณค่าความแปรปรวนของผลกระทบปัจจัยกรณีการออกแบบอย่างสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD)

การออกแบบการทดลองเพื่อใช้ในการศึกษาค่าผลตอบสนอง หรือค่าขนาดของชิ้นงานโดยเทียบกับค่าเป้าหมาย ด้วยการประมาณค่าความแปรปรวนของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจาก 11 ปัจจัย สำหรับแผนการออกแบบการทดลองอย่างสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ได้ถูกดำเนินการขึ้นเพื่อการทดลองที่ถูกต้องและประหยัดค่าใช้จ่ายโดยการเก็บข้อมูลจากสายการผลิตมาทำการวิเคราะห์ โดยมีระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลองสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้นดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและระดับในการออกแบบการทดลองอย่างสุ่มสมบูรณ์

เครื่อง	ปัจจัย	สัญลักษณ์	ระดับที่1	ระดับที่2	หน่วยวัด
สกรู	ความเร็วรอบ	A	10	12	รอบต่อนาที
ตู้อบความร้อนที่ 1	อุณหภูมิตู้อบ	B	190	200	องศาเซลเซียส
	ความเร็วสายพาน	C	6	6.7	เมตรต่อนาที
ตู้อบความร้อนที่ 2	อุณหภูมิตู้อบ	D	200	220	องศาเซลเซียส
	ความเร็วสายพาน	E	6	6.7	เมตรต่อนาที
ตู้อบความร้อนที่ 3	อุณหภูมิตู้อบ	F	200	250	องศาเซลเซียส
	ความเร็วสายพาน	G	7	7.8	เมตรต่อนาที
ตู้อบความร้อนที่ 4	อุณหภูมิตู้อบ	H	230	250	องศาเซลเซียส
	ความเร็วสายพาน	I	7.4	7.8	เมตรต่อนาที
ตู้อบความร้อนที่ 5	อุณหภูมิตู้อบ	J	240	250	องศาเซลเซียส
	ความเร็วสายพาน	K	7.6	8	เมตรต่อนาที
ค่าตอบสนอง	ค่าเป้าหมาย 17.4 ± 0.6				มิลลิเมตร

4.1.1 การวิเคราะห์ผลจากการทดสอบด้วย ANOVA

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทำการศึกษาความมีนัยสำคัญของปัจจัยทางด้านความเร็วรอบของสกรู (A) ซึ่งทำการเปลี่ยนแปลง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เท่ากับ 10 รอบต่อนาทีและระดับที่ 2 เท่ากับ 12 รอบต่อนาที อุณหภูมิตู้อบที่ 1(B) ที่ระดับ 190 องศาเซลเซียส และ 200 องศาเซลเซียส ความเร็วสายพาน (C) ระดับที่ 1 เท่ากับ 6 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 6.7 เมตรต่อนาที อุณหภูมิตู้อบที่ 2 (D) ที่ระดับ 200 องศาเซลเซียส และ 220 องศาเซลเซียส ความเร็วสายพาน (E) ระดับที่ 1 เท่ากับ 6 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 6.7 เมตรต่อนาที อุณหภูมิตู้อบที่ 3 (F) ที่ระดับ 200 องศาเซลเซียส และ 250 องศาเซลเซียส ความเร็วสายพาน (G) ระดับที่ 1 เท่ากับ 7 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 7.8 เมตรต่อนาที อุณหภูมิตู้อบที่ 4 (H) ที่ระดับ 230 องศาเซลเซียส และ 250 องศาเซลเซียส ความเร็วสายพาน (I) ระดับที่ 1 เท่ากับ 7.4 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 7.8 เมตรต่อนาที อุณหภูมิตู้อบที่ 5(J) ที่ระดับ 240 องศาเซลเซียส และ 250 องศาเซลเซียส ความเร็วสายพาน (K) ระดับที่ 1 เท่ากับ 7 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 7.8 เมตรต่อนาที ตามตารางค่าปัจจุบันที่ใช้ในตารางที่ 4.1

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทำการศึกษาความมีนัยสำคัญของปัจจัยทางด้านความเร็วรอบของสกรู (A) ซึ่งทำการเปลี่ยนแปลง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เท่ากับ 10 รอบต่อนาทีและระดับที่ 2 เท่ากับ 12 รอบต่อนาที โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยดังกล่าวที่ระดับนัยสำคัญ 5 % สามารถแสดงได้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับค่าความเร็วรอบของสกรู ระดับ 10 รอบต่อนาที และ 12 รอบต่อนาที

Source	DF	SS	MS	F	P-value
A	1	0.0091	0.0091	0.09	0.765
Error	10	0.9598	0.096		
Total	11	0.9689			

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab เมื่อพิจารณาค่า P-value ในตารางที่ 4.2 พบว่า ค่า P-value ของปัจจัยความเร็วรอบของสกรูมีค่าเท่ากับ 0.765 ซึ่งมีค่ามากกว่า α ที่กำหนดคือ 0.05 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ความเร็วรอบของสกรูไม่มีอิทธิพลต่อขนาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทำการศึกษาค่าความมีนัยสำคัญของปัจจัยอุณหภูมิห้อง (B) ที่มีอิทธิพลต่อค่าผลตอบสนองหรือค่าขนาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำการเปลี่ยนแปลง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เท่ากับ 190 องศาเซลเซียส และระดับที่ 2 เท่ากับ 200 องศาเซลเซียส โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยดังกล่าวที่ระดับนัยสำคัญ 5% สามารถแสดงได้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับค่าอุณหภูมิของห้องที่ระดับ

190 องศาเซลเซียส และ 200 องศาเซลเซียส

Source	DF	SS	MS	F	P-value
B	1	0.5504	0.5504	8.63	0.015
Error	10	0.6377	0.0638		
Total	11	1.1881			

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab เมื่อพิจารณาค่า P-value ในตารางที่ 4.3 พบว่าค่า P-value ของปัจจัยอุณหภูมิห้อง มีค่าเท่ากับ 0.015 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดคือ 0.05 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิห้องมีอิทธิพลต่อขนาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทำการศึกษาค่าความมีนัยสำคัญของปัจจัยความเร็วสายพาน (C) ที่มีอิทธิพลต่อค่าผลตอบสนองหรือค่าขนาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำการเปลี่ยนแปลง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เท่ากับ 6 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 6.7 เมตรต่อนาที โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยดังกล่าวที่ระดับนัยสำคัญ 5% สามารถแสดงได้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับค่าความเร็วรอบของสายพาน ระดับ 6 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 6.7 เมตรต่อนาที

Source	DF	SS	MS	F	P-value
C	1	0.066	0.066	0.61	0.452
Error	10	1.078	0.108		
Total	11	1.144			

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab เมื่อพิจารณาค่า P-value ในภาพที่ 4.4 พบว่าค่า P-value ของปัจจัยอุณหภูมิห้อง มีค่าเท่ากับ 0.452 ซึ่งมีค่ามากกว่า α ที่กำหนดคือ 0.05 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ความเร็วรอบของสายพานไม่มีอิทธิพลต่อขนาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทำการศึกษาค่าความมีนัยสำคัญของปัจจัยอุณหภูมิห้อง (D) ที่มีอิทธิพลต่อค่าผลตอบสนองหรือค่าขนาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำการเปลี่ยนแปลง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เท่ากับ 200 องศาเซลเซียส และระดับที่ 2 เท่ากับ 220 องศาเซลเซียส โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยดังกล่าวที่ระดับนัยสำคัญ 5% สามารถแสดงได้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับค่าอุณหภูมิของตู้อบที่ระดับ 200 องศาเซลเซียส และ 220 องศาเซลเซียส

Source	DF	SS	MS	F	P-value
D	1	0.4563	0.4563	12.62	0.005
Error	10	0.3615	0.0361		
Total	11	0.8178			

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab เมื่อพิจารณาค่า P-value ในภาพที่ 4.5 พบว่าค่า P-value ของปัจจัยอุณหภูมิตูบ มีค่าเท่ากับ 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดคือ 0.05 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิตูบมีอิทธิพลต่อขนาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทำการศึกษาค่าความมีนัยสำคัญของปัจจัยความเร็วสายพาน(E) ที่มีอิทธิพลต่อค่าผลตอบสนองหรือค่าขนาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำการเปลี่ยนแปลง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เท่ากับ 6 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 6.7 เมตรต่อนาที โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยดังกล่าวที่ระดับนัยสำคัญ 5% สามารถแสดงได้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับค่าความเร็วรอบของสายพานระดับ 6 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 6.7 เมตรต่อนาที

Source	DF	SS	MS	F	P-value
E	1	0.0225	0.0225	0.38	0.553
Error	10	0.597	0.0597		
Total	11	0.6196			

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab เมื่อพิจารณาค่า P-value ในภาพที่ 4.6 พบว่าค่า P-value ของปัจจัยอุณหภูมิตูบ มีค่าเท่ากับ 0.553 ซึ่งมีค่ามากกว่า α ที่กำหนดคือ 0.05 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ความเร็วรอบของสายพานไม่มีอิทธิพลต่อขนาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทำการศึกษาค่าความมีนัยสำคัญของปัจจัยอุณหภูมิตูบ (F) ที่มีอิทธิพลต่อค่าผลตอบสนองหรือค่าขนาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำการเปลี่ยนแปลง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เท่ากับ 200 องศาเซลเซียส และระดับที่ 2 เท่ากับ 250 องศาเซลเซียส โดย

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยดังกล่าวที่ระดับนัยสำคัญ 5 % สามารถแสดงได้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับค่าอุณหภูมิของตู้อบที่ระดับ 200 องศาเซลเซียส และ 250 องศาเซลเซียส

Source	DF	SS	MS	F	P-value
F	1	0.0169	0.0169	0.43	0.526
Error	10	0.3912	0.0391		
Total	11	0.4081			

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab เมื่อพิจารณาค่า P-value ในภาพที่ 4.7 พบว่าค่า P-value ของปัจจัยอุณหภูมิตู้อบ มีค่าเท่ากับ 0.526 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดคือ 0.05 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิตู้อบไม่มีอิทธิพลต่อขนาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทำการศึกษาความมีนัยสำคัญของปัจจัยความเร็วสายพาน (G) ที่มีอิทธิพลต่อค่าผลตอบสนองหรือค่าขนาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำการเปลี่ยนแปลง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เท่ากับ 7.0 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 7.8 เมตรต่อนาที โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยดังกล่าวที่ระดับนัยสำคัญ 5% สามารถแสดงได้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.8

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับค่าความเร็วรอบของสายพาน ระดับ 7.0 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 7.8 เมตรต่อนาที

Source	DF	SS	MS	F	P-value
G	1	0.028	0.028	0.12	0.741
Error	10	2.42	0.242		
Total	11	2.448			

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab เมื่อพิจารณาค่า P-value ในตารางที่ 4.8 พบว่าค่า P-value ของปัจจัยอุณหภูมิห้อง มีค่าเท่ากับ 0.741 ซึ่งมีค่ามากกว่า α ที่กำหนดคือ 0.05 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ความเร็วรอบของสายพานไม่มีอิทธิพลต่อขนาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทำการศึกษาค่าความมีนัยสำคัญของปัจจัยอุณหภูมิห้อง (H) ที่มีอิทธิพลต่อค่าผลตอบสนองหรือค่าขนาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำการเปลี่ยนแปลง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เท่ากับ 230 องศาเซลเซียส และระดับที่ 2 เท่ากับ 250 องศาเซลเซียส โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยดังกล่าวที่ระดับนัยสำคัญ 5% สามารถแสดงได้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.9

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับค่าอุณหภูมิของห้องที่ระดับ 230 องศาเซลเซียส และ 250 องศาเซลเซียส

Source	DF	SS	MS	F	P-value
H	1	0.0147	0.0147	0.63	0.447
Error	10	0.2351	0.2351		
Total	11	0.2498			

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab เมื่อพิจารณาค่า P-value ในตารางที่ 4.9 พบว่าค่า P-value ของปัจจัยอุณหภูมิห้อง มีค่าเท่ากับ 0.447 ซึ่งมีค่ามากกว่า α ที่กำหนดคือ 0.05 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิห้องไม่มีอิทธิพลต่อขนาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทำการศึกษาค่าความมีนัยสำคัญของปัจจัยความเร็วสายพาน (I) ที่มีอิทธิพลต่อค่าผลตอบสนองหรือค่าขนาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำการเปลี่ยนแปลง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เท่ากับ 7.4 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 7.8 เมตรต่อนาที โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยดังกล่าวที่ระดับนัยสำคัญ 5% สามารถแสดงได้ในตารางต่อไปนี้

ภาพที่ 4.10

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับค่าความเร็วรอบของสายพานระดับ 7.4 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 7.8 เมตรต่อนาที

Source	DF	SS	MS	F	P-value
I	1	0.0217	0.0217	0.97	0.348
Error	10	0.2236	0.0224		
Total	11	0.24536			

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab เมื่อพิจารณาค่า P-value ในตารางที่ 4.10 พบว่าค่า P-value ของปัจจัยอุณหภูมิห้อง มีค่าเท่ากับ 0.348 ซึ่งมีค่ามากกว่า α ที่กำหนดคือ 0.05 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ความเร็วรอบของสายพานไม่มีอิทธิพลต่อขนาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทำการศึกษาค่าความมีนัยสำคัญของปัจจัยอุณหภูมิห้อง (J) ที่มีอิทธิพลต่อค่าผลตอบสนองหรือค่าขนาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำการเปลี่ยนแปลง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เท่ากับ 240 องศาเซลเซียส และระดับที่ 2 เท่ากับ 250 องศาเซลเซียส โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยดังกล่าวที่ระดับนัยสำคัญ 5% สามารถแสดงได้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.11

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับค่าอุณหภูมิของตู้อบที่ระดับ 240 องศาเซลเซียส และ 250 องศาเซลเซียส

Source	DF	SS	MS	F	P-value
J	1	0.0385	0.0385	1.85	0.204
Error	10	0.2087	0.0209		
Total	11	0.2473			

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab เมื่อพิจารณาค่า P-value ในตารางที่ 4.11 พบว่าค่า P-value ของปัจจัยอุณหภูมิตู้อบ มีค่าเท่ากับ 0.204 ซึ่งมีค่าน้อยมากกว่า α ที่กำหนดคือ 0.05 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิตู้อบไม่มีอิทธิพลต่อขนาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อทำการศึกษาค่าความมีนัยสำคัญของปัจจัยความเร็วสายพาน (K) ที่มีอิทธิพลต่อค่าผลตอบสนองหรือค่าขนาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำการเปลี่ยนแปลง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เท่ากับ 7.6 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 8.0 เมตรต่อนาที โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับปัจจัยดังกล่าวที่ระดับนัยสำคัญ 5% สามารถแสดงได้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.12

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับค่าความเร็วรอบของสายพานระดับ 7.6 เมตรต่อนาที และระดับที่ 2 เท่ากับ 8.0 เมตรต่อนาที

Source	DF	SS	MS	F	P-value
K	1	0.203	0.203	2.02	0.186
Error	10	1.003	0.1		
Total	11	1.206			

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab เมื่อพิจารณาค่า P-value ในภาพที่ 4.12 พบว่าค่า P-value ของปัจจัยอุณหภูมิตูบอบ มีค่าเท่ากับ 0.186 ซึ่งมีค่ามากกว่า α ที่กำหนดคือ 0.05 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ความเร็วรอบของสายพานไม่มีอิทธิพลต่อขนาดของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรม Minitab เมื่อพิจารณาค่า P-value ในทุกๆปัจจัยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.13

สำนักหอสมุด

ตารางที่ 4.13

ความมีนัยสำคัญของปัจจัยต่อผลตอบสนองสำหรับกระบวนการผลิตการอัดรีดยาง

เครื่อง	ปัจจัย	สัญลักษณ์	ระดับที่1	ระดับที่2	หน่วยวัด	P-value
สกรู	ความเร็วรอบ	A	10	12	รอบต่อนาที	0.786
ตู้อบ ความร้อนที่ 1	อุณหภูมิตู้อบ	B	190	200	องศา เซลเซียส	0.015
	ความเร็ว สายพาน	C	6	6.7	เมตรต่อนาที	0.452
ตู้อบ ความร้อนที่ 2	อุณหภูมิตู้อบ	D	200	220	องศา เซลเซียส	0.005
	ความเร็ว สายพาน	E	6	6.7	เมตรต่อนาที	0.553
ตู้อบ ความร้อนที่ 3	อุณหภูมิตู้อบ	F	200	250	องศา เซลเซียส	0.526
	ความเร็ว สายพาน	G	7	7.8	เมตรต่อนาที	0.741
ตู้อบ ความร้อนที่ 4	อุณหภูมิตู้อบ	H	230	250	องศา เซลเซียส	0.447
	ความเร็ว สายพาน	I	7.4	7.8	เมตรต่อนาที	0.348
ตู้อบ ความร้อนที่ 5	อุณหภูมิตู้อบ	J	240	250	องศา เซลเซียส	0.204
	ความเร็ว สายพาน	K	7.6	8	เมตรต่อนาที	0.186

จากผลของการวิเคราะห์หาค่าจากการทดลองอย่างสุ่มสมบูรณ์ ของปัจจัยในระดับต่าง ๆ นั้น ทำให้สามารถที่ระบุได้ว่า ปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อผลตอบสนองหรือค่าขนาดของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยปัจจัยอุณหภูมิตู้อบความร้อนตู้ที่ 1 และอุณหภูมิตู้อบความร้อนตู้ที่ 2 ส่งผลให้ขนาดของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากนั้นนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ นำมาออกแบบการทดลองโดยใช้หลักการของทากูชิ

4.2 การออกแบบและการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้หลักการของทากูชิ

จากการสรุปข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้การวิเคราะห์ผลการทดลองการประมาณค่าความแปรปรวนของผลกระทบปัจจัยกรณีการออกแบบอย่างสุ่มสมบูรณ์ พบว่าปัจจัยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต่อขนาดของชิ้นงาน ซึ่งส่งผลให้ผู้วิจัยไม่สามารถตัดปัจจัยที่มีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญออกได้ เช่น ความเร็วรอบของสกรู ความเร็วของสายพานตู้ที่ 1 ความเร็วของสายพานตู้ที่ 2 ออกได้ เพราะในการผลิตนั้นขณะที่ยางถูกอัดรีดผ่านหัวดาย ออกมาปัจจัยที่กล่าวมานี้จะต้องสอดคล้องกันโดยยางมีเคลื่อนที่ตลอดเวลา ถ้าหากยางเคลื่อนที่จากสกรูได้เร็วกว่าสายพานก็จะทำให้ยางขดบนสายพานและไม่สามารถเคลื่อนตัวไปยังช่วงต่อไปได้หรือในทางกลับกันถ้ายางออกจากสกรูได้น้อยมากกว่าความเร็วสายพานก็จะส่งผลให้ยางยืดและขาดจากกันได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่ตัดปัจจัยเหล่านี้ออกไป ส่วนปัจจัยอื่นที่พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญผู้วิจัยได้ทำการกำหนดให้ปัจจัยเหล่านี้คงที่ในการออกแบบการทดลอง

นอกจากนี้ในการพิจารณาการทดลองยังได้วิเคราะห์ปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ทั้งสิ้น 2 ปัจจัย คือ การเปิดหรือปิดฝาระหว่างตู้อบทำให้อุณหภูมิในตู้ไม่คงที่ และการใช้น้ำสตีมาพ่นที่ตายเพื่อให้ยางไหลตัวได้ดียิ่งขึ้น แต่ไม่สามารถควบคุมปริมาณหรือทิศทางการพ่นได้ ปัจจัยในการปรับตั้งค่าที่ทั้งปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ และปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ แสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14

ปัจจัยและระดับที่ใช้ในการทดลองโดยใช้หลักการของทากูชิ

ปัจจัยที่ควบคุมได้	สัญลักษณ์	ระดับที่1	ระดับที่2	หน่วยวัด
ความเร็วรอบสกรู	A	10	12	รอบต่อนาที
อุณหภูมิตู้อบที่ 1	B	180	210	องศาเซลเซียส
ความเร็วสายพานตู้อบที่ 1	C	6.0	7.0	เมตรต่อนาที
อุณหภูมิตู้อบที่ 2	D	190	220	องศาเซลเซียส
ความเร็วสายพานตู้อบที่ 2	E	7.0	8.0	เมตรต่อนาที
อุณหภูมิตู้อบที่ 3	F	200	250	องศาเซลเซียส
ปัจจัยที่ควบคุมได้	สัญลักษณ์	ระดับที่1	ระดับที่2	
ฝาปิดระหว่างตู้อบ	N	เปิด	ปิด	
ไอน้ำสตีม	M	ใช้สตีม	ไม่ใช้สตีม	

4.3 การวิเคราะห์จุดเหมาะสมของปัจจัย

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองตามที่มีการออกแบบการทดลอง ของทากูชิได้คำตอบสนอง ดังตาราง

ตารางที่ 4.15

การทดลอง $L_8 2^7$ ออร์โทโกนอนแอร์เรย์

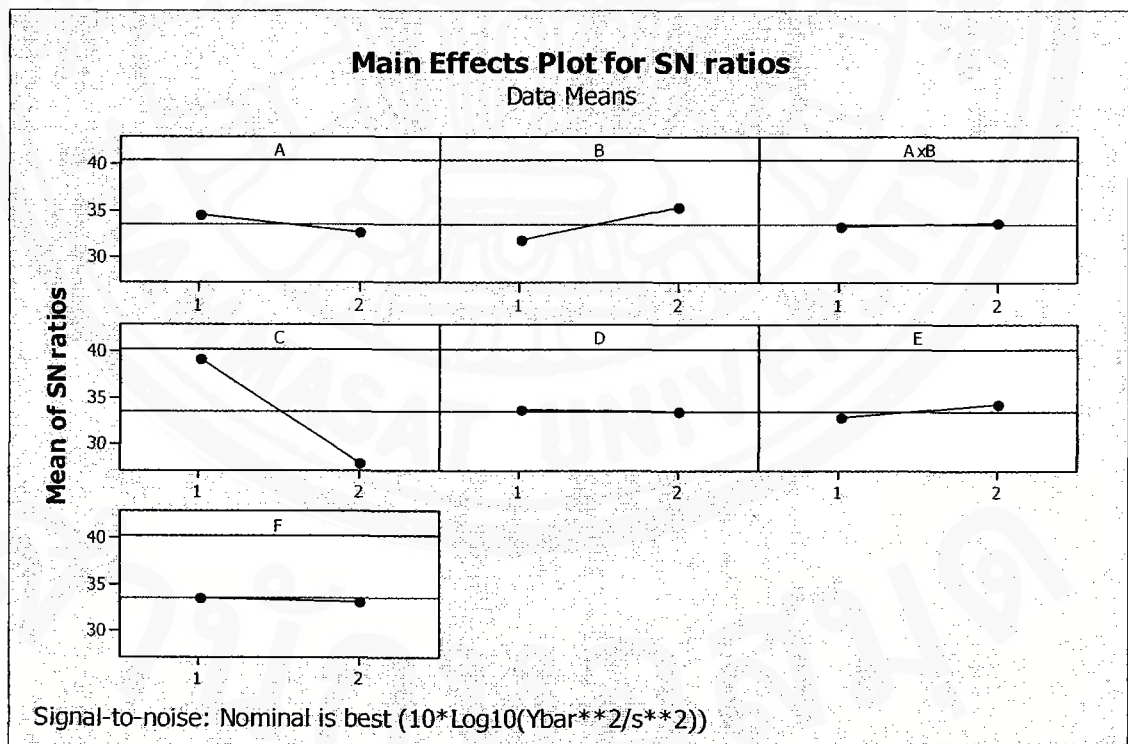
L ₈ Orthogonal Array											
	ปัจจัย							1	2	2	1
	(หรือ ผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัย)							1	2	1	2
วิธีปฏิบัติ	A	B	AxB	C	D	E	F	N1	N2	N3	N4
1	1	1	1	1	1	1	1	16.37	16.57	16.66	16.46
1	1	1	1	1	1	1	1	16.77	16.57	16.05	16.56
2	1	1	1	2	2	2	2	14.97	15.73	16.29	17.04
2	1	1	1	2	2	2	2	15.73	15.16	16.12	16.54
3	1	2	2	1	1	2	2	16.32	16.18	16.28	16.34
3	1	2	2	1	1	2	2	16.34	16.05	16.17	16.07
4	1	2	2	2	2	1	1	16.14	17.92	16.66	17.01
4	1	2	2	2	2	1	1	16.89	16.73	16.41	17.13
5	2	1	2	1	2	1	2	19.02	18.88	18.91	18.93
5	2	1	2	1	2	1	2	18.89	19.43	18.93	19.74
6	2	1	2	2	1	2	1	16.56	18.38	17.99	18.52
6	2	1	2	2	1	2	1	16.41	18.56	18.04	18.28
7	2	2	1	1	2	2	1	19.60	19.44	19.34	19.16
7	2	2	1	1	2	2	1	19.40	19.16	19.44	19.66
8	2	2	1	2	1	1	2	16.60	17.40	16.40	17.78
8	2	2	1	2	1	1	2	16.23	17.76	16.30	17.70

เนื่องจากกรณีศึกษาเป็นกรณี Nominal the Best จึงทำการวิเคราะห์ค่า Signal to Noise Ratio และค่าเฉลี่ยของขนาดของชิ้นงานได้ข้อมูลดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16

ค่าเฉลี่ยของ Signal to Noise Ratio ณ. ระดับต่างๆ ของปัจจัย

Level	A	B	AXB	C	D	E	F
1	34.4	31.7	33.3	39.1	33.6	32.7	33.6
2	32.5	35.3	33.7	27.8	33.3	34.2	33.3
ผลต่าง	1.84	3.59	0.37	11.3	0.24	1.52	0.31
ลำดับ	3	2	5	1	7	4	6



ภาพที่ 4.1

ปัจจัยที่มีผลต่อการปรับตั้งค่า

จากตารางสรุปได้ว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่า Signal to Noise Ratio พิจารณาจากความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยพิจารณา Signal to Noise Ratio ณ. ระดับต่าง ๆ ของปัจจัย คือ C , B , A , E

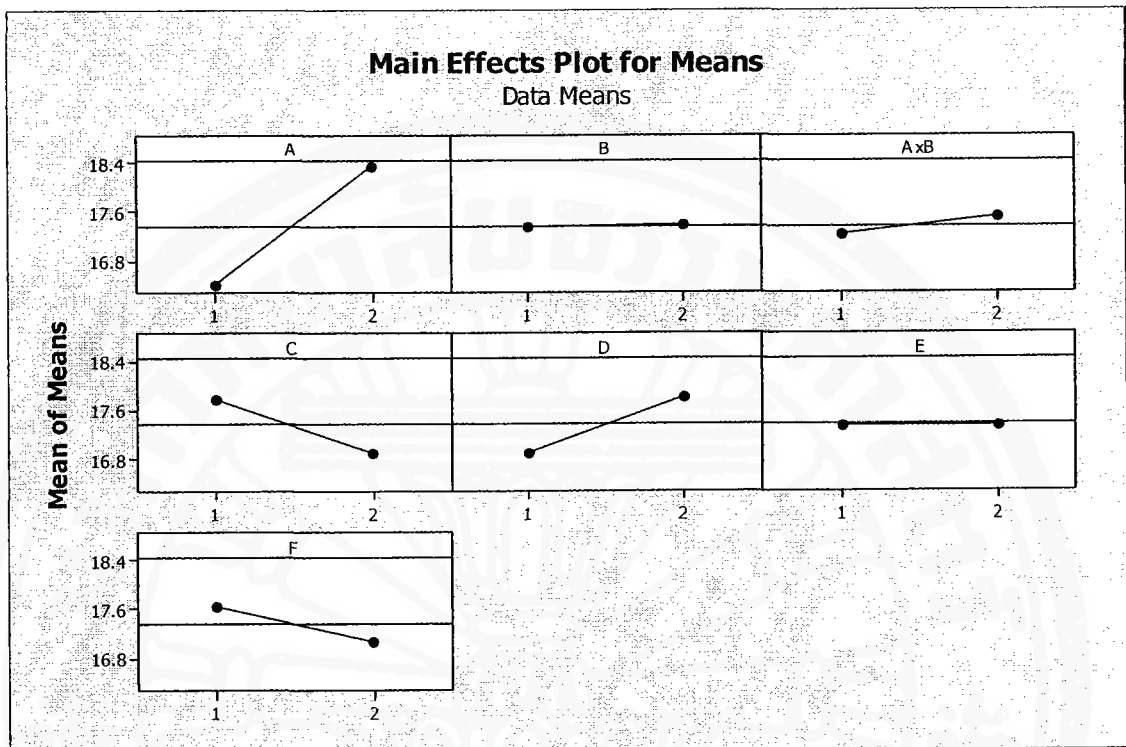
ตารางที่ 4.17

ค่าเฉลี่ยของ ขนาดของชิ้นงาน (มิลลิเมตร) ณ. ระดับต่าง ๆ ของปัจจัย

Level	A	B	AXB	C	D	E	F
1	16.4	17.4	17.2	17.8	16.9	17.4	17.7
2	18.3	17.4	17.5	16.9	17.8	17.4	17.1
ผลต่าง	1.96	0.03	0.29	0.88	0.93	0.02	0.58
ลำดับ	1	6	5	3	2	7	4

จากตารางสรุปได้ว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยคือ คือ ปัจจัย A ส่วนปัจจัย D , C , F เป็นปัจจัยที่บีบให้เข้าใกล้ค่าเป้าหมายเท่านั้น

ชำนาญ หอสมุด



ภาพที่ 4.2

ระดับปัจจัยหลัก และผลกระทบหลักของปัจจัย

ดังนั้นจึงทำการกำหนดค่าที่เหมาะสมของปัจจัย C, A ณ ที่จุดที่ทำให้ค่าเฉลี่ยของ Signal to Noise มีค่าสูงสุดจะได้

C ที่ระดับ 1

B ที่ระดับ 2

E ที่ระดับ 2

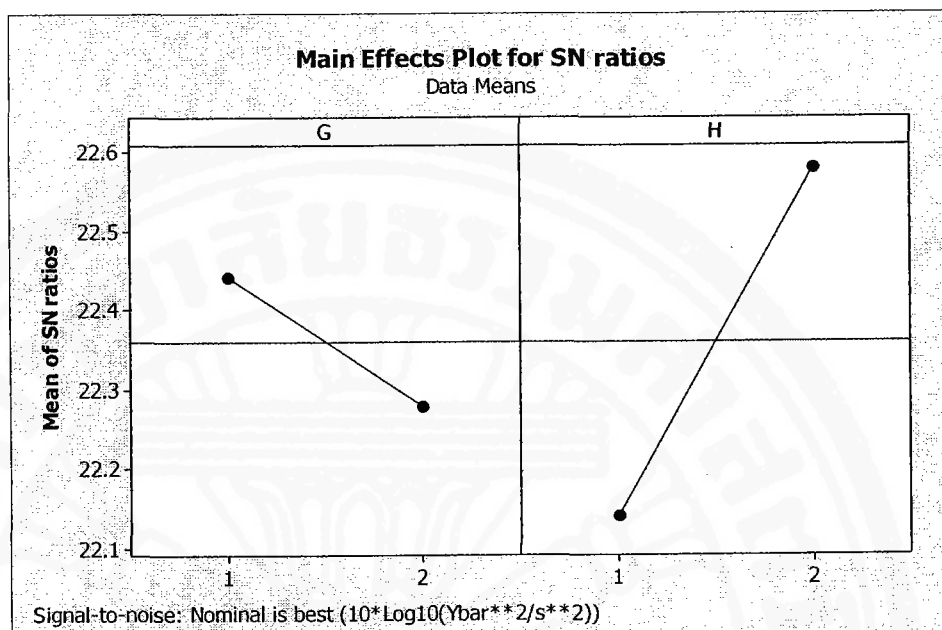
การประมาณการเพื่อทำการปรับค่าเฉลี่ย เพื่อปรับค่าปัจจัย A เพื่อให้ค่าขนาดของชิ้นงานมีค่าเท่ากับ 17.4 ± 0.6 มิลลิเมตร

$T = \text{ค่าเฉลี่ยรวม} = 17.367$ มิลลิเมตร

ดังนั้น $17.367 = A + D_2 + C_1 - 2T$

$A = 16.50$ มิลลิเมตร

ดังนั้นจึงเลือก A ที่ระดับที่ 1



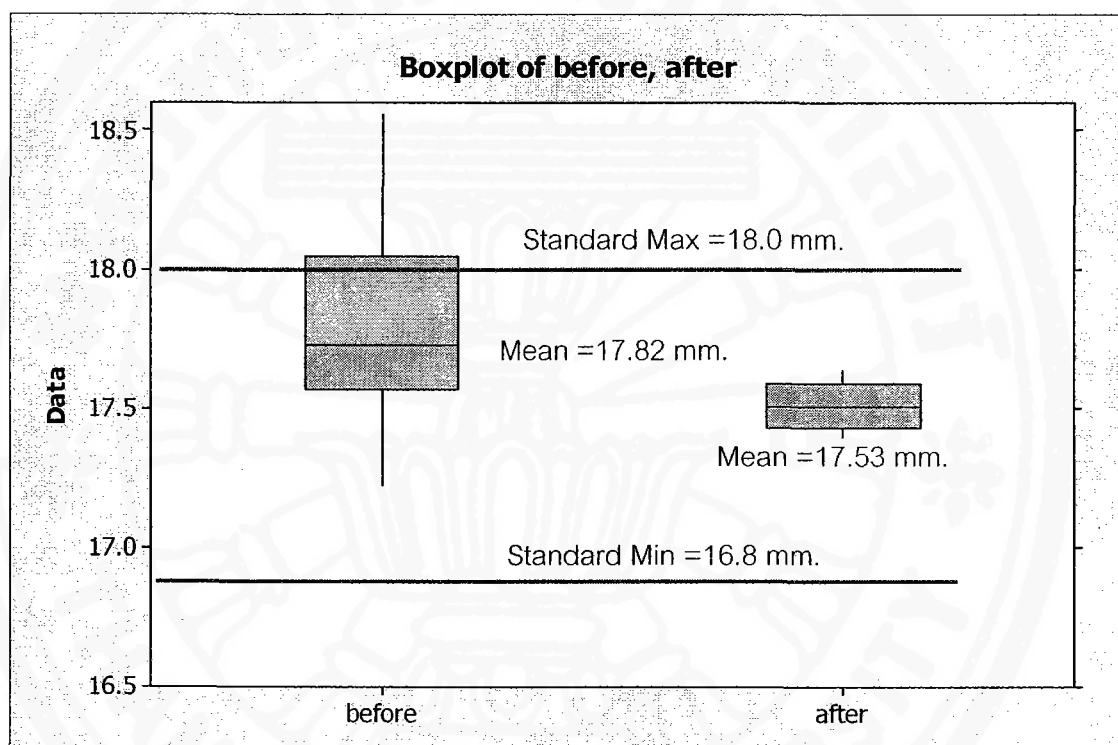
ภาพที่ 4.3

การพิจารณาปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้

จากภาพที่ 4.3 ในการพิจารณาปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้มีผลกระทบมากที่สุด พบว่าการเปิดหรือปิดน้ำสตีมนที่บริเวณด้ายมีผลต่อขนาดของชิ้นงานมากแต่ในทางปฏิบัติ ปริมาณที่เปิดและจุดที่จะให้ลนอย่างสม่ำเสมอ นั้นทำได้ยากเนื่องจากน้ำสตีมนมีทั้งไอน้ำและน้ำที่ปนกันออกมา

4.4 การทดลองซ้ำหลังจากได้ระดับปัจจัยที่เหมาะสม

หลังจากการวิจัยได้ค่าและระดับที่เหมาะสมแล้วได้นำมาทดสอบเพื่อเปรียบเทียบ ยืนยันผลผลิตจริงจำนวน 3 ลอตการผลิตได้ค่าออกมาดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4

การเปรียบเทียบค่าระหว่างก่อนปรับปรุงและค่าหลังจากการปรับปรุง