

บทที่ 4

การออกแบบการทดลองและการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

การดำเนินการวิจัยโดยการออกแบบการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยใช้หลักการของการวิเคราะห์ความแปรปรวนและทำการยืนยันผลการทดลองโดยใช้หลักการของการวิเคราะห์สมการถดถอยอีกครั้ง จากนั้นจึงนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง เพื่อหาค่าปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาวะการทำงานของเครื่องกลึง ซีเอ็นซีในการสร้างต้นแบบจากพลาสติก และในขั้นตอนสุดท้ายของการวิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องจักรเพื่อให้ทราบถึงความคุ้มค่าในการลงทุน

4.1 การออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Design) แบบ 2^k หรือการออกแบบการทดลองแบบ 2^3 โดยทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ของพลาสติกแต่ละชนิด (2 ชนิด) เพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการทดลอง ซึ่งมีจำนวนการทดลอง 32 การทดลอง และจากบทที่ 3 ซึ่งได้เปรียบเทียบค่าความหยาบผิวของชิ้นงานจากนั้นจึงได้เลือกใช้พลาสติกเพียงชนิดเดียวคือ โพลีออกซิเมทาเลน (Polyoxymethylene) ซึ่งมีค่าความหยาบผิวเฉลี่ยอยู่ที่ $4.7738 \mu\text{m}$ ส่วนโพลีโพรพิลีน (Polypropylene) ค่าความหยาบผิวเฉลี่ยอยู่ที่ $6.0575 \mu\text{m}$ เพื่อทำการวิเคราะห์ผลการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องกลึง ซีเอ็นซี โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อค่าผลตอบ คือ ค่าความหยาบผิวของชิ้นงานพลาสติก ได้แก่ ความลึกของใบมีด (Depth of Cut) มม. อัตราการป้อน (Feed Rate) มม./รอบ และค่าความเร็วตัด (Cutting speed) มม./นาที

หมายเหตุ : การวิเคราะห์ผลการทดลองจะใช้โปรแกรมมินิแทป (Minitab 15) ในการดำเนินการวิจัย

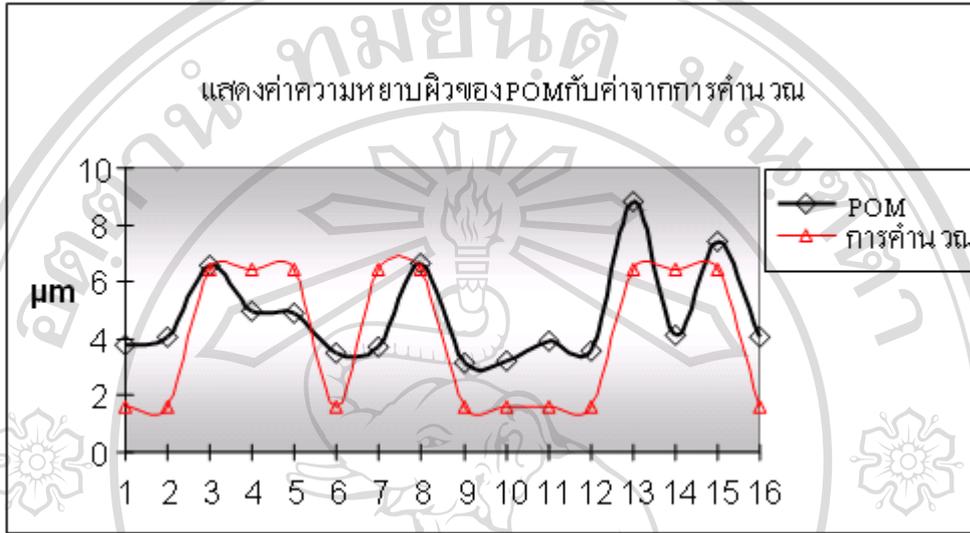
ตาราง 4.1 แสดงการบันทึกผลการทดลองด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Design) แบบ 2^k

ลำดับ	ความลึก (มม.)	อัตราป้อน (มม./รอบ)	ความเร็ว ตัด	ความหยาบผิว (μm)		เวลา (นาที)
				คำนวณ*	วัดด้วยเครื่อง	
1	1	0.1	100	1.6	3.75	32.58
2	0.5	0.1	100	1.6	4.09	34.17
3	1	0.2	100	6.4	6.59	16.29
4	0.5	0.2	120	6.4	4.94	14.17
5	0.5	0.2	120	6.4	4.9	14.17
6	1	0.1	120	1.6	3.53	27.28
7	0.5	0.2	100	6.4	3.71	17.08
8	1	0.2	100	6.4	6.61	16.29
9	0.5	0.1	120	1.6	3.15	28.34
10	0.5	0.1	120	1.6	3.2	28.34
11	0.5	0.1	100	1.6	3.94	34.17
12	1	0.1	120	1.6	3.56	27.28
13	1	0.2	120	6.4	8.79	13.44
14	0.5	0.2	100	6.4	4.12	17.08
15	1	0.2	120	6.4	7.42	13.44
16	1	0.1	100	1.6	4.08	32.58
*หมายเหตุ : $Ra \approx 0.032 \frac{f^2}{R}$					Surftest SJ - 400	

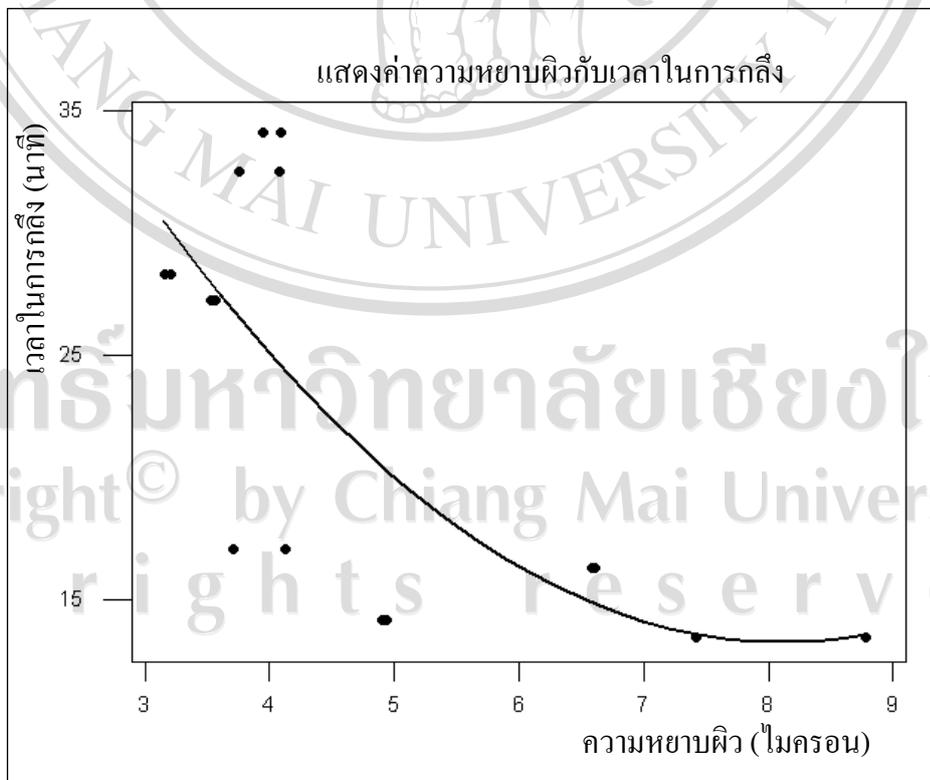
วิเคราะห์ผลการทดลองจากตารางบันทึกผลการทดลอง 4.1

จากตารางบันทึกผลการทดลอง 4.1 ได้ทำการเก็บข้อมูล 2 ค่า คือ ค่าความหยาบผิวของชิ้นงานพลาสติก กับระยะเวลาในการกลึงขึ้นรูป ซึ่งพบว่าค่าความหยาบผิวของชิ้นงานจะแปรผกผันกับระยะเวลาที่ใช้ กล่าวคือหากต้องการให้ชิ้นงานมีค่าความหยาบผิวน้อย ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องใช้เวลาในการกลึงที่นานขึ้น ซึ่งทั้งนี้ก็เป็นไปตามการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ตามตารางการทดลอง ประกอบด้วยค่าอัตราป้อน (Feed Rate) ค่าความเร็วตัด (Cutting Speed) และค่าความลึกในการกลึงตัดในแต่ละเที่ยว (Depth of Cut) ดังแสดงในภาพ 4.1 สำหรับความลึกในการกลึงที่ต่างกัน คือ 0.5 มม. กับ 1 มม.ย่อมจะส่งผลต่อเวลาในการกลึงคือเวลาต้องต่างกัน 1 เท่า แต่ในการทดลองดังกล่าวผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยใช้ค่าความลึกที่ต่างกันในการตัดงานในขั้นสุดท้ายเท่านั้น จึงทำให้เวลาไม่ต่างกันมากนักทั้งนี้เพื่อลดเวลาในการทดสอบและเวลาทำงาน ดังภาพ 4.2 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าความหยาบผิวและจากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยสามารถสร้างสมการได้ คือ $t = 72.1 - 3.72(a) - 165(f) - 0.220(v) + 0.532(Ra)$ โดยที่ t คือเวลา (นาที)

a คือความลึกในการกลึง (มม.) f คืออัตราการป้อน (มม./รอบ) v คือความเร็วตัด (มม./นาที) และ Ra คือค่าความหยาบผิวและยังสามารถที่จะประมาณค่าความหยาบผิว ได้ด้วยสมการ คือ $Ra \approx 0.032 \frac{f^2}{R}$ โดยที่ R คือค่ารัศมีของปลายมีดกลึง (มม.) (Whitehouse,1994)



ภาพ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบความหยาบผิวจากการวัดด้วยเครื่องกับค่าจากการคำนวณ



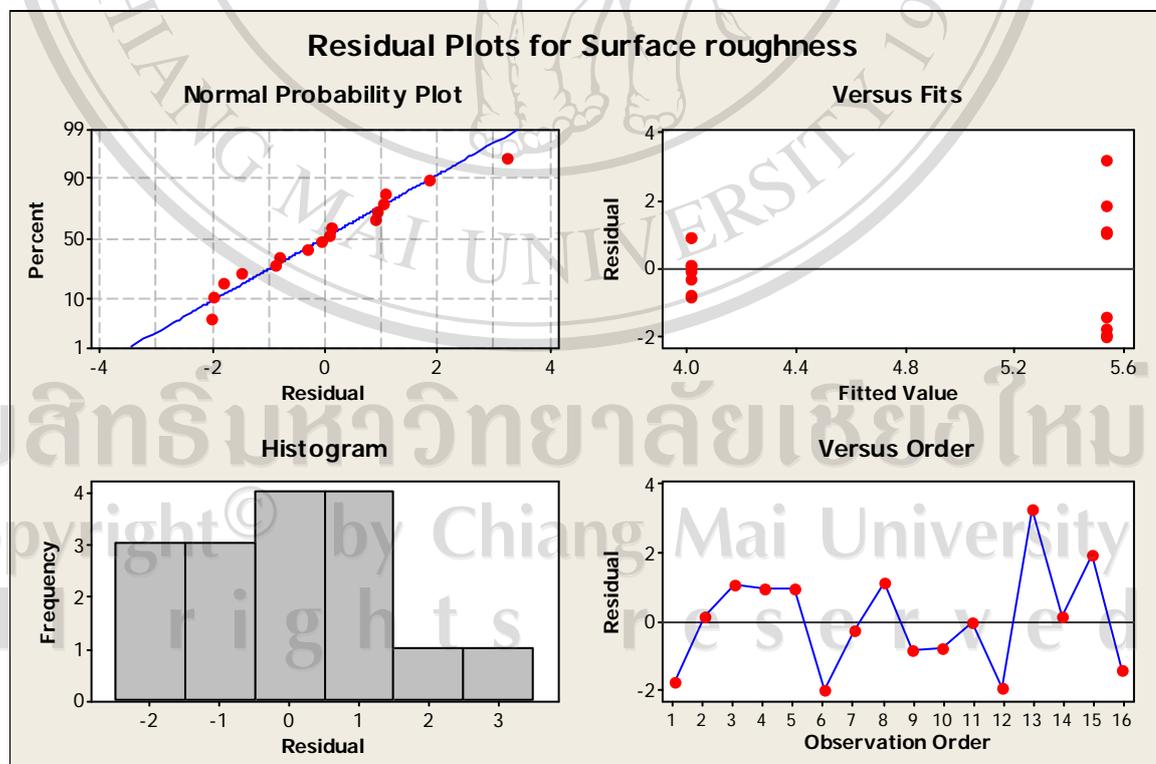
ภาพ 4.2 แสดงค่าความหยาบผิวของ POM เมื่อเปรียบเทียบ กับเวลาในการกลึง

4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าผลตอบ (Analysis of Variance)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการทดลอง เพื่อเป็นการศึกษาและทดสอบสมมุติฐานว่าปัจจัยใดบ้างที่มีอิทธิพลและส่งผลต่อค่าผลตอบบ้าง โดยการวิเคราะห์จะสังเกตจากค่า P-Value เป็นหลักเนื่องจากสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย เช่น หากค่า P-Value ของปัจจัยใดมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปัจจัยนั้นส่งผลต่อค่าผลตอบอย่างมีนัยสำคัญ แต่ถ้าค่า P-Value ของปัจจัยใดมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าปัจจัยนั้นจะไม่ส่งผลต่อค่าผลตอบอย่างมีนัยสำคัญ โดยทำการวิเคราะห์จากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนดังต่อไปนี้

ตาราง 4.2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของความลึกในการกลึง (ANOVA Table)

Source	DF	SS	MS	F	P
ความลึกในการกลึง (มม.)	1	9.4249	9.4249	4.02	0.065
Error	14	32.81	2.34		
Total	15	42.2314			



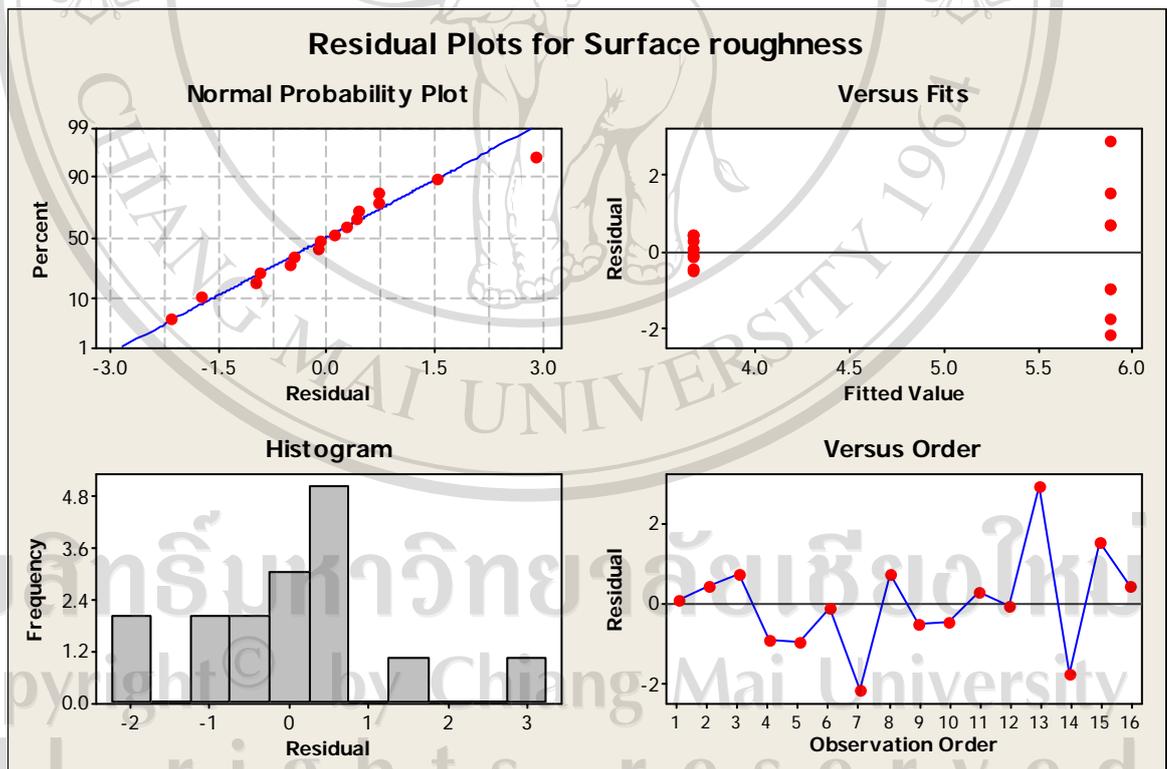
ภาพ 4.3 ผลการตรวจสอบสมมุติฐานขั้นพื้นฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนความลึก

วิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4.2

จากตารางที่ 4.2 เมื่อมีการกำหนดช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% เพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐาน และจากการประมวลผลข้อมูลพบว่า ความลึกในการกลึงมีค่า P-Value เท่ากับ 0.065 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าความลึกในการกลึงไม่มีผลต่อค่าความหยาบผิวของชิ้นงาน

ตาราง 4.3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราป้อน (ANOVA Table)

Source	DF	SS	MS	F	P
อัตราการป้อน (มม./รอบ)	1	19.76	19.76	12.31	0.003
Error	14	22.47	1.61		
Total	15	42.23			



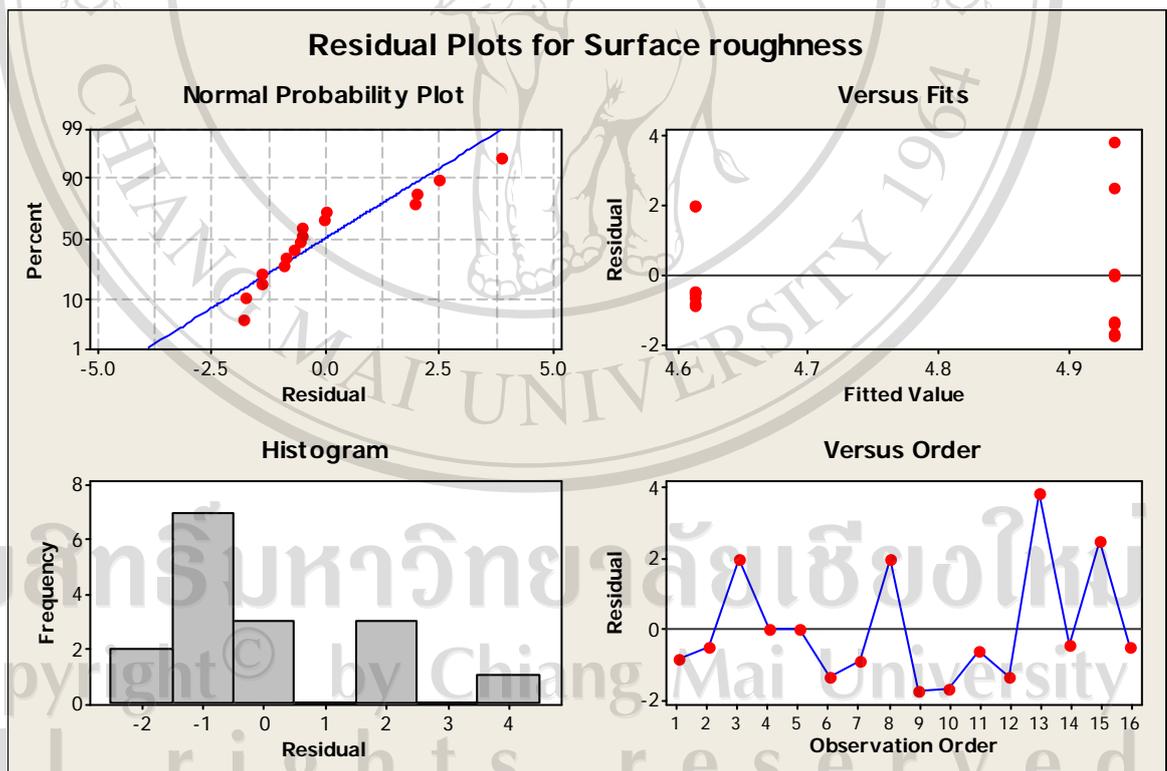
ภาพ 4.4 ผลการตรวจสอบสมมติฐานขั้นพื้นฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราป้อน

วิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4.3

จากตารางที่ 4.3 เมื่อมีการกำหนดช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% เพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐาน และจากการประมวลผลข้อมูลพบว่า อัตราการป้อนมีค่า P-Value เท่ากับ 0.003 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าอัตราการป้อนมีผลต่อค่าความหยาบผิวของชิ้นงานอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 4.4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความเร็วตัด (ANOVA Table)

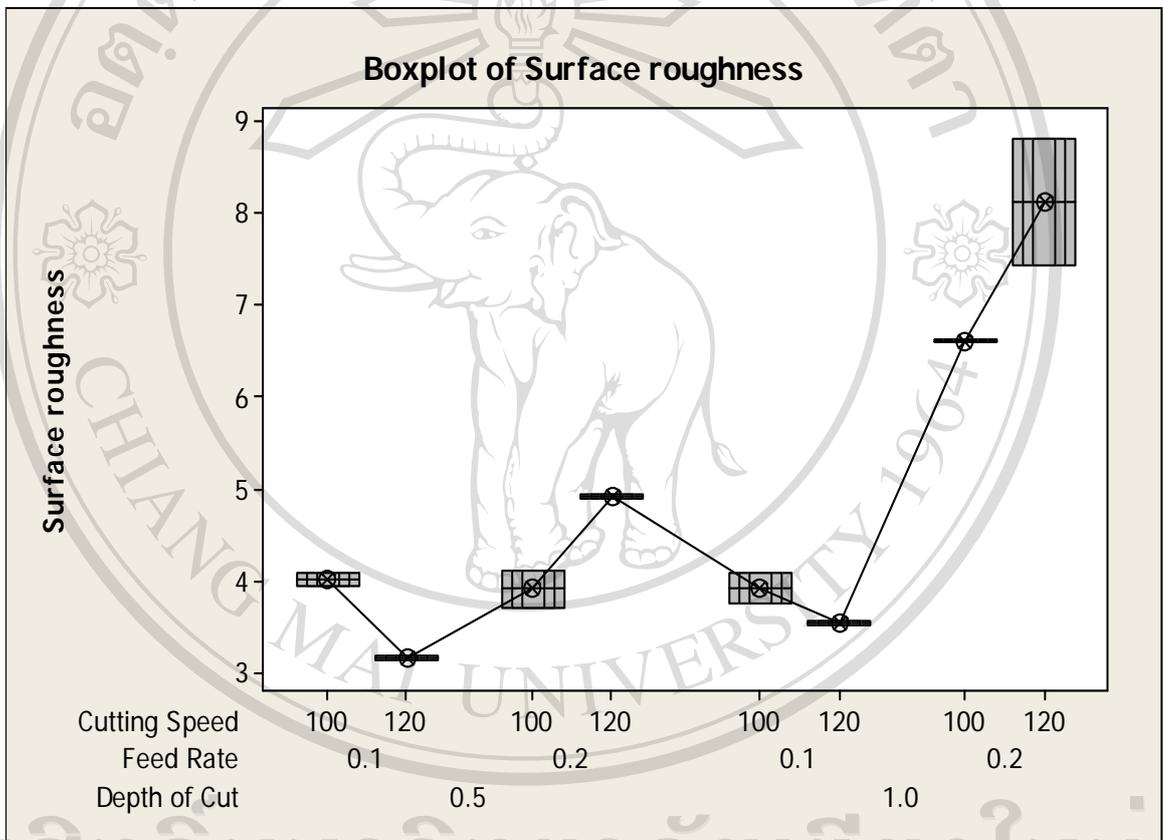
Source	DF	SS	MS	F	P
ความเร็วตัด (มม./นาที)	1	0.42	0.42	0.14	0.712
Error	14	41.81	2.99		
Total	15	42.23			



ภาพ 4.5 ผลการตรวจสอบสมมติฐานขั้นพื้นฐานของการวิเคราะห์ความแปรปรวนความเร็วตัด

วิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 4.4

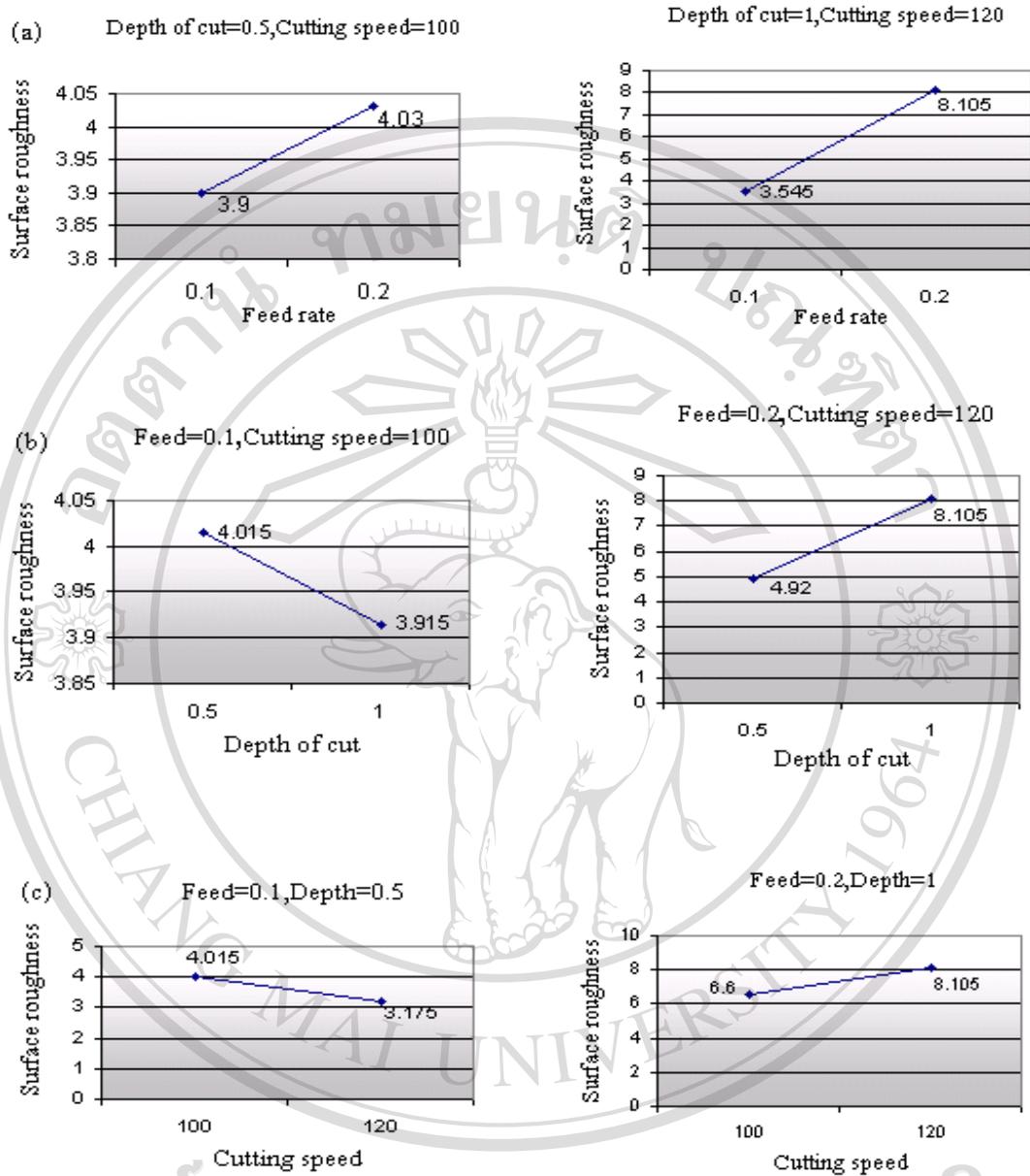
จากตารางที่ 4.4 เมื่อมีการกำหนดช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% เพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐาน และจากการประมวลผลข้อมูลพบว่า ความเร็วตัดมีค่า P-Value เท่ากับ 0.712 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าความเร็วตัดไม่มีผลต่อค่าความหยาบผิวของชิ้นงาน



ภาพ 4.6 แสดงการพล็อตค่าแบบแผนภูมิสี่เหลี่ยม (Box Plot) ของข้อมูลจากการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพ 4.6

จากภาพ 4.6 พบว่าอัตราป้อนเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อค่าความหยาบของผิวชิ้นงาน กล่าวคือหากอัตราป้อนสูง ค่าความหยาบผิวก็จะสูงตาม และหากอัตราป้อนต่ำค่าความหยาบของผิวก็จะน้อย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเบื้องต้น และจากทดลองสามารถที่จะหาค่าที่เหมาะสมได้คือเลือกใช้ค่าความลึกที่ 0.5 มม. ค่าอัตราป้อน 0.1 มม./รอบและค่าความเร็วตัด 120 มม./นาที จึงจะทำให้ได้ค่าความหยาบของผิวงานน้อยที่สุด



ภาพ 4.7 แผนภูมิแสดงปัจจัยในการทดลอง ซึ่งส่งผลต่อค่าความหยาบผิวของชิ้นงาน (a) ผลของอัตราป้อนที่เปลี่ยนไป โดยให้ค่าความลึกและค่าความเร็วตัดคงที่ (b) ผลของค่าความลึกในการกลึงที่เปลี่ยนไป โดยให้ค่าอัตราป้อนและค่าความเร็วตัดคงที่ (c) ผลของค่าความเร็วตัดที่เปลี่ยนไป โดยให้ค่าอัตราป้อนและค่าความลึกคงที่

จากภาพ 4.7(b) ผลของค่าความลึก ที่เพิ่มขึ้นแต่ค่าความหยาบผิวลดต่ำลง อาจเป็นไปได้เมื่อเพิ่มความลึกมากขึ้น อาจทำให้ค่าอัตราป้อนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญลดความเร็วในการป้อนลงเพราะมีดที่ต้องรับภาระมากขึ้น หรืออีกกรณีคืออาจเกิดความผิดพลาด (error) ในการวัดค่าความหยาบผิว

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการถดถอย (Regression Analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ความลึก อัตราป้อนและความเร็วตัดซึ่งจะส่งผลต่อค่าความหยาบผิวของชิ้นงาน โดยจะทำการสร้างสมการถดถอยและพลอตกราฟที่เป็นเส้นตรงเพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย จากการเปลี่ยนค่าของปัจจัย ตามที่ได้ออกแบบการทดลองไว้ ซึ่งจากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยนั้น ยังเป็นการยืนยันผลการทดลองที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วข้างต้น

ตาราง 4.5 แสดงการวิเคราะห์สมการถดถอย

Predictor	Coef.	SE Coef.	T	P
ค่าคงที่	-2.650	3.034	-0.87	0.400
ความลึกในการกลึง (มม.)	3.070	1.026	2.99	0.011
อัตราการป้อน (มม./รอบ)	22.225	5.129	4.33	0.001
ความเร็วตัด (มม./นาที)	0.01625	0.02564	0.63	0.538

ตาราง 4.6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสมการถดถอยตาราง

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	29.605	9.868	9.38	0.002
Residual Error	12	12.626	1.052		
Total	15	42.231			

ตาราง 4.7 แสดงการพยากรณ์ค่าค่าความหยาบผิวของชิ้นงานด้วยสมการถดถอย

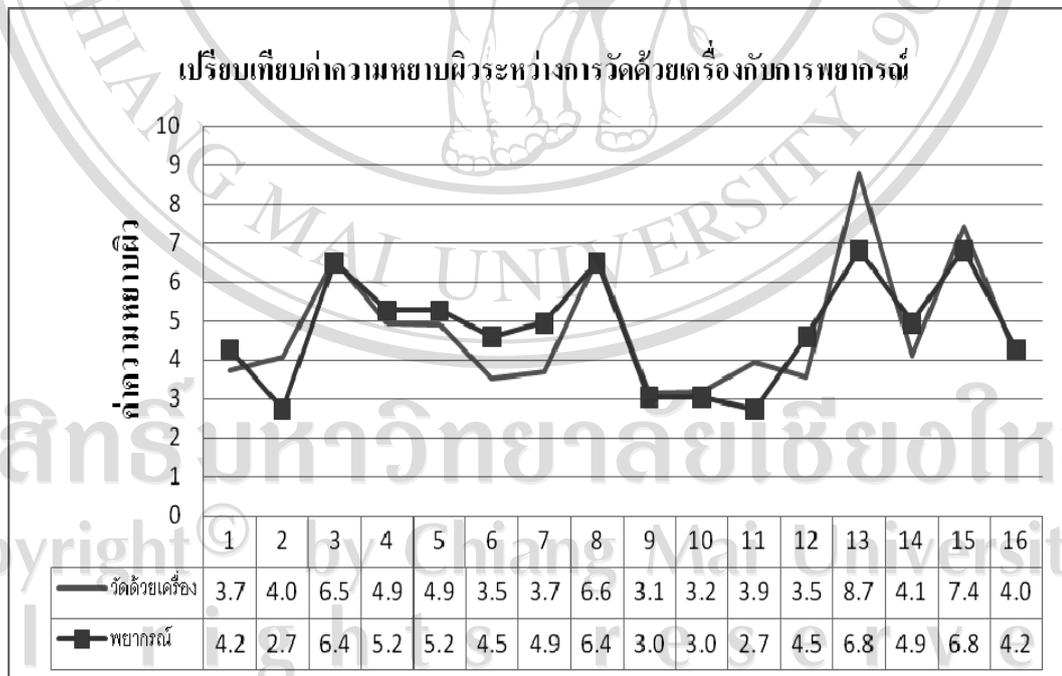
ลำดับ	ความลึก (มม.)	อัตราป้อน (มม./รอบ)	ความเร็วตัด(ม/นาที)	ความหยาบผิว(μm)
1	1	0.1	100	4.2675
2	0.5	0.1	100	2.7325
3	1	0.2	100	6.4900
4	0.5	0.2	120	5.2800
5	0.5	0.2	120	5.2800
6	1	0.1	120	4.5925
7	0.5	0.2	100	4.9550
8	1	0.2	100	6.4900
9	0.5	0.1	120	3.0575
10	0.5	0.1	120	3.0575
11	0.5	0.1	100	2.7325
12	1	0.1	120	4.5925
13	1	0.2	120	6.8150
14	0.5	0.2	100	4.9550
15	1	0.2	120	6.8150
16	1	0.1	100	4.2675

วิเคราะห์ข้อมูลสมการถดถอย

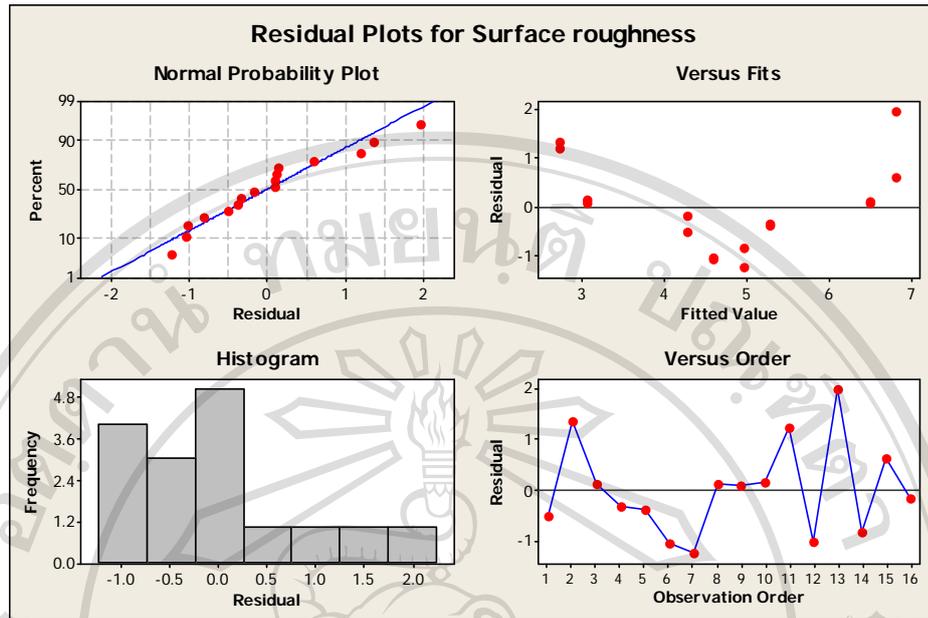
จากตาราง 4.7 เป็นการพยากรณ์ค่าความหยาบผิวของชิ้นงานโดยใช้สมการถดถอย ซึ่งพยากรณ์ได้ใกล้เคียงกับค่าในตารางที่ 4.1 มาก ดังแสดงตามภาพ 4.8 และจากการพยากรณ์ นั้นแสดงให้เห็นถึงการออกแบบการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนนั้นใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการถดถอย ยกเว้นค่า P-Value ในตาราง 4.5 ของความลึกในการกลึงที่มีค่าน้อยกว่า 0.05 ซึ่งจากเดิมมีค่ามากกว่า 0.05 คือ ไม่มีผลกับค่าความหยาบของผิวแต่เมื่อวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยกลับมีผลต่อค่าความหยาบของผิวชิ้นงาน ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการพยากรณ์ค่าความหยาบผิวด้วยสมการถดถอยนั้นเป็นเส้นตรง และจากผลการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยสามารถสร้างสมการเพื่อใช้ในการประมาณค่าความหยาบผิวของชิ้นงานได้ดังนี้

$$Ra = -2.65 + 3.07a + 22.2 f + 0.0163 v$$

โดยที่ Ra คือค่าความหยาบผิว (ไมครอน) a คือความลึกในการกลึง (มม.) f คืออัตราการป้อน (มม./รอบ) และ v คือความเร็วตัด (มม./นาที)



ภาพ 4.8 แสดงค่าความหยาบผิวของชิ้นงานระหว่างการวัดด้วยเครื่องกับการพยากรณ์



ภาพ 4.9 แสดงผลการตรวจสอบสมมติฐานขั้นพื้นฐานของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการถดถอย

วิเคราะห์ข้อมูลจากภาพ 4.9

กราฟทดสอบการแจกแจงแบบปกติของความคลาดเคลื่อน (Normal Probability Plot)

จากกราฟแสดงให้เห็นว่าข้อมูลความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการทดลองนั้นมีแนวโน้มการกระจายตัวข้อมูลแบบปกติ เนื่องจากจุดนั้นสามารถพล็อตลงบนเส้นสมมติฐานได้เกือบทุกจุดและมีลักษณะใกล้เคียงกับเส้นตรง

กราฟฮิสโตแกรมของความคลาดเคลื่อน (Histogram)

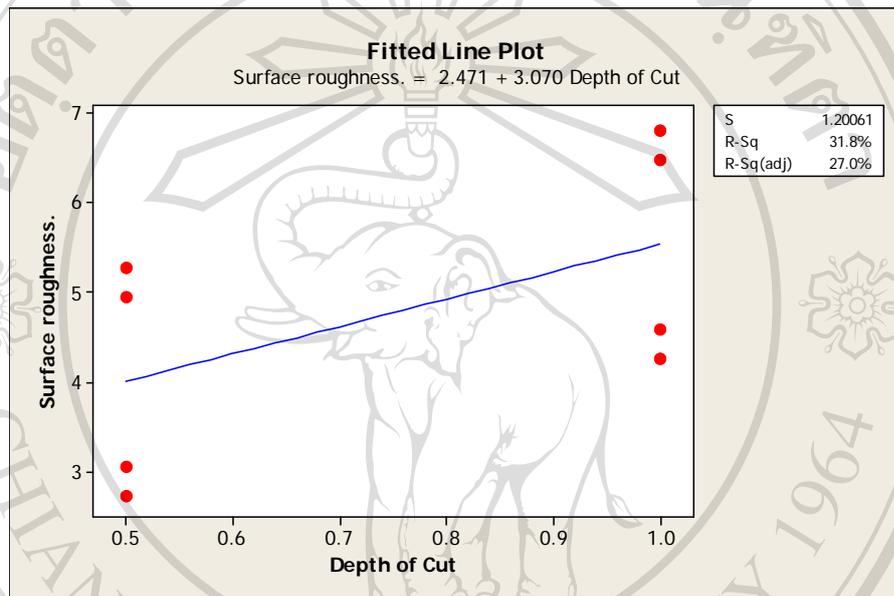
จากกราฟพบว่าข้อมูลความคลาดเคลื่อนมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติจริง เพราะกราฟมีลักษณะค่อนข้างที่จะสมมาตร ซึ่งจะตรงตามการทดสอบสมมติฐานขั้นพื้นฐานที่ว่าข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนที่จะนำมาวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยนั้น จะต้องมีการแจกแจงแบบปกติ

กราฟความคลาดเคลื่อนพล็อตกับค่าที่ได้จากการประมาณ (Versus Fit)

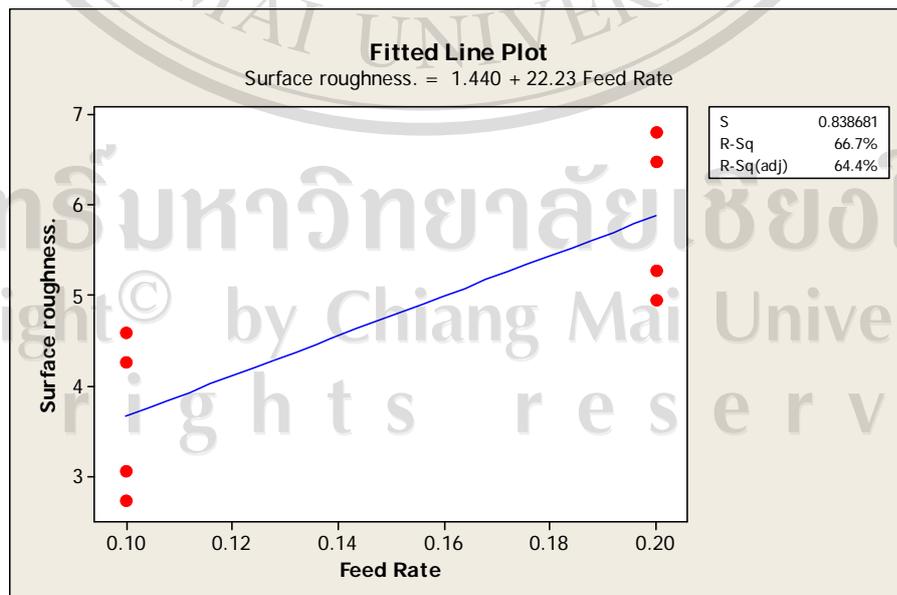
จากกราฟดังกล่าวจะเป็นการทดสอบสมมติฐานว่า ความคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนคงที่หรือไม่ และจากการสังเกตพบว่าช่วงความกว้างของข้อมูลค่อนข้างคงที่ในแต่ละช่วง ดังนั้นสมมติฐานขั้นพื้นฐานความคงที่ของความแปรปรวนนั้นจึงเป็นจริง

กราฟความคลาดเคลื่อนพล็อตกับลำดับที่ (Versus Order)

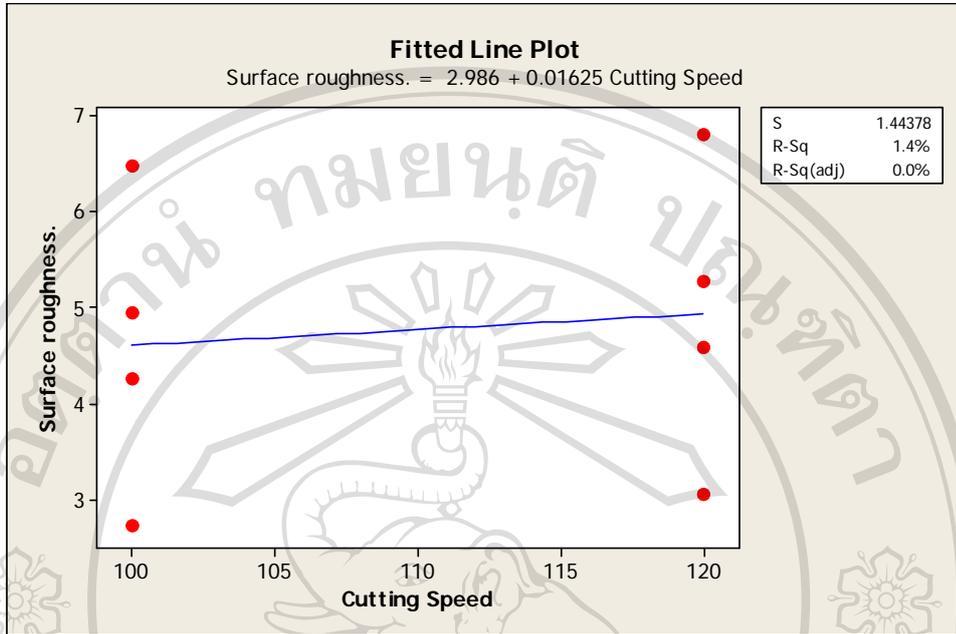
จากกราฟดังกล่าวเป็นการตรวจสอบว่า ความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระหรือไม่ และจากการสังเกตพบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนเมื่อพล็อตกับลำดับแล้ว มีการกระจายตัวไม่เป็นแบบสุ่ม และมีแนวโน้มเป็นวัฏจักร ดังนั้นสมมติฐานขั้นพื้นฐานความเป็นอิสระของค่าความคลาดเคลื่อนนั้น อาจไม่เป็นจริง



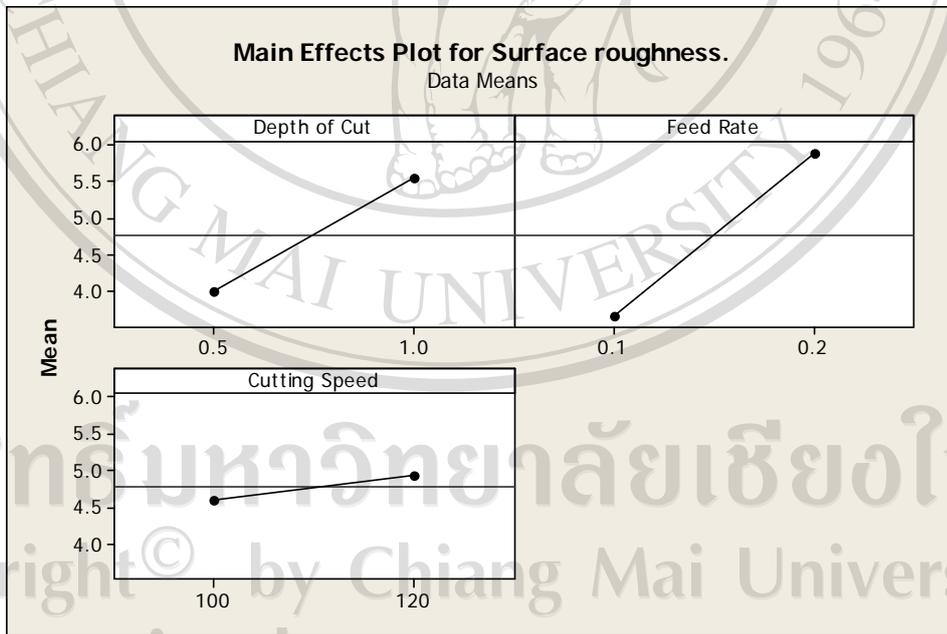
ภาพ 4.10 แสดงการพล็อตค่าระหว่างความลึกในการกลึงกับค่าความหยาบผิว



ภาพ 4.11 แสดงการพล็อตค่าระหว่างอัตราการป้อนกับค่าความหยาบผิว



ภาพ 4.12 แสดงการพล็อตค่าความเร็วดัดกับค่าความหยาบผิว



ภาพ 4.13 กราฟของผลกระทบหลัก ของปัจจัย a, f และ v

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

4.4 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ทำการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Design) แบบ 2^k หรือการออกแบบการทดลองแบบ 2^3 ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ว่าปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อค่าความหยาบของผิวชิ้นงานบ้าง โดยทำการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธีเพื่อเป็นการยืนยันผลการทดลอง คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนและการวิเคราะห์สมการถดถอย ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้คือ

1) ปัจจัยอัตราป้อน (Feed Rate) ส่งผลต่อค่าความหยาบผิวของชิ้นงานเป็นอย่างมากและรองลงมาคือความลึกในการกลึงตัดในแต่ละเที่ยว (Depth of Cut) ส่งผลต่อค่าความหยาบผิวของชิ้นงานเล็กน้อย ส่วนค่าความเร็วตัด (Cutting Speed) ไม่ส่งผลต่อค่าความหยาบของผิวชิ้นงาน

2) จากการทดลอง ค่าที่เหมาะสมสำหรับค่าความหยาบผิวที่ดีที่สุดควรตั้งค่าอัตราป้อน ที่ 0.1 มม./รอบ ค่าความเร็วตัด ที่ 120 ม./นาที และค่าความลึกในการกลึงตัดในแต่ละเที่ยว อยู่ที่ 0.5 มม. ทั้งนี้จะต้องพิจารณาในเรื่องของเวลาอีกด้วย เพราะหากความละเอียดของผิวงานยิ่งมากก็จำเป็นที่จะต้องใช้เวลาในการกลึงที่นานขึ้นด้วย

3) จากผลการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยสามารถสร้างสมการเพื่อใช้ในการประมาณค่าความหยาบผิวของชิ้นงานได้ดังนี้

$$Ra = - 2.65 + 3.07a + 22.2 f + 0.0163 v$$

โดยที่ Ra คือค่าความหยาบผิว (ไมครอน), a คือความลึกในการกลึง (มม.), f คืออัตราการป้อน (มม./รอบ) และ v คือความเร็วตัด (มม./นาที)

4.5 การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนนำเครื่องกลึง ซีเอ็นซีเพื่อสร้างต้นแบบเซรามิกส์ ด้วยวัสดุพลาสติกทดแทนปูนปลาสเตอร์แบบเดิม โดยการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

- โดยการประเมินทางเลือกระหว่างวิธีการเดิมกับวิธีการใหม่ที่ใช้เครื่องซีเอ็นซี ซึ่งจะวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงิน และ การวิเคราะห์การทดแทนทรัพย์สิน (Replacement Analysis)

การสร้างต้นแบบเซรามิกส์ประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารและอุปกรณ์ของตกแต่งบ้าน โดยมีทางเลือกสำหรับการผลิต 3 แนวทางคือ

1. ใช้วิธีการสร้างแบบดั้งเดิมซึ่งจะใช้เครื่องมือกลึงที่สร้างขึ้นเองสำหรับกลึงปูนปลาสเตอร์บนแท่นหมุน (Jigging) ให้เกิดรูปร่างตามต้องการ
 2. สร้างต้นแบบด้วยเครื่องกลึง ซีเอ็นซี โดยการลงทุนซื้อเครื่องกลึง ซีเอ็นซี และนำมาผลิตเอง
 3. สร้างต้นแบบด้วยเครื่องกลึง ซีเอ็นซี โดยการจ้างบริษัทจากภายนอกผลิตให้
- ตาราง 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและรายได้ของวิธีการผลิตแบบต่างๆ

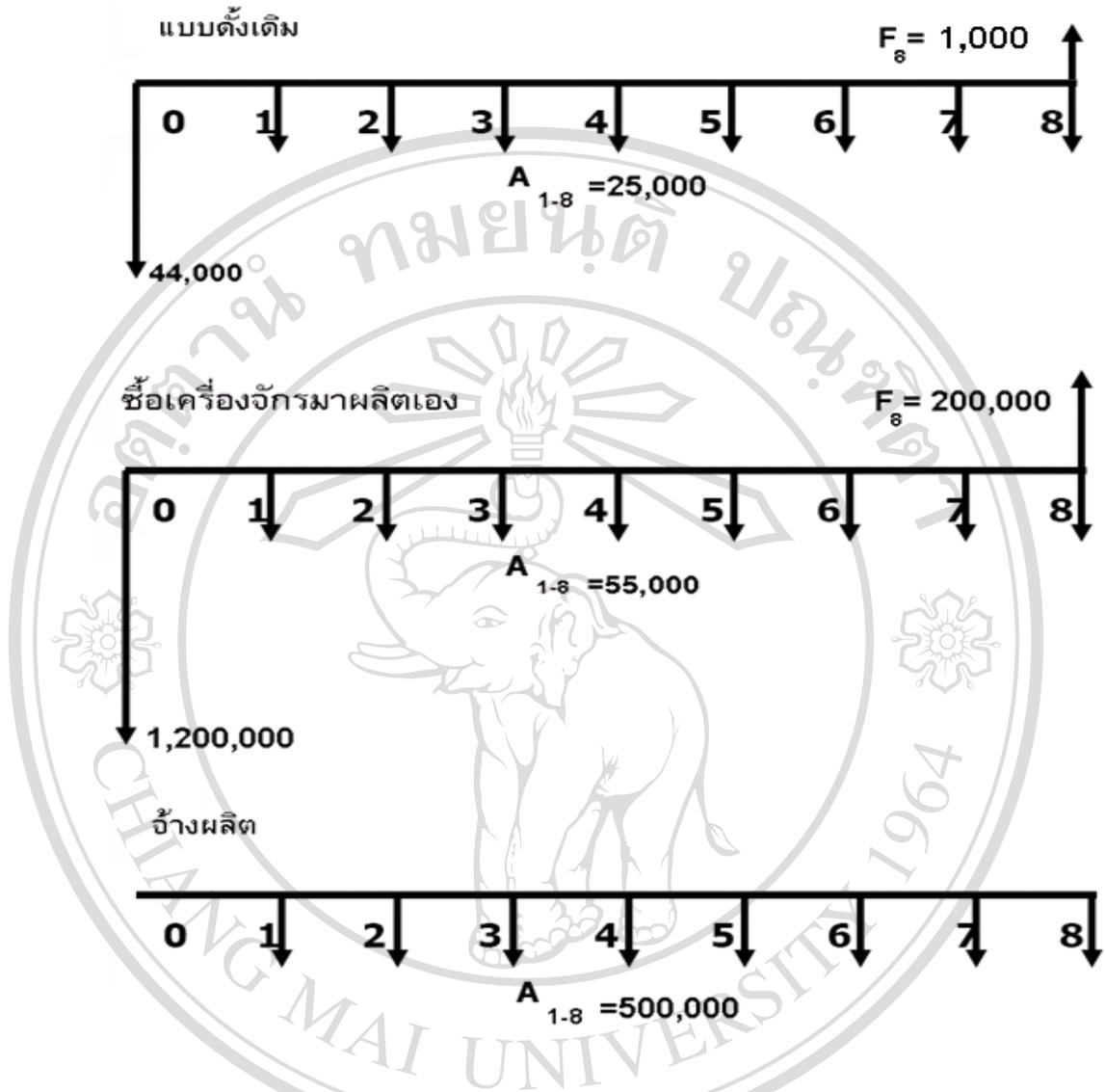
รายการ	วิธีการผลิต		
	แบบดั้งเดิม (บาท)	ซื้อเครื่องจักรผลิตเอง (บาท)	จ้างผลิต (บาท)
ลงทุนขั้นต้น	ราคาเครื่อง Jigging 42,000 เครื่องมือกลึงขึ้นรูป 2,000	เครื่องกลึงซีเอ็นซี รุ่น SUPER KIATURN21 CNC, KIA Fanuc Oi-TB 1,200,000	-
ค่าใช้จ่ายต่อปี	25,000	55,000	500,000
มูลค่าซาก	1,000	200,000	-
อายุ (ปี)	8	8	8

(แหล่งที่มา : ระบบออนไลน์และจากการสำรวจข้อมูลบริษัท ควอลิตี้เซรามิกส์ ลำปาง : 2551)

จากตาราง 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและรายได้ของวิธีการผลิตโดยเปรียบเทียบระหว่างการผลิตแบบดั้งเดิม แบบซื้อเครื่องจักรมาผลิตเองและแบบจ้างผลิตโดยกำหนดอายุการใช้งานอยู่ที่ 8 ปี (ตามรายละเอียด ของ กรมบัญชีกลางที่กำหนดค่าเสื่อมราคามูลค่าทรัพย์สิน อัตราค่าเสื่อมราคาทรัพย์สินไว้ในหลักการและนโยบายบัญชีภาครัฐฉบับที่ 1) นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธีการผลิตทั้ง 3 วิธีดังแสดงในตาราง 4.9

ตาราง 4.9 แสดงการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธีการผลิตแบบต่าง ๆ

วิธี	ข้อดี	ข้อเสีย
1. วิธีดั้งเดิม	<ul style="list-style-type: none"> - เงินลงทุนต่ำ - ต้นทุนการผลิตต่ำ - ค่าบำรุงรักษาเครื่องมือต่ำ 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้เวลาในการผลิตนาน (3-5 ชั่วโมง) - ชิ้นงานขาดความเที่ยงตรง - ขงเสียมีมาก (ประมาณ30%) - เสียเวลาในการตรวจสอบขนาด - ต้องสร้างเครื่องมือกลึง ที่มีขนาดเฉพาะของแต่ละแบบ - งานที่มีรูปร่างซับซ้อนทำได้ยาก
2. ซื้อเครื่องซีเอ็นซี	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นการพัฒนาโดยนำเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในกระบวนการผลิต - ชิ้นงานมีคุณภาพและมีขนาดเที่ยงตรง - ใช้เวลาในการผลิตน้อย (0.5-2 ชั่วโมง) - ลดปริมาณของเสีย(ลดประมาณ 95 %) - สามารถใช้เครื่องสำหรับผลิตชิ้นส่วนอื่นนอกเหนือจากการสร้างต้นแบบ - ส่งเสริมความรู้และเพิ่มทักษะการปฏิบัติงานของพนักงาน 	<ul style="list-style-type: none"> - เครื่องจักรมีราคาแพง - ต้นทุนในการบำรุงรักษาสูง - ต้องใช้ช่างที่มีทักษะและความชำนาญสูง
3. จ้างบริษัทภายนอกผลิต	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ต้องใช้เงินลงทุนในการซื้อเครื่องจักร - ไม่มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา - ชิ้นงานมีคุณภาพและมีขนาดเที่ยงตรง 	<ul style="list-style-type: none"> - ต้นทุนในการจ้างสูง - เสียเวลาในการดำเนินงานและการติดต่อประสานงาน - มีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง - การปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขขนาดรูปร่างของต้นแบบทำได้ช้า และมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น



ภาพ 4.14 แสดงแผนภูมิการไหลของเงินลงทุน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาพ 4.13 แสดงแผนภูมิการไหลของเงินลงทุนเพื่อที่จะเปรียบเทียบเงินลงทุนโดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน (Presentworth – comparison equal lived alternatives)

จากทางเลือก ทั้ง 3 แบบซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้ดังต่อไปนี้ ถ้าอัตราดอกเบี้ยเป็น 10 % ต่อปี

แบบแรก (แบบดั้งเดิม)

$$\text{มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน} = -44,000 - 25,000 (P/A, 10\%, 8) + 1,000(P/F, 10\%, 8)$$

$$= -44,000 - 25,000(5.335) + 1,000(0.4665)$$

$$= -176,908.5 \text{ บาท}$$

แบบที่สอง (ซื้อเครื่องจักรมาผลิตเอง)

$$\begin{aligned} \text{มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน} &= -1,200,000 - 55,000 (P/A, 10\%, 8) \\ &\quad + 200,000 (P/F, 10\%, 8) \\ &= -1,200,000 - 55,000(5.335) + 200,000(0.4665) \\ &= -1,400,125 \text{ บาท} \end{aligned}$$

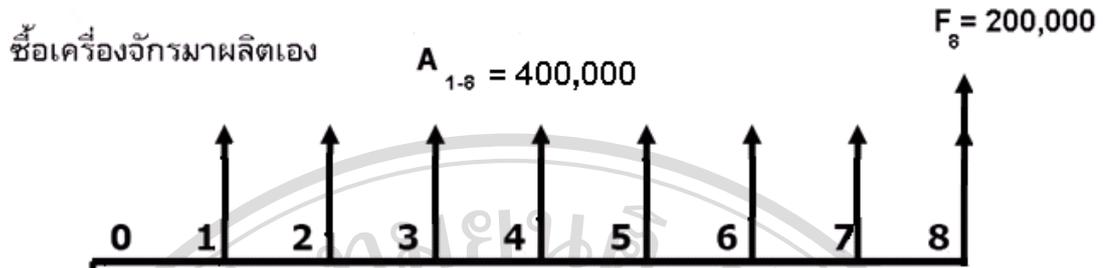
แบบที่สาม (จ้างผลิต)

$$\begin{aligned} \text{มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน} &= -500,000 (P/A, 10\%, 8) \\ &= -500,000(5.335) \\ &= -2,667,500 \text{ บาท} \end{aligned}$$

จะเห็นได้ว่าทางเลือกสำหรับแบบแรกใช้ต้นทุนน้อยที่สุดเนื่องจากเป็นวิธีการดั้งเดิมและไม่ได้นำเอาเทคโนโลยีใหม่ที่ทันสมัยมาใช้ในการผลิตจึงไม่ถือว่าเป็นการพัฒนาแต่ในความเป็นจริงเนื่องจากการผลิตงานเซรามิกส์ของแต่ละบริษัทนั้น อาจ会有ความแตกต่างกันในแต่ละผลิตภัณฑ์ บางครั้งอาจจะไม่เน้นในเรื่องของขนาดหรือความเที่ยงตรง แต่จะเน้นความสวยงาม ประหยัด หรืองานที่ทำด้วยมือ ก็อาจไม่จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องจักรที่ทันสมัยซึ่งอาจจะต้องดูแลแพคเกจจิ้งหรือพิจารณาในปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องด้วยและถ้าหากจะพิจารณาในเรื่องของคุณภาพของชิ้นงานและต้องการที่จะพัฒนาองค์กรให้มีศักยภาพในการแข่งขันทางการค้ากับตลาดสากลแล้วเห็นสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องนำเทคโนโลยีใหม่เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต ดังนั้นแนวทางในทางเลือกการผลิตควรจะเปลี่ยนมาใช้ทางเลือกที่สองคือลงทุนซื้อเครื่องจักรมาผลิตเอง

ระยะเวลาคืนทุน

สำหรับการลงทุนซื้อเครื่องจักรมาผลิตเอง โดยใช้เงินลงทุนซื้อเครื่อง 1,200,000 บาท ใช้งานได้ 8 ปี มีมูลค่าซากประมาณ 200,000 บาท หากใช้แล้วคาดว่าจะมีรายได้จากการผลิตของเครื่อง ซีเอ็นซี ดังกล่าวประมาณปีละ 400,000 บาท หากคิดอัตราดอกเบี้ย 10% ต่อปี ดังนั้นสามารถคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนได้ดังนี้



ภาพ 4.15 แสดงแผนภูมิการไหลของเงินลงทุนและรายได้จากการซื้อเครื่องจักรมาผลิตเอง

ใช้วิธีมูลค่าปัจจุบัน

$$0 = \sum PW$$

$$0 = -P + A(P/A, i\%, n) + F(P/F, i\%, n)$$

แทนค่า $0 = -1,200,000 + 400,000(P/F, 10\%, n) + 200,000(P/F, 10\%, 8)$

หรือ $0 = -1,200,000 + 400,000 \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] + 200,000(P/F, 10\%, 8)$

แทนค่า $0 = -1,200,000 + 400,000 \left[\frac{(1+0.10)^n - 1}{0.10(1+0.10)^n} \right] + 200,000(0.4665)$

ให้ $n = 3.4$ ปี

แทนค่า $0 \neq -1,200,000 + 400,000 \left[\frac{(1+0.10)^{3.4} - 1}{0.10(1+0.10)^{3.4}} \right] + 200,000(0.4665)$

$0 \neq 456,967$ บาท

แทนค่า $n = 3.4$ ปี จะทำให้ค่าสมการใกล้เคียง 0 มากที่สุด

∴ ระยะเวลาที่คุ้มทุนมากที่สุดคือ 3.4 ปี

อัตราผลตอบแทน

แนวทางในทางเลือกการผลิตโดยใช้ทางเลือกที่สองคือลงทุนซื้อเครื่องจักรมาผลิตเอง ทำให้เราทราบต้นทุนที่จะต้องจัดหาในเบื้องต้นและค่าใช้จ่ายสุทธิรายปี แต่อย่างไรก็ตามเรายังจำเป็นต้องทราบว่าทางเลือก หรือวิธีการผลิตแบบใหม่นี้ จะได้อัตราผลตอบแทน (Rate of Return) เท่าใดเมื่อเทียบกับอัตราดอกเบี้ยเงินฝาก หรือเงินกู้ ซึ่งตามหลักแล้ว อัตราผลตอบแทนจะต้องสูงกว่าเงินฝาก หรือเงินกู้ ในการคำนวณหาอัตราผลตอบแทน (Rate of Return Computations) จะต้องทดลองกำหนด ค่าของอัตราดอกเบี้ย i ของทางเลือกแล้วหามูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่าย (Disbursements; PW_D) เท่ากับมูลค่าปัจจุบันของรายรับ (Receipts; PW_R) จากแผนภูมิการไหลของเงินลงทุนและรายได้จากการซื้อเครื่องจักรมาผลิตเอง ดังภาพ 4.14 สามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้ ($MARR = 10\%$)

จาก

$$PW_D = PW_R$$

$$0 = PW_R - PW_D$$

หรือ

$$0 = \sum PW$$

แทนค่า

$$0 = -1,200,000 + 200,000 (P/F, i\%, 8) + 400,000 (P/A, i\%, 8)$$

กำหนดให้ $i = 25\%$

$$\begin{aligned} \text{มูลค่าปัจจุบันสุทธิ} &= -1,200,000 + 200,000 (P/F, 25\%, 8) + 400,000 (P/A, 25\%, 8) \\ &= -1,200,000 + 200,000 (0.1678) + 400,000 (3.329) \end{aligned}$$

$$= 165,160 \text{ บาท} \neq 0$$

กำหนดให้ $i = 30\%$

$$\begin{aligned} \text{มูลค่าปัจจุบันสุทธิ} &= -1,200,000 + 200,000 (P/F, 30\%, 8) + 400,000 (P/A, 30\%, 8) \\ &= -1,200,000 + 200,000 (0.1226) + 400,000 (2.925) \\ &= -5,480 \text{ บาท} \neq 0 \end{aligned}$$

จะเห็นได้ว่า

$$\text{ถ้า } i = 25\% \text{ มูลค่าสุทธิปัจจุบัน} = 165,160 \text{ บาท}$$

ถ้า $i = i^*$ มูลค่าสุทธิปัจจุบัน = 0 บาท

ถ้า $i = 30\%$ มูลค่าสุทธิปัจจุบัน = -5,480 บาท

ทำการเทียบบัญชีได้ตรงหาค่า i

$$\therefore i^* = 25 + \left[\frac{30 - 25}{165,160 + 5,480} \right] \times (165,160 - 0)$$

อัตราผลตอบแทน (Rate of Return) = 29.84 %

ควรลงทุนเพราะอัตราผลตอบแทนสูงกว่าค่า MARR ซึ่งกำหนดไว้คือ 10 % ต่อปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved