บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

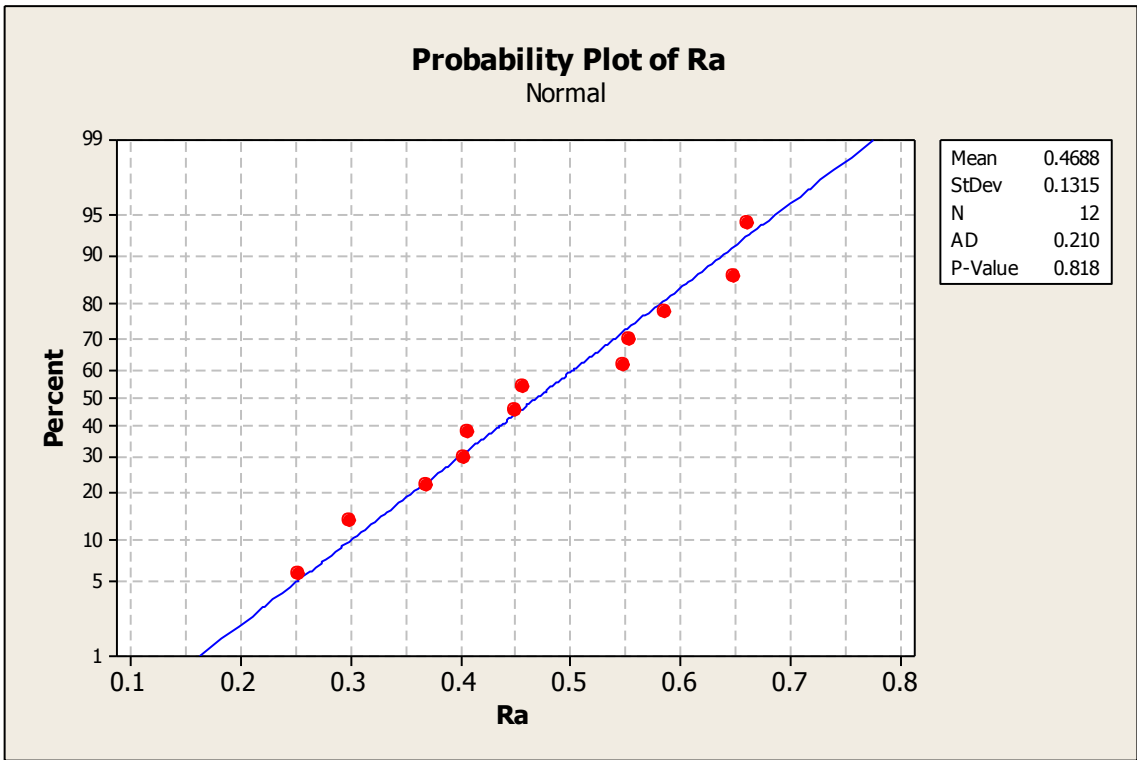
การวิจัยนี้ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิวในการกลึงเหล็ก S 50 C ด้วยมีดเซรามิค ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ระยะป้อนลึก อัตราป้อน และความเร็วตัด ซึ่งเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ได้แก่ ความเรียบผิวของเหล็ก S 50 C เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ เครื่องกลึงอัตโนมัติ CNC ชิ้นงานทดลองเป็นเหล็ก S 50 C เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ เครื่องวัดความเรียบผิว โดยเปรียบเทียบกับคุณภาพของผิวงานที่ได้จากการเจียรนัย (Ra = 0.10 – 1.60 μm.) โดยกำหนดให้ความเร็วตัด (Cutting Speed) 3 ระดับคือ 150 200 และ 250 เมตร/นาที อัตราป้อน(Feed Rate) 3 ระดับคือ 0.06 0.08 และ0.10 มม./รอบ ระยะป้อนลึก (Depth of Cut) 3 ระดับคือ 0.3 0.4 และ 0.5 มม. ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 54 ชิ้น ใช้สารหล่อเย็น 54 ชิ้น โดยทำการกลึงชิ้นงานที่มีขนาด 25.4 มม. ยาว 100 มม. กลึงยาว 80 มม. ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเรียบผิวในการกลึงเหล็ก S 50 C ด้วยมีดเซรามิค ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองโดยใช้Factorial Design แบบ 32 จากผลการทดลองครั้งนี้ ใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูลแบบแผนการทดลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้ค่าทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูลคือ F-Ratio และค่าระดับความเชื่อมั่น 95 % หรือที่ระดับนัยสำคัญ 5 % (α = .05)

4.1 ผลของการทดลองเบื้องต้น

การศึกษาการดำเนินการก่อนการทดลอง (Pilot Study) ซึ่งได้ทำการทดลองเบื้องต้น โดยที่ระยะป้อนลึก 3 ระดับ คือ 0.3 0.4 และ 0.5 และเปลี่ยนความเร็วตัด 3 ระดับ คือ 150 200 และ250 เมตร/นาที และอัตราป้อน 3 ระดับ คือ 0.06, 0.08 และ 0.10 มม./รอบ ตามลำดับ เพื่อหาระดับของตัวแปรอิสระที่เหมาะสมกับการทดลอง ผลที่ได้ผลของการทดลองเบื้องต้นพบว่าค่าความเรียบผิวที่ได้อยู่ในขอบเขตของผิวงานที่ได้จากการเจียรนัย (Ra = 0.10-1.60 μm.) ดังตารางที่ 4.1 และได้ทำการทดสอบการแจงแจกปกติของการทดลองเบื้องต้นพบว่าได้ค่า P-Valule = 0.818 ซึ่งมีค่ามากกว่า .05 ดังรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางการทดลองเบื้องต้น

ระยะป้อนลึก (มม.)	ความเร็วตัด (ม./นาที)	อัตราป้อน (มม./รอบ)		
		0.06	0.08	0.10
0.3	150	0.552		0.402
	200			
	250			
		0.368		0.449
0.4	150	0.660		0.548
	200			
	250			
		0.253		0.298
0.5	150	0.648		0.585
	200			
	250			
		0.406		0.456



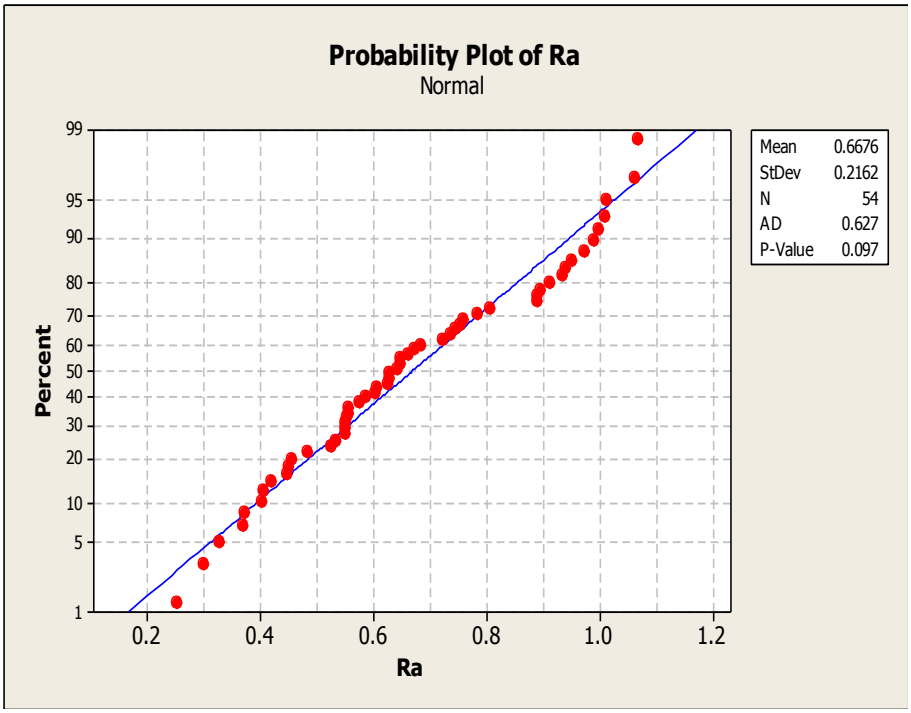
รูปที่ 4.1 การทดสอบการแจงแจงปกติของการทดลองเบื้องต้น

4.2 ผลของการทดลอง

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองคือ ค่าเฉลี่ยความเรียบผิวงานกลึง (**RaAve**) ซึ่งได้แสดงผลการทดลองไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางการทดลอง

ระยะป้อนลึก (มม.)	ความเร็วตัด (ม./นาที)	อัตราป้อน (มม./รอบ)		
		0.06	0.08	0.10
0.3	150	0.552	0.895	0.402
		1.061	0.910	1.067
	200	0.805	0.784	0.939
		0.447	0.673	0.973
	250	0.372	0.624	1.008
		0.368	0.548	0.449
0.4	150	0.660	0.745	0.548
		0.328	0.682	0.890
	200	0.548	0.950	0.989
		0.628	0.889	0.997
	250	0.554	0.933	1.012
		0.253	0.721	0.298
0.5	150	0.648	0.648	0.585
		0.523	0.735	0.626
	200	0.418	0.604	0.758
		0.601	0.483	0.642
	250	0.575	0.555	0.753
		0.406	0.532	0.456



รูปที่ 4.2 การทดสอบการแจกแจงปกติของการทดลอง

ผลที่ได้ผลของการทดลองพบว่าค่าความเรียบผิวที่ได้อยู่ในขอบเขตของผิวงานที่ได้จากการเจียรนัย (Ra = 0.10-1.60 μm.) ดังตารางที่ 4.2 และได้ทำการทดสอบการแจงแจกปกติของการทดลอง พบว่าได้ค่า P-Valule = .0.097 ซึ่งมีค่ามากกว่า .05 ดังรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ANOVAของค่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวงานกลึง (μm)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable : Ra

แหล่งความแปรปรวน	ผลรวมกำลังสอง (SS)	องศาความเป็นอิสระ (df)	ค่าเฉลี่ยกำลังสอง(MS)	ค่า F	Sig.
Corrected Model	1.351[a]	26	.052	1.246	.286
Intercept	24.067	1	24.067	577.117	.000
ระยะป้อนลึก	.182	2	.091	2.176	.133
ความเร็วตัด	.224	2	.112	2.686	.086
อัตราป้อน	.436	2	.218	5.224	.012
ระยะป้อนลึก * ความเร็วตัด	.173	4	.043	1.034	.408
ระยะป้อนลึก * อัตราป้อน	.117	4	.029	.702	.597
ความเร็วตัด * อัตราป้อน	.133	4	.033	.797	.538
ระยะป้อนลึก * ความเร็วตัด * อัตราป้อน	.088	8	.011	.263	.973
Error	1.126	27	.042		
Total	26.544	54			
Corrected Total	2.477	53			

a. R Squared = .546 (Adjusted R Squared = .108)

4.4 วิเคราะห์หาความแปรปรวนของปัจจัย ความเร็วตัด อัตราป้อน และระยะป้อนความลึกต่อความเรียบของผิวงานกลึง

จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาค่าจากผลการวิเคราะห์ ANOVA ที่ได้จากการวิเคราะห์กระจายของข้อมูลนำผลที่ได้ทั้งหมดมาหาความสัมพันธ์ของ ระยะป้อนลึก ความเร็วตัด และอัตราป้อน พบว่าปัจจัยที่เป็นอิทธิพลหลัก(Main Effect) ส่งผลกระทบต่อความความเรียบของผิวงานคืออัตราป้อนมีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนระยะป้อนลึก และความเร็วตัด ไม่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน ปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วม (Interaction Effect) ระยะป้อนลึก และ

ความเร็วตัด, ระยะป้อนลึก และอัตราป้อน, ความเร็วตัดและอัตราป้อน, ระยะป้อนลึก ความเร็วตัดและอัตราป้อนไม่ส่งผลต่อความเรียบของผิวงาน อัตราป้อนมีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน จากการทดสอบความแปรปรวนพบว่า มีค่าเฉลี่ยของระดับความเร็วอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่แตกต่างจากคู่อื่น ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ว่ามีคู่ใดบ้างที่ต่างกัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ LSD (Least Significant Difference) ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความแตกต่างผิวสัมผัสแรงเสียดทาน ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิวงานโดยวิธี LSD

Multiple Comparisons

LSD

(I) อัตราป้อน		(J) อัตราป้อน		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
	0.06		0.08	-.17578*	.068070	.016	-.31545	-.03611
			0.10	-.20250*	.068070	.006	-.34217	-.06283
	0.08		0.06	.17578*	.068070	.016	.03611	.31545
			0.10	-.02672	.068070	.698	-.16639	.11295
	0.10		0.06	.20250*	.068070	.006	.06283	.34217
			0.08	.02672	.068070	.698	-.11295	.16639

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .042.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับอัตราป้อน จากตารางที่ 4.4 พบว่าอัตราป้อนระดับ 0.06 คู่กับ 0.08 มม./รอบ มีความแตกต่างต่อความเรียบของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อัตราป้อน ระดับ 0.06 คู่กับ 0.10 มม./รอบ มีความแตกต่างต่อความเรียบของผิวงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.4 และ ตารางที่ 4.5

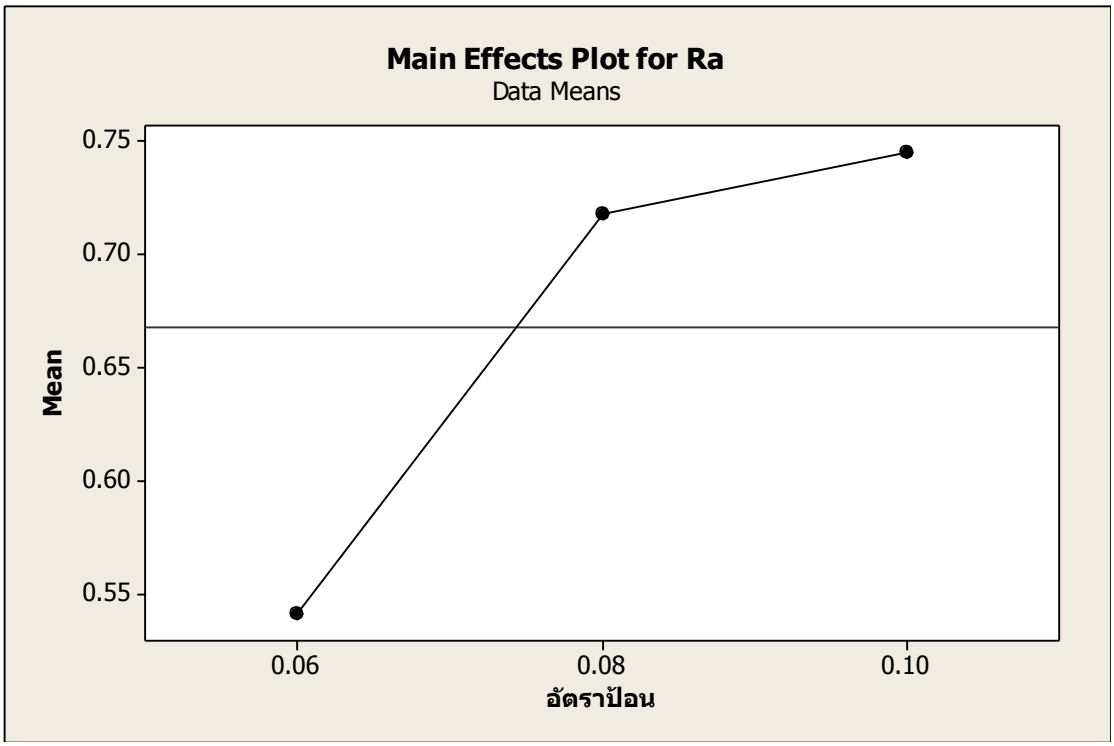
ตารางที่ 4.5 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความเร็วตัดที่ระดับต่าง ๆ

อัตราป้อน (มม/รอบ)	จำนวน (ชิ้น)	ค่าเฉลี่ยความเรียบผิว(μm)	ความแตกต่างระหว่างอัตราป้อน		
			0.06	0.08	0.10
0.06	18	0.541	-	*	**
0.08	18	0.717		-	.698
0.10	18	0.744			-

*ระดับนัยสำคัญ 0.05

**ระดับนัยสำคัญ 0.01

ระดับอัตราป้อนที่มีอิทธิพลต่อความเรียบผิว



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความแตกต่างของระดับอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน

จากรูปที่ 4.5 เป็นกราฟแสดงความแตกต่างของระดับอัตราป้อน ที่มีอิทธิพลต่อความเรียบของผิวงาน เมื่อเพิ่มอัตราป้อนขึ้นจะทำให้ค่าความเรียบผิวมีผิวที่หยาบขึ้นเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรจากการทดลองที่อัตราส่วนป้อน0.06 (มม/รอบ) 0.08 (มม/รอบ)และ 0.10 (มม/รอบ) พบว่าค่าความเรียบผิว (Ra) ที่ดีที่สุด คือ อัตราป้อน0.06 (มม/รอบ) คือ 0.541 μm

4.5 ผลการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ระหว่างตัวแปรในการตัดกับค่าความเรียบผิวของชิ้นงานในการกลึงเหล็ก S 50 C

ในการทดลองเพื่อศึกษาค่าความเรียบผิวของชิ้นงานในการกลึงเหล็ก S 50 C โดยกำหนดให้ระยะป้อนลึก (Depth of Cut) 3 ระดับ คือ 0.3 0.4 และ 0.5 มม. ความเร็วตัด (Cutting Speed) มี 3 ระดับคือ 150 200 และ 250 เมตร/นาที อัตราป้อน (Feed Rate) มี 3 ระดับคือ 0.06 0.08 และ 0.10 มม./รอบ ปัจจัยหรือตัวแปรที่ส่งผลต่อความเรียบของผิวงานคือ อัตราป้อน ซึ่งสามารถพยากรณ์ค่าความเรียบของผิวงานกลึงได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 สรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความเร็วตัดที่ระดับต่าง ๆ

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยมาตรฐาน	ค่า t	ระดับนัยสำคัญ
อัตราป้อน	0.101	0.386	3.017*	.004
ค่าคงที่	0.465	-	19.721*	.000

R^2=0.149, SEE=0.20358, F=9.102, R=.386

*ระดับนัยสำคัญ .01

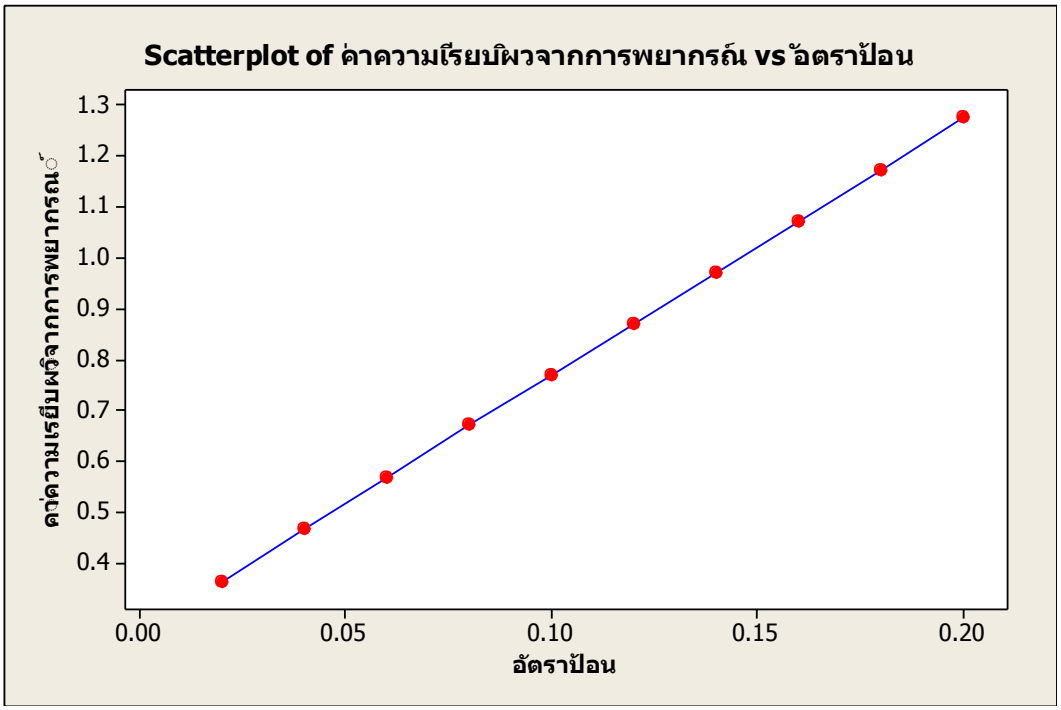
จากตารางที่4.6 พบว่า ตัวแปรอิสระที่ส่งผลได้แก่ อัตราป้อน อธิบายความแปรปรวนของความเรียบผิวได้ร้อยละ 14.9 และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละตัวกับความเรียบผิวพบว่าอัตราป้อน เป็นตัวทำนายความเรียบผิวได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ได้สมการพยากรณ์ความเรียบผิว ดังนี้

$$\text{Roughness} = 0.262593 + 5.0625(\text{อัตราป้อน})$$

ในการพยากรณ์ความเรียบผิวงานกลึงสามารถคำนวณได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าพยากรณ์ความเรียบผิวงานกลึงที่ได้จากสมการถดถอย

อัตราป้อน	ค่าความเรียบผิว จากการทดลอง	ค่าความเรียบผิว จากการพยากรณ์
0.02	-	0.363
0.04	-	0.465
0.06	0.541	0.566
0.08	0.717	0.670
0.10	0.744	0.768
0.12	-	0.870
0.14	-	0.971
0.16	-	1.072
0.18	-	1.173
0.20	-	1.275



รูปที่ 4.4 ค่าความเรียบของผิวงานกลึงที่ได้จากการพยากรณ์

จากรูปที่ 4.5 เมื่อทำการพยากรณ์โดยกำหนดช่วงของอัตราป้อนคือทำการลดอัตราป้อนผลการพยากรณ์ปรากฏว่าค่าความเรียบผิวต่ำลงซึ้งเป็นค่าความเรียบผิวที่ดีขึ้นเรื่อย ๆและเมื่อทำการเพิ่มอัตราป้อนผลการพยากรณ์ปรากฏว่าค่าความเรียบผิวสูงขึ้นซึ้งเป็นค่าความเรียบผิวหยาบขึ้นเรื่อย ๆ