

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1

ภาคผนวก ข 1 การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1 วัดค่า R_a แนวทวนสี่เหลี่ยม (90°)

Estimate ค่า Main Effect ของตัวแปร A

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b + ac - c + abc - bc] \\
 &= \frac{1}{4(6)} [17.84 - 23.27 + 33.09 - 36.83 + 22.79 - 25.37 + 35.19 - 38.76] \\
 &= \frac{1}{24} (-15.32) \\
 &= -0.6383
 \end{aligned}$$

Estimate ค่า Main Effect ของตัวแปร B

$$\begin{aligned}
 B &= \frac{1}{4n} [b + ab + bc + abc - (1) - a - c - ac] \\
 &= \frac{1}{4(6)} [36.83 + 33.09 + 38.76 + 35.19 - 23.27 - 17.84 - 25.37 - 22.79] \\
 &= \frac{1}{24} (54.6) \\
 &= 2.275
 \end{aligned}$$

Estimate ค่า Main Effect ของตัวแปร C

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{1}{4n} [c + ac + bc + abc - (1) - a - b - ab] \\
 &= \frac{1}{4(6)} [25.37 + 22.79 + 38.76 + 35.19 - 23.27 - 17.84 - 36.83 - 33.09] \\
 &= \frac{1}{24} (11.08)
 \end{aligned}$$

$$= 0.4617$$

Estimate ค่า Interaction Effect ระหว่างตัวแปร A และ B

$$AB = \frac{1}{4n} [ab - a - b + (1) + abc - bc - ac + c]$$

$$AB = \frac{1}{4(6)} [33.09 - 17.84 - 36.83 + 23.27 + 35.19 - 38.76 - 22.79 + 25.37]$$

$$AB = \frac{1}{24} (0.7)$$

$$= 0.0292$$

Estimate ค่า Interaction Effect ระหว่างตัวแปร A และ C

$$AC = \frac{1}{4n} [(1) - a + b - ab - c + ac - bc + abc]$$

$$AC = \frac{1}{4(6)} [23.27 - 17.84 + 36.83 - 33.09 - 25.37 + 22.79 - 38.76 + 35.19]$$

$$AC = \frac{1}{24} (3.02)$$

$$= 0.1258$$

Estimate ค่า Interaction Effect ระหว่างตัวแปร B และ C

$$BC = \frac{1}{4n} [(1) + a - b - ab - c - ac + bc + abc]$$

$$BC = \frac{1}{4(6)} [23.27 + 17.84 - 36.83 - 33.09 - 25.37 - 22.79 + 38.76 + 35.19]$$

$$AC = \frac{1}{24} (-3.02)$$

$$= -0.1258$$

Estimate ค่า Interaction Effect ระหว่างตัวแปร A, B และ C

$$ABC = \frac{1}{4n} [abc - bc - ac + c - ab + b + a - (1)]$$

$$ABC = \frac{1}{4(6)} [35.19 - 38.76 - 22.79 + 25.37 - 33.09 + 36.83 + 17.84 - 23.27]$$

$$ABC = \frac{1}{24} (-2.68)$$

$$= -0.1117$$

ค่า Sum of Squares Total

$$\begin{aligned} SS_T &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c n y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{8(n)} \\ &= (4.21^2 + 3.87^2 + 4.20^2 + \dots + 5.72^2) - \frac{(233.14)^2}{8(6)} \\ &= 1204.4258 - 1132.3804 \\ &= 72.0454 \end{aligned}$$

จาก $SS = \frac{(\text{Contrast})^2}{8(n)}$

เนื่องจากค่า Degree of Freedom ของ Factor Effect A, B, C, AB, AC, BC, และ ABC มีค่าเท่ากับ 1 ดังนั้นจะได้

$$\begin{aligned} \text{ค่า} \quad SS_A = MS_A &= \frac{(-15.32)^2}{8(6)} \\ &= 4.8896 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่า} \quad SS_B = MS_B &= \frac{(54.6)^2}{8(6)} \\ &= 62.1075 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่า} \quad SS_C = MS_C &= \frac{(11.08)^2}{8(6)} \\ &= 2.5576 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่า} \quad SS_{AB} = MS_{AB} &= \frac{(0.7)^2}{8(6)} \\ &= 0.0102 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่า} \quad SS_{AC} = MS_{AC} &= \frac{(3.02)^2}{8(6)} \\ &= 0.1900 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่า} \quad SS_{BC} = MS_{BC} &= \frac{(-3.02)^2}{8(6)} \\ &= 0.1900 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่า} \quad SS_{ABC} = MS_{ABC} &= \frac{(-2.68)^2}{8(6)} \\ &= 0.1496 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS_E &= SS_T - SS_A - SS_B - SS_C - SS_{AB} - SS_{AC} - SS_{BC} - SS_{ABC} \\ SS_E &= 72.0451 - 4.8896 - 62.1075 - 2.5576 - 0.0102 - 0.1900 - 0.1900 - \\ &\quad 0.1496 \\ &= 1.9506 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่า} \quad MS_E &= \frac{SS_E}{8(n-1)} \\
 &= \frac{1.9506}{8(5)} \\
 &= 0.04876
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่า} \quad (F_0)_A &= \frac{MS_A}{MS_E} \\
 &= \frac{4.8896}{0.04876} \\
 &= 100.27
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่า} \quad (F_0)_B &= \frac{MS_B}{MS_E} \\
 &= \frac{62.1075}{0.04876} \\
 &= 1273.73
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่า} \quad (F_0)_C &= \frac{MS_C}{MS_E} \\
 &= \frac{2.5576}{0.04876} \\
 &= 52.45
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ค่า} \quad (F_0)_{AB} &= \frac{MS_{AB}}{MS_E} \\ &= \frac{0.0102}{0.04876} \\ &= 0.21\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ค่า} \quad (F_0)_{AC} &= \frac{MS_{AC}}{MS_E} \\ &= \frac{0.1900}{0.04876} \\ &= 3.90\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ค่า} \quad (F_0)_{BC} &= \frac{MS_{BC}}{MS_E} \\ &= \frac{0.1900}{0.04876} \\ &= 3.90\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ค่า} \quad (F_0)_{ABC} &= \frac{MS_{ABC}}{MS_E} \\ &= \frac{0.1496}{0.04876} \\ &= 3.07\end{aligned}$$

ตารางที่ ข 1 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source of Variance	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Squares	F ₀
A: Rake angle	4.8896	1	4.8896	100.27
B: Feed	62.1075	1	62.1075	1273.73
C: Depth	2.5576	1	2.5576	52.45
AB	.0102	1	.0102	0.21
AC	.1900	1	.1900	3.90
BC	.1900	1	.1900	3.90
ABC	.1496	1	.1496	3.07
Total error	1.9507	40	.04876	
Total (corr.)	72.0450	47		

ตารางที่ ข 2 ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน แสดงผลที่ได้จากโปรแกรม Statgraphics Plus for Windows (Version 4)

```

Analysis of Variance for Roughness
-----
Source                Sum of Squares      Df      Mean Square      F-Ratio      P-Value
-----
A: Rake angle         4.88963            1        4.88963          100.26       .
B: Feed              62.1075            1        62.1075          1273.50      .
C: Depth             2.55763            1        2.55763          52.44        .
AB                   .0102083           1        .0102083         .21          .645
AC                   .190008            1        .190008          3.90         .51
BC                   .190008            1        .190008          3.90         .51
ABC                  .149633            1        .149633          3.07         .87
Total error          1.95077            40       .0487692
-----
Total (corr.)        72.0454            47
R-squared = 95.2923 percent
R-squared (adjusted for d.f.) = 94.8185 percent
The StatAdvisor

```

ผลจากคำนวณมีค่าเท่ากับผลที่ได้จากการใช้โปรแกรม Statgraphics Plus for Windows (Version 4)

The Effect model สำหรับ Three – Factor factorial คือ

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \\ k = 1, 2, \dots, c \\ l = 1, 2, \dots, n \end{array} \right.$$

โดยที่

τ_i : Treatment Effect ของค่า Rake Angle

β_j : Treatment Effect ของค่า Feed

γ_k : Treatment Effect ของค่า Depth

$(\tau\beta)_{ij}$: Treatment Effect ของค่า Interaction ระหว่าง Rake Angle และค่า Feed

$(\tau\gamma)_{ik}$: Treatment Effect ของค่า Interaction ระหว่าง Rake Angle และ Depth

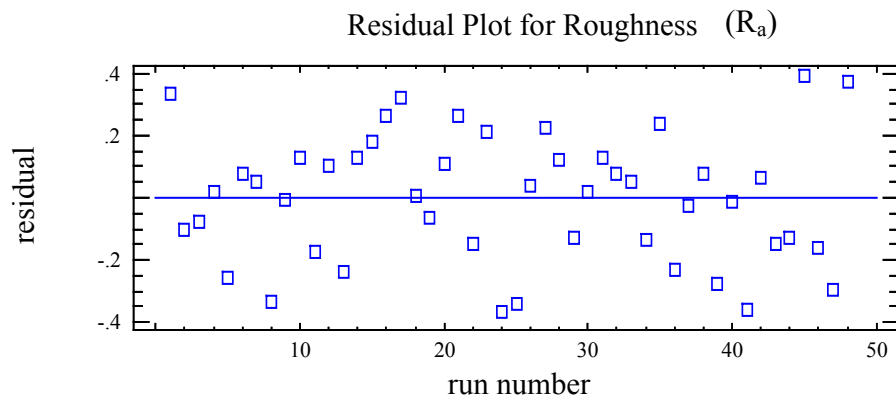
$(\beta\gamma)_{jk}$: Treatment Effect ของค่า Interaction ระหว่าง Feed และค่า Depth

$(\tau\beta\gamma)_{ijk}$: Treatment Effect ของค่า Interaction ระหว่าง Rake Angle, Feed, และค่า Depth

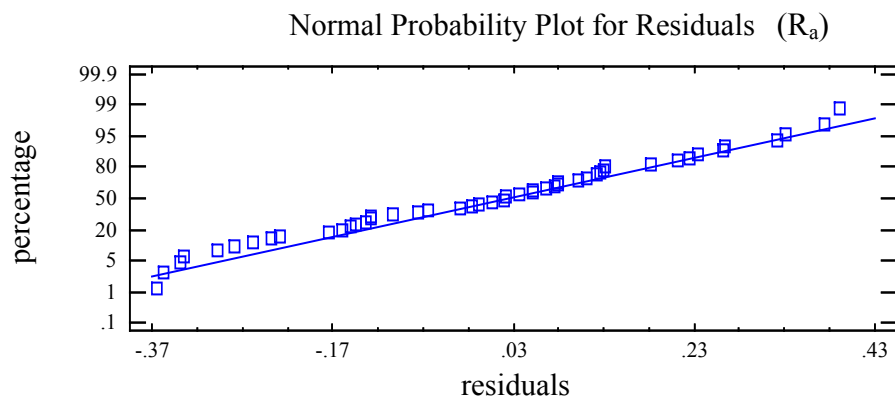
สมมติฐานที่ใช้ทดสอบ

1. H_0 : $\tau_1 = \tau_2 = 0$
 H_1 : At least one $\tau_i \neq 0$
2. H_0 : $\beta_1 = \beta_2 = 0$
 H_1 : At least one $\beta_j \neq 0$
3. H_0 : $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$
 H_1 : At least one $\gamma_k \neq 0$
4. H_0 : $(\tau\beta)_{ij} = 0$ ทุกค่าของ i, j
 H_1 : At least one $(\tau\beta)_{ij} \neq 0$
5. H_0 : $(\tau\gamma)_{ik} = 0$ ทุกค่าของ i, k
 H_1 : At least one $(\tau\gamma)_{ik} \neq 0$
6. H_0 : $(\beta\gamma)_{jk} = 0$ ทุกค่าของ j, k
 H_1 : At least one $(\beta\gamma)_{jk} \neq 0$
7. H_0 : $(\tau\beta\gamma)_{ijk} = 0$ ทุกค่าของ i, j, k
 H_1 : At least one $(\tau\beta\gamma)_{ijk} \neq 0$

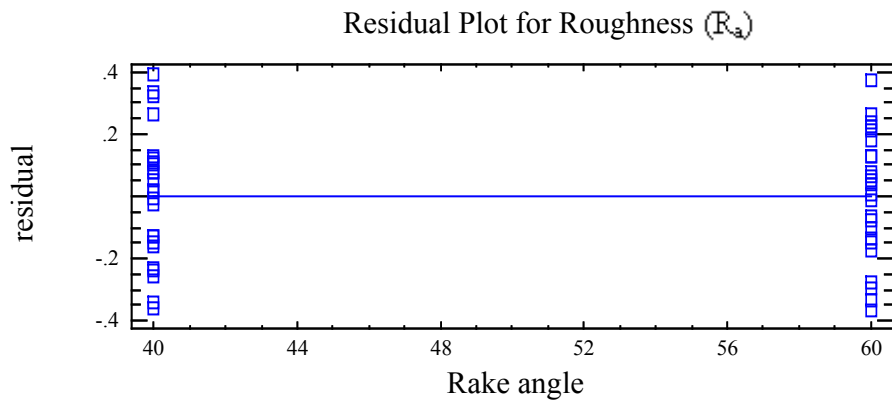
1. Model adequacy Checking



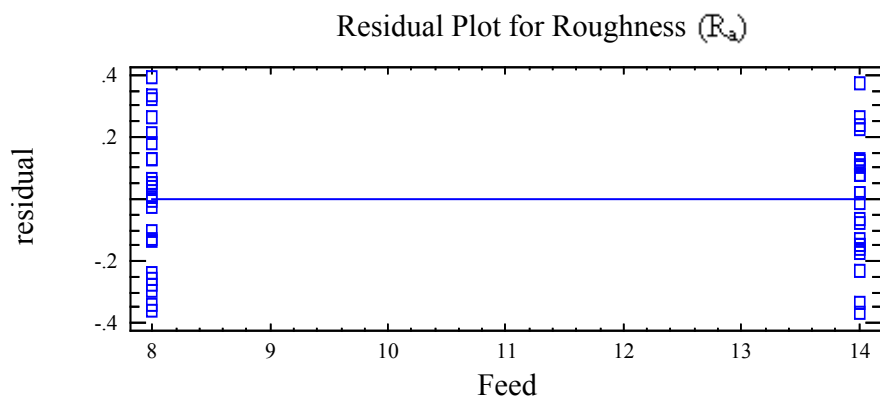
ภาพประกอบที่ ๑ ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล



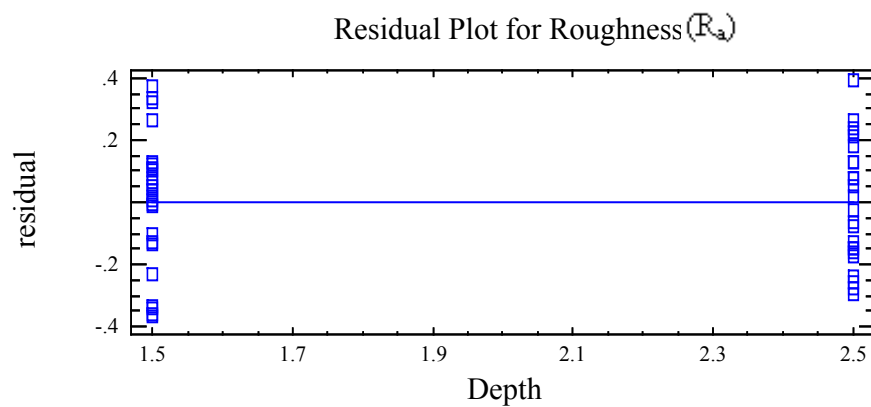
ภาพประกอบที่ ๒ ตรวจสอบการกระจายของข้อมูลเป็นแบบ Normal



ภาพประกอบที่ ๓ ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle

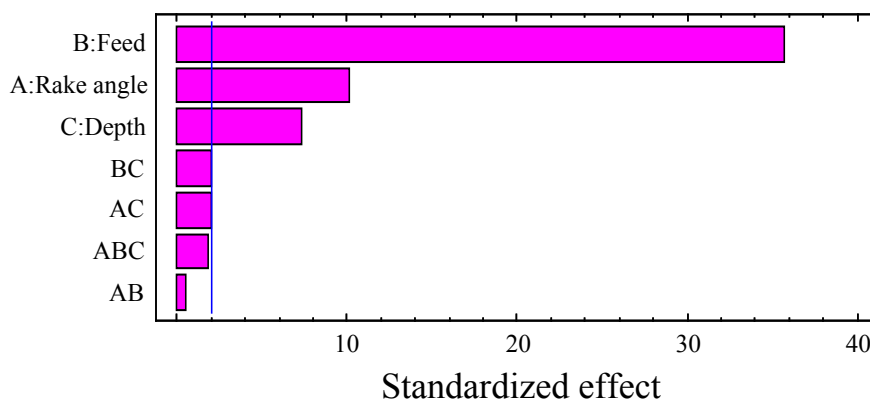


ภาพประกอบที่ ๔ ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed



ภาพประกอบที่ ๕ ตรวจสอบความคงที่ของความแปรปรวนของ Depth

Standardized Pareto Chart for Roughness (Ra)

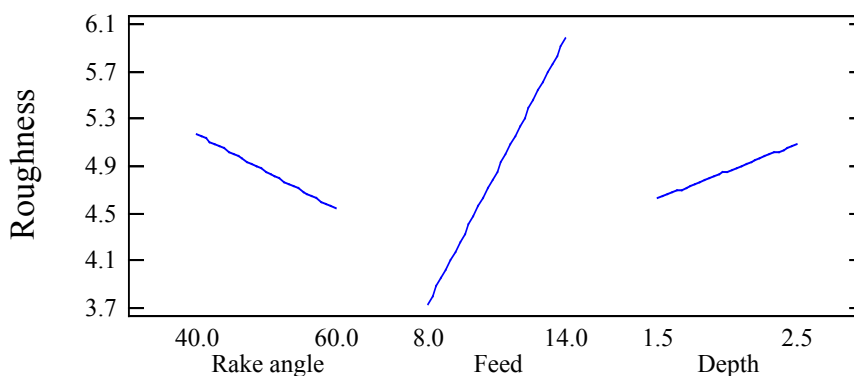


ภาพประกอบที่ ๖ Standardized Pareto Chart for Roughness

ปัจจัยที่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวไม่อย่างพารา คือ ค่าอัตราการป้อน(Feed) มุมเงยใบมีด (Rake Angle) และความลึกในการตัด (Depth) ส่วน Interaction ระหว่างปัจจัยไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวที่ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

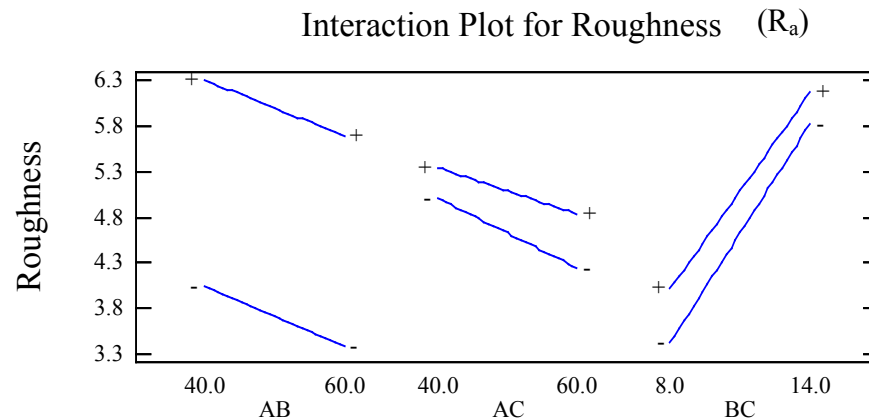
2. Main Effects Plot for Roughness

Main Effects Plot for Roughness (Ra)



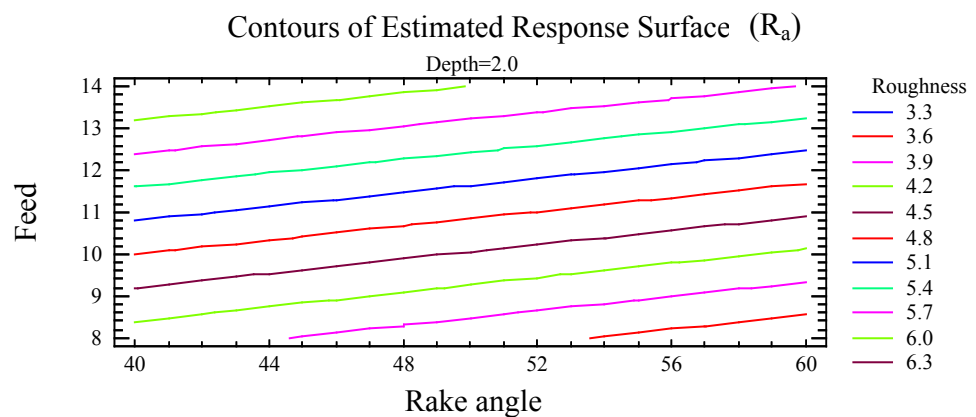
ภาพประกอบที่ ๗ Main Effects Plot for Roughness

เมื่อค่า Feed และค่า Depth เปลี่ยนแปลงจาก 8.0 ม./นาที เป็น 14 ม./นาทีและ 1.5 มม. เป็น 2.5 มม. จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่ลดลง



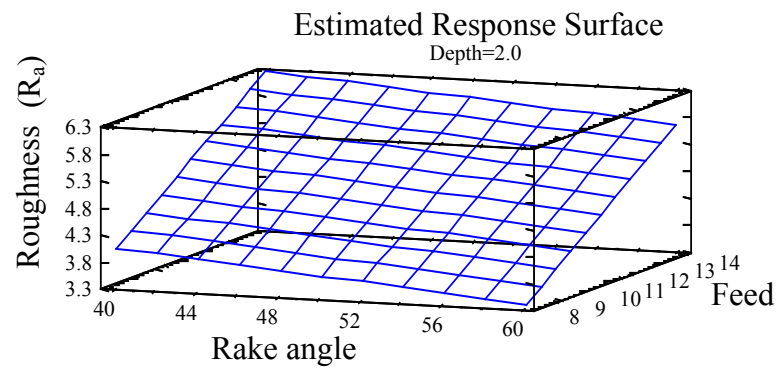
ภาพประกอบที่ ๗ ๘ Interaction Plot for Roughness

สำหรับค่า Feed ที่ 14 ม./นาที (High Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ความขรุขระผิวลดลง และค่าที่ลดลงใกล้เคียงกับค่า Feed ที่ 8 ม./นาที (Low Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา เช่นเดียวกับค่า Depth แต่ความขรุขระผิวเพิ่มขึ้น เมื่อค่า Feed เปลี่ยนแปลงจาก 8 ม./นาที เป็น 14 ม./นาที



ภาพประกอบที่ ๗ ๙ Contours of Estimate Response Surface

Contour lines มีลักษณะค่อนข้างตรงและขนานกัน แสดงว่า Interaction ระหว่างค่า Feed Rake Angle และ Depth ไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวไม้

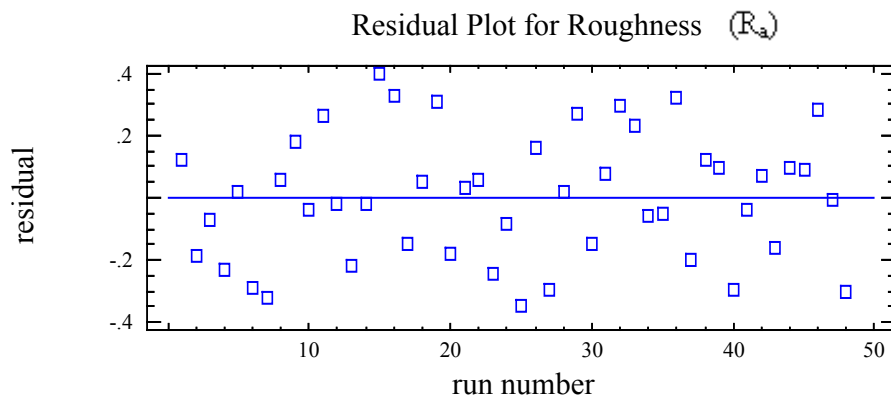


ภาพประกอบที่ ๗ 10 Estimate Response Surface

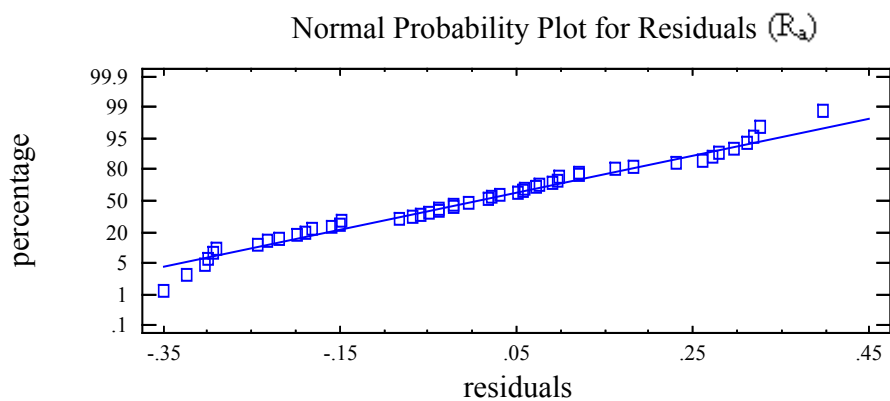
ความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่ามากที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 14 ม./นาที (High Level) Rake Angle เท่ากับ 40 องศา (low Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 2.5 มม. (High Level) ส่วนความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่าน้อยที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 8 ม./นาที (Low Level) Rake Angle เท่ากับ 60 องศา (High Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 1.5 มม. (Low Level)

ภาคผนวก ข 2 การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Statgraphics Plus for Windows Version 4" วัดค่า R_a แนวขวาที่ยื่นไม่ (45°)

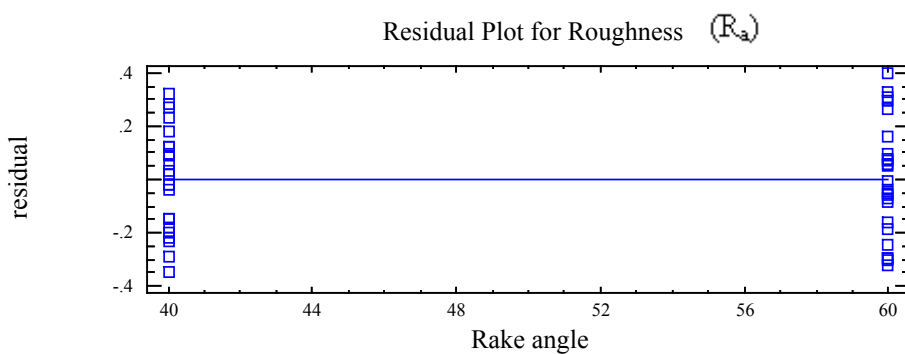
1. Model adequacy Checking



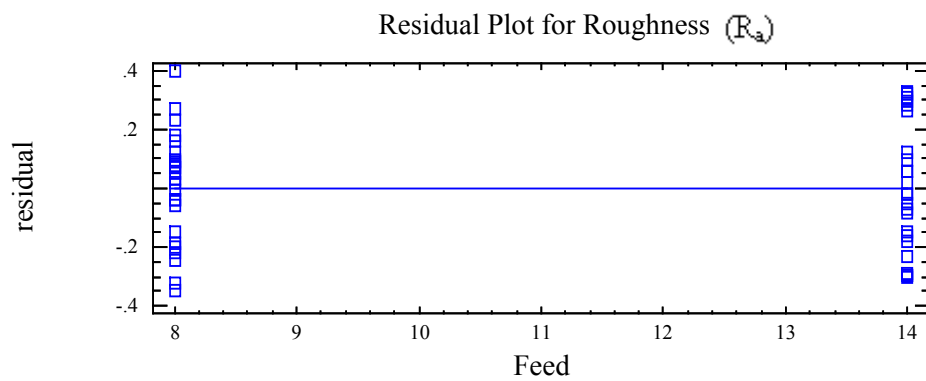
ภาพประกอบที่ ข 11 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล



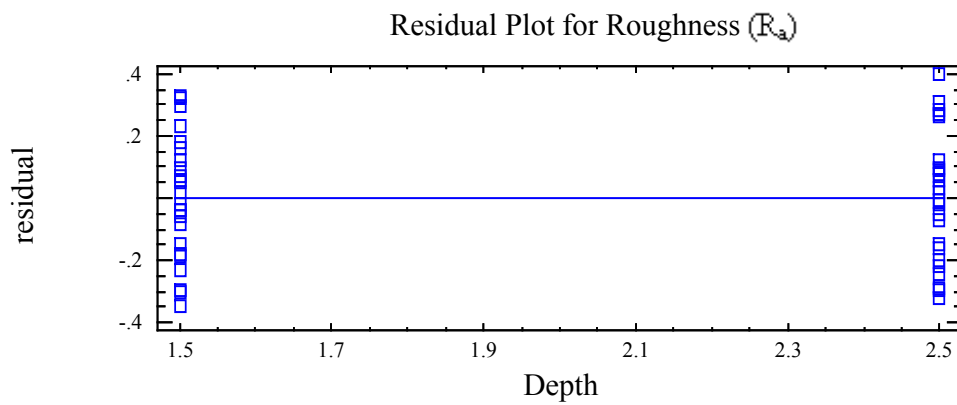
ภาพประกอบที่ ข 12 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูลเป็นแบบ Normal



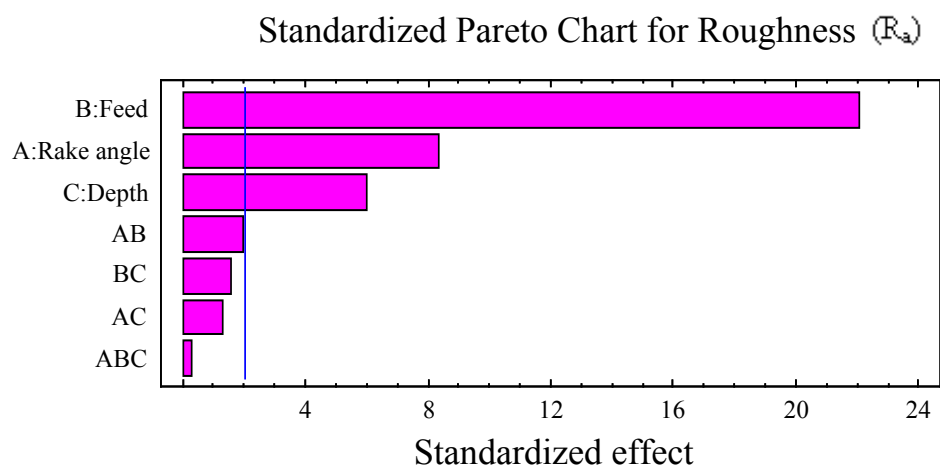
ภาพประกอบที่ ข 13 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle



ภาพประกอบที่ ๗ 14 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed



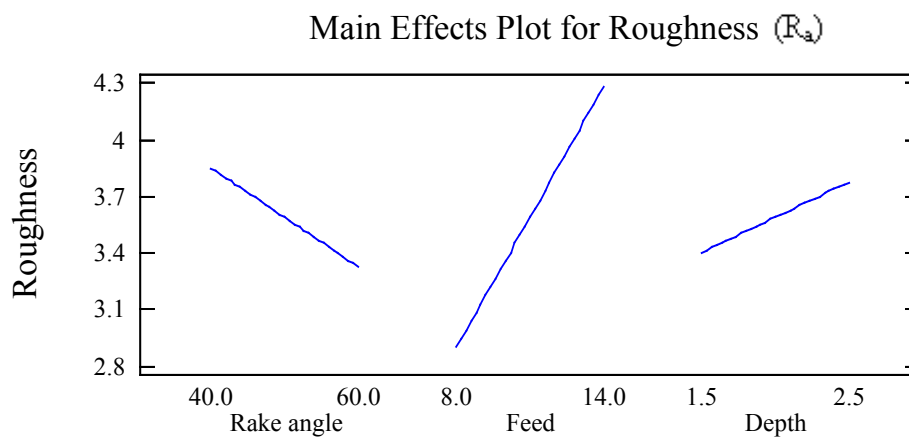
ภาพประกอบที่ ๗ 15 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth



ภาพประกอบที่ ๗ 16 Standardized Pareto Chart for Roughness

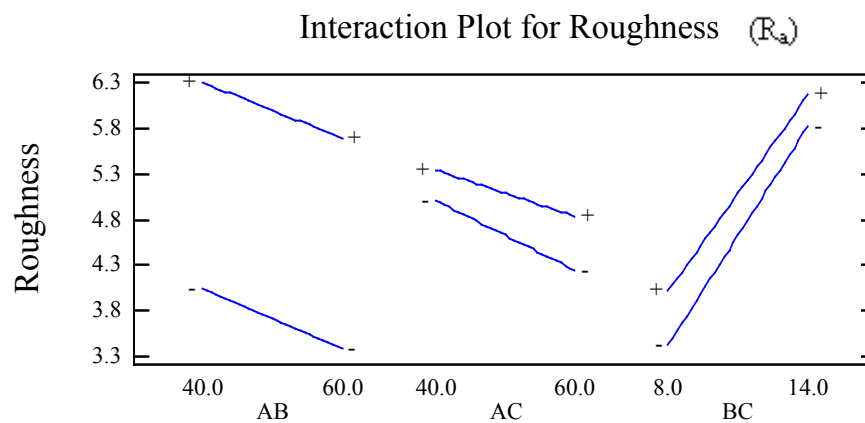
ปัจจัยที่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวไม้ยางพารา คือ ค่าอัตราการป้อน(Feed) มุมงอไบเบียด(Rake Angle) และความลึกในการตัด (Depth) ส่วน Interaction ระหว่างปัจจัยไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวที่ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

2. Main Effects Plot for Roughness



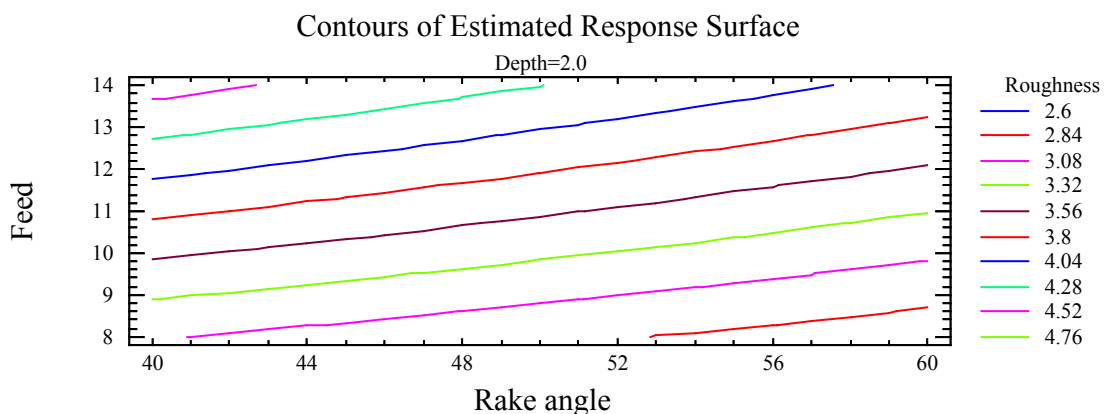
ภาพประกอบที่ ข 17 Main Effects Plot for Roughness

เมื่อค่า Feed และค่า Depth เปลี่ยนแปลงจาก 8.0 ม./นาที เป็น 14 ม./นาทีและ 1.5 มม. เป็น 2.5 มม. จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม้เพิ่มขึ้น แต่เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม้ลดลง



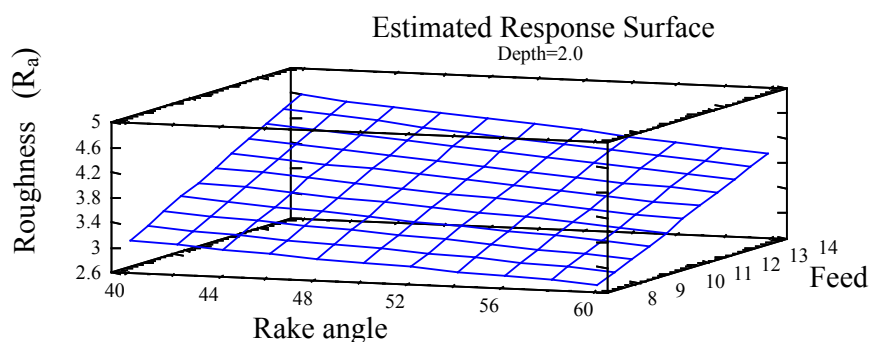
ภาพประกอบที่ ข 18 Interaction Plot for Roughness

สำหรับค่า Feed ที่ 14 ม./นาที (High Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ความขรุขระผิวลดลง และค่าที่ลดลงใกล้เคียงกับค่า Feed ที่ 8 ม./นาที (Low Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา เช่นเดียวกับค่า Depth แต่ความขรุขระผิวเพิ่มขึ้น เมื่อค่า Feed เปลี่ยนแปลงจาก 8 ม./นาที เป็น 14 ม./นาที



ภาพประกอบที่ ๑๙ Contours of Estimate Response Surface

Contour lines มีลักษณะค่อนข้างตรงและขนานกัน แสดงว่า Interaction ระหว่างค่า Feed Rake Angle และ Depth ไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิว

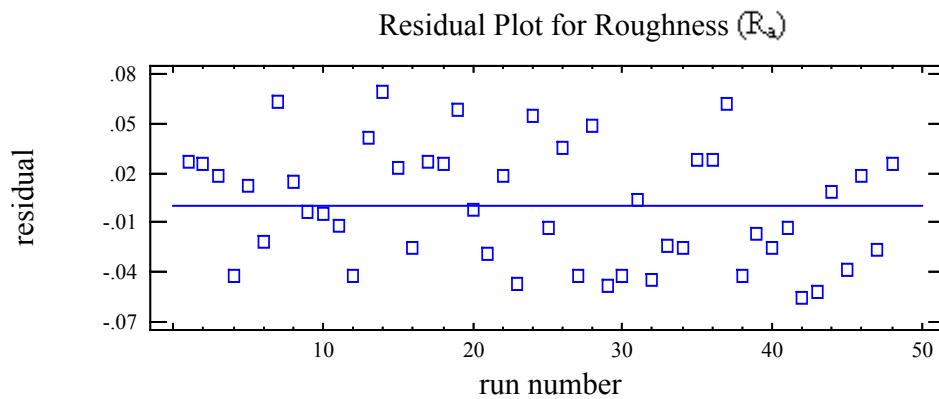


ภาพประกอบที่ ๒๐ Estimate Response Surface

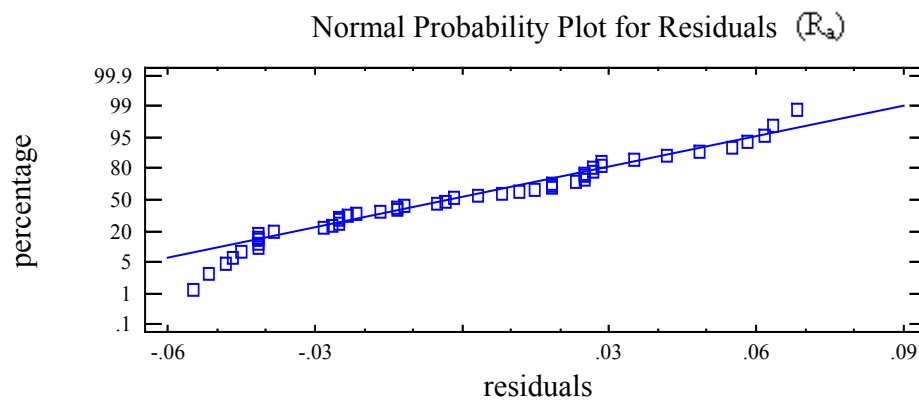
ความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่ามากที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 14 ม./นาที (High Level) Rake Angle เท่ากับ 40 องศา (low Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 2.5 มม. (High Level) ส่วนความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่าน้อยที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 8 ม./นาที (Low Level) Rake Angle เท่ากับ 60 องศา (High Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 1.5 มม. (Low Level)

ภาคผนวก ข 3 การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Statgraphics Plus for Windows Version 4 วัดค่า R_a แนวตามเส้นไม้ (0°)

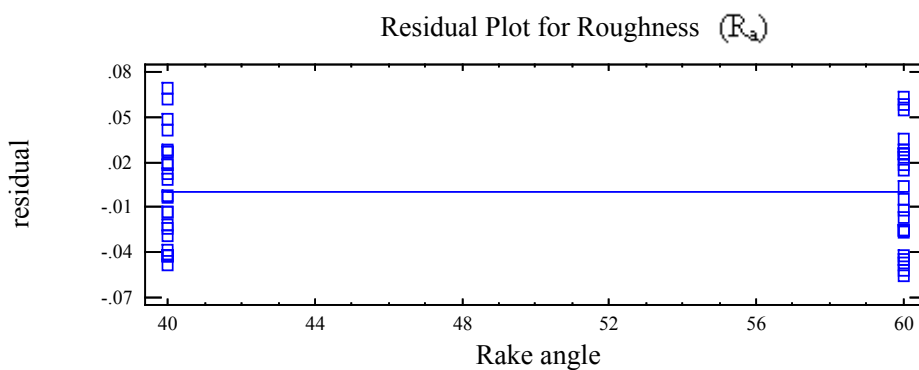
1. Model adequacy Checking



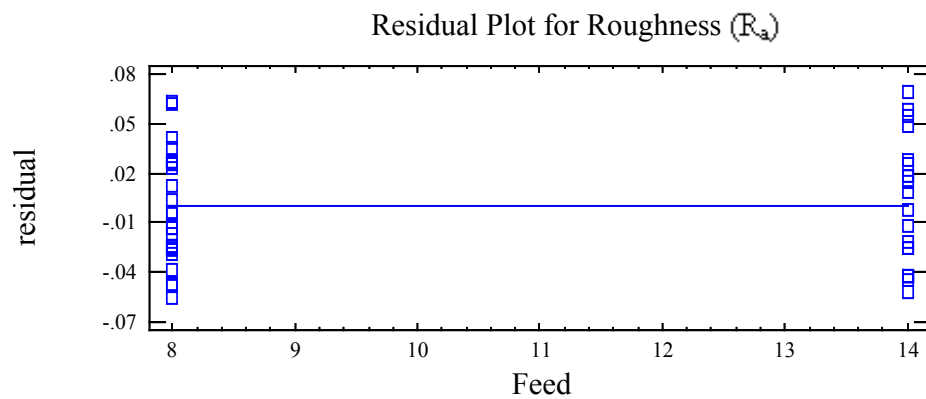
ภาพประกอบที่ ข 21 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล



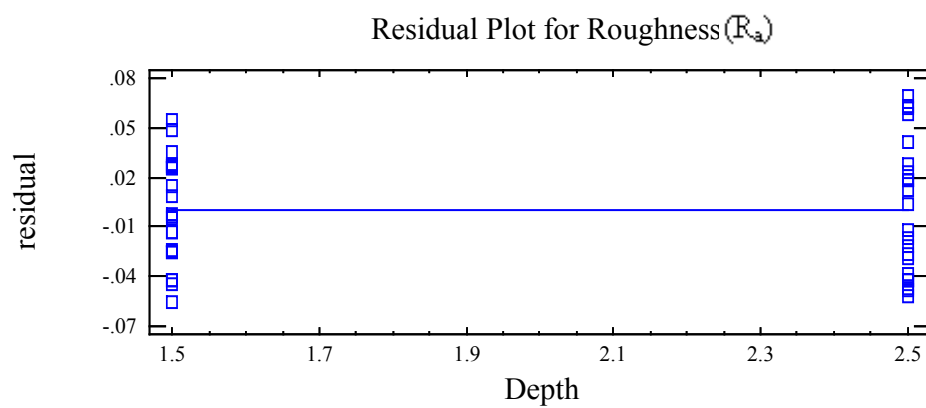
ภาพประกอบที่ ข 22 การกระจายข้อมูลแบบ Normal



ภาพประกอบที่ ข 23 ตรวจสอบความแปรปรวนของ Rake Angle

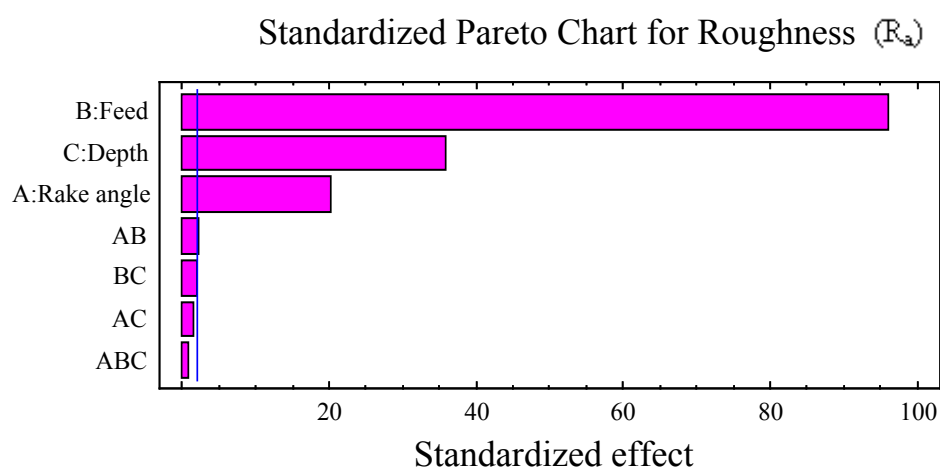


ภาพประกอบที่ ข 24 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed



ภาพประกอบที่ ข 25 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth

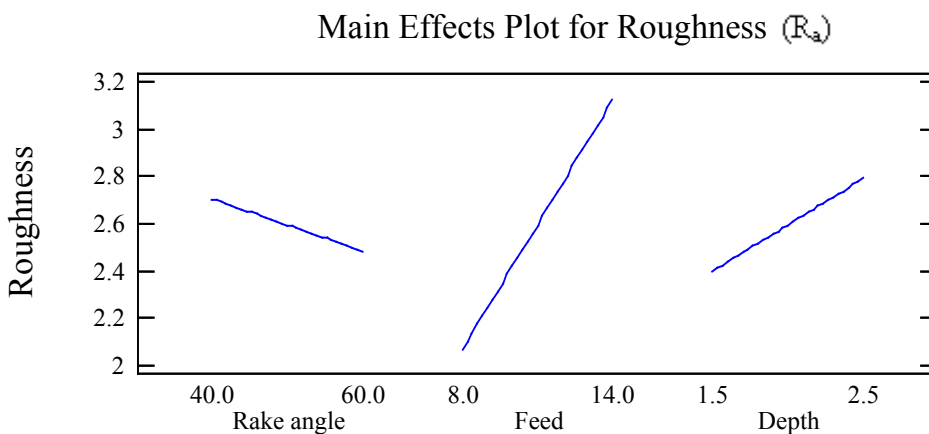
2. Standardized Pareto Chart for Roughness



ภาพประกอบที่ ข 26 Standardized Pareto Chart for Roughness

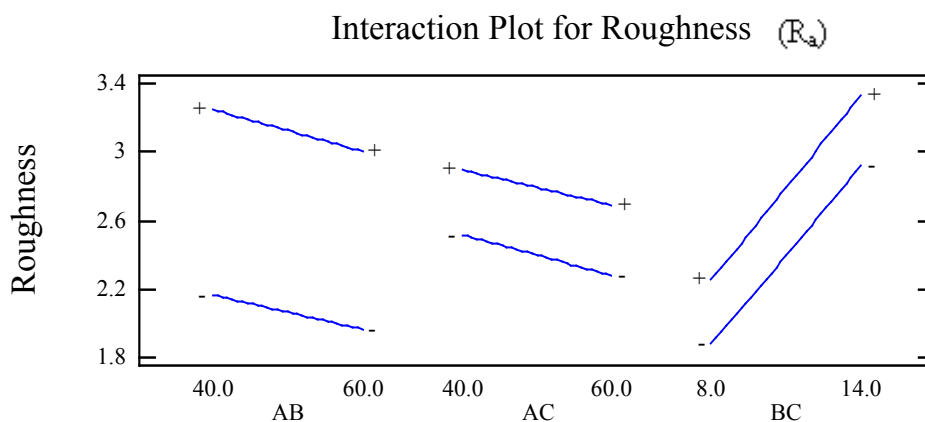
ปัจจัยที่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวไม่อย่างพารา คือ ค่าอัตราการป้อน(Feed) มุมงอไบเบียด(Rake Angle) และความลึกในการตัด (Depth) ส่วน Interaction ระหว่างปัจจัยไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวที่ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

3. Main Effects Plot for Roughness



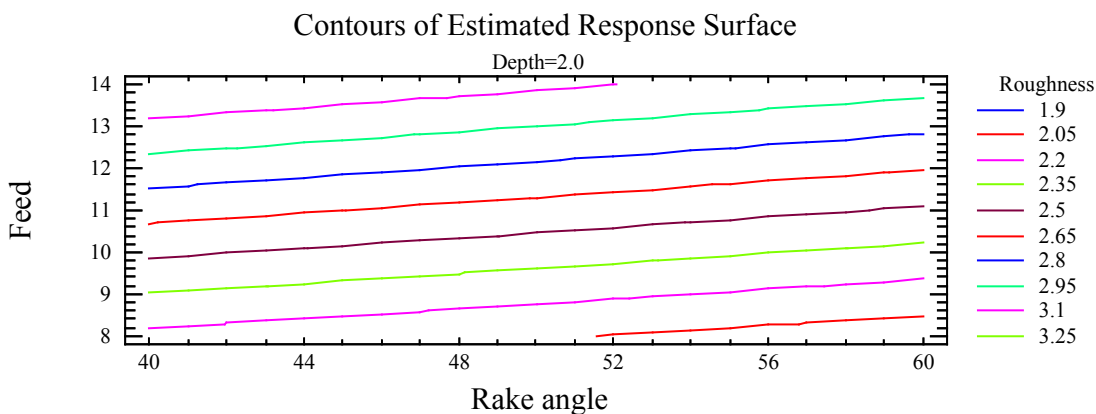
ภาพประกอบที่ ๗ 27 Main Effects Plot for Roughness

เมื่อค่า Feed และค่า Depth เปลี่ยนแปลงจาก 8.0 ม./นาที เป็น 14 ม./นาทีและ 1.5 มม. เป็น 2.5 มม. จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่ลดลง



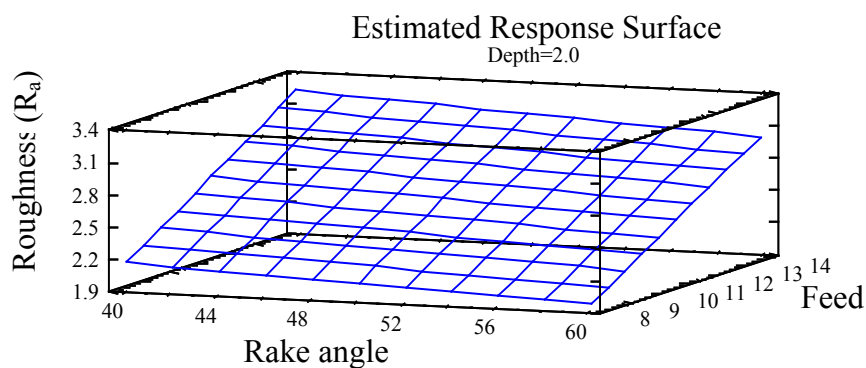
ภาพประกอบที่ ๗ 28 Interaction Plot for Roughness

สำหรับค่า Feed ที่ 14 ม./นาที (High Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ความขรุขระผิวลดลง และค่าที่ลดลงใกล้เคียงกับค่า Feed ที่ 8 ม./นาที (Low Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา เช่นเดียวกับค่า Depth แต่ความขรุขระผิวเพิ่มขึ้น เมื่อค่า Feed เปลี่ยนแปลงจาก 8 ม./นาที เป็น 14 ม./นาที



ภาพประกอบที่ ๒๙ Contours of Estimate Response Surface

Contour lines มีลักษณะค่อนข้างตรงและขนานกัน แสดงว่า Interaction ระหว่างค่า Feed Rake Angle และ Depth ไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิว

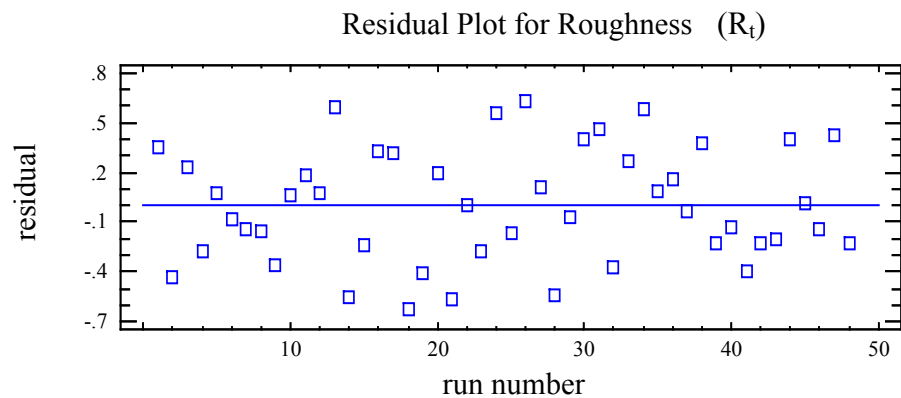


ภาพประกอบที่ ๓๐ Estimate Response Surface

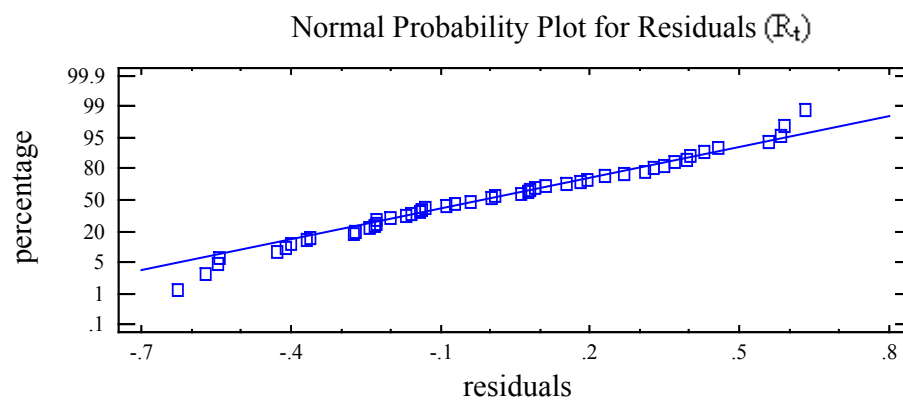
ความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่ามากที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 14 ม./นาที (High Level) Rake Angle เท่ากับ 40 องศา (low Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 2.5 มม. (High Level) ส่วนความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่าน้อยที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 8 ม./นาที (Low Level)

ภาคผนวก ข 4 การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Statgraphics Plus for Windows Version 4 วัดค่า R_t แนวขวางเส้นไม้ (90°)

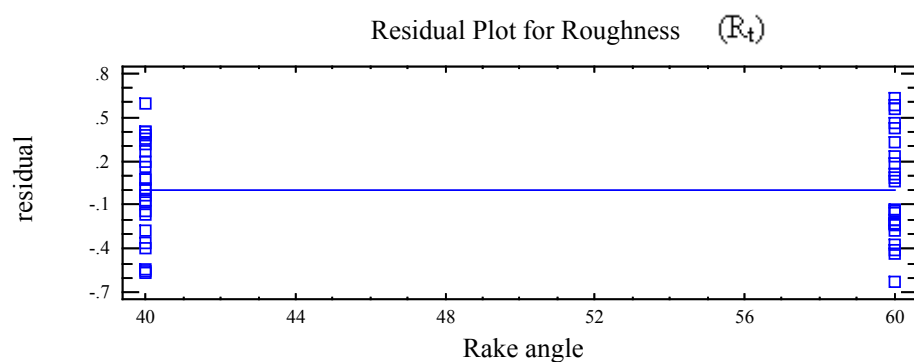
1. Model adequacy Checking



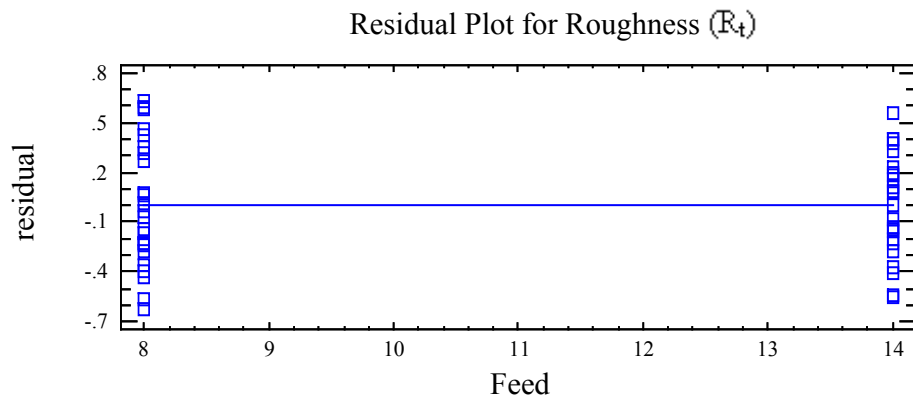
ภาพประกอบที่ ข 31 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล



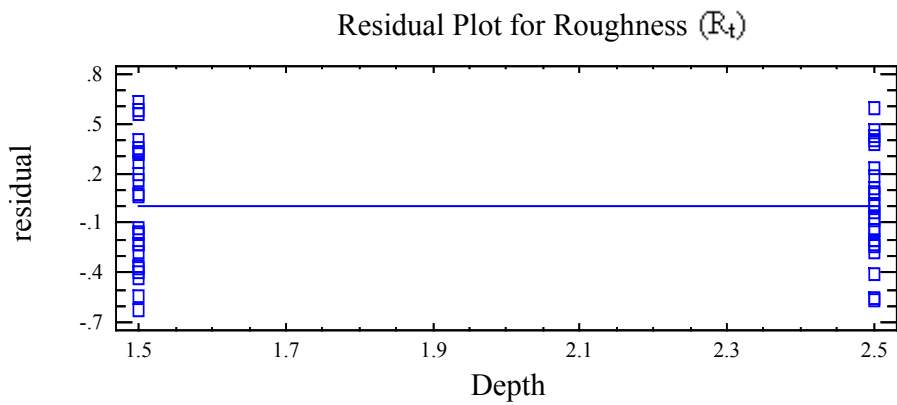
ภาพประกอบที่ ข 32 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูลแบบ Normal



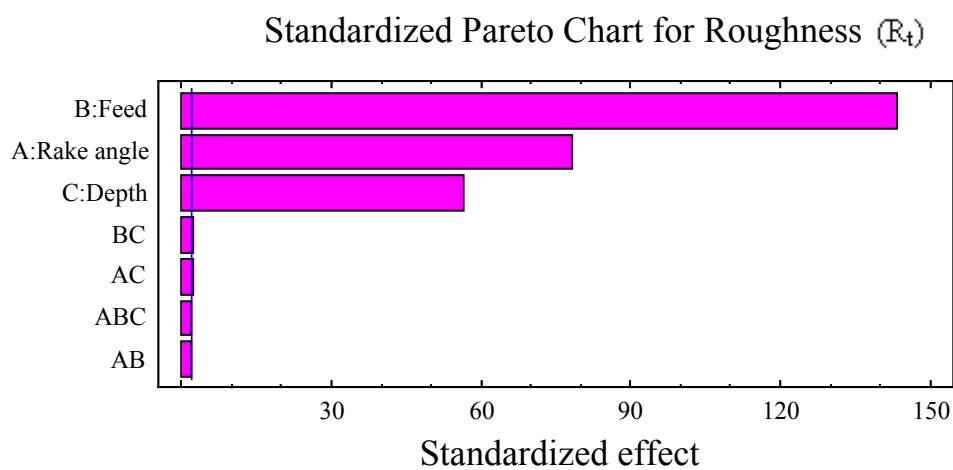
ภาพประกอบที่ ข 33 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle



ภาพประกอบที่ ๓๔ ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed

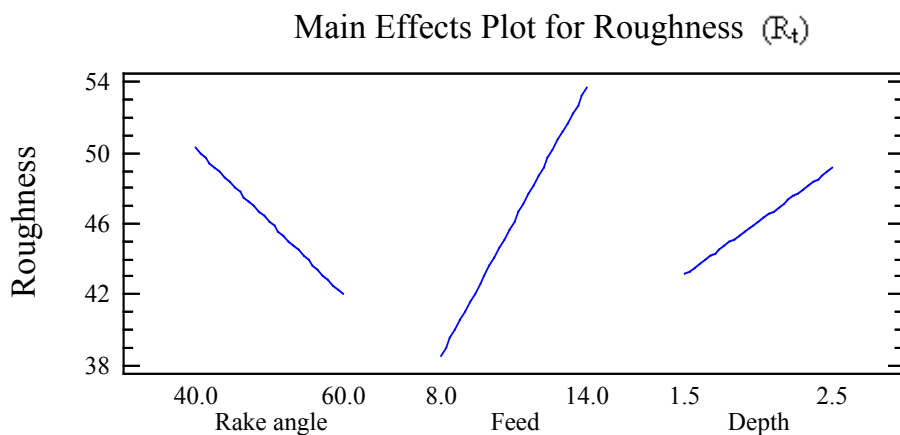


ภาพประกอบที่ ๓๕ ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth



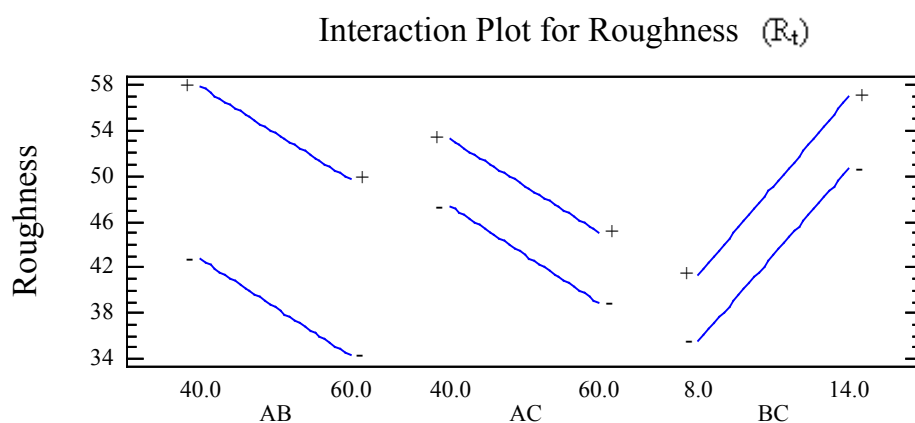
ภาพประกอบที่ ๓๖ Standardized Pareto Chart for Roughness

ปัจจัยที่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวไม่อย่างพารา คือ ค่าอัตราการป้อน(Feed) มุมเงยใบมีด (Rake Angle) และความลึกในการตัด (Depth) ส่วน Interaction ระหว่างปัจจัยไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวที่ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05



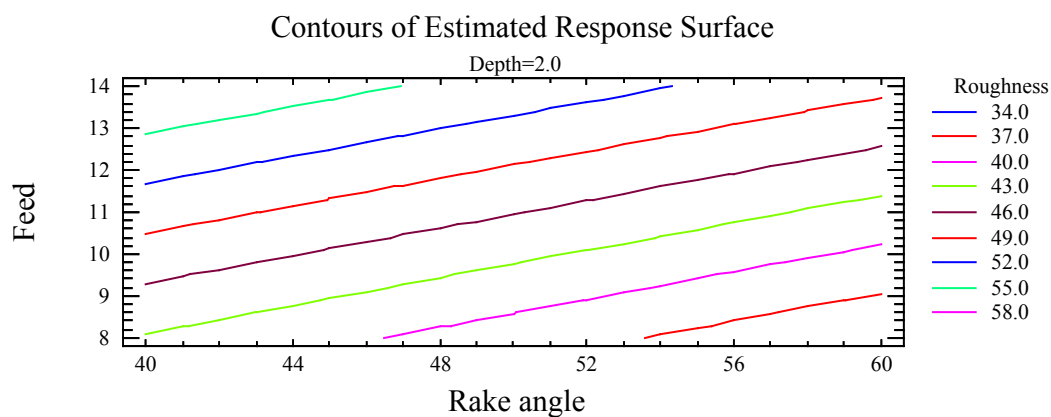
ภาพประกอบที่ ๓๗ Main Effects Plot for Roughness

เมื่อค่า Feed และค่า Depth เปลี่ยนแปลงจาก 8.0 ม./นาที เป็น 14 ม./นาทีและ 1.5 มม. เป็น 2.5 มม. จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่ลดลง



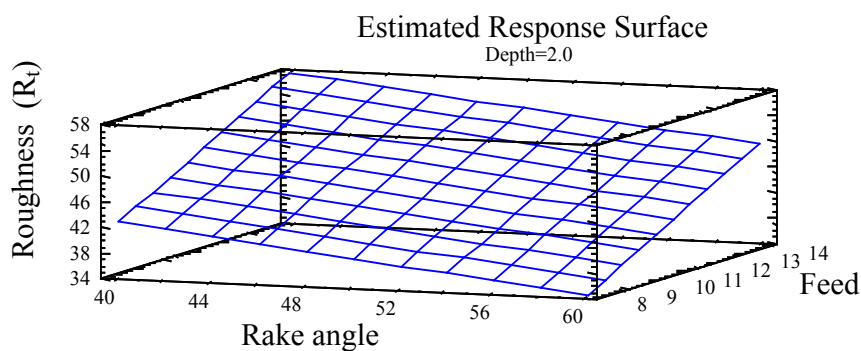
ภาพประกอบที่ ๓๘ Interaction Plot for Roughness

สำหรับค่า Feed ที่ 14 ม./นาที (High Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ความขรุขระผิวลดลง และค่าที่ลดลงใกล้เคียงกับค่า Feed ที่ 8 ม./นาที (Low Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา



ภาพประกอบที่ ๓๙ Contours of Estimate Response Surface

Contour lines มีลักษณะค่อนข้างตรงและขนานกัน แสดงว่า Interaction ระหว่างค่า Feed Rake Angle และ Depth ไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิว

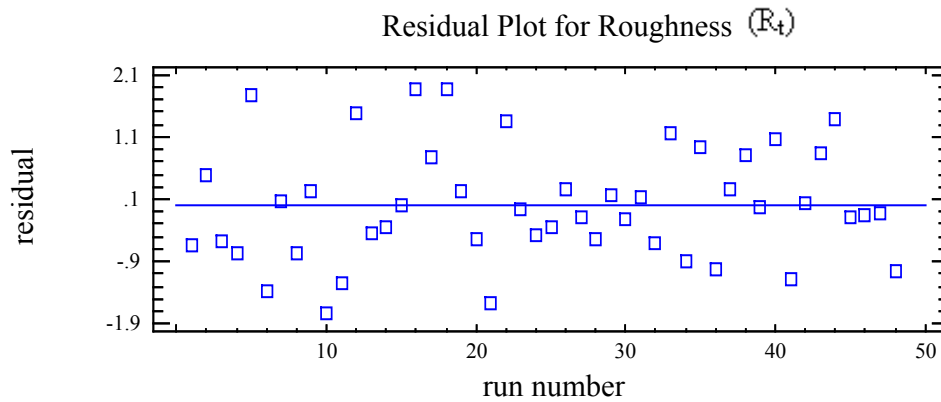


ภาพประกอบที่ ๔๐ Estimate Response Surface

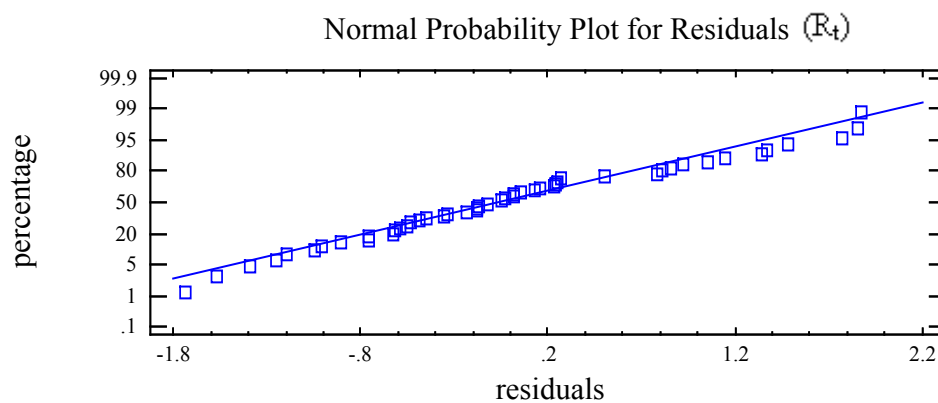
ความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่ามากที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 14 ม./นาที (High Level) Rake Angle เท่ากับ 40 องศา (low Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 2.5 มม. (High Level) ส่วนความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่าน้อยที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 8 ม./นาที (Low Level)

ภาคผนวก ข 5 การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Statgraphics Plus for Windows Version 4 วัดค่า R_t แนวขวางเส้นไม้ (45°)

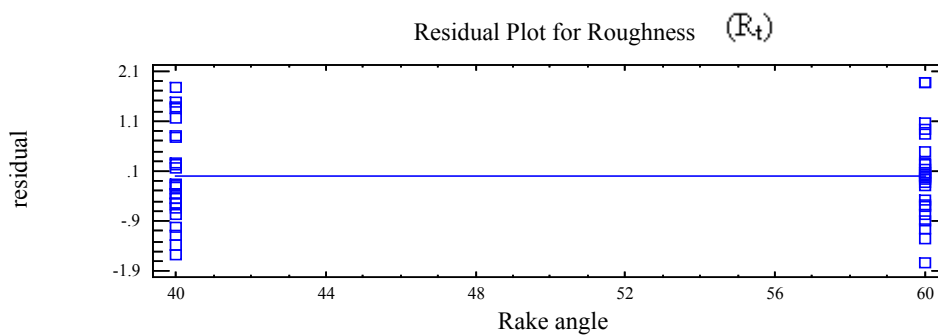
1. Model adequacy Checking



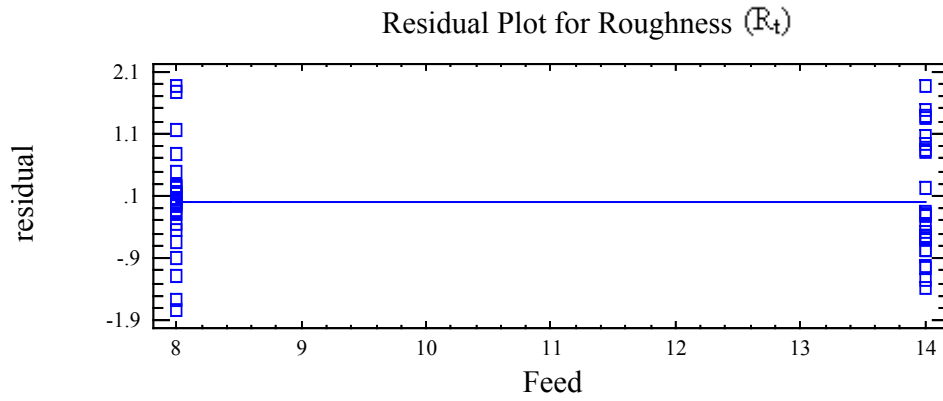
ภาพประกอบที่ ข 41 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล



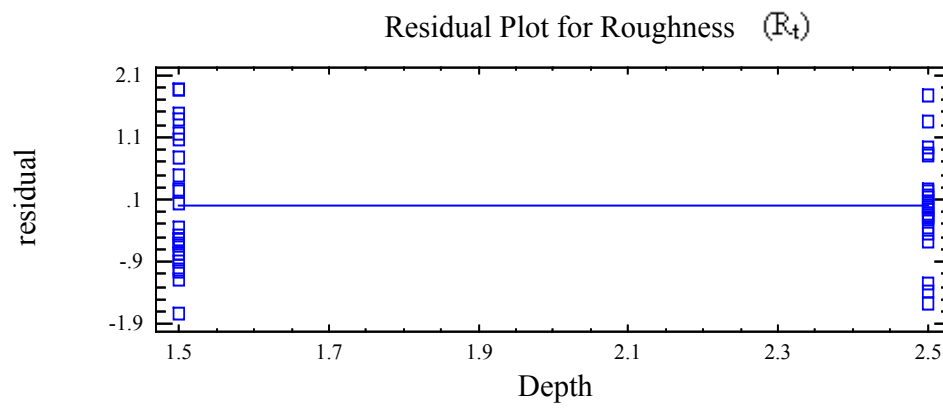
ภาพประกอบที่ ข 42 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูลเป็นแบบ Normal



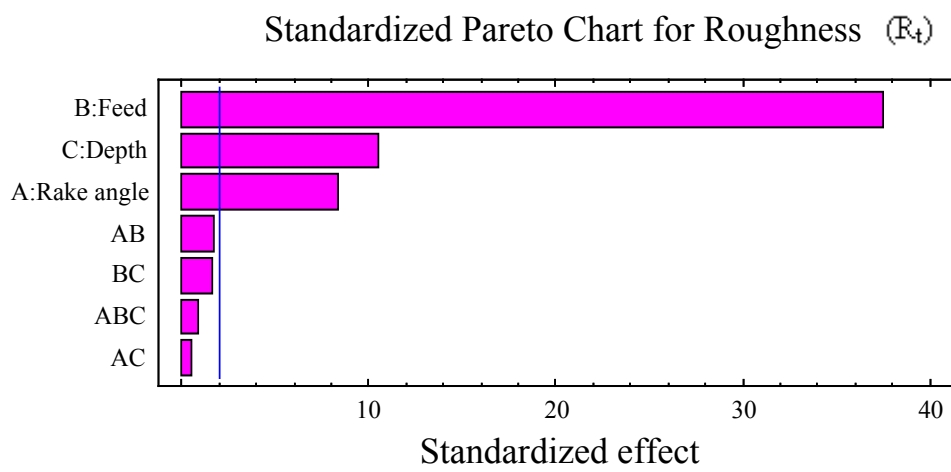
ภาพประกอบที่ ข 43 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle



ภาพประกอบที่ ๔๔ ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed

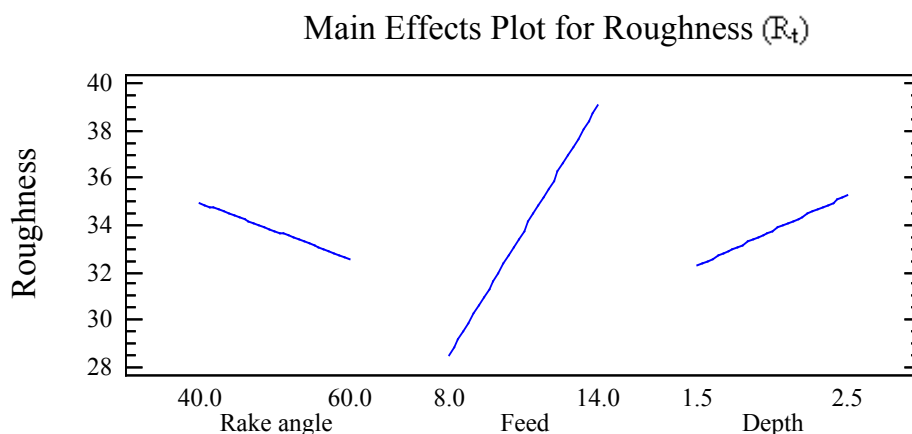


ภาพประกอบที่ ๔๕ ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth



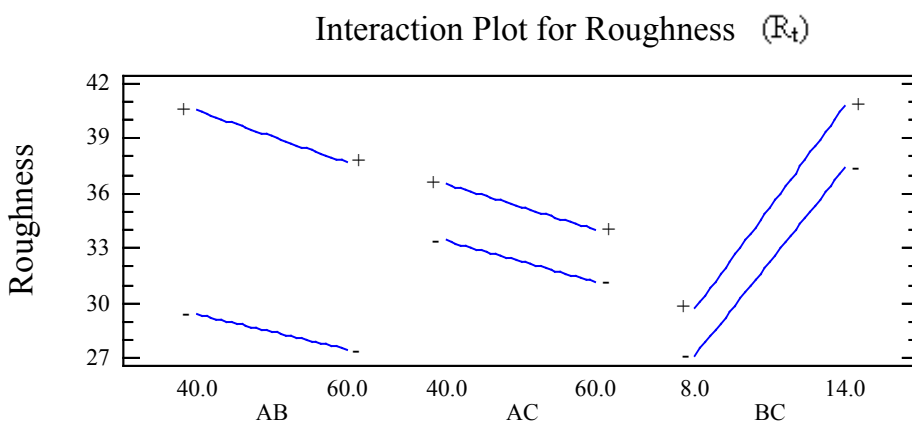
ภาพประกอบที่ ๔๖ Standardized Pareto Chart for Roughness

ปัจจัยที่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวไม่อย่างพารา คือ ค่าอัตราการป้อน(Feed) มุมเงยใบมีด (Rake Angle) และความลึกในการตัด (Depth) ส่วน Interaction ระหว่างปัจจัยไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวที่ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05



ภาพประกอบที่ ๗ 47 Main Effects Plot for Roughness

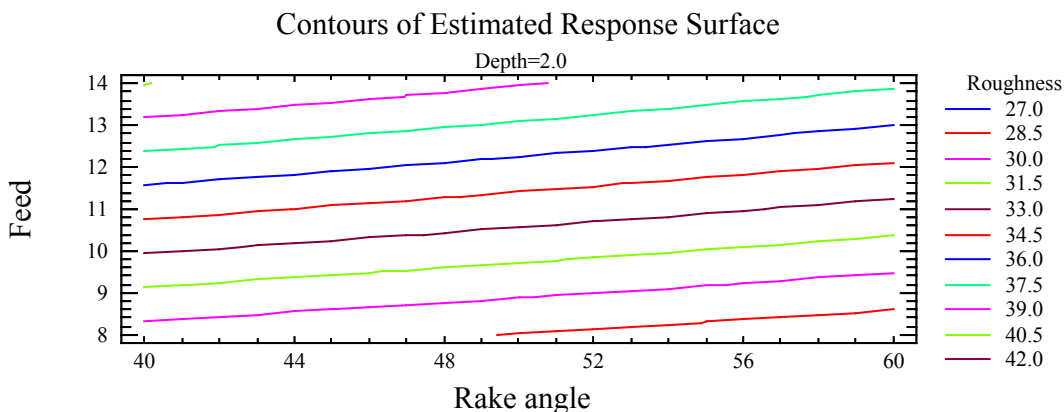
เมื่อค่า Feed และค่า Depth เปลี่ยนแปลงจาก 8.0 ม./นาที เป็น 14 ม./นาทีและ 1.5 มม. เป็น 2.5 มม. จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่ลดลง



ภาพประกอบที่ ๗ 48 Interaction Plot for Roughness

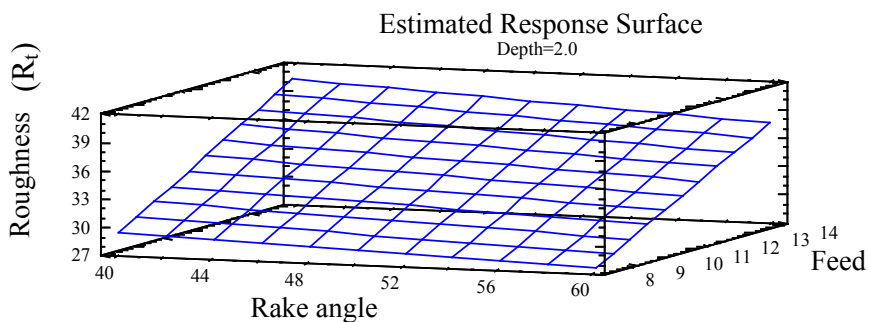
สำหรับค่า Feed ที่ 14 ม./นาที (High Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ความขรุขระผิวลดลง และค่าที่ลดลงใกล้เคียงกับค่า Feed ที่ 8 ม./นาที

(Low Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา เช่นเดียวกับค่า Depth แต่ความขรุขระผิวเพิ่มขึ้น เมื่อค่า Feed เปลี่ยนแปลงจาก 8 ม./นาที เป็น 14 ม./นาที



ภาพประกอบที่ ๔๙ Contours of Estimate Response Surface

Contour lines มีลักษณะค่อนข้างตรงและขนานกัน แสดงว่า Interaction ระหว่างค่า Feed Rake Angle และ Depth ไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิว

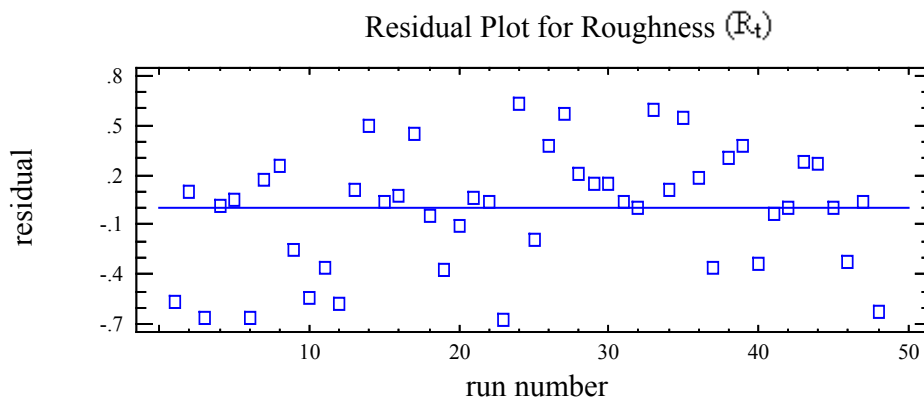


ภาพประกอบที่ ๕๐ Estimate Response Surface

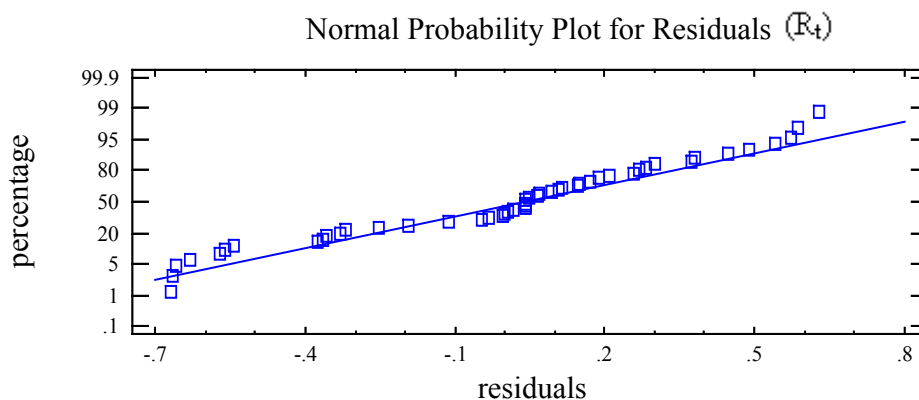
ความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่ามากที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 14 ม./นาที (High Level) Rake Angle เท่ากับ 40 องศา (low Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 2.5 มม. (High Level) ส่วนความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่าน้อยที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 8 ม./นาที (Low Level) Rake Angle เท่ากับ 60 องศา (High Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 1.5 มม. (Low Level)

ภาคผนวก ข 6 การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Statgraphics Plus for Windows Version 4 วัดค่า R_t แนวตามเส้นไม้ (0°)

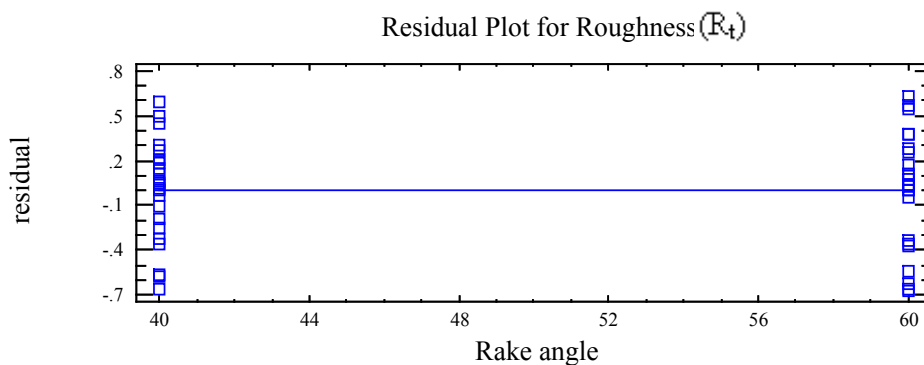
1. Model adequacy Checking



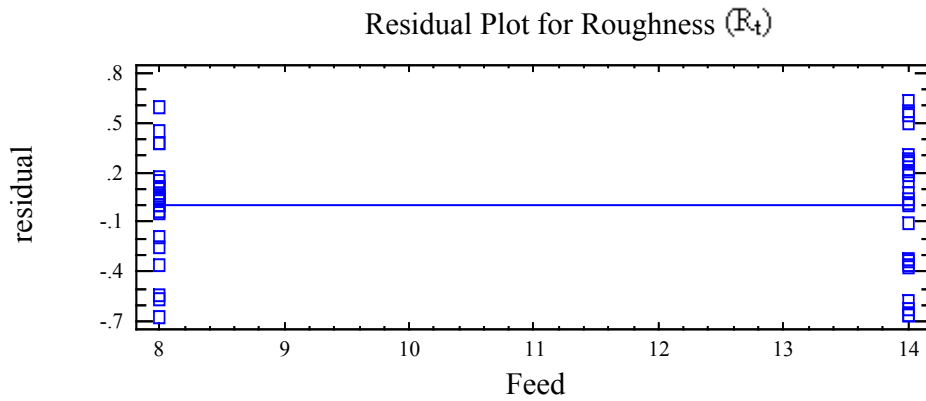
ภาพประกอบที่ ข 51 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล



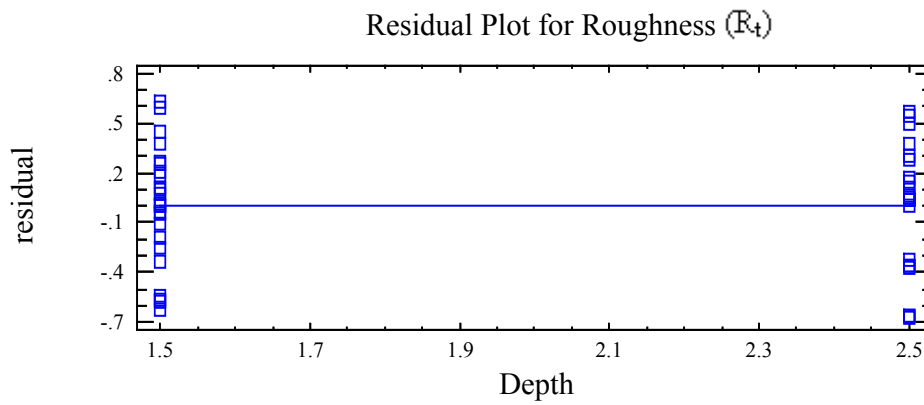
ภาพประกอบที่ ข 52 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูลเป็นแบบ Normal



ภาพประกอบที่ ข 53 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle

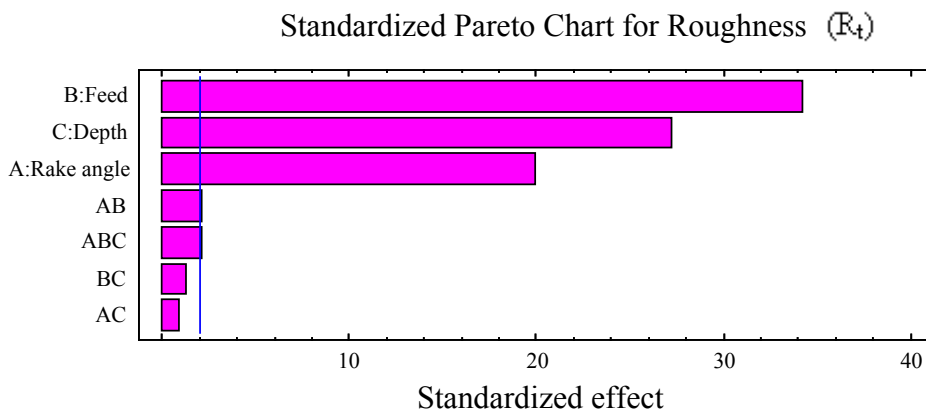


ภาพประกอบที่ ข 54 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของค่า Feed



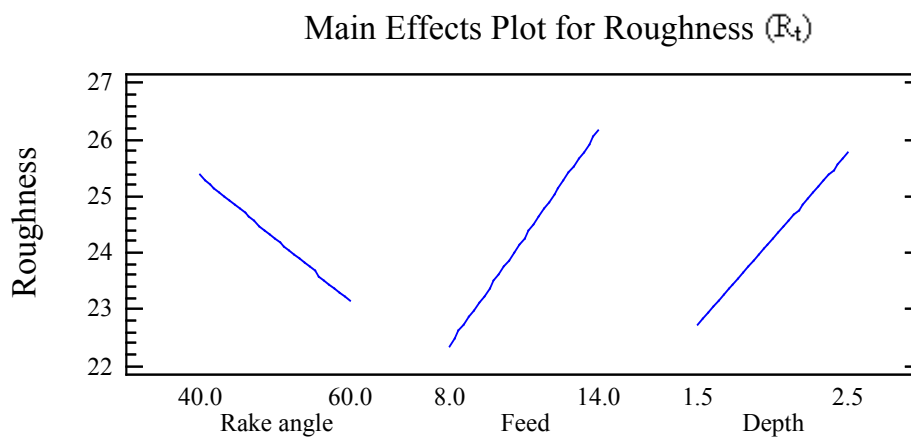
ภาพประกอบที่ ข 55 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของค่า Feed

2. Standardized Pareto Chart for Roughness



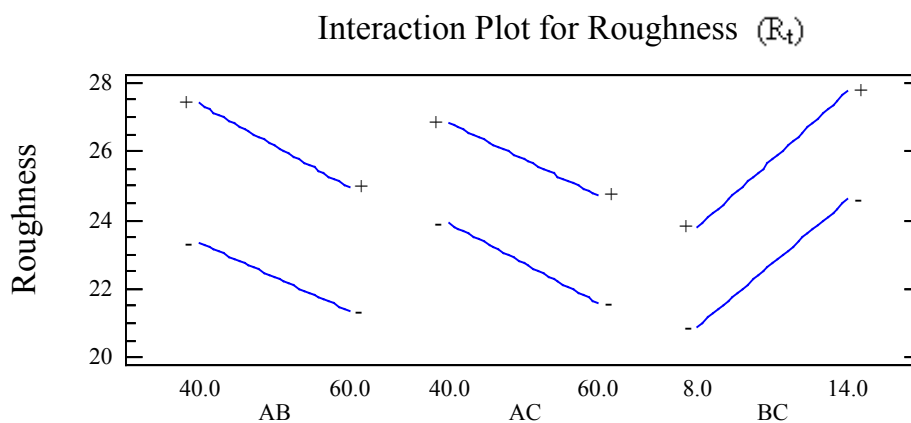
ภาพประกอบที่ ข 56 Standardized Pareto Chart for Roughness

ปัจจัยที่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวไม่อย่างพารา คือ ค่าอัตราการป้อน(Feed) มุมเงยใบมีด (Rake Angle) และความลึกในการตัด (Depth) ส่วน Interaction ระหว่างปัจจัยไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวที่ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05



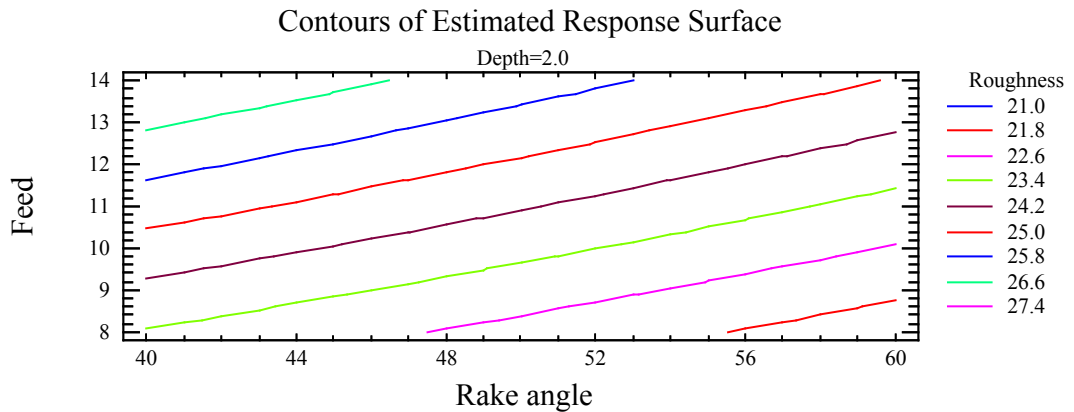
ภาพประกอบที่ 57 Main Effects Plot for Roughness

เมื่อค่า Feed และค่า Depth เปลี่ยนแปลงจาก 8.0 ม./นาที เป็น 14 ม./นาทีและ 1.5 มม. เป็น 2.5 มม. จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่ลดลง



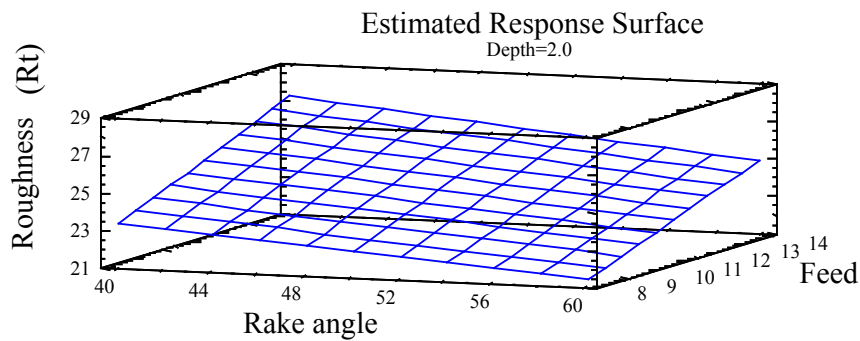
ภาพประกอบที่ 58 Interaction Plot for Roughness

สำหรับค่า Feed ที่ 14 ม./นาที (High Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ความขรุขระผิวลดลง และค่าที่ลดลงใกล้เคียงกับค่า Feed ที่ 8 ม./นาที (Low Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา เช่นเดียวกับค่า Depth แต่ความขรุขระผิวเพิ่มขึ้น เมื่อค่า Feed เปลี่ยนแปลงจาก 8 ม./นาที เป็น 14 ม./นาที



ภาพประกอบที่ 59 Contours of Estimate Response Surface

Contour lines มีลักษณะค่อนข้างตรงและขนานกัน แสดงว่า Interaction ระหว่างค่า Feed Rake Angle และ Depth ไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิว

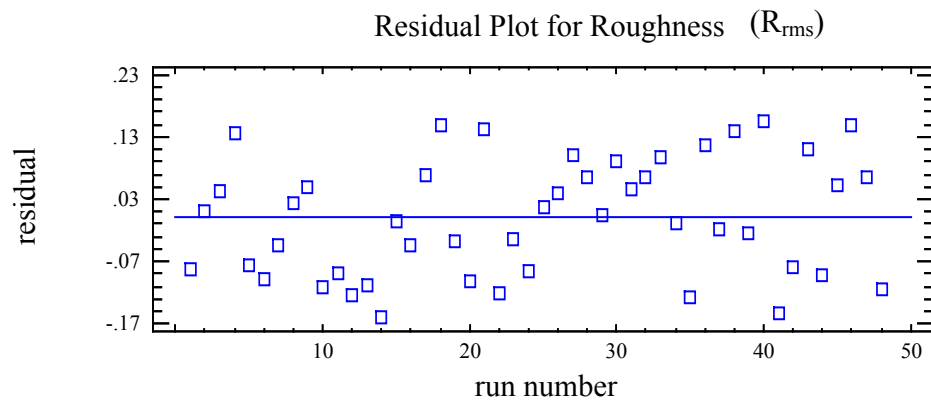


ภาพประกอบที่ 60 Estimate Response Surface

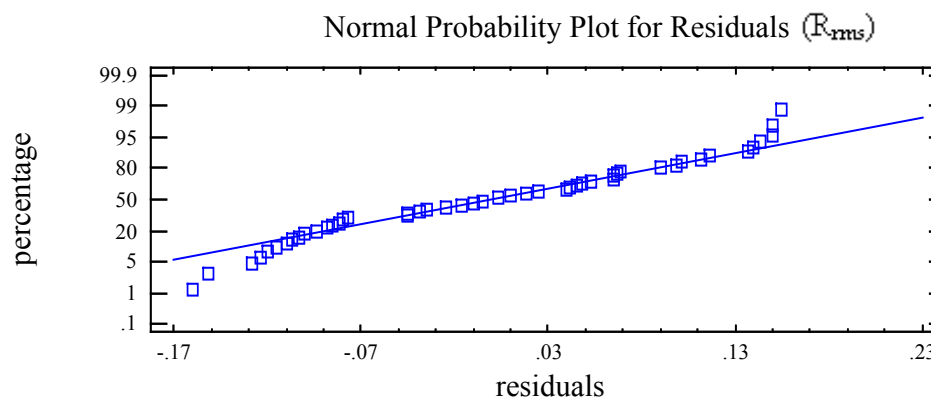
ความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่ามากที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 14 ม./นาที (High Level) Rake Angle เท่ากับ 40 องศา (low Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 2.5 มม. (High Level) ส่วนความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่าน้อยที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 8 ม./นาที (Low Level) Rake Angle เท่ากับ 60 องศา (High Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 1.5 มม. (Low Level)

ภาคผนวก ข 8 การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Statgraphics Plus for Windows Version 4 วัดค่า R_{rms} แนวขวางเส้นไม้ (90°)

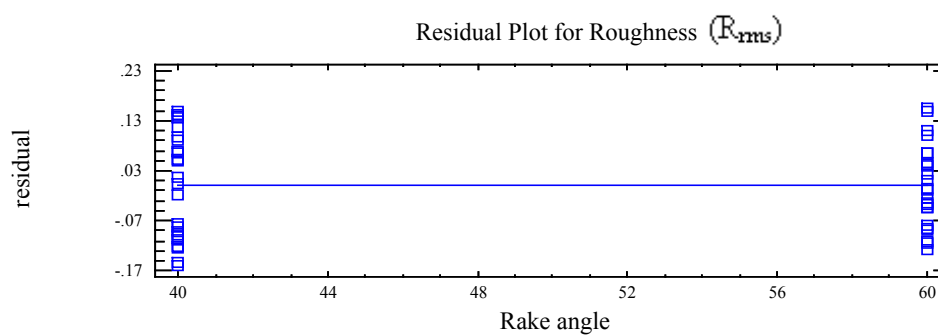
1. Model adequacy Checking



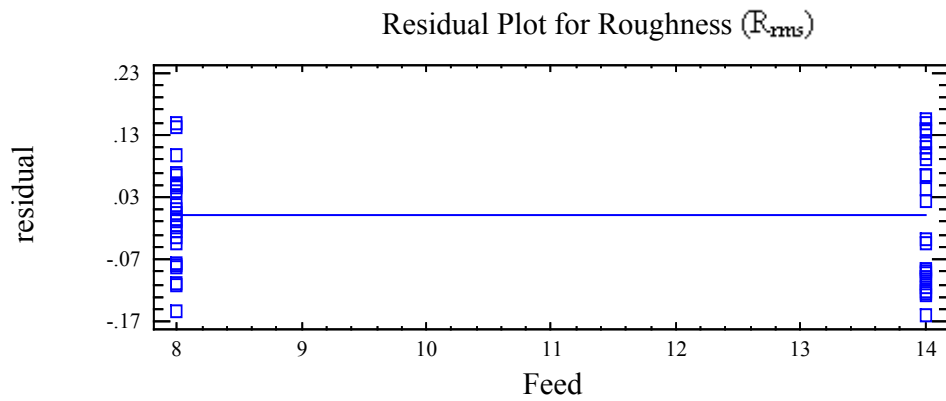
ภาพประกอบที่ ข 61 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล



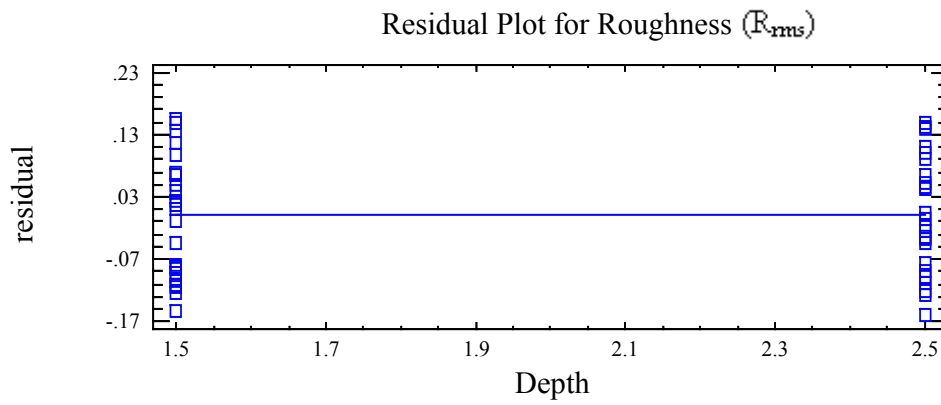
ภาพประกอบที่ ข 62 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูลเป็นแบบ Normal



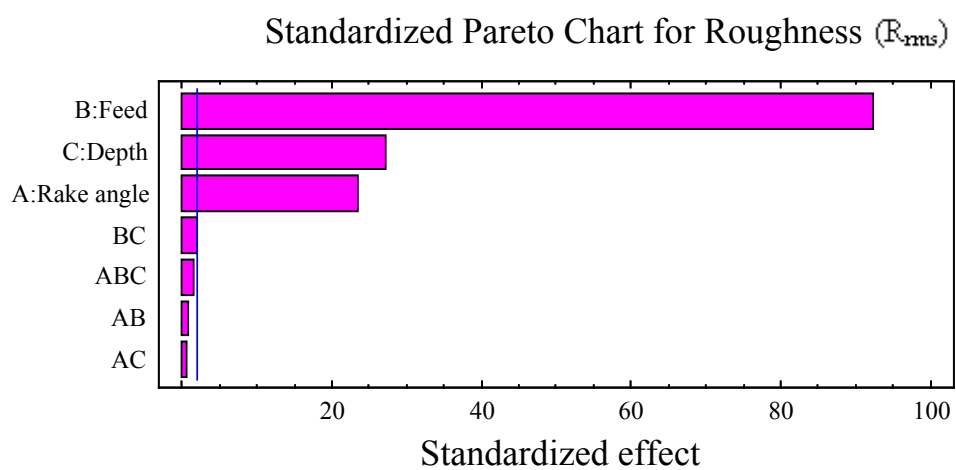
ภาพประกอบที่ ข 63 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle



ภาพประกอบที่ ข 64 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed

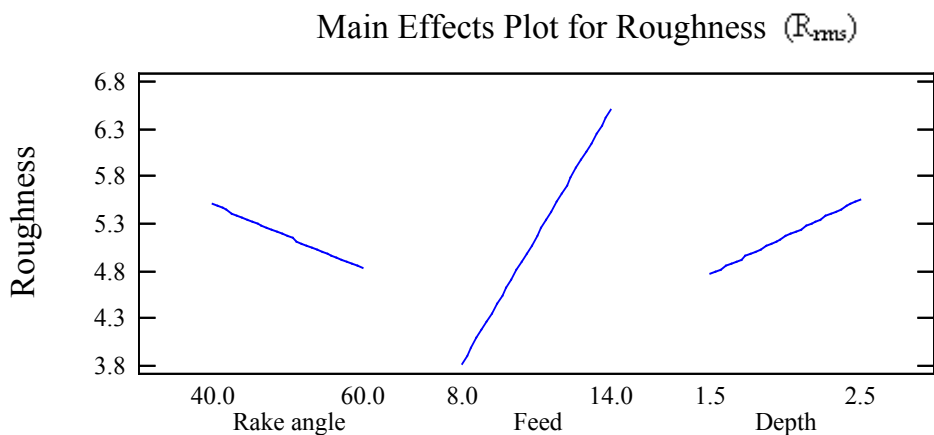


ภาพประกอบที่ ข 65 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth



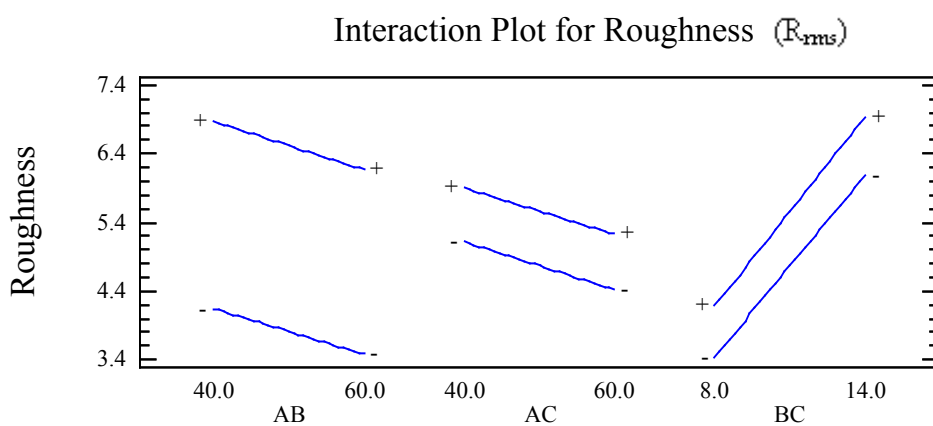
ภาพประกอบที่ ข 66 Standardized Pareto Chart for Roughness

ปัจจัยที่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวไม่อย่างพารา คือ ค่าอัตราการป้อน(Feed) มุมเงยใบมีด (Rake Angle) และความลึกในการตัด (Depth) ส่วน Interaction ระหว่างปัจจัยไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวที่ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05



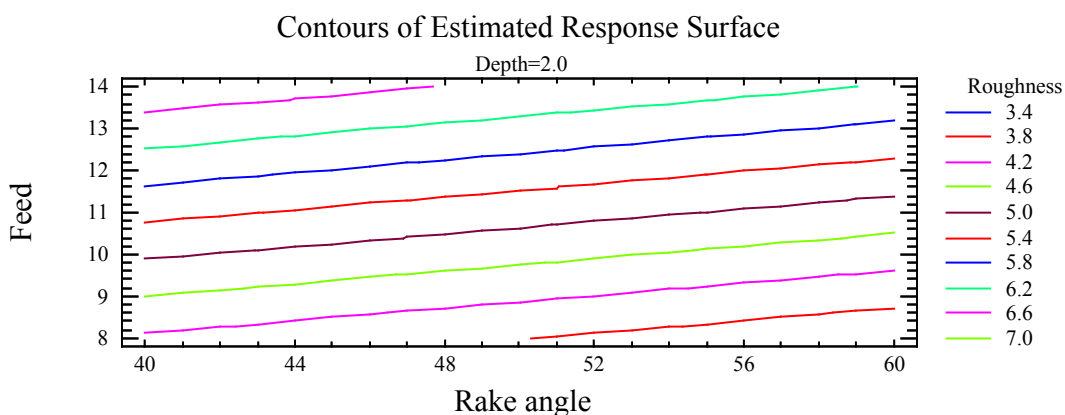
ภาพประกอบที่ ๖7 Main Effects Plot for Roughness

เมื่อค่า Feed และค่า Depth เปลี่ยนแปลงจาก 8.0 ม./นาที เป็น 14 ม./นาทีและ 1.5 มม. เป็น 2.5 มม. จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่ลดลง



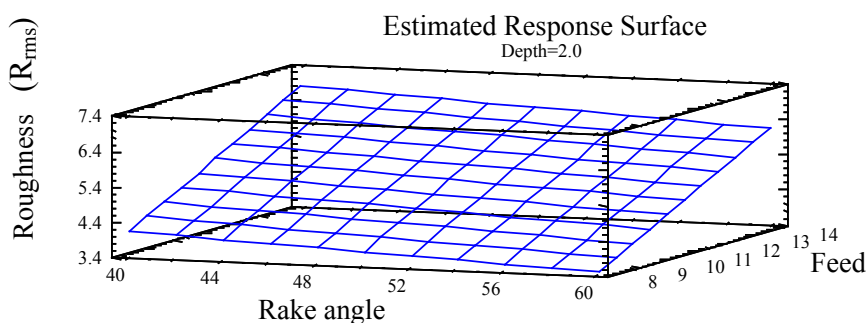
ภาพประกอบที่ ๖8 Interaction Plot for Roughness

สำหรับค่า Feed ที่ 14 ม./นาที (High Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ความขรุขระผิวลดลง และค่าที่ลดลงใกล้เคียงกับค่า Feed ที่ 8 ม./นาที (Low Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา



ภาพประกอบที่ ๗ 69 Contours of Estimate Response Surface

Contour lines มีลักษณะค่อนข้างตรงและขนานกัน แสดงว่า Interaction ระหว่างค่า Feed Rake Angle และ Depth ไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิว

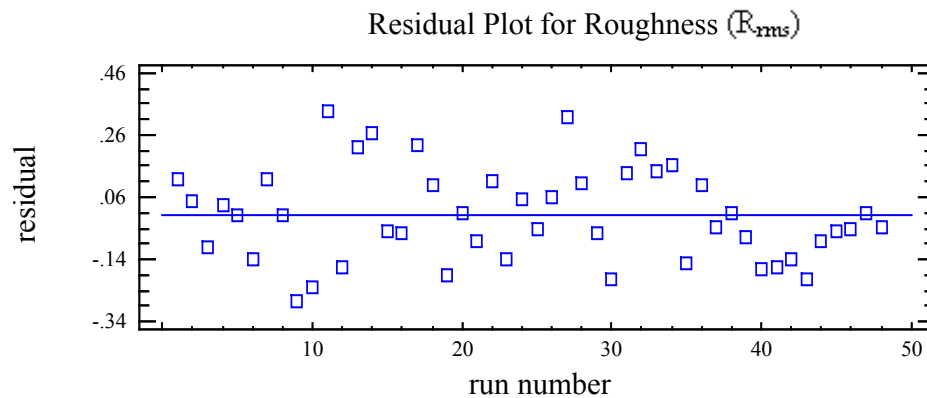


ภาพประกอบที่ ๗ 70 Estimate Response Surface

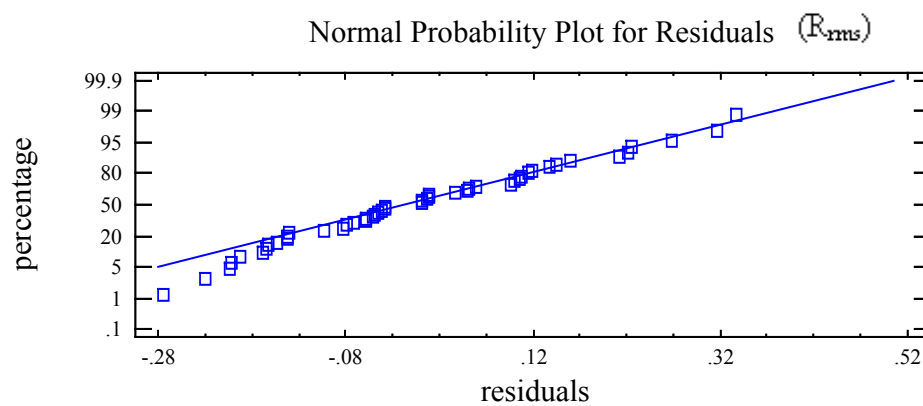
ความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่ามากที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 14 ม./นาที (High Level) Rake Angle เท่ากับ 40 องศา (low Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 2.5 มม. (High Level) ส่วนความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่าน้อยที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 8 ม./นาที (Low Level) Rake Angle เท่ากับ 60 องศา (High Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 1.5 มม. (Low Level)

ภาคผนวก ข 9 การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Statgraphics Plus for Windows Version 4 วัดค่า R_{rms} แนวขวางเส้นไม้ (45°)

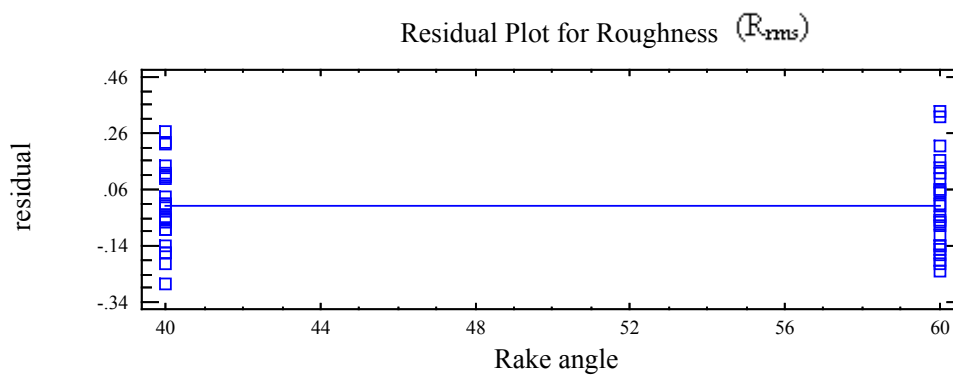
1. Model adequacy Checking



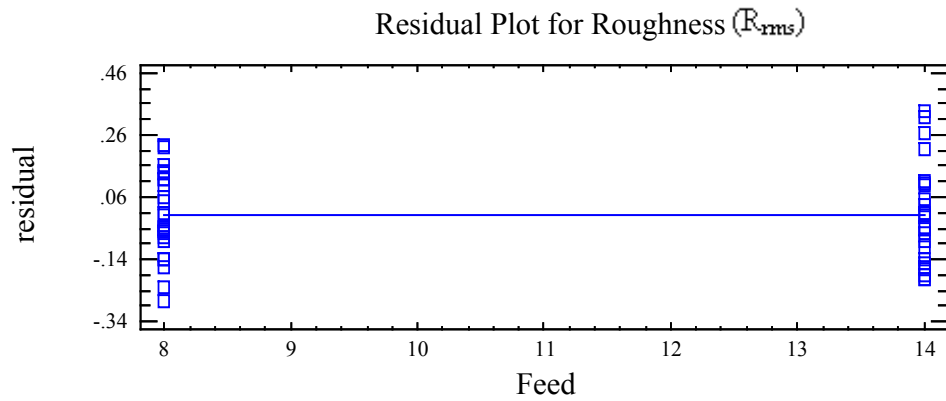
ภาพประกอบที่ ข 71 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล



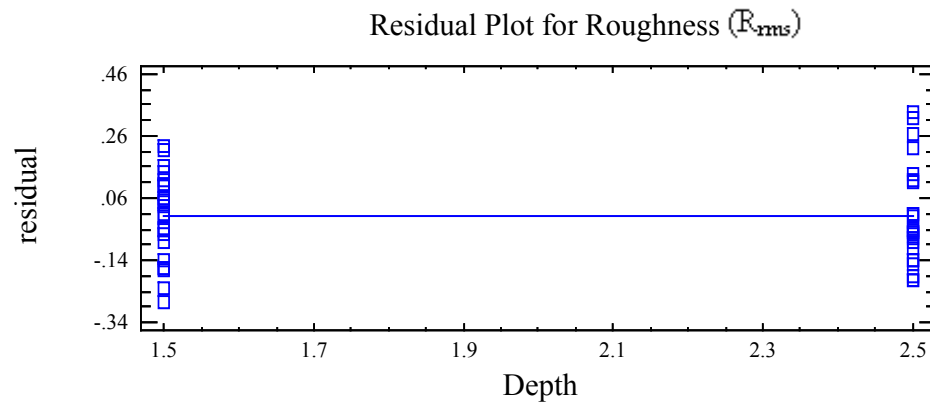
ภาพประกอบที่ ข 72 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูลเป็นแบบ Normal



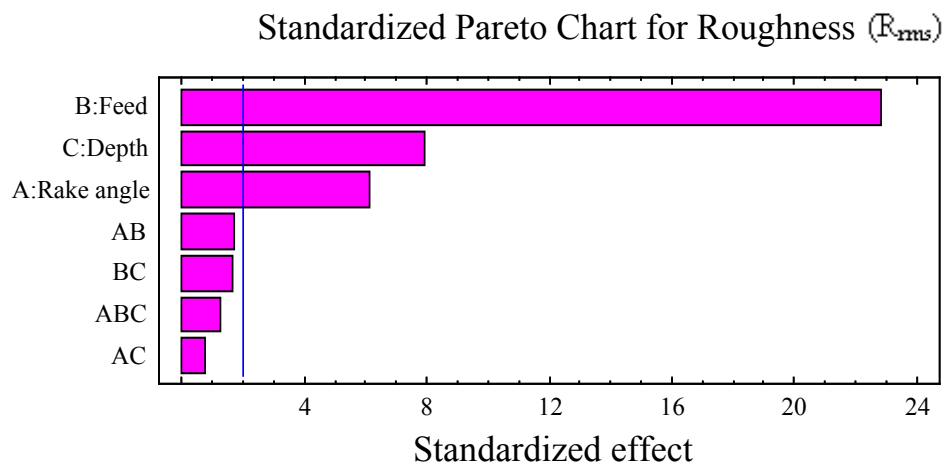
ภาพประกอบที่ ข 73 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle



ภาพประกอบที่ ๗ 74 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed

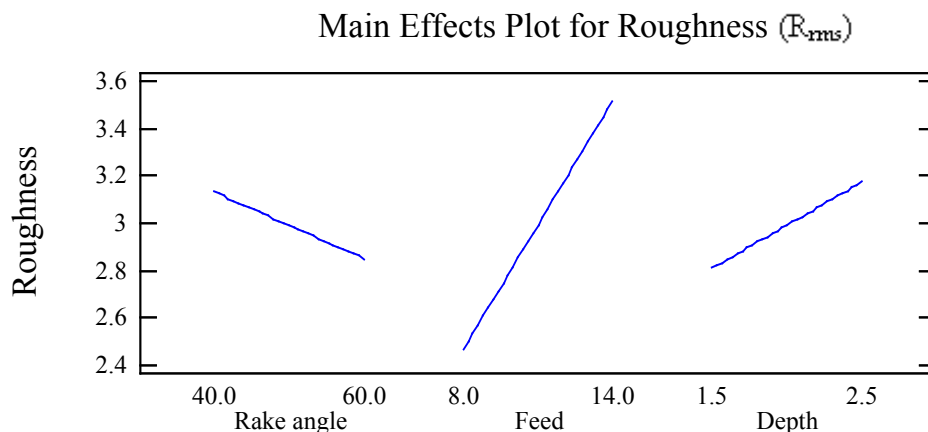


ภาพประกอบที่ ๗ 75 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth



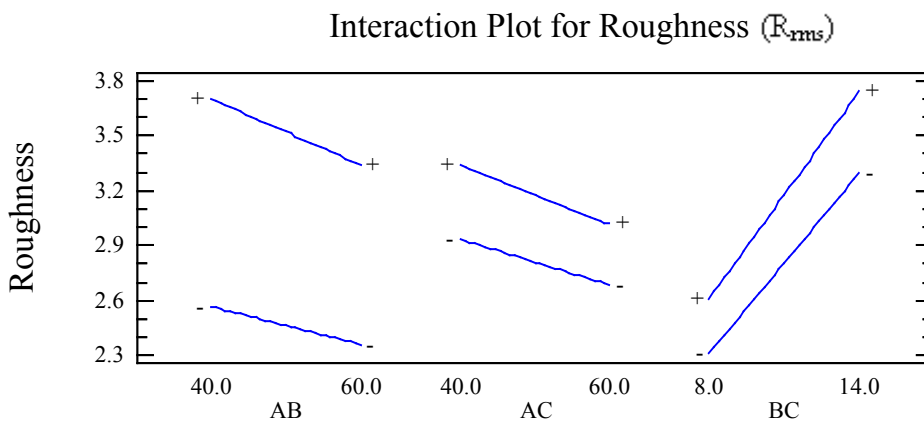
ภาพประกอบที่ ๗ 76 Standardized Pareto Chart for Roughness

ปัจจัยที่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวไม่อย่างพารา คือ ค่าอัตราการป้อน(Feed) มุมเงยใบมีด (Rake Angle) และความลึกในการตัด (Depth) ส่วน Interaction ระหว่างปัจจัยไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวที่ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05



ภาพประกอบที่ ข 77 Main Effects Plot for Roughness

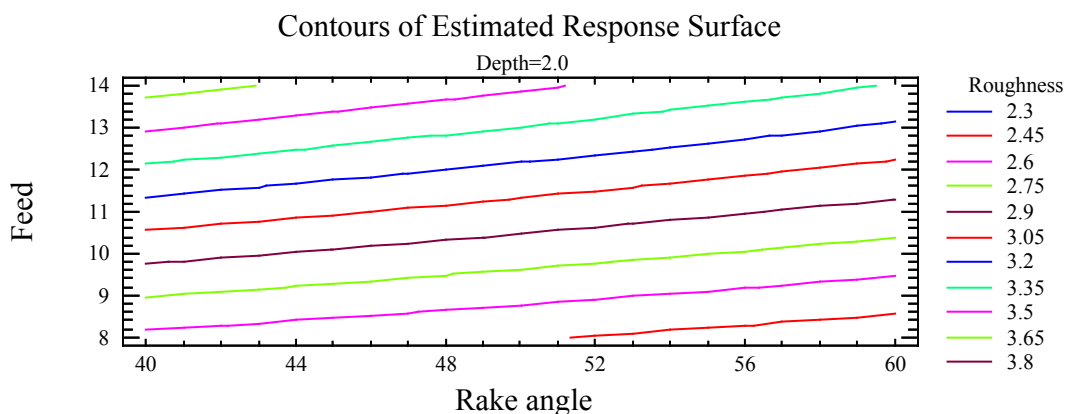
เมื่อค่า Feed และค่า Depth เปลี่ยนแปลงจาก 8.0 ม./นาที เป็น 14 ม./นาทีและ 1.5 มม. เป็น 2.5 มม. จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่ลดลง



ภาพประกอบที่ ข 78 Interaction Plot for Roughness

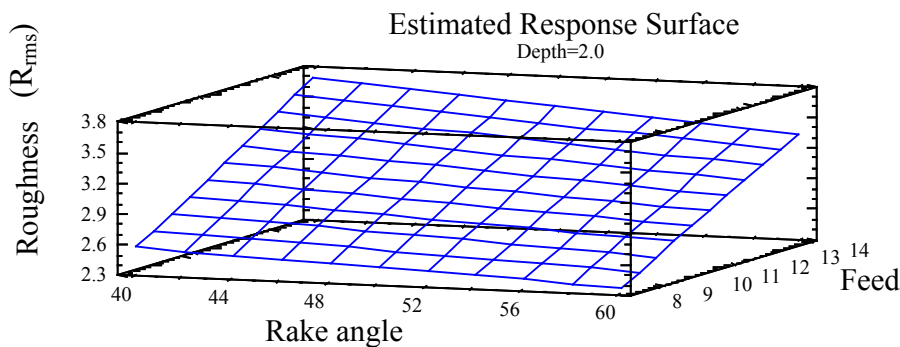
สำหรับค่า Feed ที่ 14 ม./นาที (High Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ความขรุขระพื้นผิวลดลง และค่าที่ลดลงใกล้เคียงกับค่า Feed ที่ 8 ม./นาที

(Low Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา เช่นเดียวกับค่า Depth แต่ความขรุขระผิวเพิ่มขึ้น เมื่อค่า Feed เปลี่ยนแปลงจาก 8 ม./นาที เป็น 14 ม./นาที



ภาพประกอบที่ ๗ 79 Contours of Estimate Response Surface

Contour lines มีลักษณะค่อนข้างตรงและขนานกัน แสดงว่า Interaction ระหว่างค่า Feed Rake Angle และ Depth ไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิว

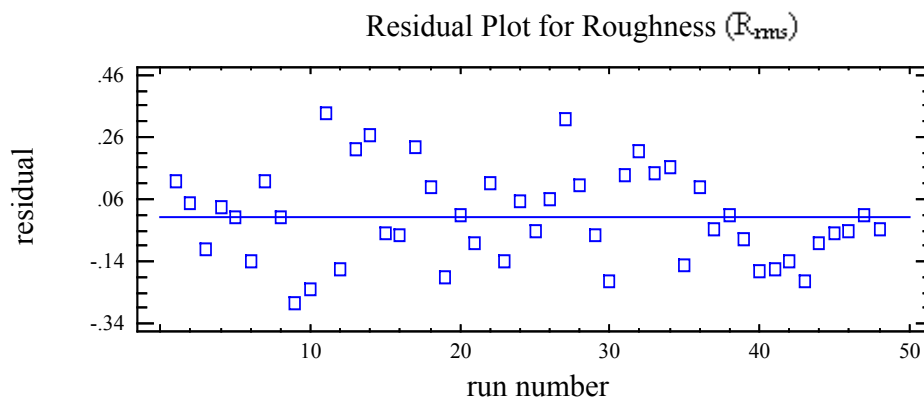


ภาพประกอบที่ ๗ 80 Estimate Response Surface

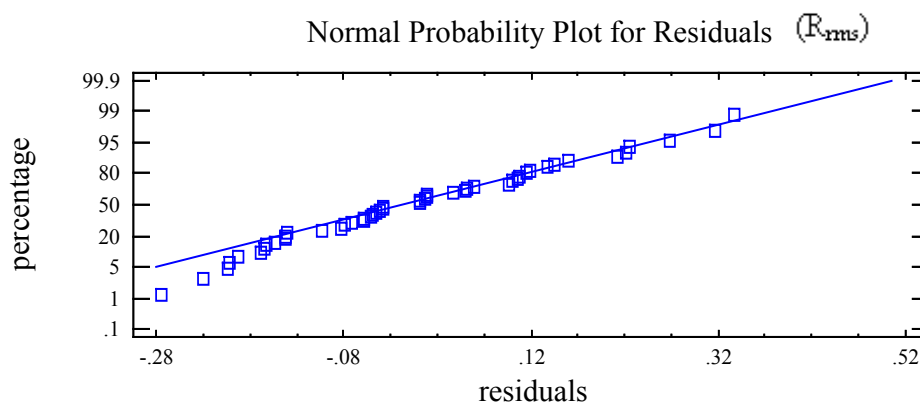
ความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่ามากที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 14 ม./นาที (High Level) Rake Angle เท่ากับ 40 องศา (low Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 2.5 มม. (High Level) ส่วนความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่าน้อยที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 8 ม./นาที (Low Level) Rake Angle เท่ากับ 60 องศา (High Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 1.5 มม. (Low Level)

ภาคผนวก ข 10 การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Statgraphics Plus for Windows Version 4 วัดค่า R_{rms} แนวตามเส้นไม้ (0°)

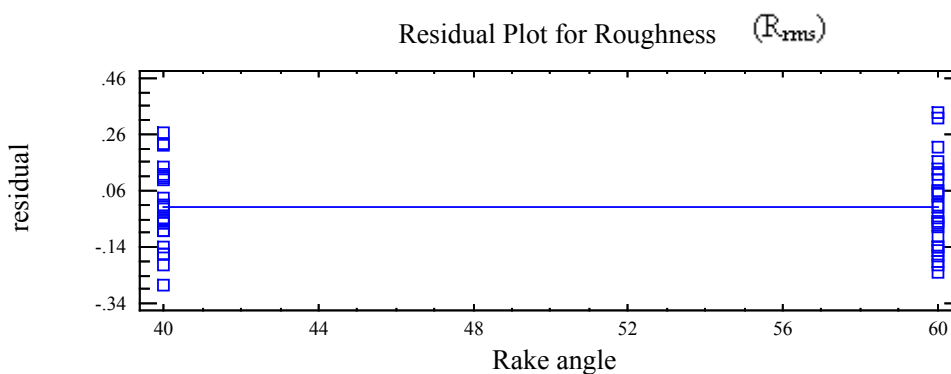
1. Model adequacy Checking



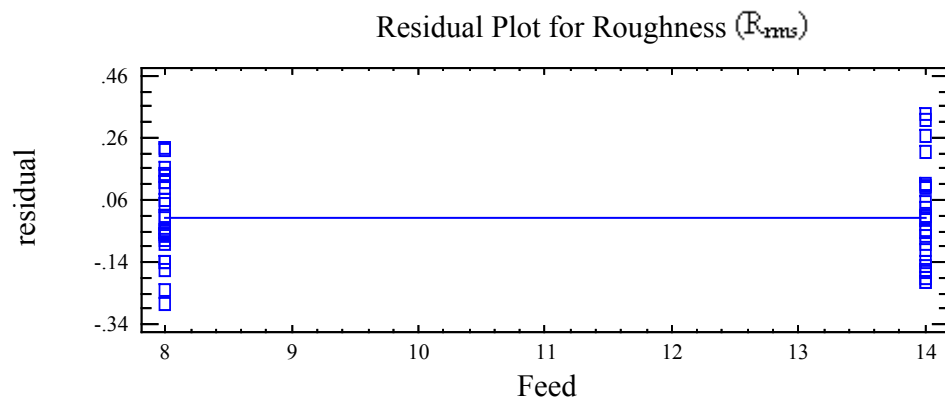
ภาพประกอบที่ ข 81 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล



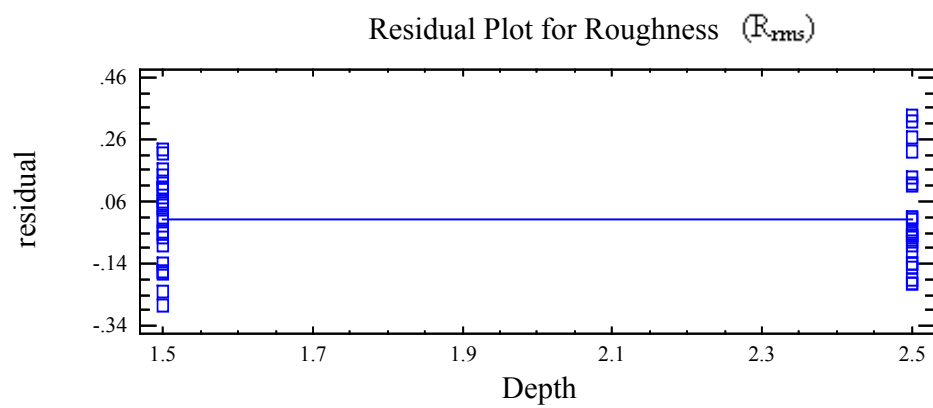
ภาพประกอบที่ ข 82 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูลเป็นแบบ Normal



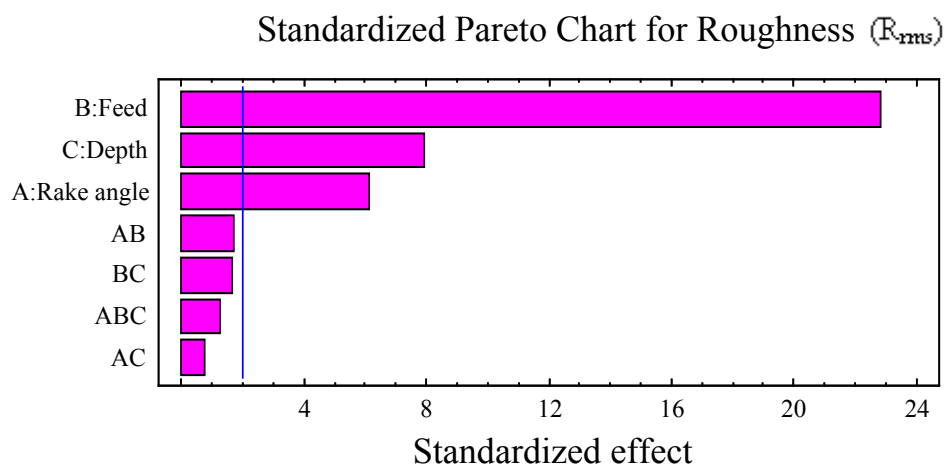
ภาพประกอบที่ ข 83 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle



ภาพประกอบที่ ๗ 84 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed

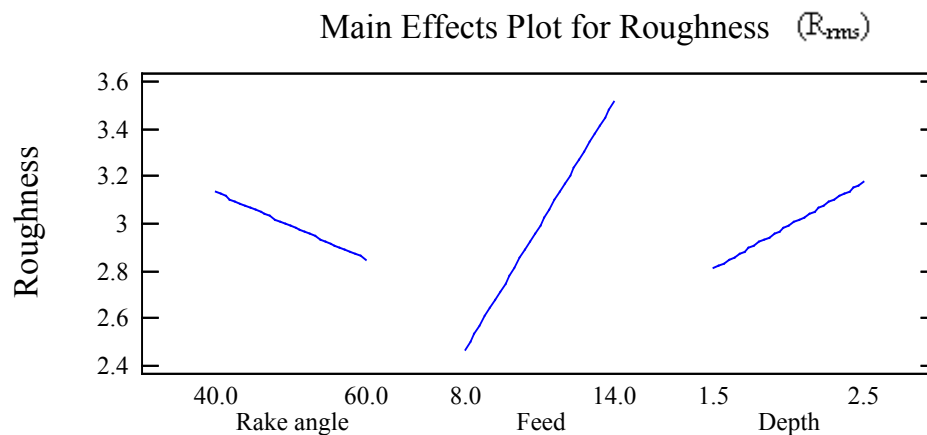


ภาพประกอบที่ ๗ 85 ตรวจสอบความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth



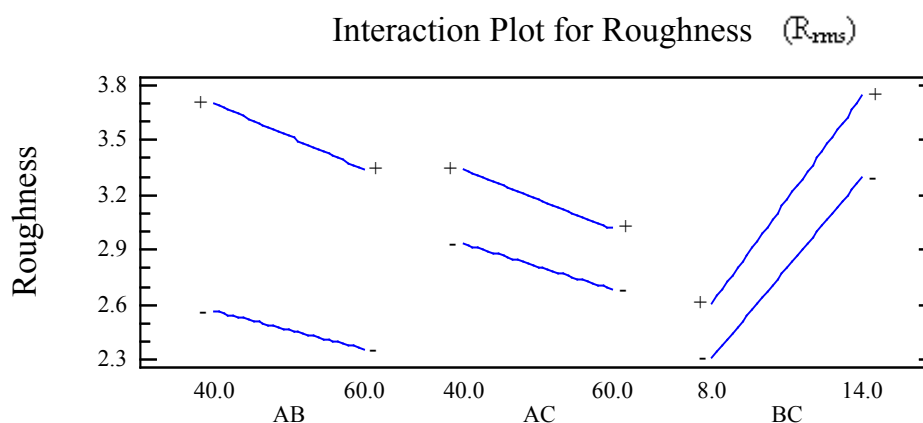
ภาพประกอบที่ ๗ 86 Standardized Pareto Chart for Roughness

ปัจจัยที่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวไม่อย่างพารา คือ ค่าอัตราการป้อน(Feed) มุมงอไบเบียด(Rake Angle) และความลึกในการตัด (Depth) ส่วน Interaction ระหว่างปัจจัยไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิวที่ ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05



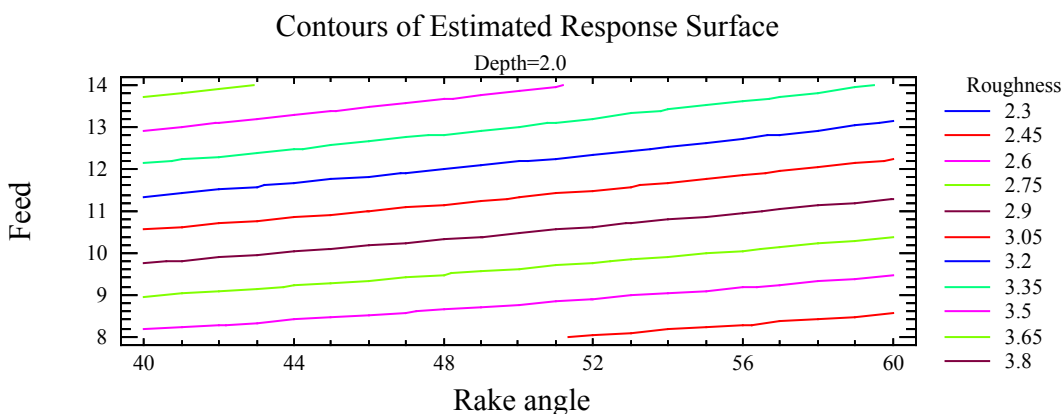
ภาพประกอบที่ ข 87 Main Effects Plot for Roughness

เมื่อค่า Feed และค่า Depth เปลี่ยนแปลงจาก 8.0 ม./นาที เป็น 14 ม./นาทีและ 1.5 มม. เป็น 2.5 มม. จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่เพิ่มขึ้น แต่เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ค่าความขรุขระพื้นผิวไม่ลดลง



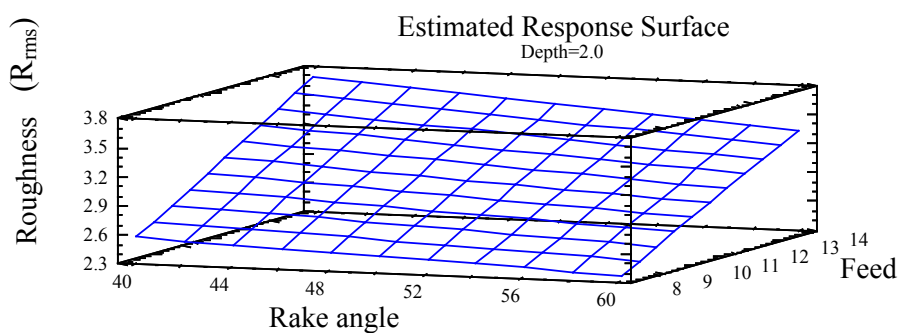
ภาพประกอบที่ ข 88 Interaction Plot for Roughness

สำหรับค่า Feed ที่ 14 ม./นาที (High Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา จะทำให้ความขรุขระผิวลดลง และค่าที่ลดลงใกล้เคียงกับค่า Feed ที่ 8 ม./นาที (Low Level) เมื่อค่า Rake Angle เปลี่ยนแปลงจาก 40 องศา เป็น 60 องศา เช่นเดียวกับค่า Depth แต่ความขรุขระผิวเพิ่มขึ้น เมื่อค่า Feed เปลี่ยนแปลงจาก 8 ม./นาที เป็น 14 ม./นาที



ภาพประกอบที่ ๗ 89 Contours of Estimate Response Surface

Contour lines มีลักษณะค่อนข้างตรงและขนานกัน แสดงว่า Interaction ระหว่างค่า Feed Rake Angle และ Depth ไม่มีผลต่อความขรุขระพื้นผิว



ภาพประกอบที่ ๗ 90 Estimate Response Surface

ความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่ามากที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 14 ม./นาที (High Level) Rake Angle เท่ากับ 40 องศา (low Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 2.5 มม. (High Level) ส่วนความขรุขระพื้นผิวไม่มีค่าน้อยที่สุด เมื่อค่า Feed มีค่าเท่ากับ 8 ม./นาที (Low Level) Rake Angle เท่ากับ 60 องศา (High Level) และ Depth มีค่าเท่ากับ 1.5 มม. (Low Level)