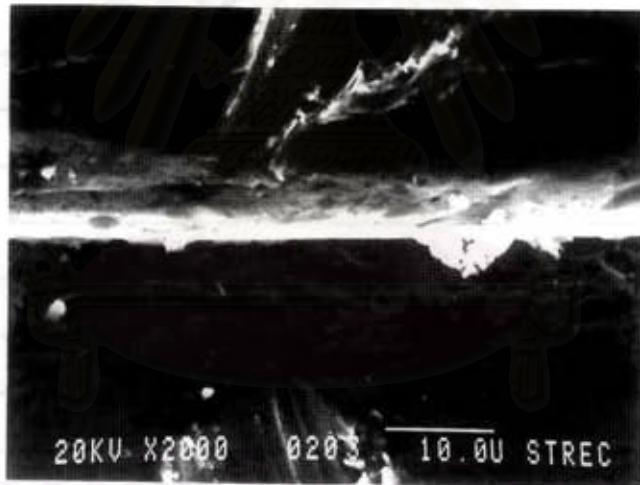


บทที่ 4

รายงานผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผล

ในการชันสกรูยึดตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองซ้ำ พบว่าเมื่อชันสกรูในแต่ละครั้ง ช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ และจะลดลงจนแทบไม่มีช่องว่างเมื่อทำการชันสกรูได้ 20 ครั้ง ดังแสดงในรูปที่ 24 วัดช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลอง ทั้ง 4 ด้านๆละ 3 ตำแหน่งในการชันสกรูแต่ละครั้ง ซึ่งผลของการวัดแสดงในตารางที่ 1ก ถึง 3ก ในภาคผนวก แล้วหาค่าเฉลี่ยของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองแต่ละตัว และค่าเฉลี่ยรวมในการชันสกรูแต่ละครั้ง ดังแสดงใน ตารางที่ 1

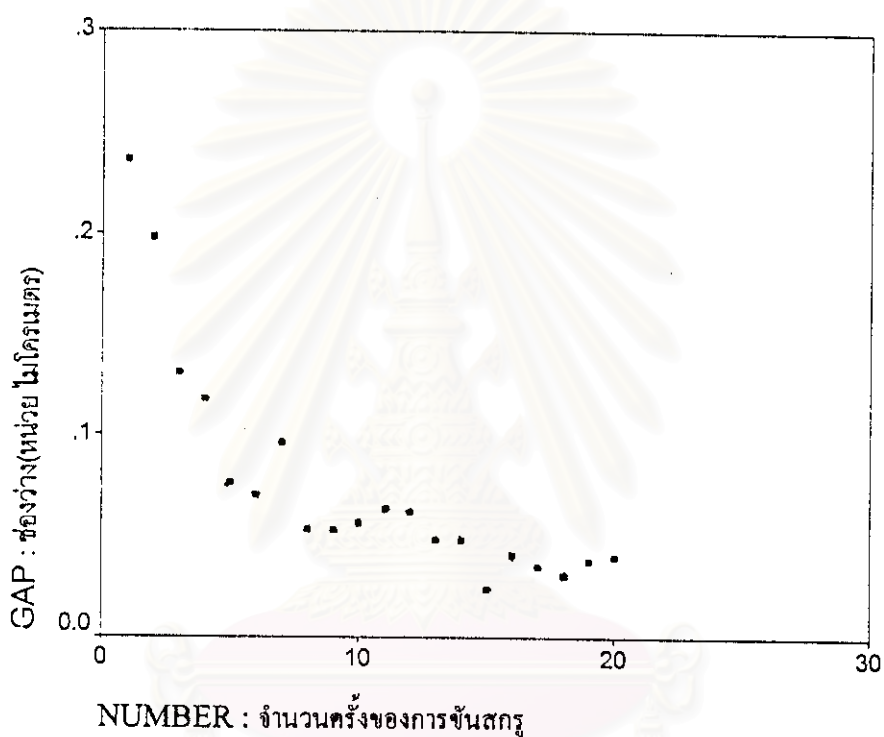


รูปที่ 24 แสดงช่องว่างระหว่างตัวหลัก กับตัวรากเทียมจำลองเมื่อชันสกรูครั้งที่ 20
(ขยาย 2000เท่า)

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลอง 3 ตัว
ในการชันศกฐแต่ละครั้ง(หน่วยเป็น ไมโครเมตร)

| ครั้งที่ | รากเทียมจำลองตัวที่1 | รากเทียมจำลองตัวที่2 | รากเทียมจำลองตัวที่3 | ค่าเฉลี่ย |
|----------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|
| 1 | 0.24 | 0.22 | 0.24 | 0.23 |
| 2 | 0.20 | 0.16 | 0.19 | 0.18 |
| 3 | 0.13 | 0.12 | 0.16 | 0.13 |
| 4 | 0.12 | 0.14 | 0.15 | 0.13 |
| 5 | 0.08 | 0.12 | 0.12 | 0.10 |
| 6 | 0.07 | 0.11 | 0.14 | 0.10 |
| 7 | 0.10 | 0.07 | 0.12 | 0.09 |
| 8 | 0.05 | 0.08 | 0.11 | 0.07 |
| 9 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.06 |
| 10 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.05 |
| 11 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.05 |
| 12 | 0.06 | 0.05 | 0.08 | 0.06 |
| 13 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| 14 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.05 |
| 15 | 0.02 | 0.04 | 0.05 | 0.04 |
| 16 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| 17 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.04 |
| 18 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.03 |
| 19 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 |
| 20 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |

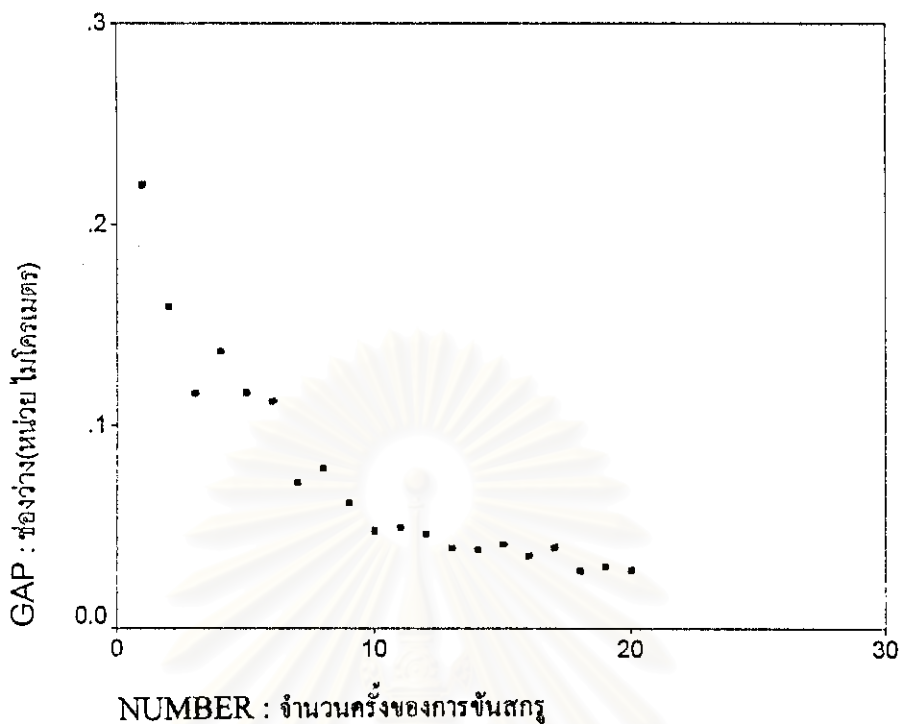
นำข้อมูลจากตารางที่ 1 มาสร้างแผนภาพการกระจายระหว่างจำนวนครั้งของการขึ้นสกรูกับ ช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลอง ทั้ง 3 ตัว คั่งรูปที่ 25 ถึง 27



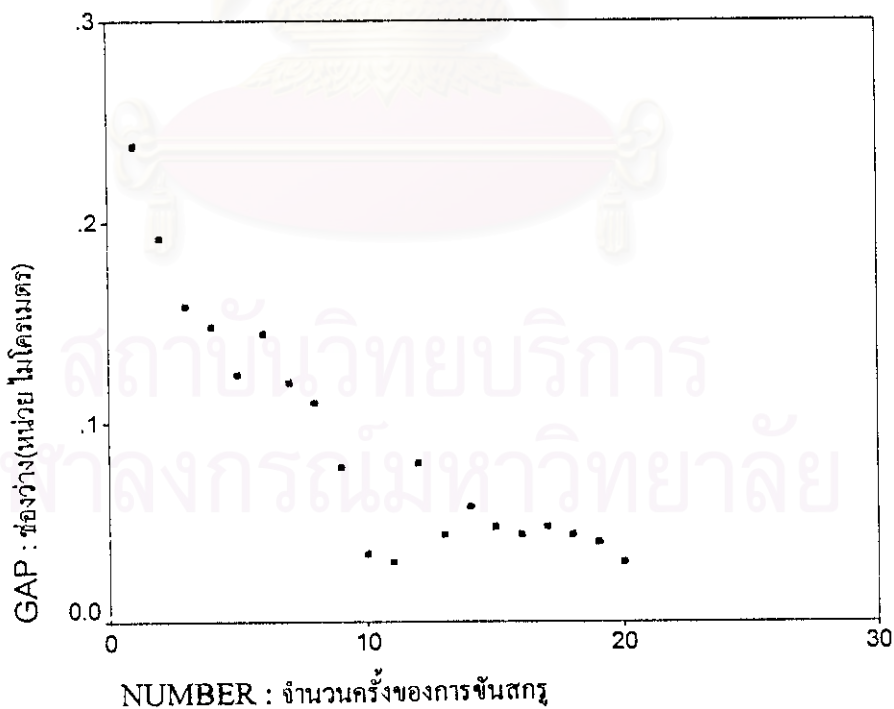
รูปที่ 25 แสดงแผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 (GAP)กับ จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)

GAP แทนความหมาย: ช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลอง(ไมโครเมตร)

NUMBER แทนความหมาย: จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู

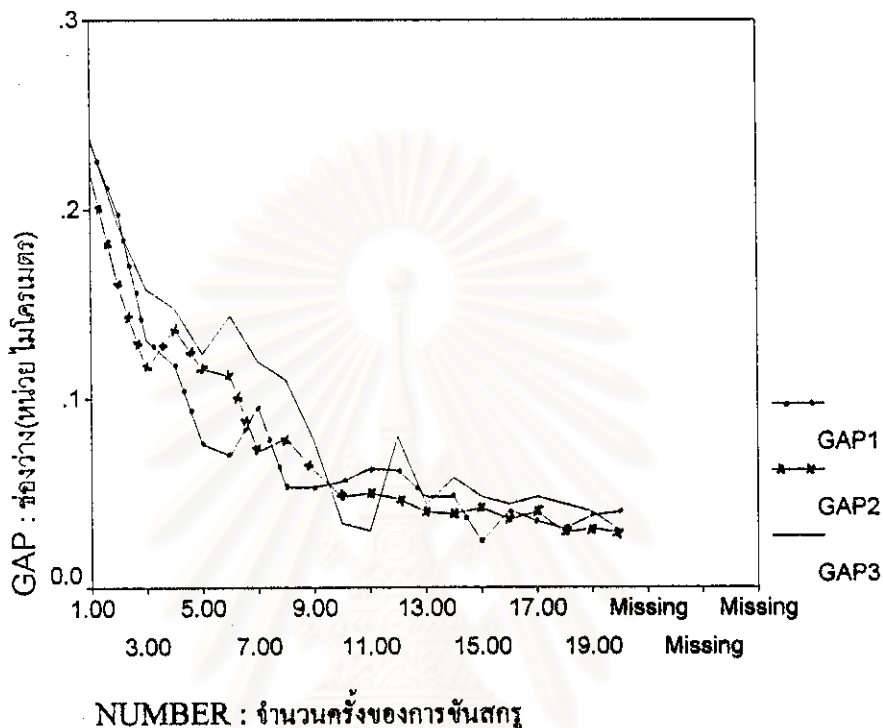


รูปที่ 26 แสดงแผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 2 (GAP) กับ จำนวนครั้งของการชันสกรู(NUMBER)



รูปที่ 27 แสดงแผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 3 (GAP) กับ จำนวนครั้งของการชันสกรู(NUMBER)

เปรียบเทียบแผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองกับ
จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู ของรากเทียมจำลองทั้ง3ตัว ดังรูปที่ 28



รูปที่28 แสดงแผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองทั้ง 3ตัว
(GAP)กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)

GAP1 หมายถึง: แผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1

GAP2 หมายถึง: แผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 2

GAP3 หมายถึง: แผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 3

ทำการเลือก และสร้างตัวแบบสมการถดถอย(regression model)ที่พอดีกับแผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลอง กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู ของรากเทียมจำลองทั้ง 3ตัวโดยใช้โปรแกรม SPSS ซึ่งได้ตัวแบบสมการถดถอยที่พอดีกับการกระจายของข้อมูลเป็นเส้นโค้งแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล(exponential regression)ดังรูปที่ 29,30,31

ตัวแบบสมการคือ $Y=ab^x \cdot e$ (มยุรี ศรีชัย,2540) เมื่อ Y= ตัวแปรตาม, X= ตัวแปรอิสระ

a= ค่าของ Y ณ จุดที่สมการถดถอยตัดกับแกน Y (Y-intercept)

b= ความชัน(slope)ของสมการถดถอย

c= ค่าความคลาดเคลื่อน

Dependent variable.. GAP

Method.. LOGARITHM

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .95167
 R Square .90568
 Adjusted R Square .90044
 Standard Error .01765

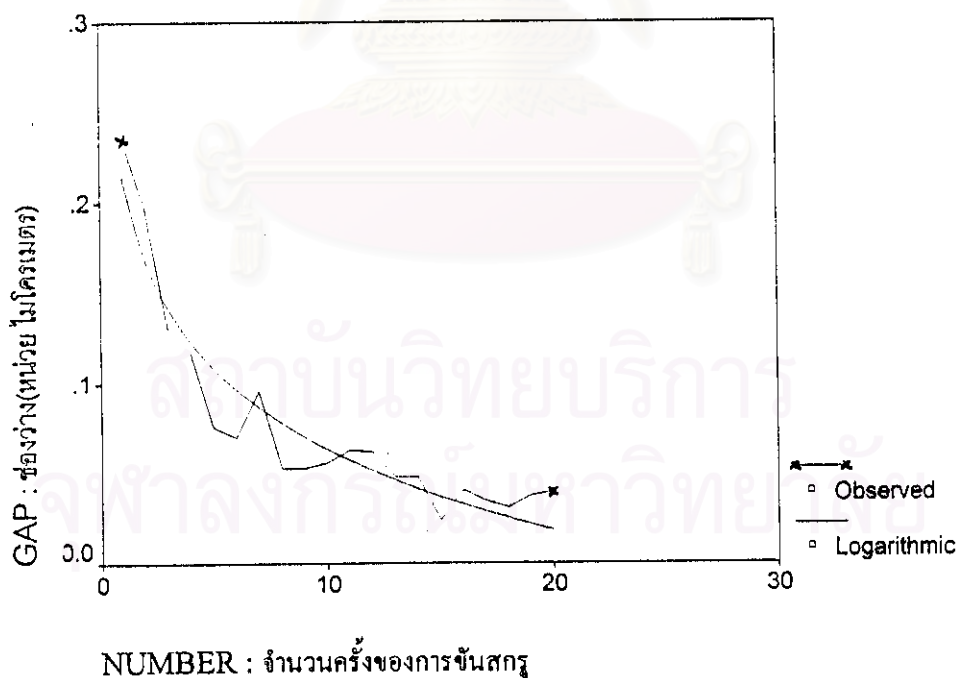
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 1 | .05386510 | .05386510 |
| Residuals | 18 | .00560945 | .00031164 |

F = 172.84604 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|---------|----------|---------|-------|
| ORDER | -.065515 | .004983 | -.951674 | -13.147 | .0000 |
| (Constant) | .214531 | .011263 | | 19.048 | .0000 |



รูปที่ 29 แสดงตัวแบบสมการถดถอยของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 (GAP) กับ จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)

Dependent variable.. GAP

Method.. LOGARITHM

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .97821
 R Square .95690
 Adjusted R Square .95451
 Standard Error .01111

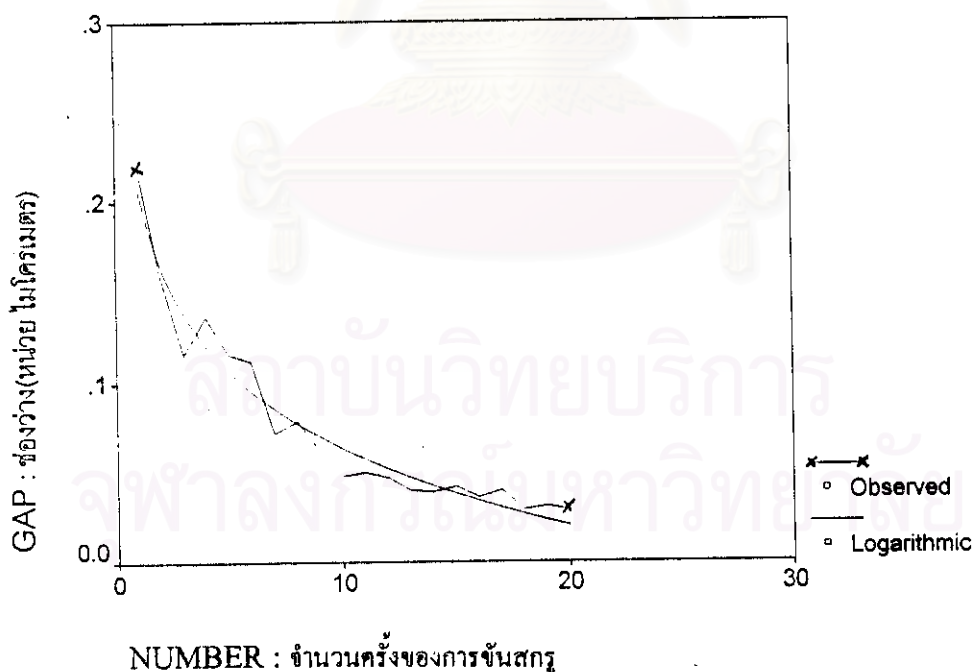
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 1 | .04929127 | .04929127 |
| Residuals | 18 | .00221993 | .00012333 |

F = 399.67185 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|---------|----------|---------|-------|
| ORDER | -.062672 | .003135 | -.978215 | -19.992 | .0000 |
| (Constant) | .207862 | .007085 | | 29.337 | .0000 |



รูปที่ 30 แสดงตัวแบบสมการถดถอยของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 2 (GAP) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)

Dependent variable.. GAP.

Method.. LOGARITH

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .95717
 R Square .91617
 Adjusted R Square .91151
 Standard Error .01801

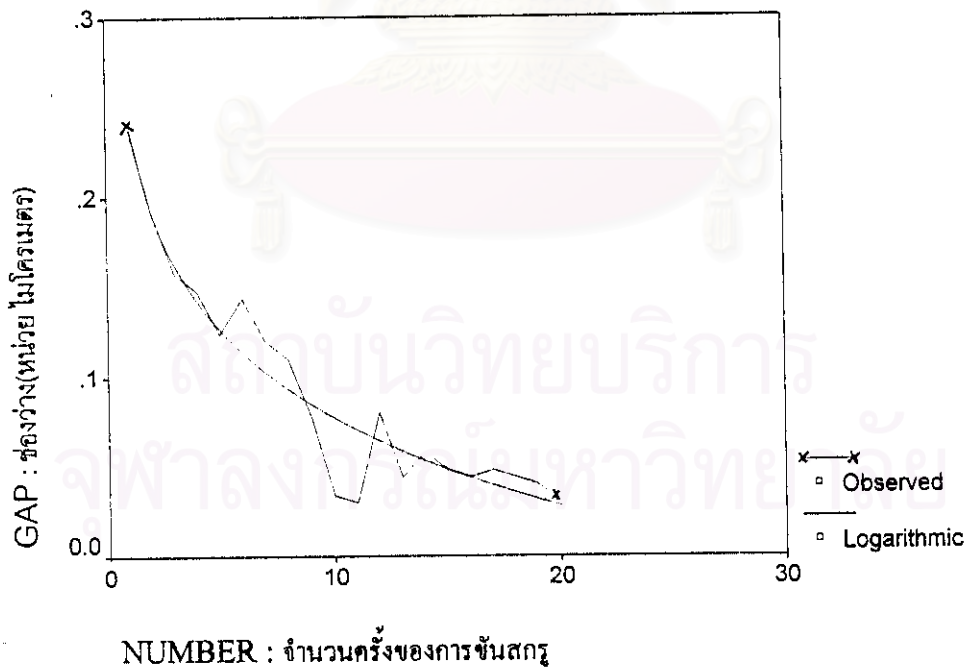
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 1 | .06380259 | .06380259 |
| Residuals | 18 | .00583821 | .00032435 |

F = 196.71199 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|---------|----------|---------|-------|
| ORDER | -.071303 | .005084 | -.957166 | -14.025 | .0000 |
| (Constant) | .241532 | .011490 | | 21.021 | .0000 |



รูปที่ 31 แสดงตัวแบบสมการถดถอยของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 3 (GAP) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)

จากรูปที่ 29 ซึ่งแสดงตัวแบบสมการถดถอยของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 (GAP) กับจำนวนครั้งของการชันสกรู (NUMBER) สามารถแปรผลจากการคำนวณที่ได้จากโปรแกรม SPSS ดังนี้ (ศิริชัย พงษ์วิชัย ,2540)

Multiple R = ค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการชันสกรู(ตัวแปรอิสระ) กับช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 (ตัวแปรตาม) มีค่าค่อนข้างสูงมาก คือ .95167

R square = ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ซึ่งแสดงถึงจำนวนครั้งของการชันสกรู มีอิทธิพลต่อช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 ค่อนข้างสูงคือ .90568 หรือมีอิทธิพลถึง 90.57%

Adjusted R square

= ค่า R square ที่มีการปรับแก้ให้เหมาะสม เมื่อข้อมูลที่ใช้มีจำนวนน้อย(น้อยกว่า 30) ในการทดลองนี้ใช้จำนวนครั้งของการชันสกรู 20 ครั้ง ดังนั้นควรจะพิจารณาค่านี้แทนค่า R square ในความหมายเดียวกัน

Standard error

= ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระทั้งหมด ในที่นี้การพยากรณ์ช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 ด้วยจำนวนครั้งของการชันสกรู จะมีความคลาดเคลื่อน .01765 ไมโครเมตร

ค่าสถิติ F = ใช้ทดสอบว่า ตัวแปรทั้ง 2 มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ และสามารถเป็นตัวแปรอิสระ พยากรณ์ตัวแปรตามที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ได้หรือไม่ ในที่นี้ค่าสถิติ F มีค่ามากกว่าค่าสถิติ F ที่เปิดจากตารางสถิติ โดยใช้ค่า df 18 หรือค่าความน่าจะเป็น (Signif F) ที่คำนวณได้ = .0000 มีค่าน้อยกว่าค่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่าจำนวนครั้งของการชันสกรู มีความสัมพันธ์กับ ช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\alpha = 0.05$ และสามารถนำจำนวนครั้งของการชันสกรูมาพยากรณ์ช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 ได้ที่ระดับ $\alpha = 0.05$

Variable B

= แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยของตัวแปรอิสระ (b) และค่าคงที่ (a) ที่จะนำไปใช้ในสมการถดถอย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า จำนวนครั้งของการชันสกรู จำต้องใช้พยากรณ์ช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 ได้ดี เพราะมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูง (multiple R) และการเปลี่ยนแปลงของจำนวนครั้งของการชันสกรู จะมีผลต่อช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียม

จำลองตัวที่ 1 ถึง 90.04%(adjusted R square) ซึ่งจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ต่ำคือประมาณ .01765 ไมโครเมตร(standard error) โดยที่สมการถดถอยที่แปลงให้เป็นสมการเส้นตรงคือ

$$Y = .214531 - .065515 * \ln X$$

และจากค่า b ยังแสดงถึงจำนวนครั้งของการขึ้นสกรูซ้ำที่เปลี่ยนไป 1 ครั้ง จะทำให้ช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลง .065515 ไมโครเมตร โดยเปลี่ยนแปลงในทิศทางตรงกันข้ามกัน

ส่วนรากเทียมตัวที่ 2 และ 3 ก็ได้สมการถดถอยในลักษณะเดียวกัน คือ

$$Y = .207862 - .062672 * \ln X \text{ และ}$$

$Y = .241532 - .071303 * \ln X$ ตามลำดับ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแก้แล้วที่ค่อนข้างสูงคือ .95451 และ .91151 ตามลำดับ ดังนั้นถ้าต้องการทราบว่าสมการถดถอยของรากเทียมจำลองทั้ง 3 ตัว มาจากประชากรที่มีสัมประสิทธิ์การถดถอย(ความชัน)เฉลี่ยเดียวกันหรือไม่ สามารถพิสูจน์ด้วยการทดสอบค่าสถิติ T (T test) ของสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระของเส้นถดถอยแต่ละคู่ (Glantz, 1992) ดังนี้

$T = \frac{\text{ค่า ความแตกต่างของสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ}}$

$\frac{\text{ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างของความชัน}}$

$$\text{หรือ } T = \frac{b_1 - b_2}{S_{b_1 - b_2}}$$

$$S_{b_1 - b_2}$$

พบว่าเมื่อเปรียบเทียบรากเทียมจำลองตัวที่ 1, 2 และ 3 ค่าสถิติ T ของสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระทั้ง 3 สมการ อยู่ในช่วงที่ยอมรับเมื่อเทียบกับค่าสถิติ T ที่เปิดจากตารางสถิติ ที่ $df = n_1 + n_2 - 4$ เมื่อทดสอบค่าสถิติ T ของ ค่า Y ณ จุดที่สมการถดถอยตัดกับแกน Y ของรากเทียมจำลองตัวที่ 1 กับ 2 และ ตัวที่ 1 กับ 3 อยู่ในช่วงที่ยอมรับเมื่อเทียบกับค่าสถิติ T ที่เปิดจากตารางสถิติ แต่ตัวที่ 2 กับ 3 มีค่า T อยู่ในช่วงปฏิเสธ

ดังนั้นถ้าตั้งเงื่อนไขว่า ค่า Y ณ จุดตัดของสมการทั้ง 3 ไม่จำเป็นต้องเริ่ม ณ จุดตัดเดียวกันสามารถกล่าวได้ว่าสมการถดถอยของรากเทียมจำลองทั้ง 3 ตัว มาจากประชากรที่มีสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยเดียวกันและสามารถหาสมการถดถอยรวมได้ ด้วยการนำข้อมูลของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองทั้ง 3 ตัว ในการขึ้นสกรูซ้ำแต่ละครั้ง มาหาตัวแบบสมการถดถอย ซึ่งได้แก่ $Y = .215662 - .065034 * \ln X$ และค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์มีค่า .98308 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแก้แล้วมีค่า .96458 ซึ่งมีค่าสูงมาก ดังรูปที่ 32 และถ้า

ต้องการทราบจำนวนครั้งของการขึ้นสกรูซ้ำที่ทำให้ไม่มีช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียม
จำลองเลข ให้แทนค่า $Y=0$ ในสมการ จะได้จำนวนครั้งของการขึ้นสกรูซ้ำ(X) = 27.5 ครั้ง

Dependent variable. GAP Method.. LOGARITHM

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .98308
R Square .96644
Adjusted R Square .96458
Standard Error .01012

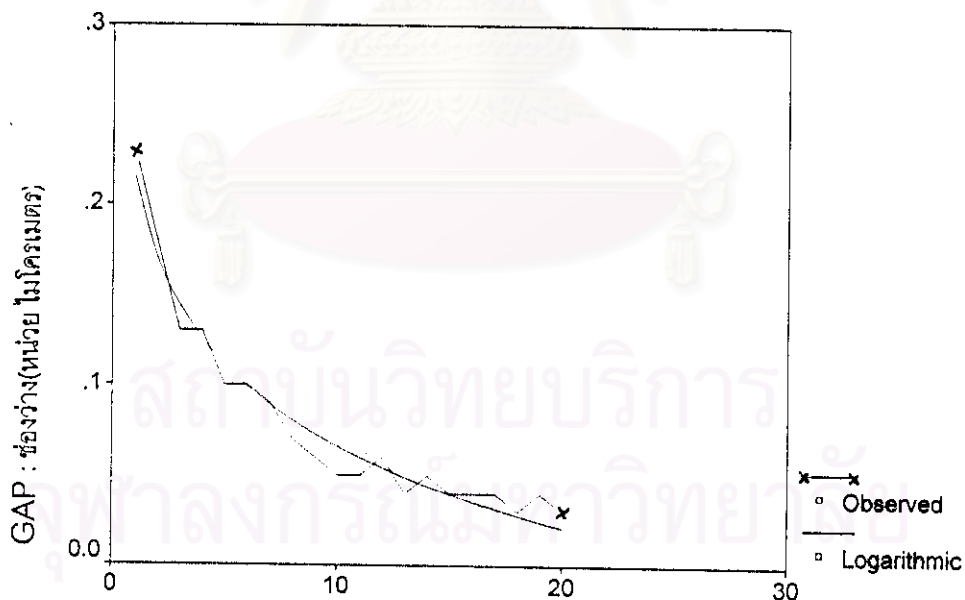
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 1 | .05307689 | .05307689 |
| Residuals | 18 | .00184311 | .00010239 |

F = 518.35510 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|---------|----------|---------|-------|
| ORDER | -.065034 | .002856 | -.983077 | -22.767 | .0000 |
| (Constant) | .215662 | .006456 | | 33.405 | .0000 |

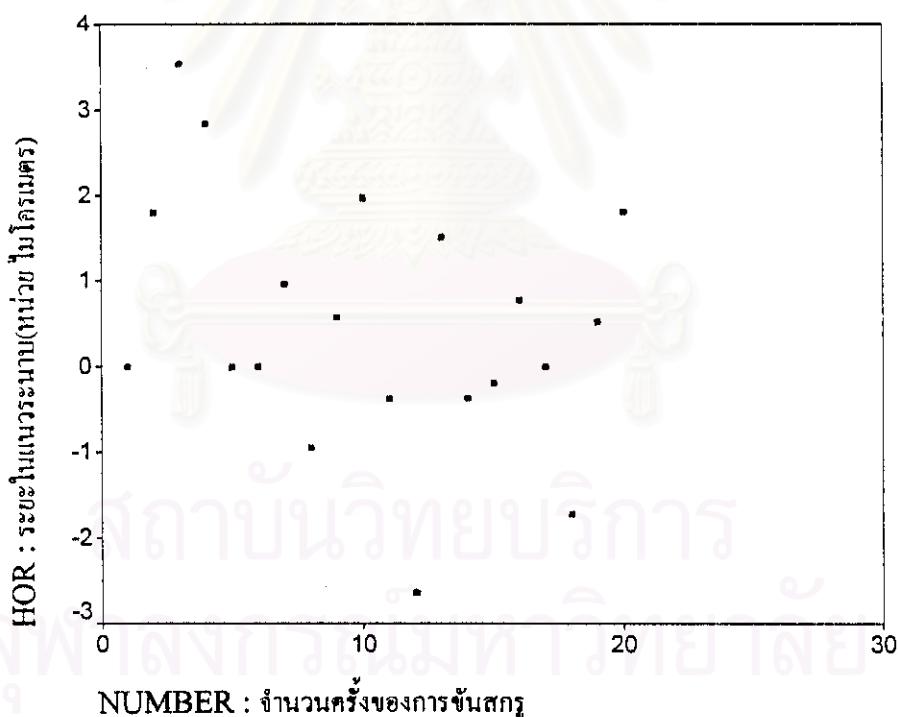


NUMBER : จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู

รูปที่ 32 แสดงตัวแบบสมการถดถอยร่วมของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองทั้ง
3ตัว(GAP) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)

ส่วนระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองทั้ง 4 ด้านของรากเทียมจำลองทั้ง 3 ตัวได้บันทึกใน ตารางที่ 4ก ถึง 6ก ในภาคผนวก พบว่าในการขึ้นสกรูบางครั้ง การขยับของเครื่องหมายบนตัวหลักมิได้ไปในทิศทางเดียวกันทั้งหมด เมื่อเทียบกับเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองทั้ง 4 ด้าน ประกอบกับ ตำแหน่งของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ขยับในแต่ละด้านและในแต่ละครั้งของการขึ้นสกรู จะเป็นผลต่อเนื่องมาจาก ตำแหน่งของเครื่องหมายในครั้งก่อนๆ ดังนั้นจึงไม่ได้หาค่าเฉลี่ยของระยะทางในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักที่ขยับในแต่ละครั้งของการขึ้นสกรู แต่จะสร้างแผนภาพการกระจายของข้อมูลในแต่ละด้านแยกจากกัน แล้วนำมาเปรียบเทียบกันอีกครั้งหนึ่ง

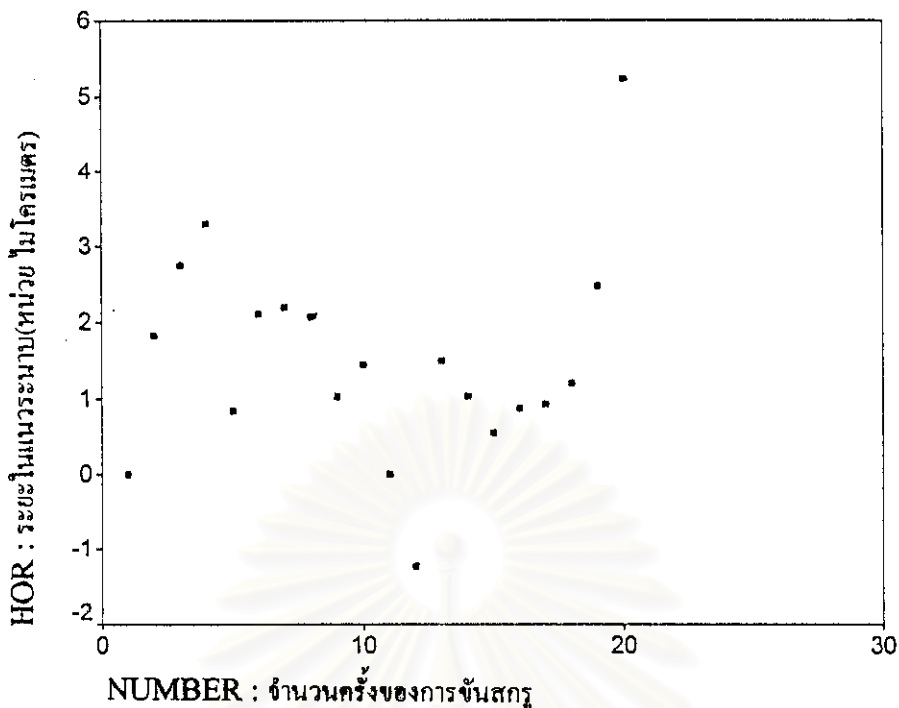
อนึ่งจากการแทนค่าระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองในสูตร $Y = 2R\sin^{-1}(X/2R)$ เพื่อหาระยะทางที่ตัวหลักหมุนตามเส้นรอบวงของตัวรากเทียมจำลอง ซึ่งเป็นระยะทางจริงๆ กลับพบว่าระยะทั้ง 2 มีค่าเท่ากัน ดังนั้นจึงสามารถใช้ข้อมูลนี้ในการสร้างแผนภาพการกระจายได้



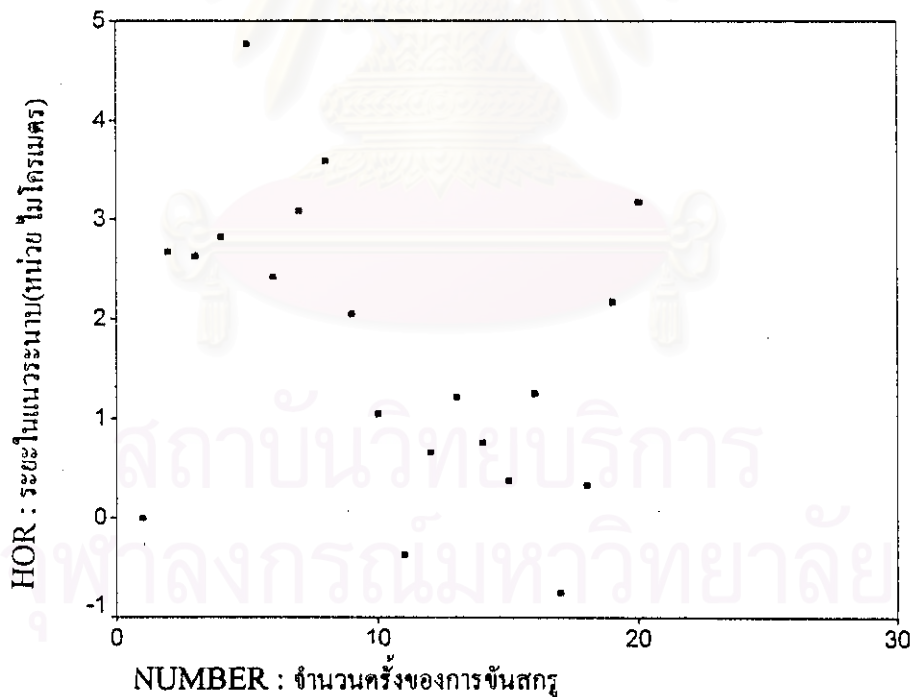
รูปที่ 33 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 ด้านที่ 1 (HOR) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู (NUMBER)

HOR แทนความหมาย : ระยะในแนวระนาบ(ไมโครเมตร)

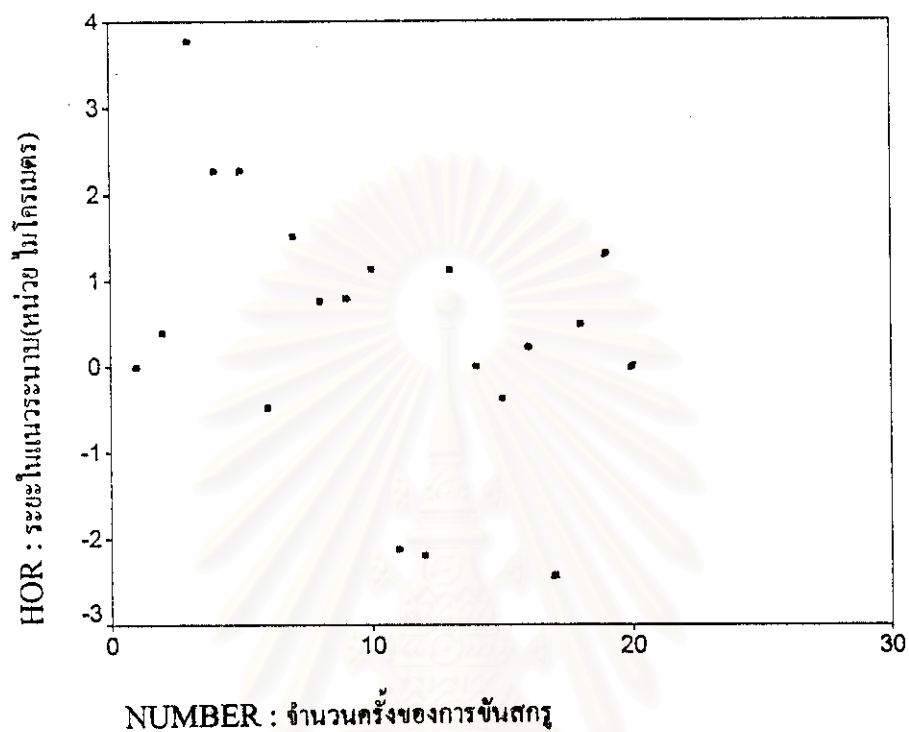
NUMBER แทนความหมาย : จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู



รูปที่ 34 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักซ้ายออก จากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 ด้านที่ 2 (HOR) กับจำนวนครั้งของการ ขึ้นสกรู (NUMBER)



รูปที่ 35 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักซ้ายออก จากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 ด้านที่ 3 (HOR) กับจำนวนครั้งของการ ขึ้นสกรู (NUMBER)



รูปที่ 36 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวนอนที่เครื่องหมายบนตัวหลักขั้วออก จากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่1ด้านที่4 (HOR) กับจำนวนครั้งของการชั้นสกรู(NUMBER)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการใช้โปรแกรมSPSS เลือกตัวแบบสมการถดถอยให้พอดีกับแผนภาพการกระจายของข้อมูลระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองทั้ง 4 ด้าน พบว่าในด้านที่ 1 และด้านที่ 4 ของตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 ไม่มีตัวแบบสมการถดถอยใดๆ ที่พอดีกับการกระจายของข้อมูล (ค่าSig F มากกว่า0.05) ดังรูปที่ 1x และ 2x ในภาคผนวก ส่วนด้านที่ 2 และ 3 จะมีตัวแบบสมการถดถอยที่ยอมรับได้ คือ สมการถดถอยเชิงเส้นโค้งแบบโพลีโนเมียลที่มีกำลังสูงสุดเป็น 3 (cubic parabola) ดังรูปที่ 37, 38 ซึ่งมีสมการค้นแบบคือ

$$Y = a + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + e \quad (\text{มยุรี ศรีชัย, 2540})$$

$$\text{ด้านที่ 2 มีสมการคือ } Y = -0.369686 + 1.245717X - 0.171336X^2 + 0.006071X^3 + e$$

$$\text{ด้านที่ 3 มีสมการคือ } Y = -0.749123 + 1.727272X - 0.218083X^2 + 0.007076X^3 + e$$

ส่วนความสามารถในการพยากรณ์ระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลอง ในด้านที่ 2 และ 3 ด้วยการใช้จ่ายจำนวนครั้งของการชันสกรูมีค่า 59.57% และ 62.86% ตามลำดับ และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานประมาณ .87 ไมโครเมตร ทำให้ความน่าเชื่อถือของการพยากรณ์ยังไม่สูงเท่าที่ควร และระยะที่เครื่องหมายทั้ง 4 ด้านขยับอยู่ในช่วง 0.20-3.77 ไมโครเมตร

เมื่อทำการหาความสัมพันธ์ของระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองทั้ง 4 ด้านเป็นคู่ๆ (คนละความหมายกับความสัมพันธ์ระหว่างระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลอง กับจำนวนครั้งของการชันสกรูซ้ำ) โดยใช้การทดสอบด้วยความสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation test) ดังตารางที่ 7ก ในภาคผนวก พบว่า ด้านที่ 1 กับ 2 ด้านที่ 1 กับ 4 ด้านที่ 2 กับ 3 ด้านที่ 3 กับ 4 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ ส่วนด้านที่ 2 กับ 4 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ หมายความว่า เมื่อระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองด้านที่ 1 เพิ่มขึ้น ระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองด้านที่ 2 ก็จะเพิ่มขึ้นเหมือนกัน เมื่อระยะที่เครื่องหมายขยับลดลง ก็จะลดลงเช่นเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ ในขณะที่ด้าน 1 กับ 3 ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

Dependent variable.. HOR

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .81212
 R Square .65954
 Adjusted R Square .59571
 Standard Error .86963

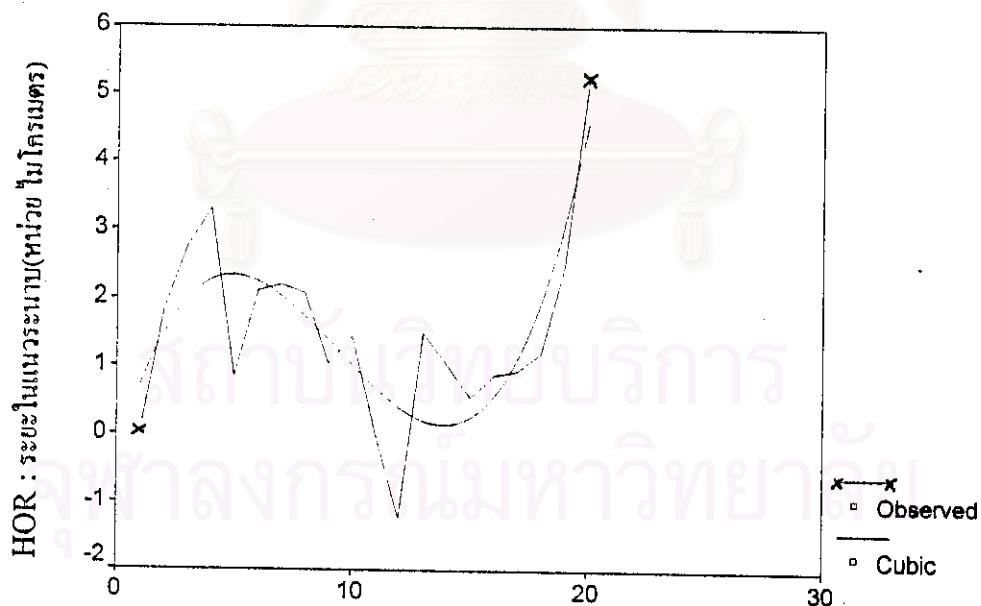
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 23.440977 | 7.8136591 |
| Residuals | 16 | 12.100203 | .7562627 |

F = 10.33194 Signif F = .0005

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|---------|------------|--------|-------|
| ORDER | 1.245717 | .382216 | 5.388454 | 3.259 | .0049 |
| ORDER**2 | -.171336 | .041756 | -16.022782 | -4.103 | .0008 |
| ORDER**3 | .006071 | .001309 | 11.119548 | 4.638 | .0003 |
| (Constant) | -.369686 | .949929 | | -.389 | .7023 |



NUMBER : จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู

รูปที่ 37 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 ด้านที่ 2(HOR) กับจำนวนครั้งในการขึ้นสกรู(NUMBER)

Dependent variable.. HOR.

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .82904
 R Square .68730
 Adjusted R Square .62867
 Standard Error .89048

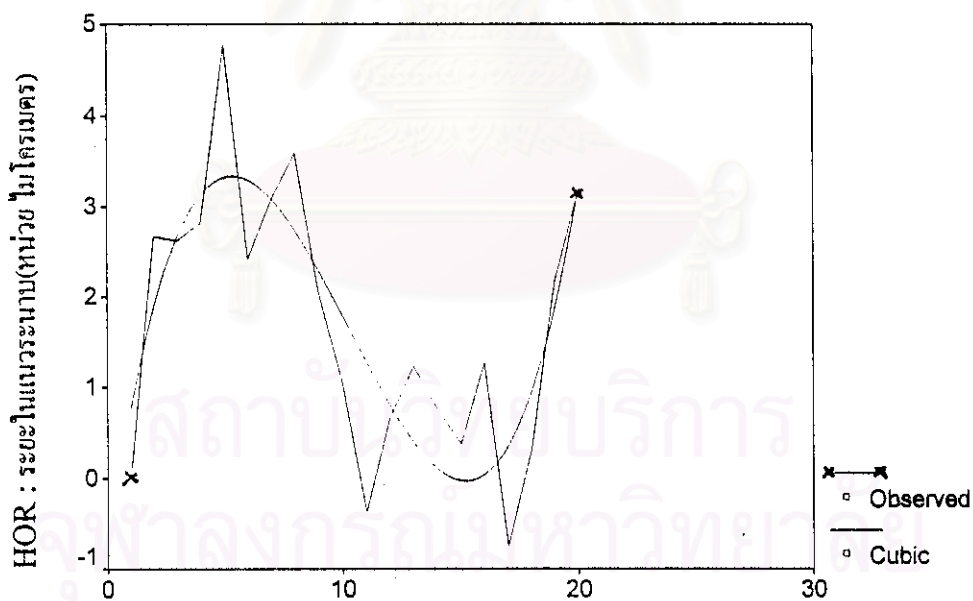
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 27.886287 | 9.2954292 |
| Residuals | 16 | 12.687413 | .7929633 |

F = 11.72240 Signif F = .0003

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|---------|------------|--------|-------|
| ORDER | 1.727272 | .391380 | 6.992771 | 4.413 | .0004 |
| ORDER**2 | -.218083 | .042757 | -19.087722 | -5.100 | .0001 |
| ORDER**3 | .007076 | .001341 | 12.129223 | 5.279 | .0001 |
| (Constant) | -.749123 | .972705 | | -.770 | .4524 |

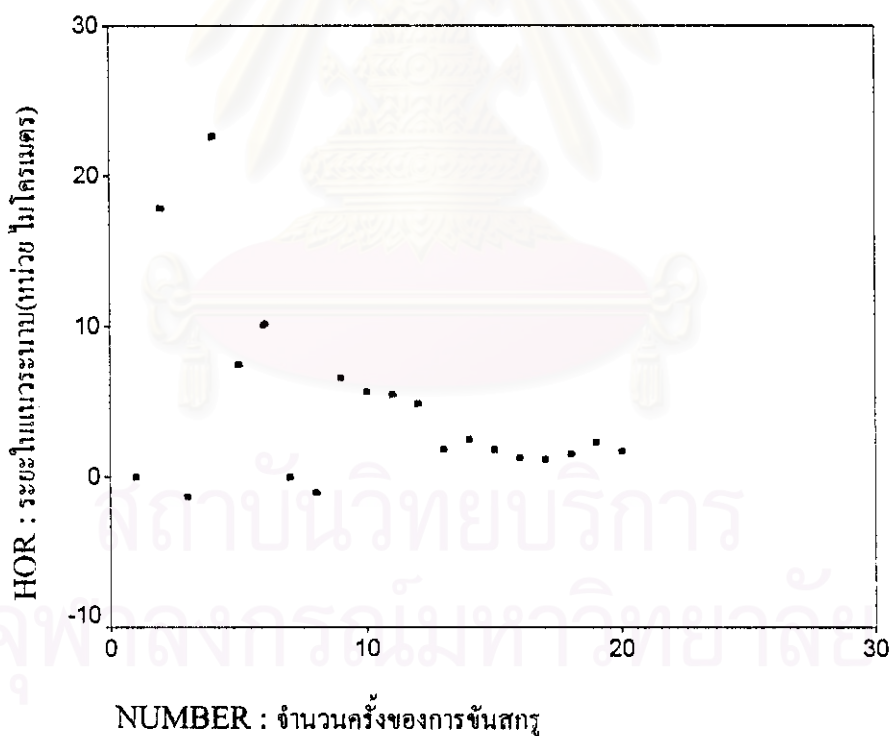


NUMBER : จำนวนครั้งของการเข้าสภกร

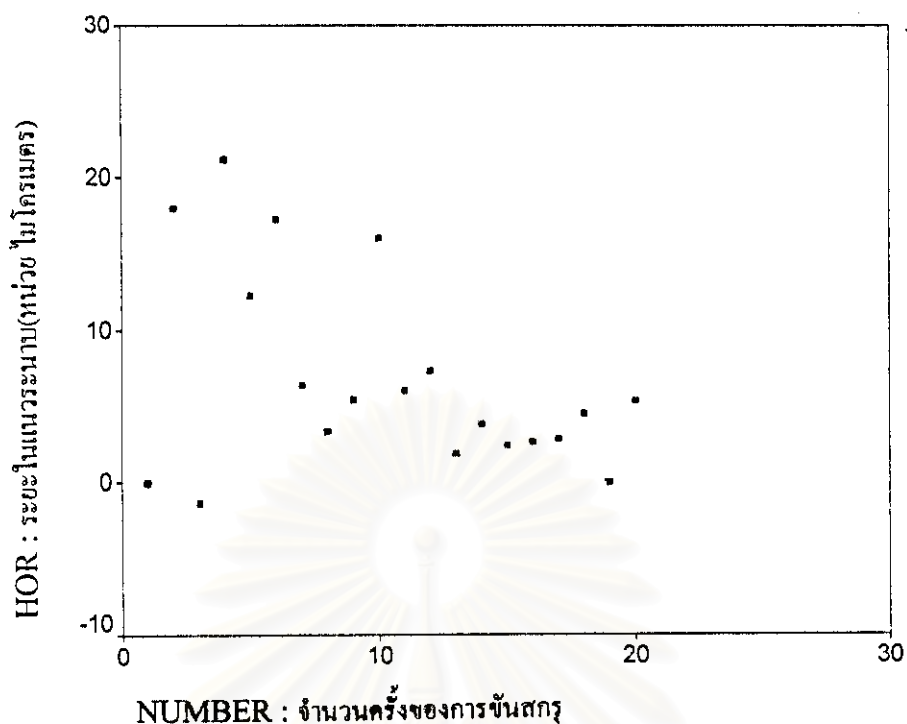
รูปที่ 38 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะเวลาในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 1 ด้านที่ 3(HOR) กับจำนวนครั้ง
 ในการเข้าสภกร(NUMBER)

ในตัวอย่างที่ 2 สามารถเขียนแผนภาพการกระจายของข้อมูลระหว่างระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองทั้ง 4 ด้าน กับจำนวนครั้งในการขึ้นสกรู ดังรูปที่ 39 ถึง 42 เมื่อใช้โปรแกรม SPSS หาตัวแบบสมการถดถอยที่พอดีกับการกระจายของข้อมูลพบว่า ไม่มีตัวแบบสมการถดถอยที่พอดีกับการกระจายของข้อมูลทั้ง 4 ด้านเลย (ค่า Sig F มีค่ามากกว่า 0.05) ดังรูปที่ 3x ถึง 6x ในภาคผนวก ส่วนระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 2 มีค่าอยู่ในช่วง 0.56-24.10 ไมโครเมตร

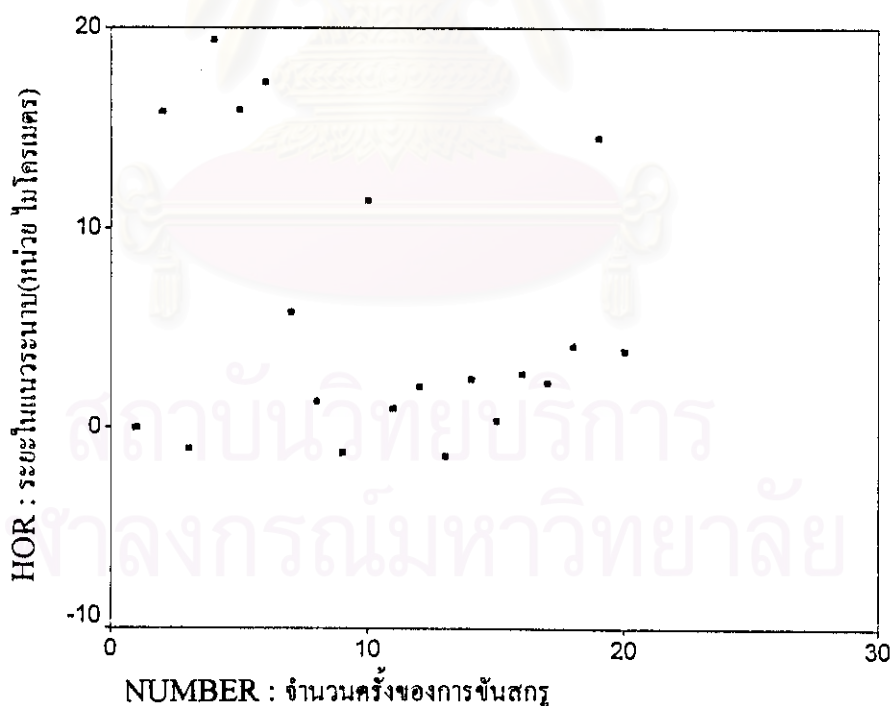
เมื่อทำการหาความสัมพันธ์ของระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองทั้ง 4 ด้านเป็นคู่ๆ โดยใช้ การทดสอบด้วยความสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation test) ดังตารางที่ 8ก ในภาคผนวก พบว่า ทุกๆ ด้านมีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ .01



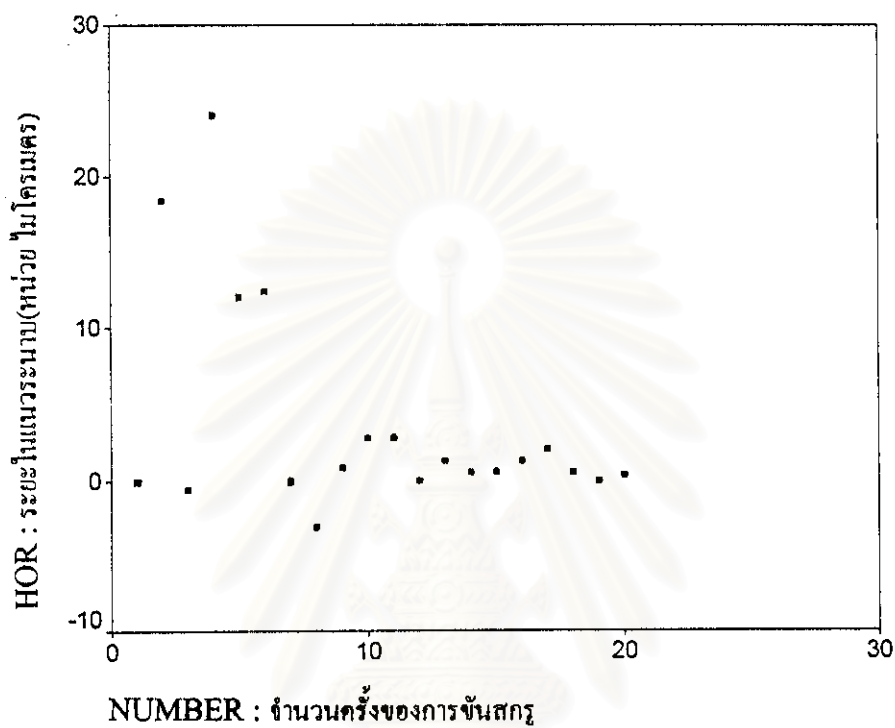
รูปที่ 39 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 2 ด้านที่ 1 (HOR) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู (NUMBER)



รูปที่ 40 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 2 ด้านที่ 2 (HOR) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)



รูปที่ 41 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 2 ด้านที่ 3 (HOR) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)



รูปที่ 42 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 2 ด้านที่ 4 (HOR) กับจำนวนครั้งของการชันสกรู(NUMBER)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนรากเทียมจำลองตัวที่ 3 มีแผนภาพการกระจายของข้อมูลระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองทั้ง 4 ด้าน คล้ายคลึงกัน ดังรูปที่ 43 ถึง 46 เมื่อใช้โปรแกรม SPSS หาตัวแบบสมการถดถอยที่สอดคล้องกับการกระจายของข้อมูลพบว่ามีการถดถอยเป็นเส้นโค้งแบบพหุนามที่มีกำลังสูงสุดเป็น 3 ทั้ง 4 ด้าน ดังรูปที่ 47 ถึง 50 และระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.49-13.80 ไมโครเมตร

$$\text{ด้านที่ 1 มีสมการคือ } Y = 6.174578 - 2.630157X + .082696X^2 + .001220X^3 + e$$

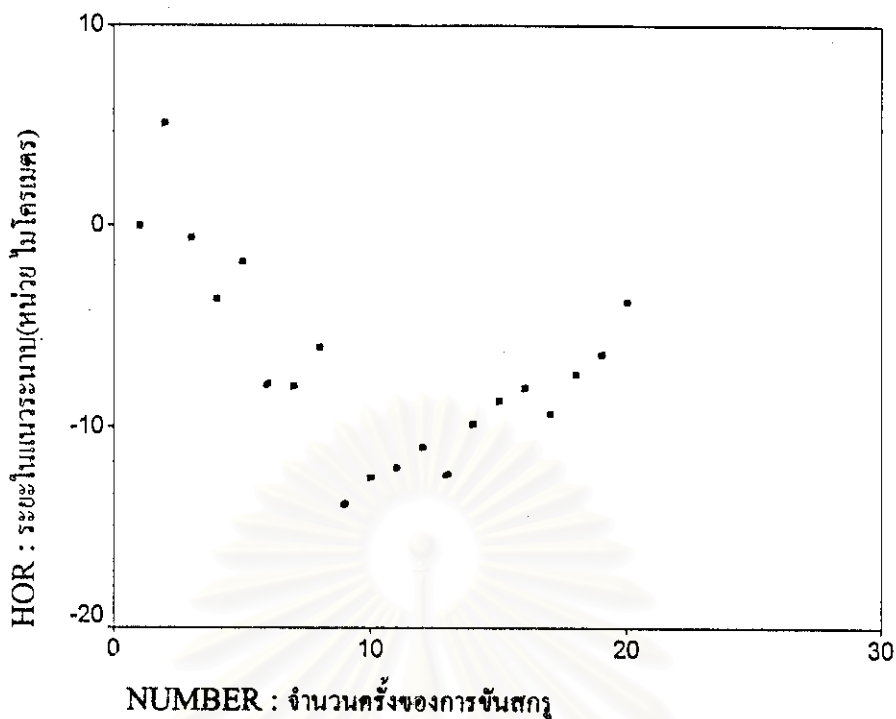
$$\text{ด้านที่ 2 มีสมการคือ } Y = 4.718423 - 2.617615X + .105009X^2 + .000252X^3 + e$$

$$\text{ด้านที่ 3 มีสมการคือ } Y = 5.924169 - 3.238985X + .162199X^2 + .001099X^3 + e$$

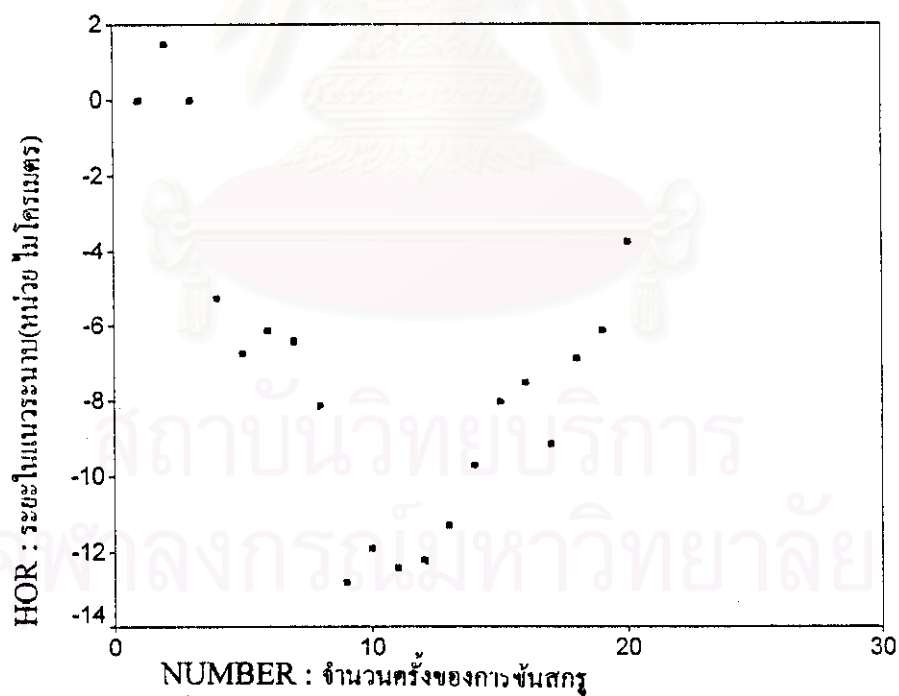
$$\text{ด้านที่ 4 มีสมการคือ } Y = 7.523420 - 3.092933X + .120622X^2 + .000543X^3 + e$$

ซึ่งสามารถใช้จำนวนครั้งในการขึ้นศกฐ์ พยากรณ์ระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองได้อย่างถูกต้องมีค่า 79.52%, 84.87% , 84.33% , 78.27% ในด้านที่ 1 , 2 , 3 และ 4 ตามลำดับ เมื่อทำการหาความสัมพันธ์ของระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองทั้ง 4 ด้านเป็นคู่ๆ โดยใช้การทดสอบด้วยความสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation test) ดังตารางที่ 9ก ในภาคผนวก พบว่าระยะที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 3 ในทุกๆด้าน มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = .01$

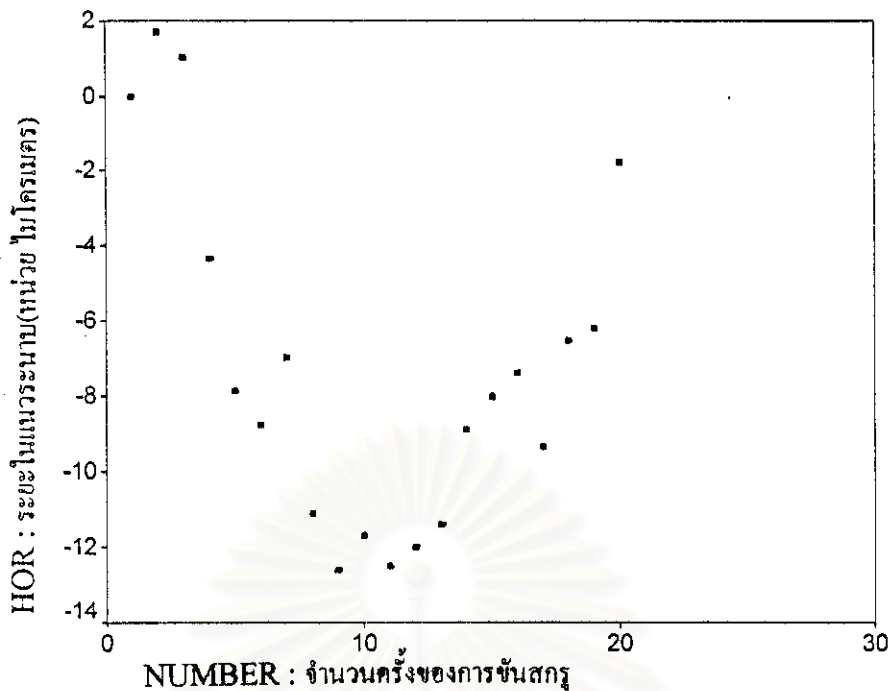
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



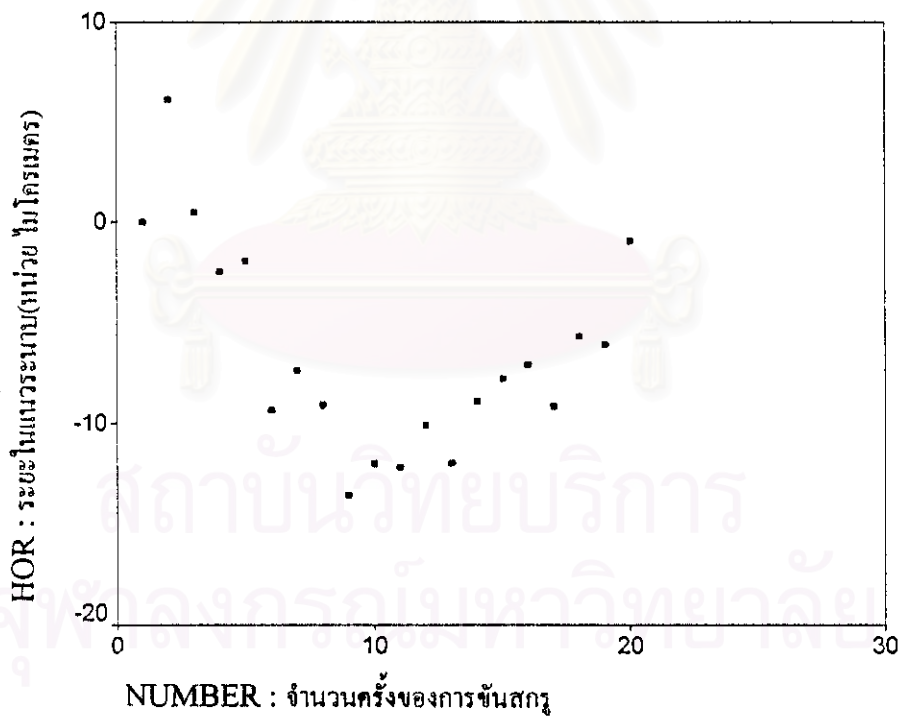
รูปที่ 43 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแวนะรณบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออก จากเครื่องหมายบนตัวรากเติมจำลองตัวที่ 3 ด้านที่ 1 (HOR) กับจำนวนครั้งของการชันสกรู (NUMBER)



รูปที่ 44 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแวนะรณบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออก จากเครื่องหมายบนตัวรากเติมจำลองตัวที่ 3 ด้านที่ 2 (HOR) กับจำนวนครั้งของการชันสกรู (NUMBER)



รูปที่ 45 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากจำลองเข็มตัวที่ 3ด้านที่3 (HOR) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)



รูปที่ 46 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 3ด้านที่4 (HOR) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)

Dependent variable.. HOR

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .90970
 R Square .82755
 Adjusted R Square .79522
 Standard Error 2.20715

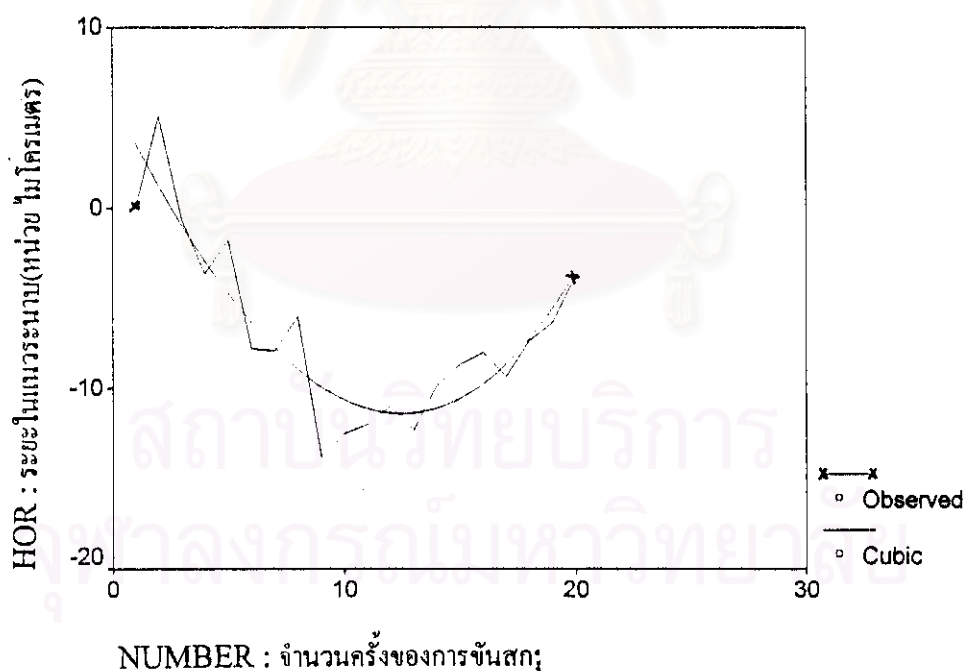
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 374.03976 | 124.67992 |
| Residuals | 16 | 77.94392 | 4.87150 |

F = 25.59377 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|-----------|----------|-----------|--------|-------|
| ORDER | -2.630157 | .970071 | -3.190297 | -2.711 | .0154 |
| ORDER**2 | .082696 | .105978 | 2.168596 | .780 | .4466 |
| ORDER**3 | .001220 | .003323 | .626350 | .367 | .7184 |
| (Constant) | 6.174578 | 2.410936 | | 2.561 | .0209 |



รูปที่ 47 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแควระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 3 ด้านที่ 1 (HOR) กับจำนวนครั้ง
 ในการชันสกรู (NUMBER)

Dependent variable.. HOR2

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .93414
 R Square .87261
 Adjusted R Square .84873
 Standard Error 1.62545

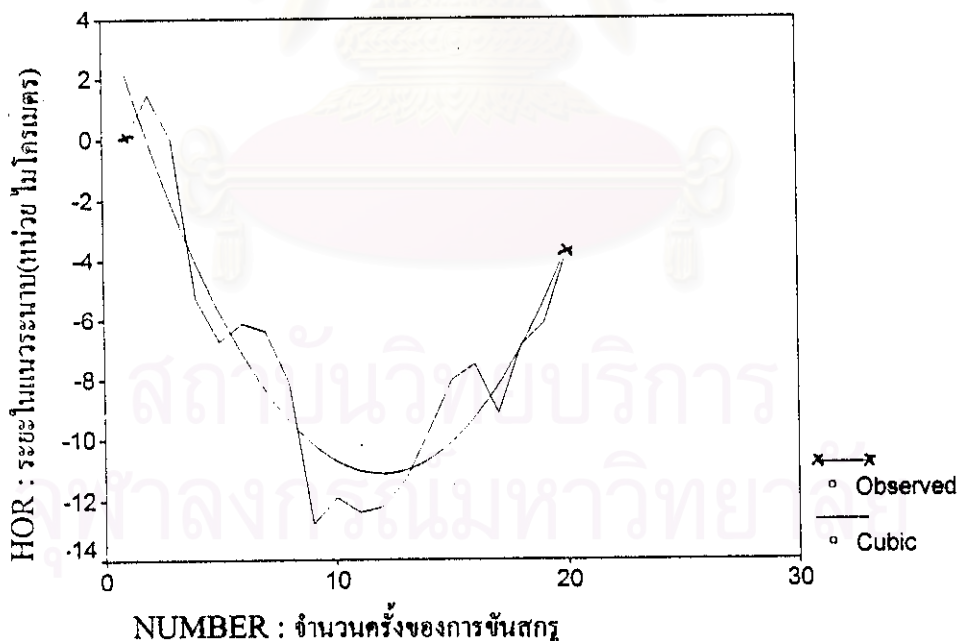
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 289.57434 | 96.524779 |
| Residuals | 16 | 42.27318 | 2.642074 |

F = 36.53372 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|-----------|----------|-----------|--------|-------|
| ORDER | -2.617615 | .714406 | -3.705504 | -3.664 | .0021 |
| ORDER**2 | .105009 | .078047 | 3.213751 | 1.345 | .1972 |
| ORDER**3 | .000252 | .002447 | .151067 | .103 | .9192 |
| (Constant) | 4.718423 | 1.775526 | | 2.657 | .0172 |



รูปที่ 48 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 3 ด้านที่ 2(HOR) กับจำนวนครั้ง
 ในการชันสกรู(NUMBER)

Dependent variable.. HOR.

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .93171
 R Square .86808
 Adjusted R Square .84335
 Standard Error 1.77544

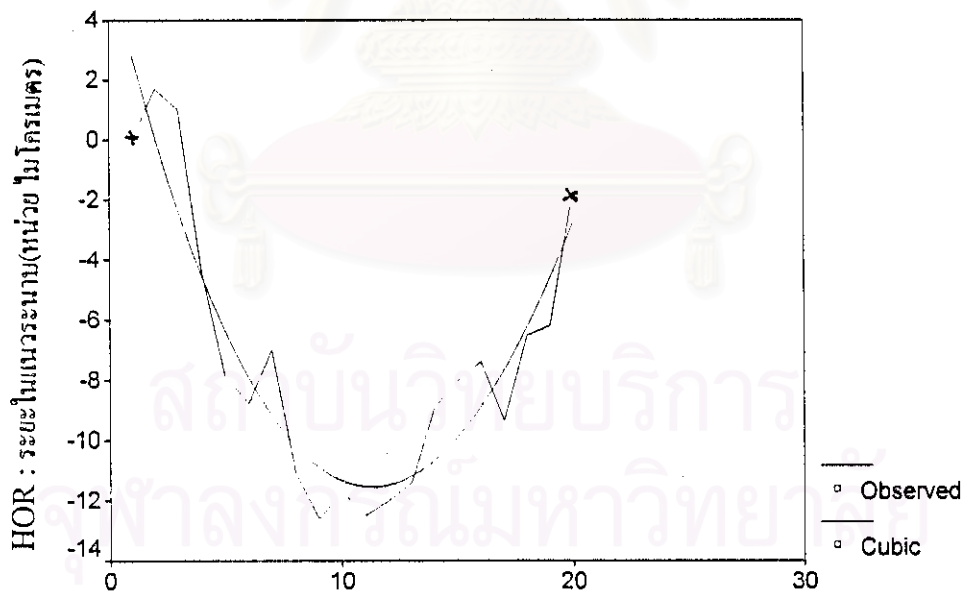
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 331.88756 | 110.62919 |
| Residuals | 16 | 50.43502 | 3.15219 |

F = 35.09599 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|-----------|----------|-----------|--------|-------|
| ORDER | -3.238985 | .780331 | -4.271739 | -4.151 | .0008 |
| ORDER**2 | .162199 | .085249 | 4.624744 | 1.903 | .0752 |
| ORDER**3 | -.001099 | .002673 | -.613577 | -.411 | .6864 |
| (Constant) | 5.924169 | 1.939370 | | 3.055 | .0076 |



NUMBER : จำนวนครั้งของการชั้นสกรู

รูปที่ 49 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 3 ด้านที่ 3(HOR) กับจำนวนครั้ง
 ในการชั้นสกรู(NUMBER)

Dependent variable.. HOR: Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .90388
 R Square .81700
 Adjusted R Square .78269
 Standard Error 2.40633

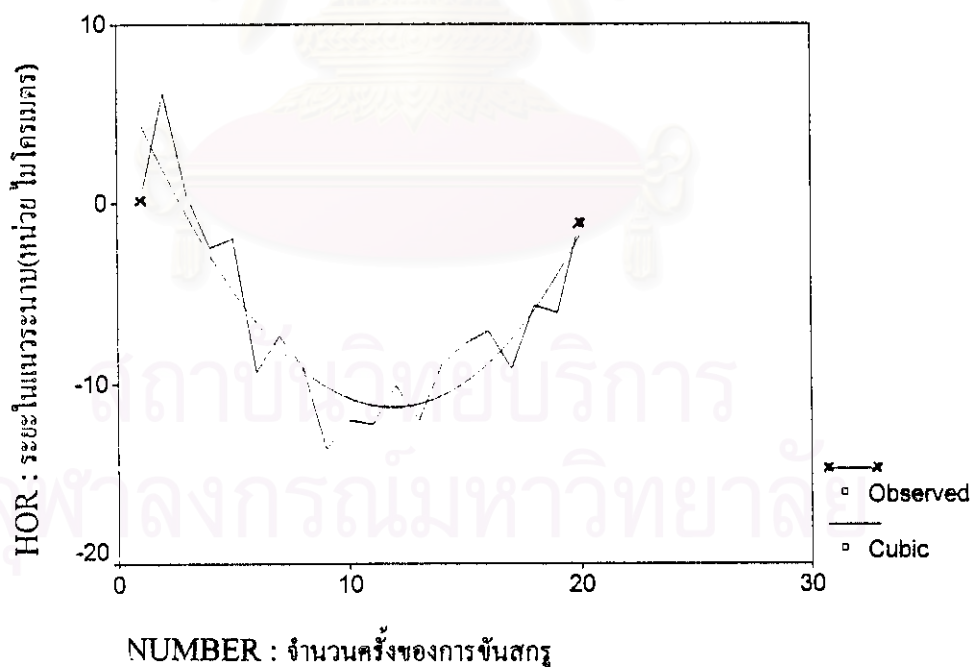
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 413.63155 | 137.87718 |
| Residuals | 16 | 92.64691 | 5.79043 |

F = 23.81121 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|-----------|----------|-----------|--------|-------|
| ORDER | -3.092933 | 1.057616 | -3.544758 | -2.924 | .0099 |
| ORDER**2 | .120622 | .115542 | 2.988733 | 1.044 | .3120 |
| ORDER**3 | .000543 | .003622 | .263339 | .150 | .8828 |
| (Constant) | 7.523420 | 2.628513 | | 2.862 | .0113 |



รูปที่ 50 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองตัวที่ 3 ด้านที่ 4(HOR) กับจำนวนครั้ง
 ในการชั้นสกรู (NUMBER)

จะเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์ของจำนวนครั้งของการขึ้นสกรูซ้ำ กับระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองมีความไม่แน่นอน ถึงแม้ว่าจะเป็นตัวรากเทียมจำลองตัวเดียวกันแต่คนละด้าน อาจจะมีความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 2 ที่ต่างกันหรือไม่มีความสัมพันธ์เลย ในกรณีที่มีความสัมพันธ์กันก็มักจะมีลักษณะเป็นตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้น โค้งแบบลิโนเมียลที่มีกำลังสูงสุดเป็น 3 ซึ่งความน่าเชื่อถือในการพยากรณ์ระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมจำลองด้วยจำนวนครั้งของการขึ้นสกรูมีค่าไม่สูงนัก แตกต่างจากความสัมพันธ์ของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองกับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู ซึ่งมีรูปแบบความสัมพันธ์ที่แน่นอนและมีความสามารถในการพยากรณ์ตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระที่สูง

ภายหลังจากที่ขึ้นสกรูยึดตัวหลักกับตัวรากเทียมจำลองซ้ำ 20 ครั้งแล้ว นำตัวหลักนี้มาสวมบนตัวรากเทียมแล้วขึ้นสกรูซ้ำอีก 25 ครั้ง ซึ่งเป็นจำนวนครั้งที่เพียงพอที่จะบอกถึงแนวโน้มของความสัมพันธ์ ทำการวัดเช่นเดียวกับในตัวรากเทียมจำลอง จะได้ค่าช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียม ดังรูปที่ 51 และ ข้อมูลช่องว่างระหว่างตัวหลักกับรากเทียมในแต่ละด้าน ในการขึ้นสกรูแต่ละครั้ง แสดงในตารางที่ 10ก ถึง 10ค ในภาคผนวก



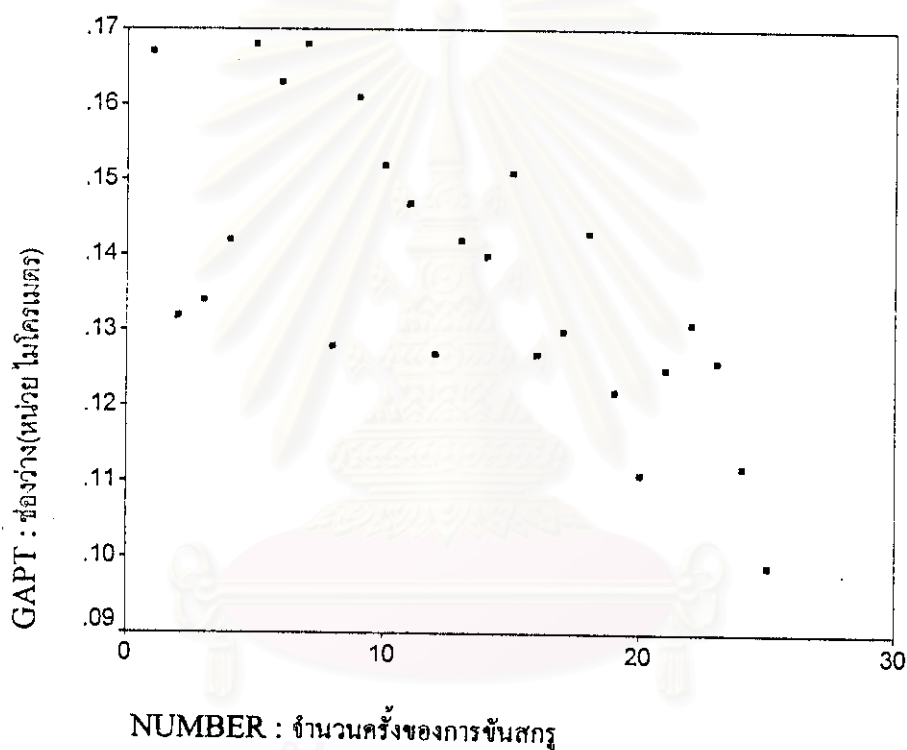
รูปที่ 51 แสดงช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมเมื่อขึ้นสกรูครั้งที่ 25
(ขยาย 2000 เท่า)

ค่าเฉลี่ยของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมทั้ง 3 ตัว ในแต่ละครั้งของการขึ้นสกรู แสดงใน ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมทั้ง 3 ตัว ในแต่ละครั้งของการขึ้นสกรู (หน่วยเป็น ไมโครเมตร)

| ครั้งที่ | รากเทียมตัวที่1 | รากเทียมตัวที่2 | รากเทียมตัวที่3 |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0.17 | 0.14 | 0.45 |
| 2 | 0.13 | 0.13 | 0.46 |
| 3 | 0.13 | 0.13 | 0.44 |
| 4 | 0.14 | 0.13 | 0.43 |
| 5 | 0.17 | 0.14 | 0.43 |
| 6 | 0.16 | 0.12 | 0.40 |
| 7 | 0.17 | 0.10 | 0.38 |
| 8 | 0.13 | 0.08 | 0.39 |
| 9 | 0.16 | 0.07 | 0.40 |
| 10 | 0.15 | 0.09 | 0.36 |
| 11 | 0.15 | 0.08 | 0.36 |
| 12 | 0.13 | 0.08 | 0.43 |
| 13 | 0.14 | 0.05 | 0.35 |
| 14 | 0.14 | 0.04 | 0.38 |
| 15 | 0.15 | 0.03 | 0.32 |
| 16 | 0.13 | 0.03 | 0.38 |
| 17 | 0.13 | 0.03 | 0.39 |
| 18 | 0.14 | 0.05 | 0.36 |
| 19 | 0.12 | 0.07 | 0.38 |
| 20 | 0.11 | 0.05 | 0.34 |
| 21 | 0.13 | 0.03 | 0.28 |
| 22 | 0.13 | 0.05 | 0.28 |
| 23 | 0.13 | 0.04 | 0.28 |
| 24 | 0.11 | 0.05 | 0.26 |
| 25 | 0.10 | 0.06 | 0.29 |

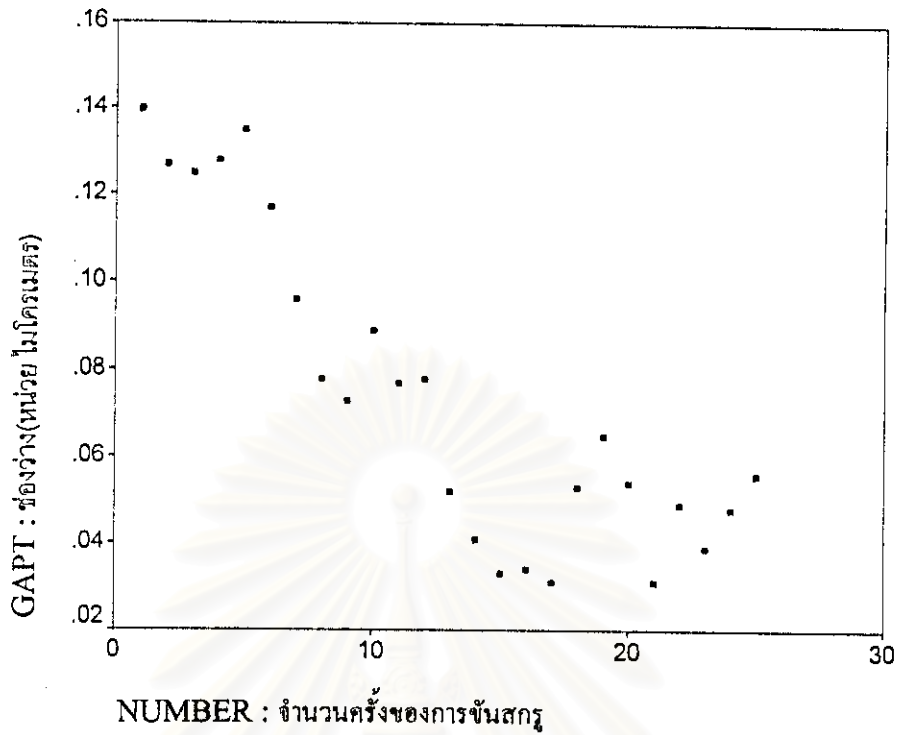
นำข้อมูลค่าเฉลี่ยของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียม กับจำนวนครั้งของการขึ้น
 สกรูของรากเทียมทั้ง 3 ตัวมาสร้างแผนภาพการกระจาย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาตัวแบบ
 สมการถดถอย ดังรูปที่ 52 ถึง 55



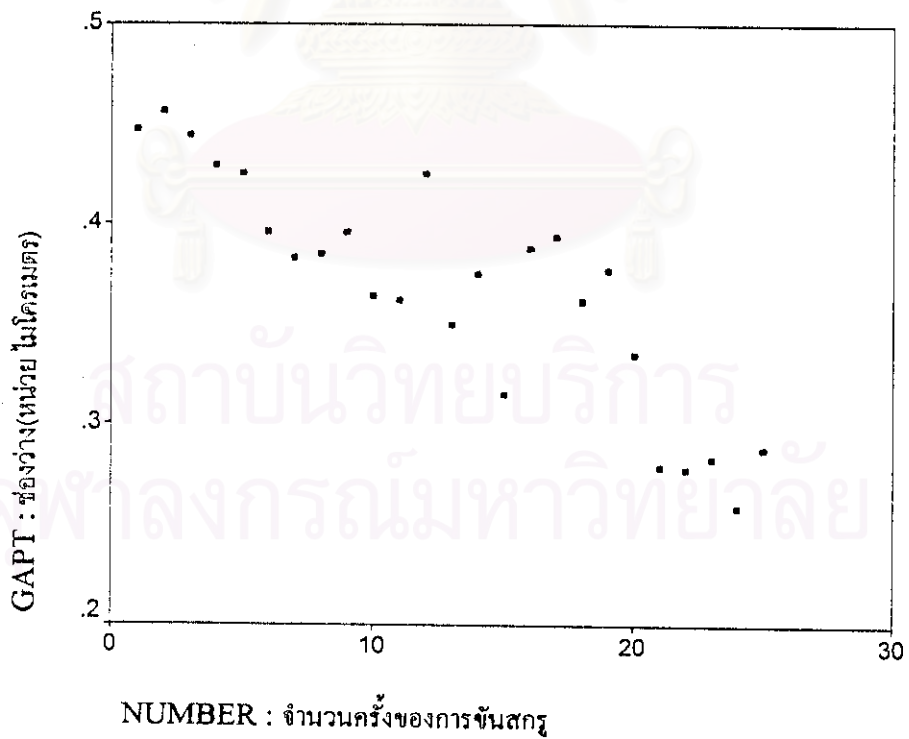
รูปที่ 52 แสดงแผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมตัวที่ 1
 (GAPT) กับ จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)

GAPT แทนความหมาย : ช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียม(ไมโครเมตร)

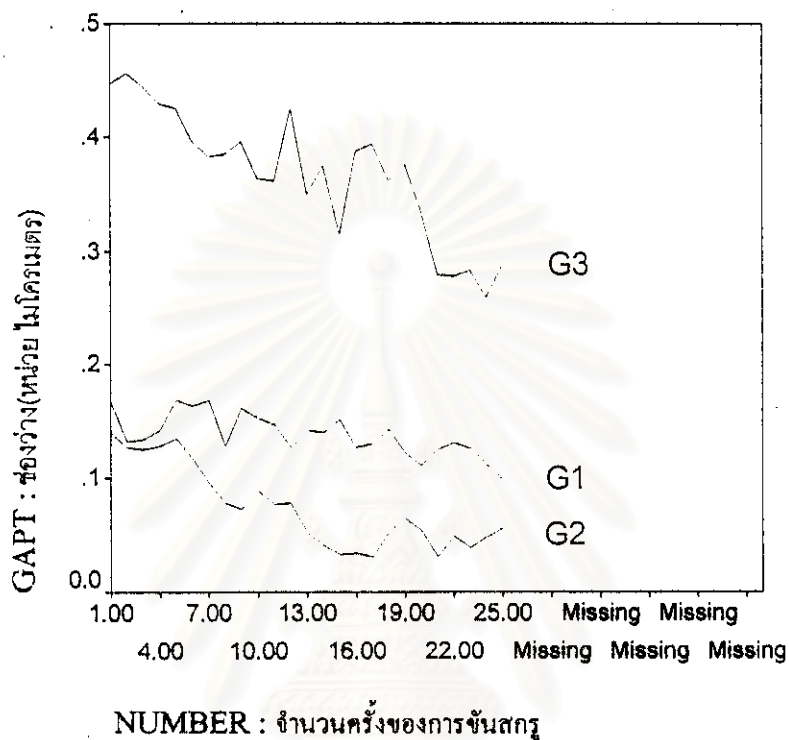
NUMBER แทนความหมาย : จำนวนครั้งในการขึ้นสกรู



รูปที่ 53 แสดงแผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมตัวที่ 2 (GAPT) กับ จำนวนครั้งของการขึ้นสกรูซ้ำ(NUMBER)



รูปที่ 54 แสดงแผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมตัวที่ 3 (GAPT) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรูซ้ำ(NUMBER)



รูปที่ 55 แสดงแผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมทั้ง 3 ตัว (GAP) กับ จำนวนครั้งของการชันสกรู ในรูปเดียวกัน

G1 หมายถึง: แผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมตัวที่ 1

G2 หมายถึง: แผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมตัวที่ 2

G3 หมายถึง: แผนภาพการกระจายของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมตัวที่ 3

หาตัวแบบสมการถดถอยที่พอดีกับแผนภาพการกระจายของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมSPSS พบว่าตัวแบบสมการที่มีความเหมาะสมกับการกระจายของข้อมูลของรากเทียมทั้ง 3ตัว คือ สมการถดถอยเชิงเส้นตรง ดังรูปที่ 56 ถึง 58 ซึ่งมีตัวแบบสมการคือ $Y = a + bX + e$

Dependent variable.. GAPT

Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .70064
R Square .49089
Adjusted R Square .46876
Standard Error .01356

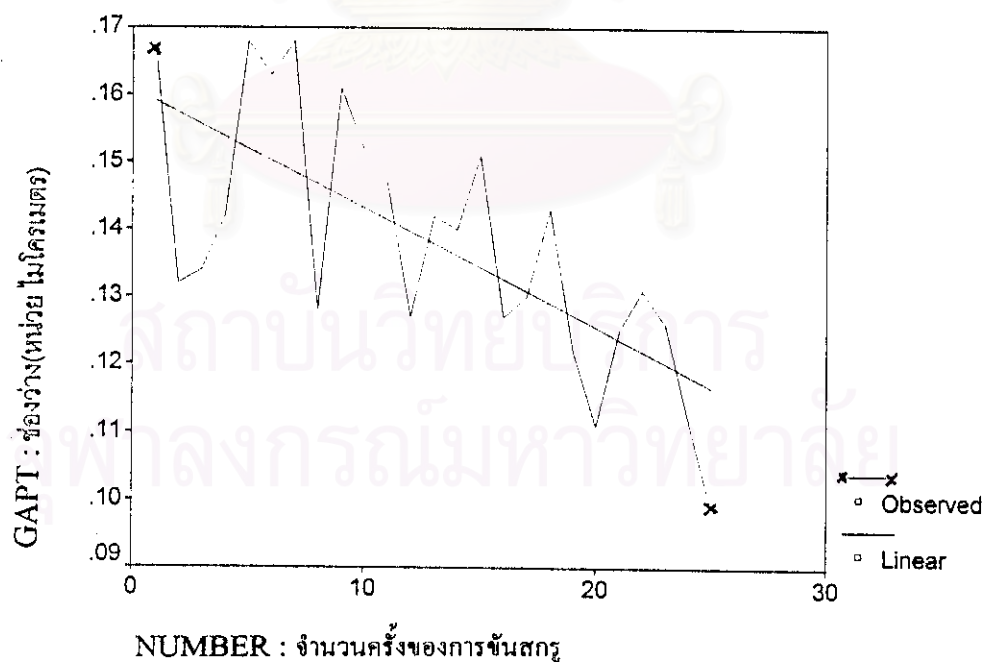
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 1 | .00407631 | .00407631 |
| Residuals | 23 | .00422753 | .00018381 |

F = 22.17729 Signif F = .0001

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|---------|----------|--------|-------|
| ORDER | -.001771 | .000376 | -.700639 | -4.709 | .0001 |
| (Constant) | .160940 | .005590 | | 28.791 | .0000 |



รูปที่ 56 แสดงตัวแบบสมการถดถอยของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมตัวที่ 1 (GAPT) กับ จำนวนครั้งของการชันสกรู(NUMBER)

Dependent variable.. GAPT Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .86028
 R Square .74009
 Adjusted R Square .72879
 Standard Error .01882

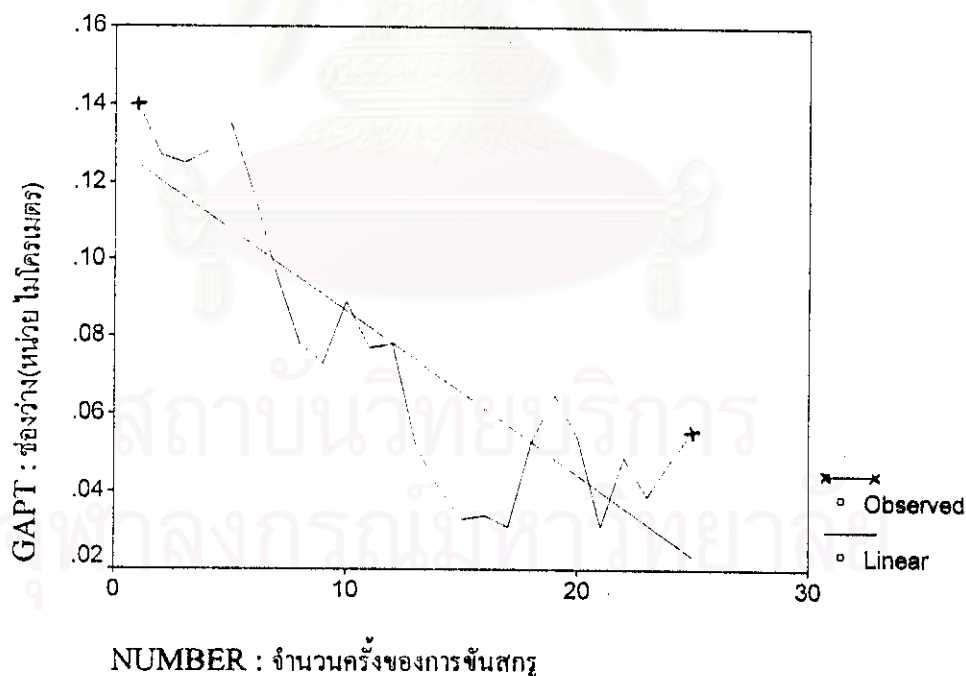
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 1 | .02318469 | .02318469 |
| Residuals | 23 | .00814227 | .00035401 |

F = 65.49133 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|---------|----------|--------|-------|
| ORDER | -.004223 | .000522 | -.860283 | -8.093 | .0000 |
| (Constant) | .128860 | .007758 | | 16.611 | .0000 |



รูปที่ 57 แสดงตัวแบบสมการถดถอยของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมครั้งที่ 2 (GAPT.) กับจำนวนครั้งของการข้นสกรู(NUMBER)

Dependent variable.. GAPT

Method.. LINEAR

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .87469
 R Square .76508
 Adjusted R Square .75486
 Standard Error .02842

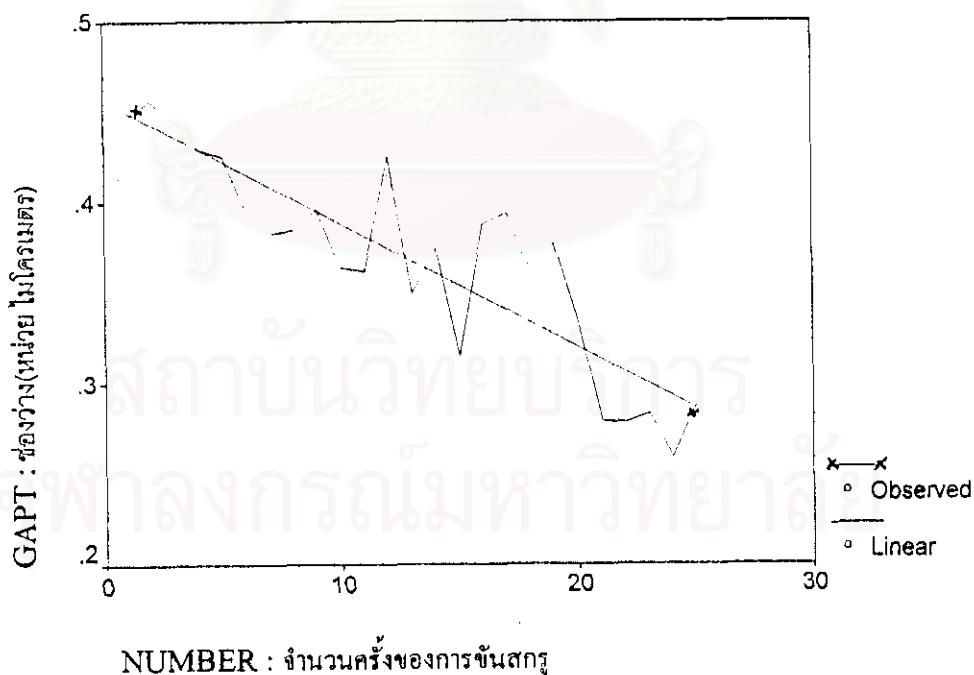
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 1 | .06052069 | .06052069 |
| Residuals | 23 | .01858331 | .00080797 |

F = 74.90464 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|---------|----------|--------|-------|
| ORDER | -.006823 | .000788 | -.874687 | -8.655 | .0000 |
| (Constant) | .456500 | .011720 | | 38.951 | .0000 |

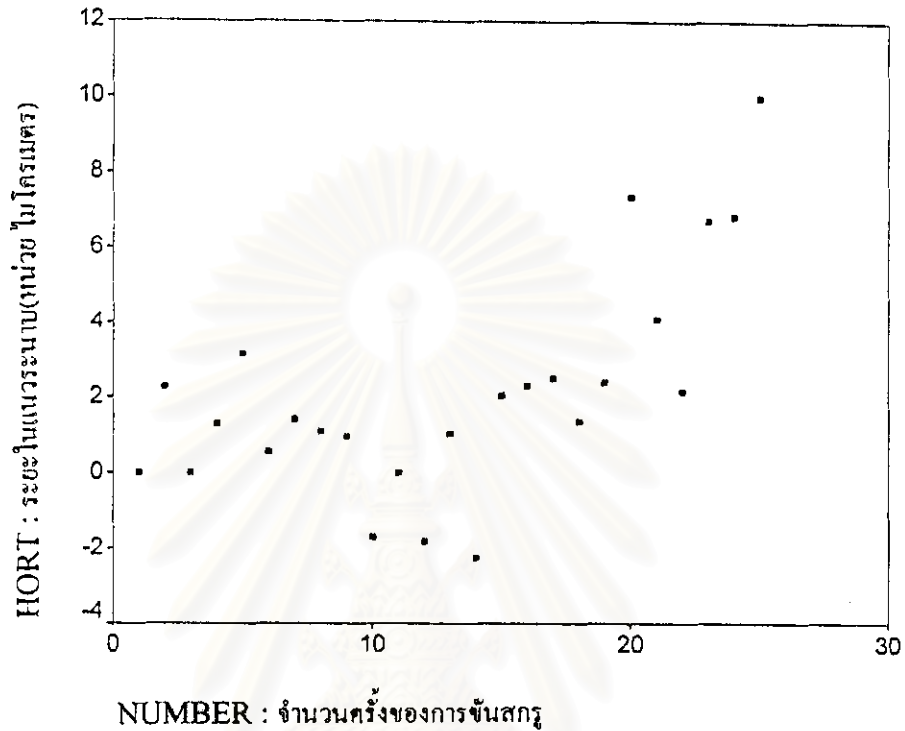


รูปที่ 58 แสดงตัวแบบสมการถดถอยของช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมตัวที่ 3 (GAPT) กับ จำนวนครั้งของการชั้นสกรู(NUMBER)

จะเห็นได้ว่า ตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นตรงในรากเทียมตัวที่ 1 สามารถใช้จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู พยากรณ์ช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมได้อย่างถูกต้องเพียง 46.87 % เท่านั้นซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าสถิติ F ที่คำนวณได้พบว่า ตัวแปรทั้งสองยังมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ และมีสมการถดถอยคือ $Y = .160940 - .001771X$ ในกรณีที่ต้องการทราบว่า จะต้องขึ้นสกรูเป็นจำนวนกี่ครั้งที่จะทำให้ไม่มีช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมตัวที่ 1 พบว่าเป็น 90 ครั้ง โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ .01356 ไมโครเมตร

ในขณะที่ตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นตรง ของรากเทียมตัวที่ 2 และ 3 มีความสามารถพยากรณ์ช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมสูงกว่า คือ 72.87 % และ 75.49 % ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าระดับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของการขึ้นสกรูกับช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมมีค่าที่สูงกว่า คือมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .86028 และ .87469 ตามลำดับ ซึ่งสมการถดถอยเชิงเส้นตรงของรากเทียมตัวที่ 2 คือ $Y = .128860 - .004223X$ และของรากเทียมตัวที่ 3 คือ $Y = .456500 - .006823X$ เมื่อทำการคำนวณว่าต้องขึ้นสกรูเป็นจำนวนกี่ครั้งที่จะทำให้ไม่มีช่องว่างระหว่างตัวหลักกับตัวรากเทียมทั้ง 2 ตัว พบว่าในรากเทียมตัวที่ 2 ต้องขึ้นสกรู 30.5 ครั้ง ในขณะที่รากเทียมตัวที่ 3 ต้องขึ้นสกรู 67 ครั้ง จากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของสมการถดถอยทั้ง 3 เส้นด้วยค่าสถิติ T พบว่าสมการถดถอยทั้ง 3 มิได้มาจากประชากรที่มีสัมประสิทธิ์การถดถอยเฉลี่ยเดียวกัน จึงไม่สามารถหาสมการร่วมของสมการถดถอยทั้ง 3 เส้นได้ ต้องทำการพิจารณาเป็นตัวๆ ไป

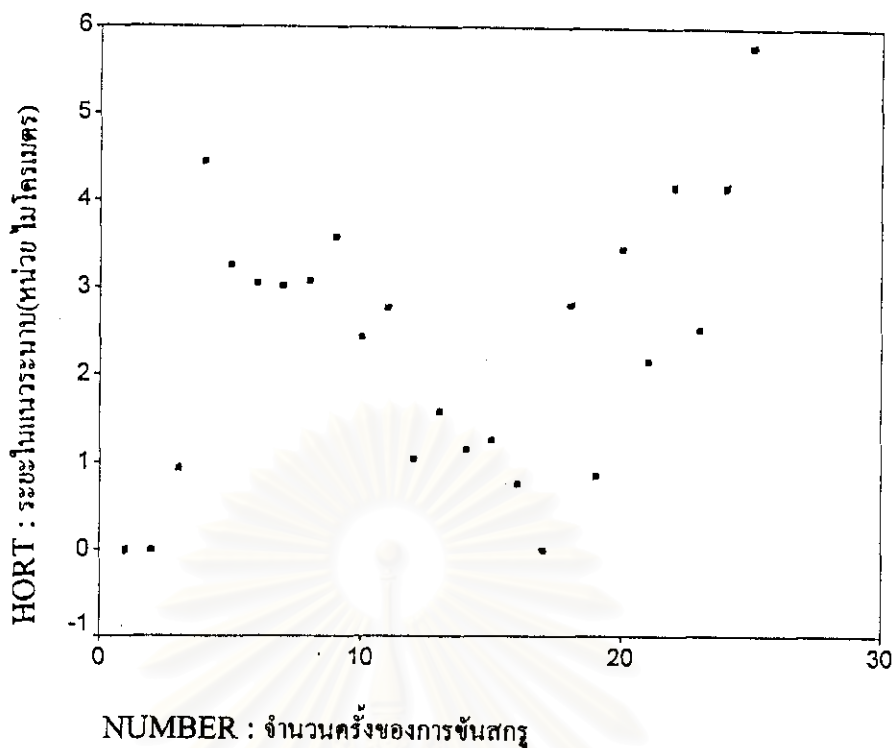
ส่วนระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมทั้ง 3 ตัว ในการขึ้นสกรูซ้ำในแต่ละครั้ง ได้แสดงในตารางที่ 13ก ถึง 15ก ในภาคผนวก และได้ทำการสร้างแผนภาพการกระจายระหว่าง ระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 1 ทั้ง 4 ด้าน กับ การขึ้นสกรูของตัวหลักซ้ำ ดังรูปที่ 59 ถึง 62 และได้หาตัวแบบสมการถดถอยที่พอดีกับการกระจายของข้อมูลในแต่ละด้านของรากเทียมตัวที่ 1 ดังรูปที่ 63 ถึง 66



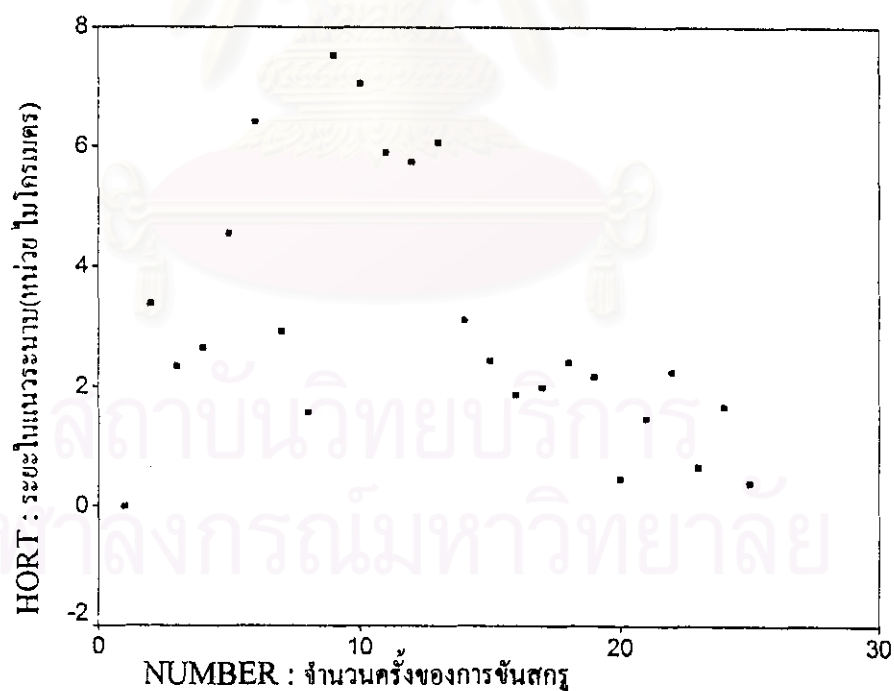
รูปที่ 59 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 1 ด้านที่ 1 (HORT) กับจำนวนครั้งของการชันสกรู (NUMBER)

HORT แทนความหมาย : ระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียม (ไมโครเมตร)

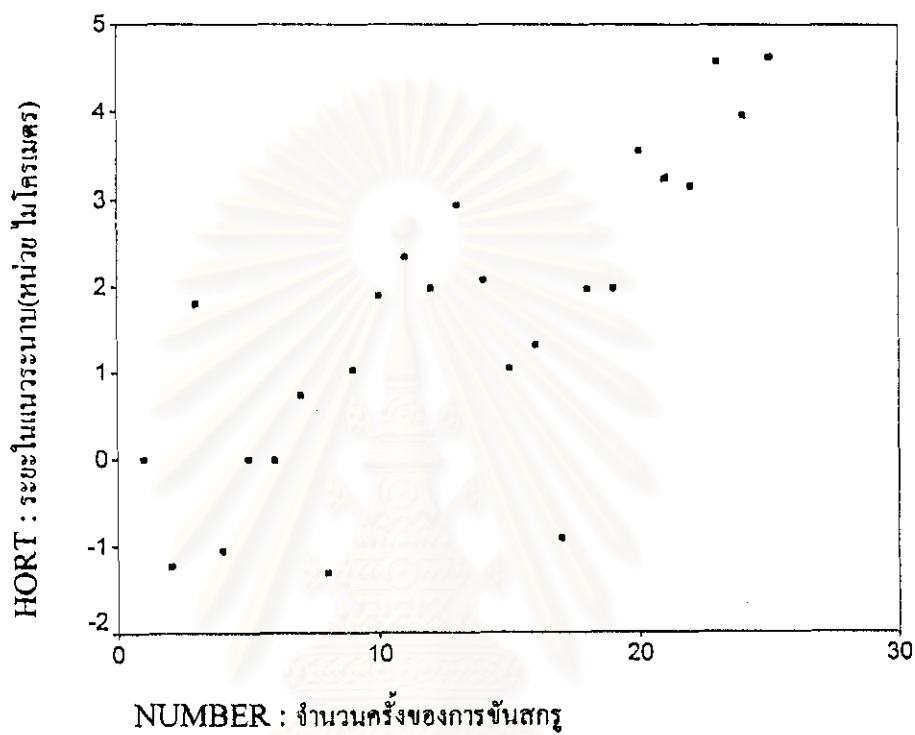
NUMBER แทนความหมาย : จำนวนครั้งในการชันสกรู



รูปที่ 60 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียบตัวที่1 ด้านที่2(HORT) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)



รูปที่ 61 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียบตัวที่1 ด้านที่3(HORT) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)



รูปที่ 62 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 1 ด้านที่ 4 (HORT) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู (NUMBER)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Dependent variable.. HORT

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .84618
 R Square .71601
 Adjusted R Square .67544
 Standard Error 1.68010

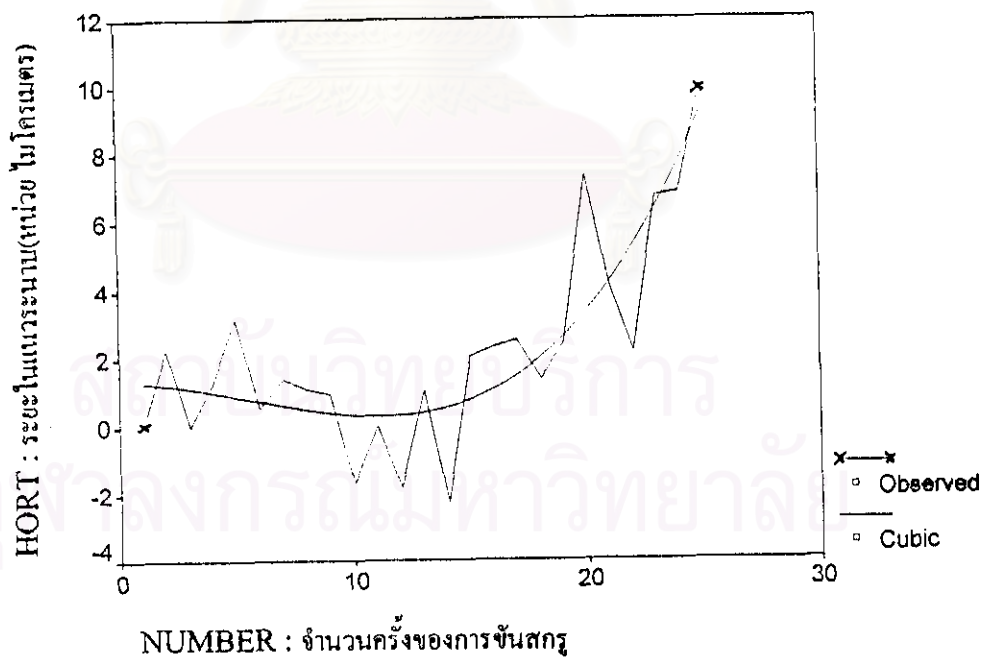
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 149.45663 | 49.818877 |
| Residuals | 21 | 59.27779 | 2.822752 |

F = 17.64905 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|----------|-----------|-------|-------|
| ORDER | .001100 | .513996 | .002746 | .002 | .9983 |
| ORDER**2 | -.025013 | .045463 | -1.671933 | -.550 | .5880 |
| ORDER**3 | .001504 | .001151 | 2.447166 | 1.307 | .2054 |
| (Constant) | 1.314726 | 1.573882 | | .835 | .4129 |



รูปที่ 63 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทีมตัวที่ 1 ด้านที่ 1(HORT) กับจำนวนครั้ง
 ในการขึ้นสกรู (NUMBER)

Dependent variable.. HORT` Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .80292
R Square .64468
Adjusted R Square .59393
Standard Error .97778

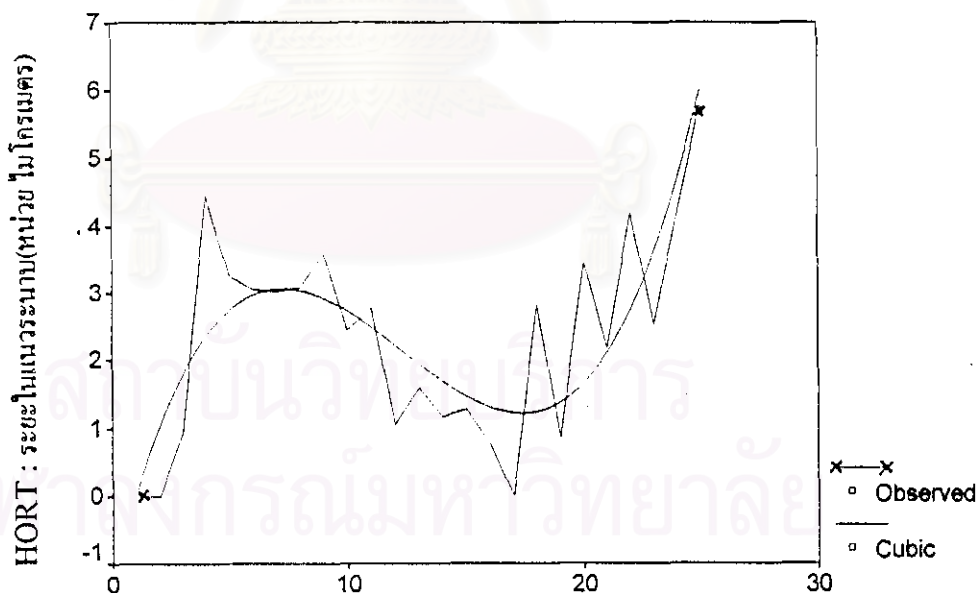
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 36.428296 | 12.142765 |
| Residuals | 21 | 20.077320 | .956063 |

F = 12.70080 Signif F = .0001

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|-----------|---------|------------|--------|-------|
| ORDER | 1.359807 | .299135 | 6.522337 | 4.546 | .0002 |
| ORDER**2 | -.132896 | .026459 | -17.073343 | -5.023 | .0001 |
| ORDER**3 | .003601 | .000670 | 11.260726 | 5.376 | .0000 |
| (Constant) | -1.185305 | .915965 | | -1.294 | .2097 |



NUMBER : จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู

รูปที่ 64 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแวนระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียบตัวที่ 1 ด้านที่ 2(HORT) กับจำนวนครั้งใน
การขึ้นสกรู (NUMBER)

Dependent variable.. HORT

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .77278
 R Square .59719
 Adjusted R Square .53965
 Standard Error 1.48588

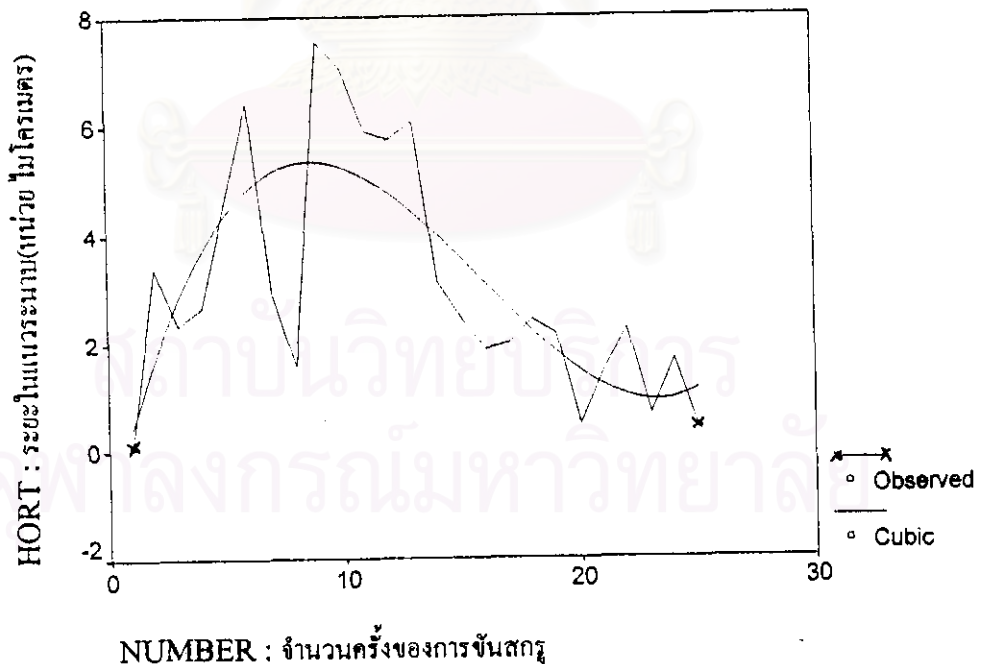
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 68.738869 | 22.912956 |
| Residuals | 21 | 46.364635 | 2.207840 |

F = 10.37800 Signif F = .0002

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|-----------|----------|------------|--------|-------|
| ORDER | 1.725252 | .454577 | 5.798023 | 3.795 | .0011 |
| ORDER**2 | -.136763 | .040208 | -12.310523 | -3.401 | .0027 |
| ORDER**3 | .002859 | .001018 | 6.263904 | 2.809 | .0105 |
| (Constant) | -1.199129 | 1.391937 | | -.861 | .3987 |



รูปที่ 65 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากที่ 1 ด้านที่ 3(HORT) กับจำนวนครั้งใน
 การขึ้นสกรู(NUMBER)

Dependent variable.. HORT

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .79760
 R Square .63617
 Adjusted R Square .58419
 Standard Error 1.13712

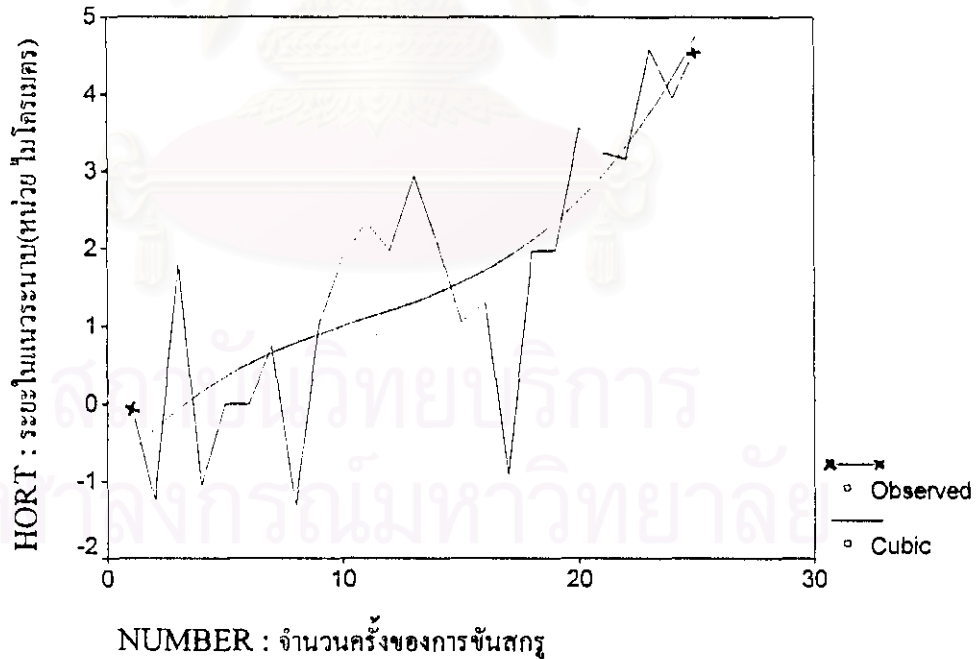
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 47.478224 | 15.826075 |
| Residuals | 21 | 27.153672 | 1.293032 |

F = 12.23951 Signif F = .0001

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|----------|-----------|-------|-------|
| ORDER | .368501 | .347879 | 1.537972 | 1.059 | .3015 |
| ORDER**2 | -.024926 | .030770 | -2.786372 | -.810 | .4270 |
| ORDER**3 | .000774 | .000779 | 2.107472 | .994 | .3314 |
| (Constant) | -.964511 | 1.065223 | | -.905 | .3755 |



รูปที่ 66 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะเวลาในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมนตัวที่ 1 ด้านที่ 4 (HORT) กับจำนวนครั้งใน
 การชั้นสกรูซ้ำ(NUMBER)

จะเห็นได้ว่า ตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 1 ในแต่ละด้าน กับจำนวนครั้งในการชันสกรูมีลักษณะ เป็นสมการถดถอยเชิงเส้นโค้งแบบโพลิโนเมียลที่มีกำลังสูงสุดเป็น 3 โดยมีความสามารถในการพยากรณ์ระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียม ในแต่ละด้านได้อย่างถูกต้อง ประมาณ 60% เท่านั้น ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตามตัวแปรทั้ง 2 ก็ยังคงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ เนื่องจากค่าสถิติ Sig F ของทุกๆ ด้านมีค่าต่ำกว่า 0.05 และระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมในแต่ละด้านมีค่าอยู่ในช่วง 0.47 – 10 ไมโครเมตร

สมการถดถอยของแต่ละด้าน มีดังนี้

$$\text{ด้านที่ 1 มีสมการคือ } Y = 1.314726 + 0.001100X - 0.025013X^2 + 0.001504X^3 + e$$

$$\text{ด้านที่ 2 มีสมการคือ } Y = -1.185305 + 1.359807X - 0.132896X^2 + 0.0003601X^3 + e$$

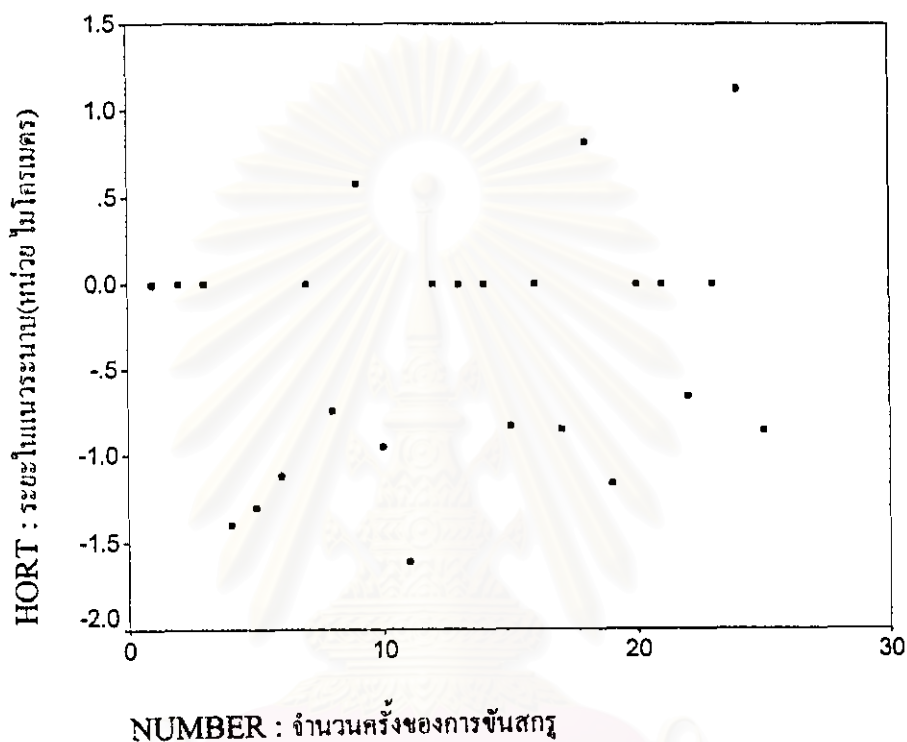
$$\text{ด้านที่ 3 มีสมการคือ } Y = -1.199129 + 1.725252X - 0.136763X^2 + 0.002859X^3 + e$$

$$\text{ด้านที่ 4 มีสมการคือ } Y = -0.964511 + 0.368501X - 0.000774X^2 + 0.000774X^3 + e$$

แม้ว่าสมการถดถอยของทุกๆ ด้าน จะเป็นสมการถดถอยเชิงเส้นโค้งแบบโพลิโนเมียลที่มีกำลังสูงสุดเป็น 3 ก็ตาม แต่รูปแบบของเส้นถดถอยจะต่างกันอย่างชัดเจนโดยเฉพาะด้านที่ 1 และ 3 เมื่อทำการทดสอบด้วยความสัมพันธ์เพียร์สันพบว่า ทั้ง 2 ด้านนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.01$ แต่เป็นความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกัน ส่วนด้านที่ 1 กับ 4 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ ขณะที่ด้านที่ 1 กับ 2 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ ส่วนด้านที่เหลือไม่มีความสัมพันธ์กันเลย ดังตารางที่ 16ก ในภาคผนวก

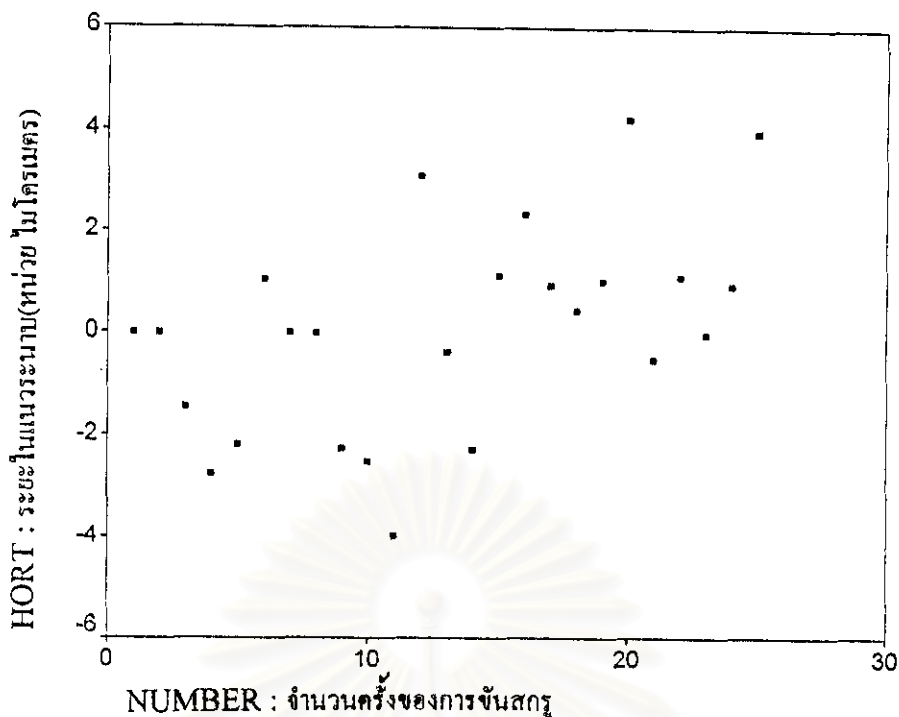
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่2 กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู แสดงใน รูปที่67 ถึง 70

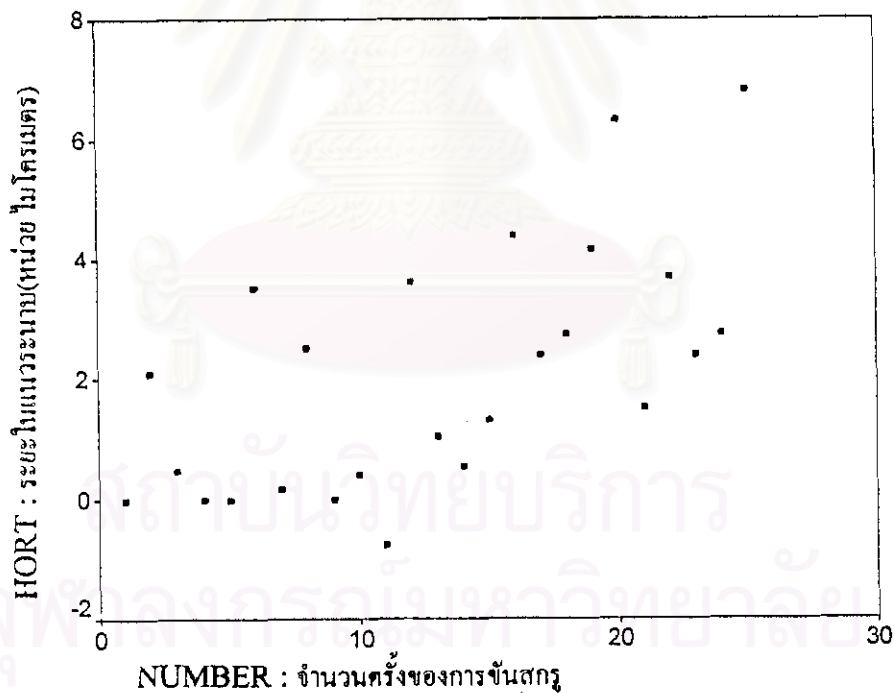


รูปที่67 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่2 ด้านที่1(HORT) กับจำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)

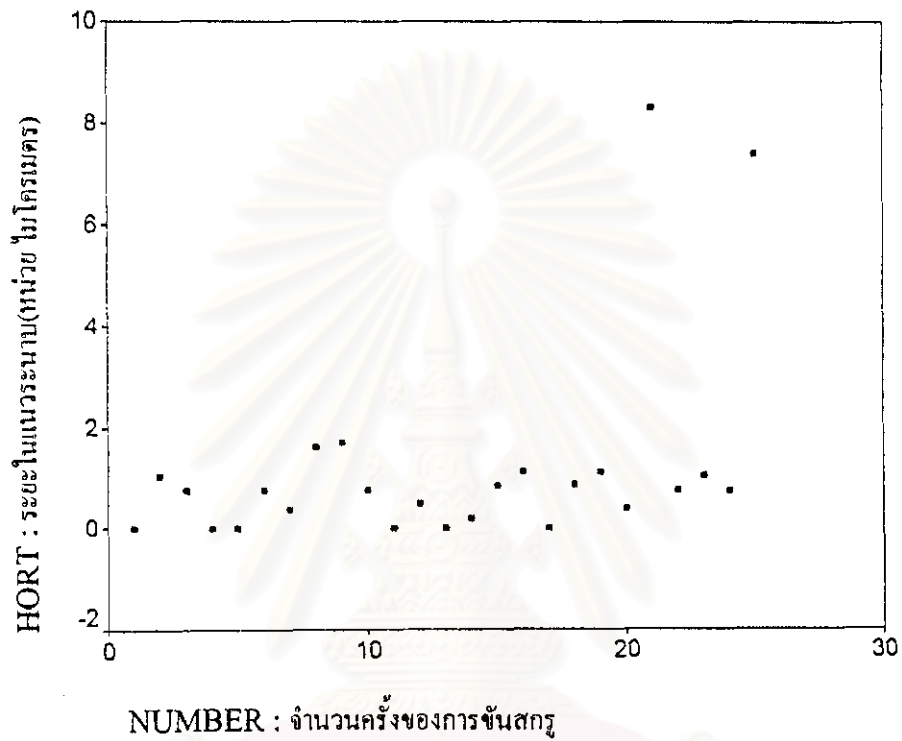
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 68 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากที่ 2 ด้านที่ 2 (HORT) กับ จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู (NUMBER)



รูปที่ 69 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากที่ 2 ด้านที่ 3 (HORT) กับ จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู (NUMBER)



รูปที่ 70 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ยับ
 ออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่2 ด้านที่4(HORT) กับ จำนวนครั้งของ
 การชันสกรู(NUMBER)

สถาบันวิทยบริการ
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Dependent variable.. HORT

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .32036
 R Square .10263
 Adjusted R Square -.02556
 Standard Error .71490

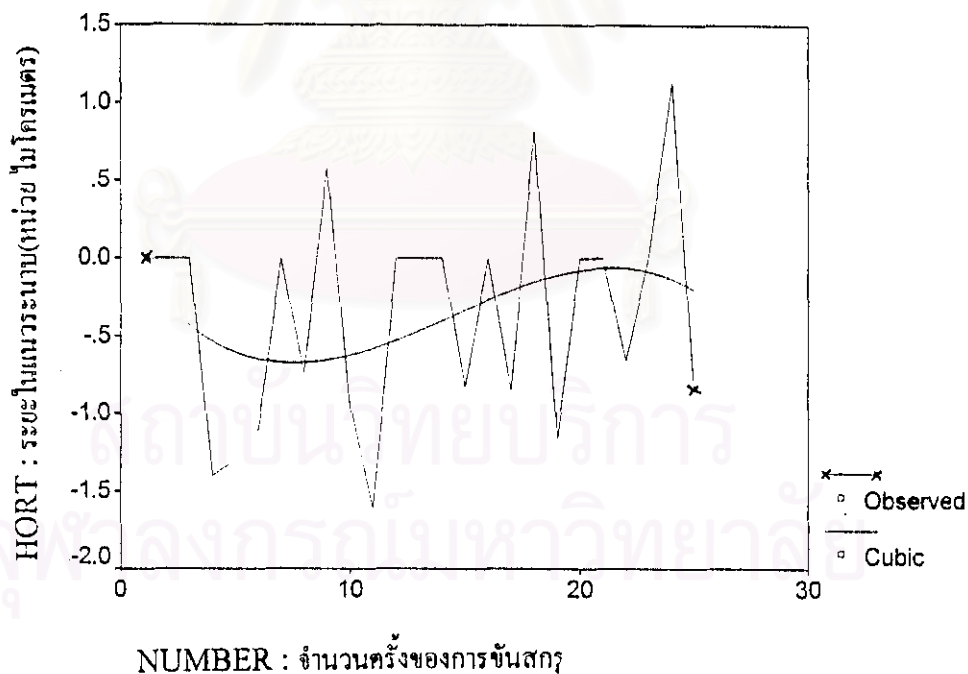
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 1.227539 | .40917971 |
| Residuals | 21 | 10.732861 | .51108861 |

F = .80060 Signif F = .5074

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|---------|-----------|--------|-------|
| ORDER | -.224700 | .218712 | -2.342623 | -1.027 | .3159 |
| ORDER**2 | .020120 | .019345 | 5.618360 | 1.040 | .3101 |
| ORDER**3 | -.000463 | .000490 | -3.147412 | -.946 | .3551 |
| (Constant) | .072889 | .669706 | | .109 | .9144 |



รูปที่ 71 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแนวราบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 2 ด้านที่ 1 (HORT) กับจำนวนครั้งใน
 การออกกำลังกาย (NUMBER)

Dependent variable.. HORT

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .55252
 R Square .30528
 Adjusted R Square .20604
 Standard Error 1.83955

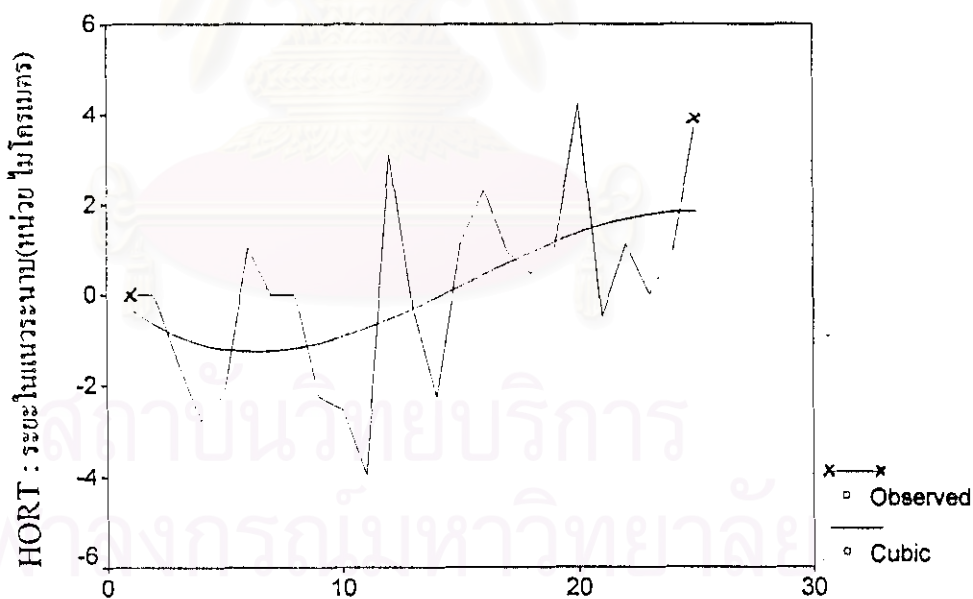
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 31.227365 | 10.409122 |
| Residuals | 21 | 71.062579 | 3.383932 |

F = 3.07604 Signif F = .0498

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|----------|-----------|-------|-------|
| ORDER | -.475109 | .562775 | -1.693747 | -.844 | .4081 |
| ORDER**2 | .047287 | .049778 | 4.515238 | .950 | .3529 |
| ORDER**3 | -.001021 | .001260 | -2.372855 | -.810 | .4269 |
| (Constant) | .122350 | 1.723243 | | .071 | .9441 |



NUMBER : จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู

รูปที่ 72 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะเวลาในแวนระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 2 ด้านที่ 2 (HORT) กับจำนวนครั้งใน
 การขึ้นสกรู (NUMBER)

Dependent variable.. HORT

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .64555
 R Square .41673
 Adjusted R Square .33341
 Standard Error 1.63887

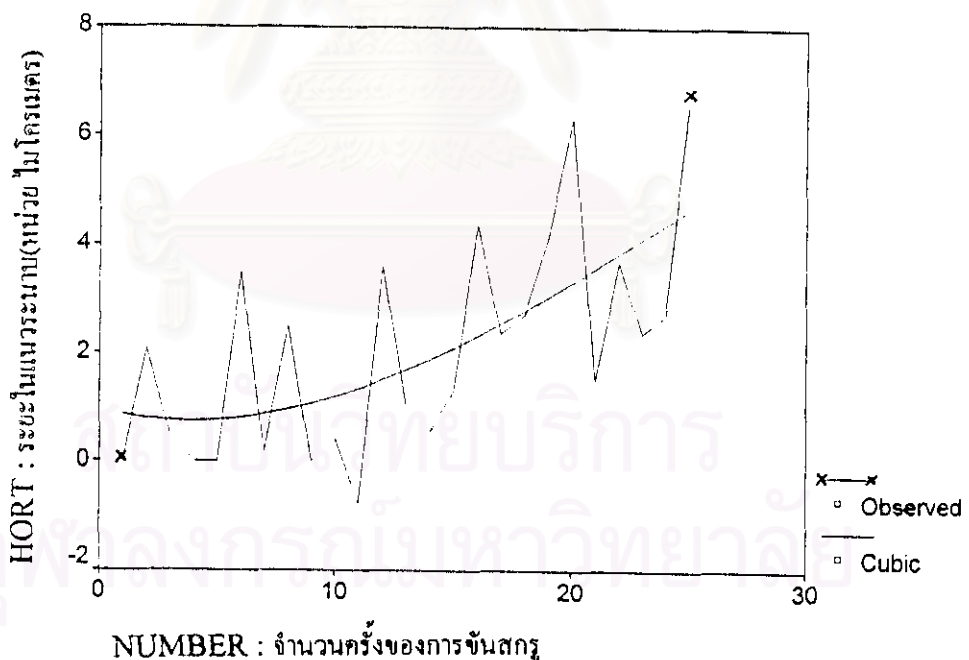
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 40.299084 | 13.433028 |
| Residuals | 21 | 56.403500 | 2.685881 |

F = 5.00135 Signif F = .0090

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|----------|----------|-------|-------|
| ORDER | -.111960 | .501380 | -.410502 | -.223 | .8255 |
| ORDER**2 | .015816 | .044348 | 1.553249 | .357 | .7249 |
| ORDER**3 | -.000216 | .001123 | -.517377 | -.193 | .8490 |
| (Constant) | .955262 | 1.535250 | | .622 | .5405 |



รูปที่ 73 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแควาระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 2 ด้านที่ 3 (HORT) กับจำนวนครั้งใน
 การชันสกรู(NUMBER)

Dependent variable.. HORT

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .55379
 R Square .30668
 Adjusted R Square .20763
 Standard Error 1.83598

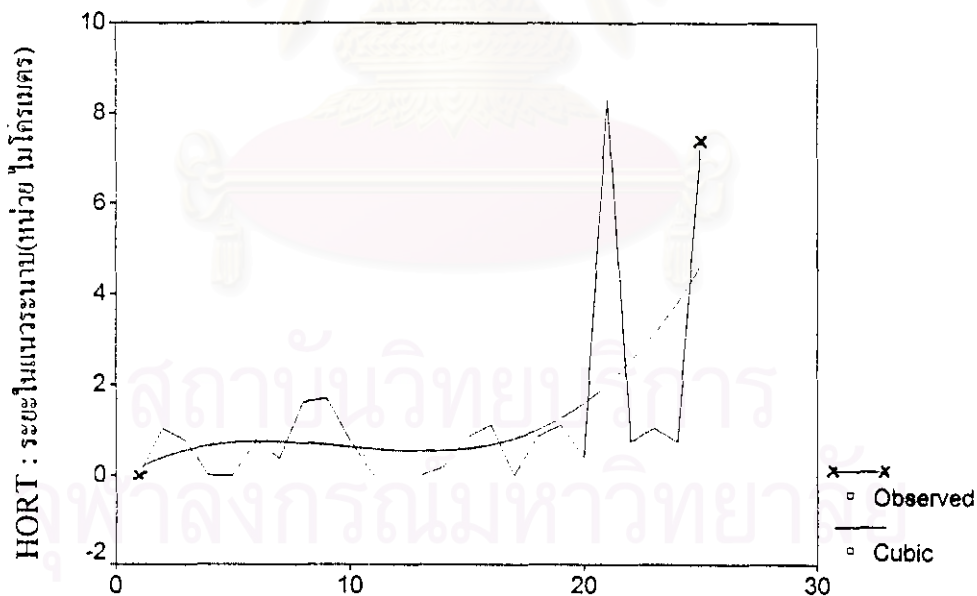
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 31.311841 | 10.437280 |
| Residuals | 21 | 70.787343 | 3.370826 |

F = 3.09636 Signif F = .0489

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|----------|-----------|-------|-------|
| ORDER | .325825 | .561684 | 1.162638 | .580 | .5680 |
| ORDER**2 | -.038341 | .049681 | -3.664412 | -.772 | .4489 |
| ORDER**3 | .001316 | .001258 | 3.062723 | 1.047 | .3071 |
| (Constant) | -.115207 | 1.719903 | | -.067 | .9472 |

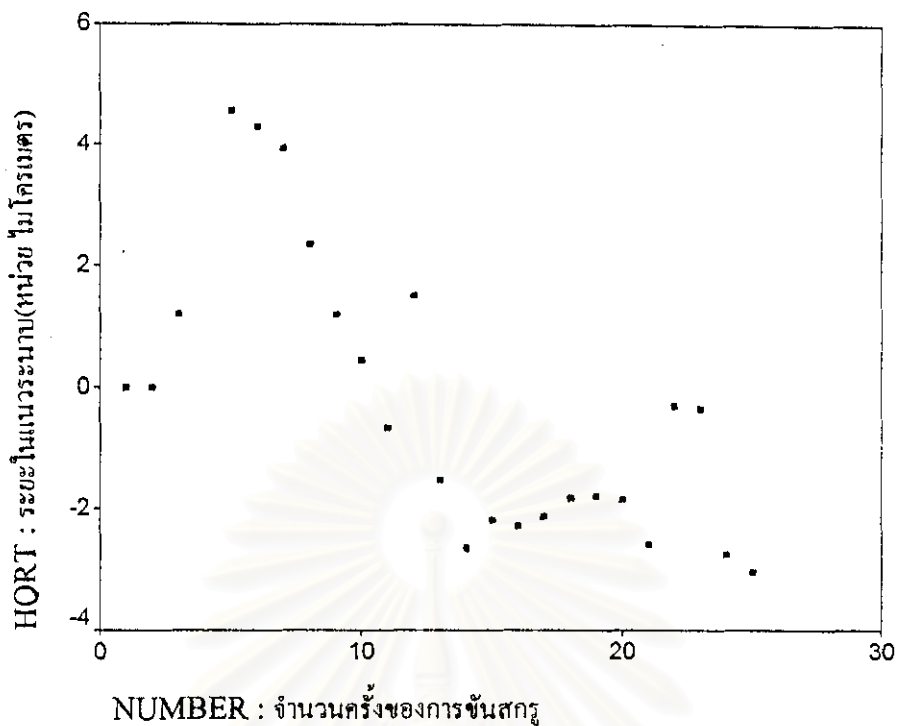


NUMBER : จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู

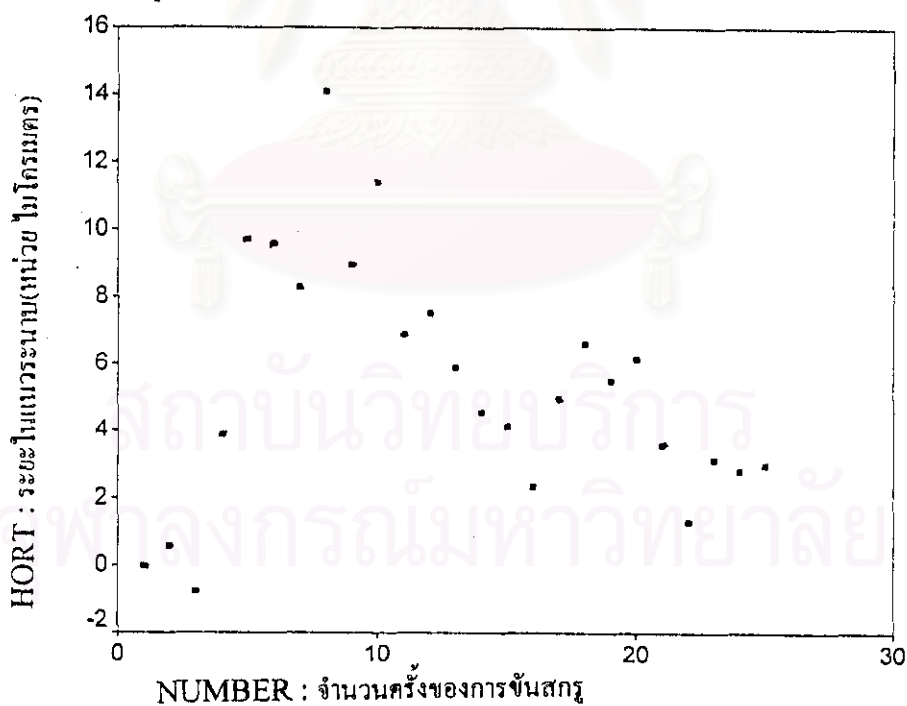
รูปที่ 74 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 2 ด้านที่ 4 (HORT) กับจำนวนครั้งใน
 การขึ้นสกรู(NUMBER)

จะเห็นได้ว่าตัวแบบสมการถดถอย ที่ใช้ได้กับแผนภาพการกระจายของข้อมูลระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 2 กับจำนวนครั้งในการชันสกรู คือตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นโค้งแบบโพลีโนเมียลที่มีกำลังสูงสุดเป็น 3 ซึ่งใช้ได้กับเฉพาะด้านที่ 2, 3 และ 4 (ค่าสถิติ Sig F ต่ำกว่า .05) แต่ความสามารถในการพยากรณ์ มีค่าต่ำมาก คือประมาณ 20 – 30% ส่วนด้านที่ 1 ไม่สามารถหาตัวแบบสมการถดถอยที่พอดีกับแผนภาพการกระจายของข้อมูลได้ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้ตัวแบบสมการถดถอยเหล่านี้ในการพยากรณ์หรือบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 2 กล่าวได้แต่เพียงว่าระยะที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวนี้ อยู่ในช่วง 0.18–7.39 ไมโครเมตร และถ้าทำการทดสอบความสัมพันธ์ของระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายขยับในแต่ละด้านด้วยความสัมพันธ์เปียร์สัน พบว่าเฉพาะด้านที่ 2 กับ 3 เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ ดังตารางที่ 17ก ในภาคผนวก

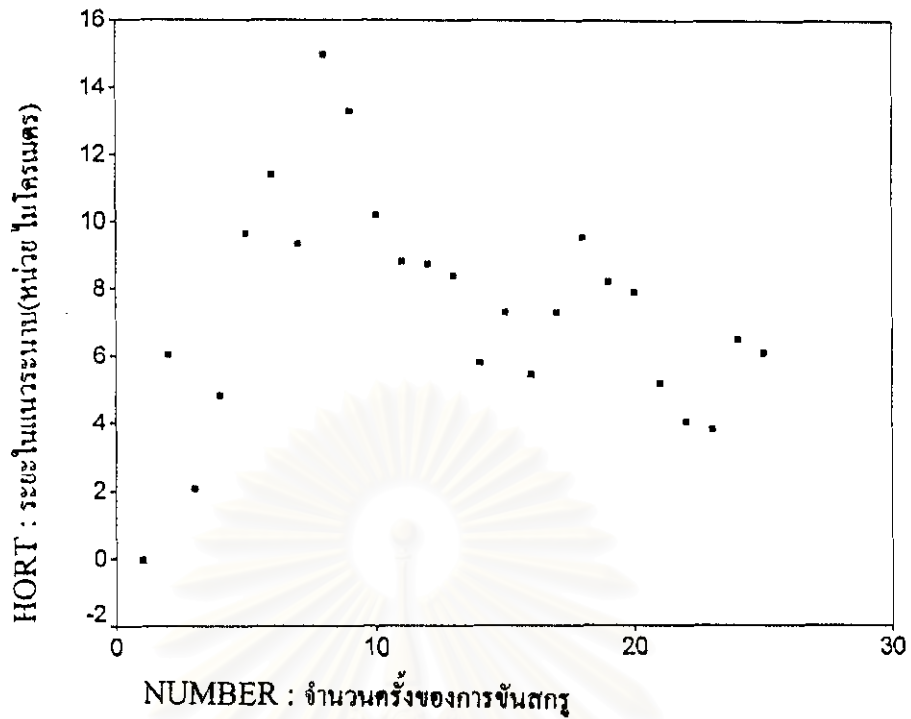
ส่วนรากเทียมตัวที่ 3 มีแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมในแต่ละด้าน กับ จำนวนครั้งของการชันสกรู ซ้ำ ดังรูปที่ 75 ถึง 78



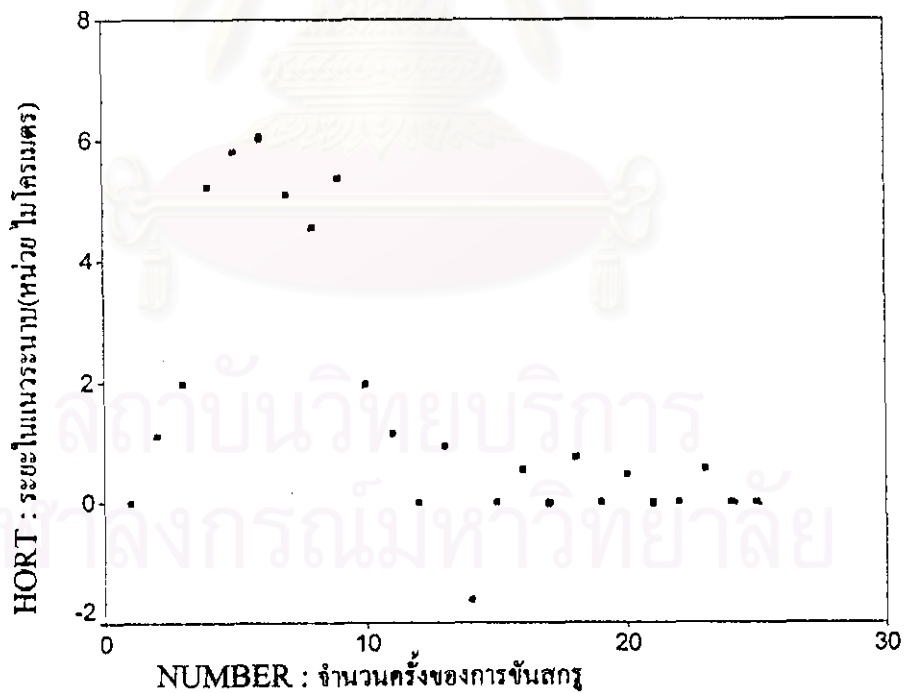
รูปที่ 75 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียบตัวที่3 ด้านที่1(HORT) กับ จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)



รูปที่ 76 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ขยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียบตัวที่3 ด้านที่2(HORT) กับ จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู(NUMBER)



รูปที่ 77 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 3 ด้านที่ 3 (HORT) กับ จำนวนครั้งของการชันสกรู (NUMBER)



รูปที่ 78 แสดงแผนภาพการกระจายของระยะในแนวระนาบของเครื่องหมายบนตัวหลักที่ยับออกจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 3 ด้านที่ 4 (HORT) กับ จำนวนครั้งของการชันสกรู (NUMBER)

ตัวแบบสมการถดถอยที่สอดคล้องกับการกระจายของข้อมูลเหล่านี้คือ สมการถดถอยเชิงเส้น
โค้งแบบโพลิโนเมียลที่มีกำลังสูงสุดเป็น 3 ดังแสดงในรูปที่ 79 ถึง 82

Dependent variable.. HORT Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .81177
R Square .65897
Adjusted R Square .60782
Standard Error 1.44121

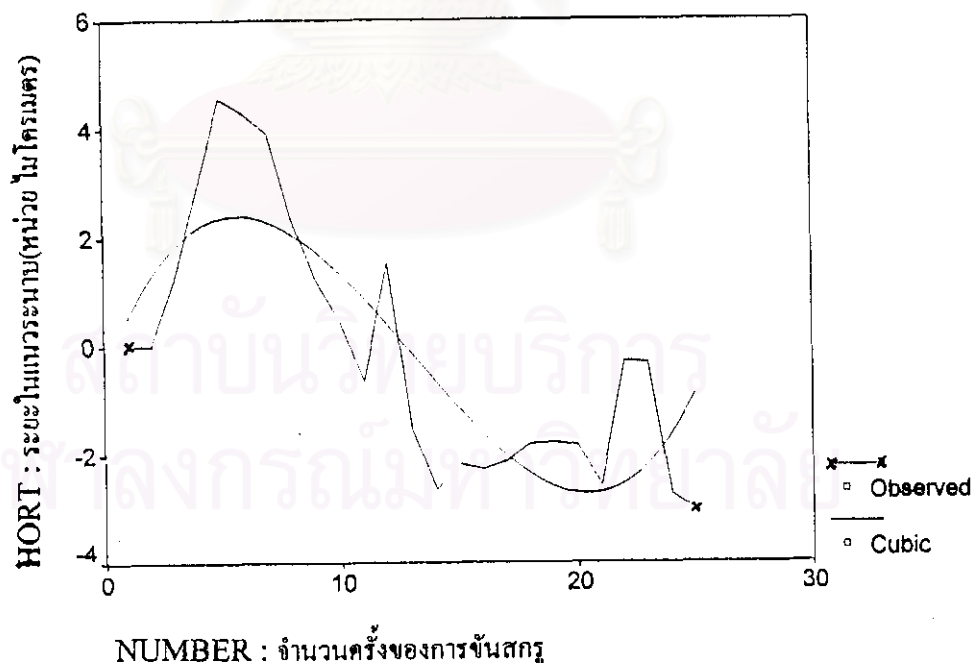
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 80.271725 | 26.757242 |
| Residuals | 20 | 41.541859 | 2.077093 |

F. = 12.88206 Signif F = .0001

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|----------|----------|------------|--------|-------|
| ORDER | 1.119500 | .440913 | 3.536519 | 2.539 | .0195 |
| ORDER**2 | -.125890 | .039068 | -10.753656 | -3.222 | .0043 |
| ORDER**3 | .003218 | .000990 | 6.740685 | 3.249 | .0040 |
| (Constant) | -.488121 | 1.367578 | | -.357 | .7249 |



รูปที่ 79 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักชัย
จากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 3 ด้านที่ 1 (HORT) กับจำนวนครั้งในการขึ้น
สกรู(NUMBER)

Dependent variable.. HORT

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .79495
 R Square .63195
 Adjusted R Square .57937
 Standard Error 2.36750

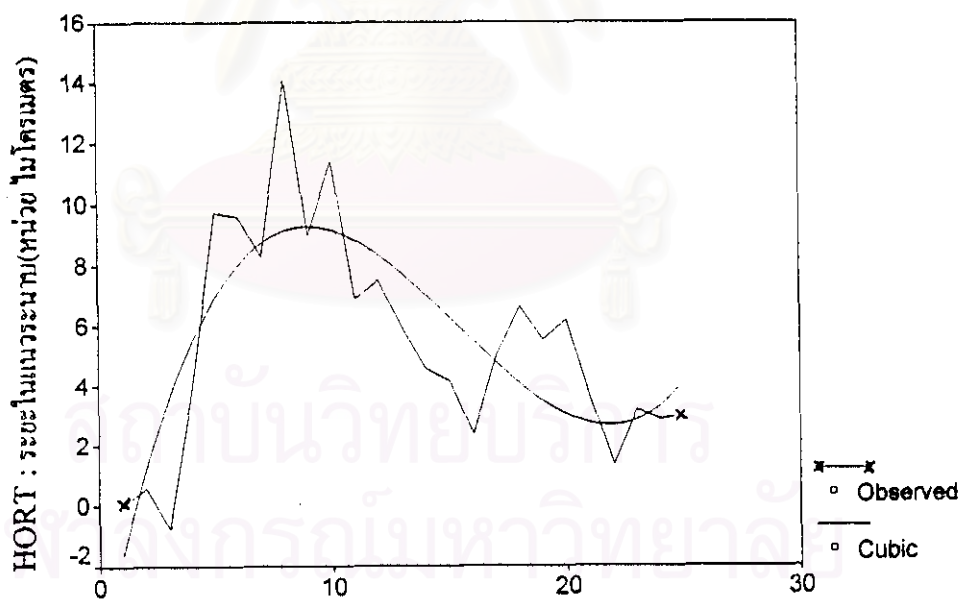
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 202.10199 | 67.367331 |
| Residuals | 21 | 117.70641 | 5.605067 |

F = 12.01901 Signif F = .0001

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|-----------|----------|------------|--------|-------|
| ORDER | 3.692505 | .724293 | 7.444711 | 5.098 | .0000 |
| ORDER**2 | -.289915 | .064064 | -15.655894 | -4.525 | .0002 |
| ORDER**3 | .006274 | .001622 | 8.246704 | 3.869 | .0009 |
| (Constant) | -5.067154 | 2.217819 | | -2.285 | .0328 |



NUMBER : จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู

รูปที่ 80 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 3 ด้านที่ 2 (HORT) กับจำนวนครั้งใน
 การขึ้นสกรู (NUMBER)

Dependent variable.. HORT

Method.. CUBIC

Listwise Deletion of Missing Data

Multiple R .78201
 R Square .61153
 Adjusted R Square .55604
 Standard Error 2.21394

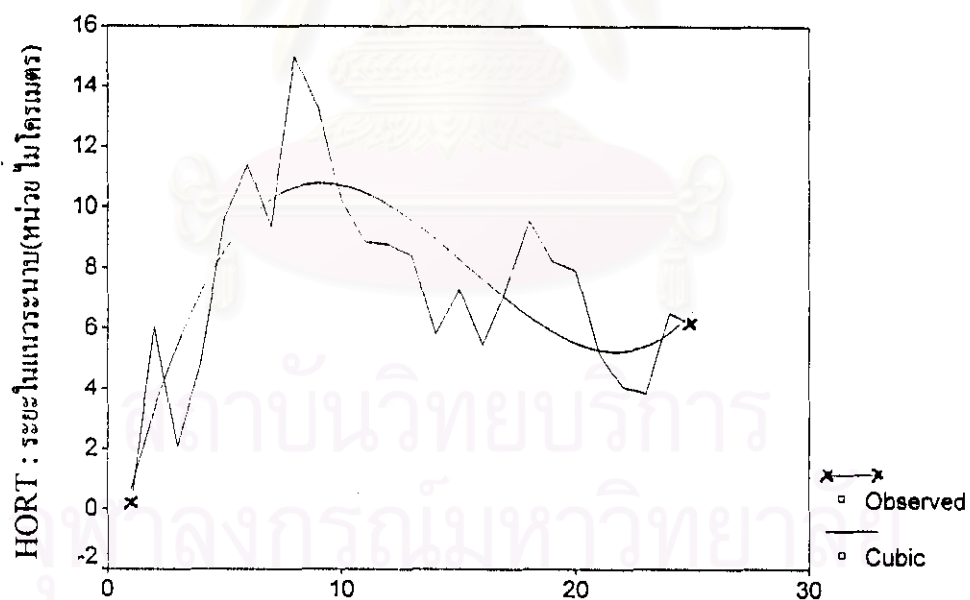
Analysis of Variance:

| | DF | Sum of Squares | Mean Square |
|------------|----|----------------|-------------|
| Regression | 3 | 162.03901 | 54.013002 |
| Residuals | 21 | 102.93197 | 4.901522 |

F = 11.01964 Signif F = .0001

----- Variables in the Equation -----

| Variable | B | SE B | Beta | T | Sig T |
|------------|-----------|----------|------------|--------|-------|
| ORDER | 3.376769 | .677313 | 7.479522 | 4.986 | .0001 |
| ORDER**2 | -.261988 | .059909 | -15.542975 | -4.373 | .0003 |
| ORDER**3 | .005658 | .001517 | 8.170770 | 3.731 | .0012 |
| (Constant) | -2.499471 | 2.073964 | | -1.205 | .2415 |



NUMBER : จำนวนครั้งของการขึ้นสกรู

รูปที่ 81 แสดงตัวแบบสมการถดถอยระหว่างระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลัก
 ขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมตัวที่ 3 ด้านที่ 3 (HORT) กับจำนวนครั้งใน
 การขึ้นสกรู(NUMBER)

ตัวแบบสมการถดถอยทั้ง 4 ด้าน มีความสามารถในการพยากรณ์ระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจากเครื่องหมายบนตัวรากเทียมมีค่าค่อนข้างต่ำคือ ประมาณ 55-60% อย่างไรก็ตาม ตัวแบบสมการถดถอยทั้ง 4 ด้านมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ซึ่งดีกว่าในรากเทียมตัวที่ 1 และ 2 ส่วนระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจาก เครื่องหมายบนตัวรากเทียมในแต่ละด้าน จะอยู่ในช่วง .55 – 14.10 ไมโครเมตร ตัวแบบสมการถดถอยของแต่ละด้านคือ

$$\text{ด้านที่ 1 มีสมการคือ } Y = -4.88121 + 1.119500X - .125890X^2 + .003218X^3 + e$$

$$\text{ด้านที่ 2 มีสมการคือ } Y = -5.067154 + 3.692505X - .289915X^2 + .006274X^3 + e$$

$$\text{ด้านที่ 3 มีสมการคือ } Y = -2.499471 + 3.376769X - .261988X^2 + .005658X^3 + e$$

$$\text{ด้านที่ 4 มีสมการคือ } Y = -.352826 + 1.575514X - .161809X^2 + .004078X^3 + e$$

ถ้าทำการทดสอบความสัมพันธ์ของ ระยะในแนวระนาบที่เครื่องหมายบนตัวหลักขยับจาก เครื่องหมายบนตัวรากเทียมในแต่ละด้าน ด้วยความสัมพันธ์เปียร์สันพบว่า ด้านที่ 1 กับ 4 ด้านที่ 2 กับ 3 ด้านที่ 2 กับ 4 ด้านที่ 3 กับ 4 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.01$ และด้านที่ 1 กับ 2 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ ดังตารางที่ 18ก ในภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย