เอกสารประกอบการเรียน

วิชา 1302 320

Engineering Management Laboratory I

****

ส่วนที่ 1 การใช้โปรแกรมในการคำนวณทางสถิติ

การใช้โปรแกรมในการคำนวณทางสถิติ

เอกสารสารชุดนี้จะประกอบไปด้วยหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรมช่วยคำนวณทางสถิติ ใน 4 หัวข้อ ดังนี้

- การทดสอบสมมุติฐาน
- การประมาณค่า
- การวิเคราะห์ความแปรปรวน
- การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์

1. การใช้โปรแกรม MiniTab ในการทดสอบสมมุติฐาน

<u>เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและรู้ความแปรปรวนประชากร</u>

ตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากร คือ z

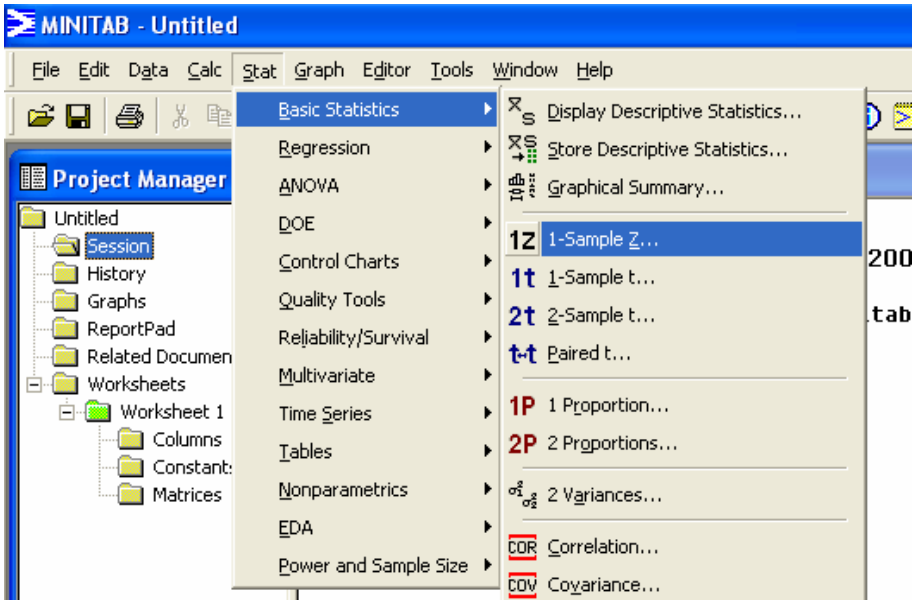
<u>ตัวอย่างที่ 1</u> ระบบดีดตัวของที่นั่งของนักบินถูกส่งกำลังด้วยตัวขับดันชนิดหนึ่ง ซึ่งอัตราการเผาไหม้ของตัวขับดันนี้มีความสำคัญมาก โดยมีข้อกำหนดว่าอัตราการเผาไหม้เฉลี่ยจะต้องมีค่าเท่ากับ 50 ซม./วินาที จากข้อมูลในอดีตทราบว่าอัตราการเผาไหม้มีการแจกแจงแบบปกติและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 2 ซม./วินาที นักบินต้องการทดสอบว่าอัตราการเผาไหม้เฉลี่ยของตัวขับดันมีค่าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ เขาจึงทำการทดลองกับตัวอย่าง 25 ตัวอย่าง หาอัตราการเผาไหม้เฉลี่ยได้ 51.3 ซม./วินาที เขาจะสรุปผลอย่างไรที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากโจทย์ สามารถตั้งสมมุติฐานได้ดังนี้

H_o : $\mu = 50$ ซม/วินาที

H_1 : $\mu \neq 50$ ซม/วินาที

1. เลือกคำสั่ง Stat > Basic Statistic > 1-Sample z



2. ที่หน้าต่าง 1-Sample Z

❶ คลิกที่ Summarized Data

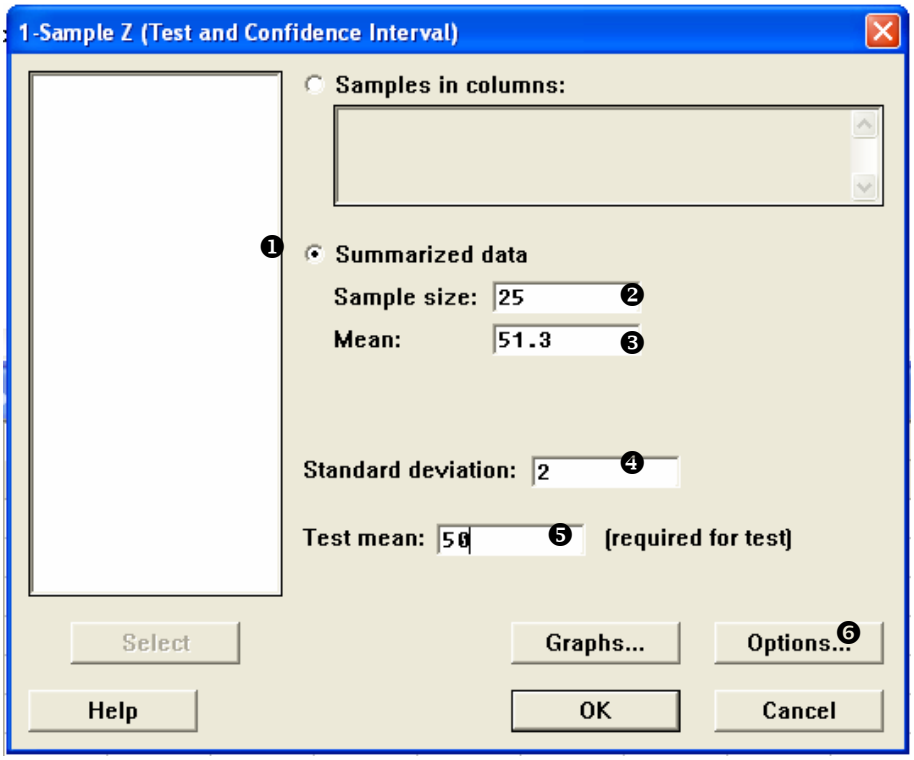
❷ ใส่ จำนวนตัวอย่าง (Sample size) = 25

❸ ใส่ค่าเฉลี่ยตัวอย่าง Mean = 51.3

❹ ใส่ค่า Standard deviation = 2

❺ ใส่ค่า Test mean = 50

❻ คลิกที่ Options...



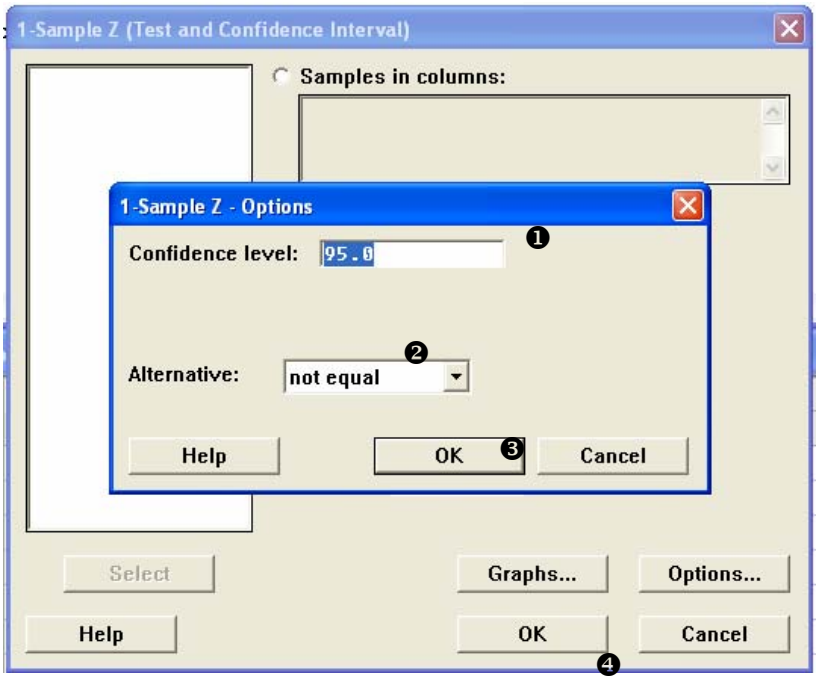
3. ที่หน้าต่าง 1-Sample Z – Option

❶ ใส่ระดับความเชื่อมั่น (Confidence level) = 95.0

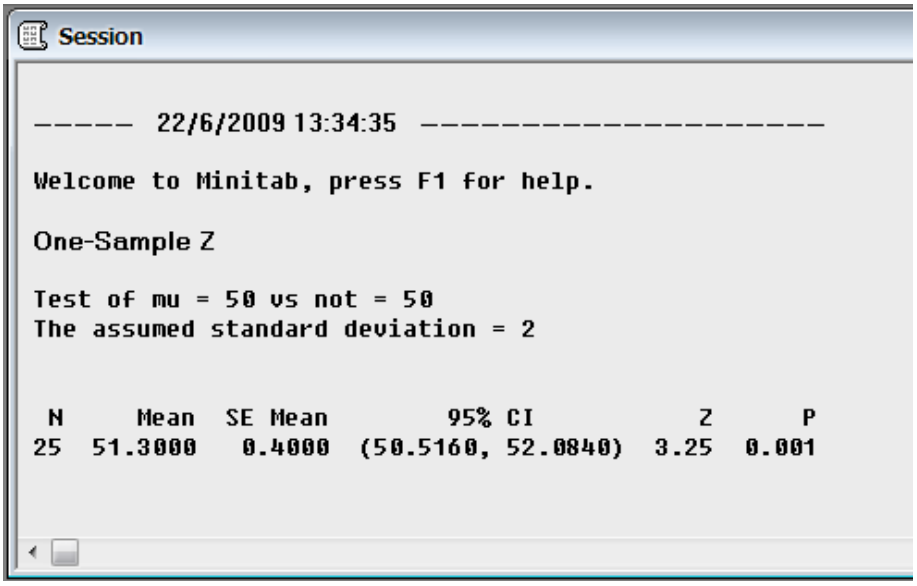
❷ เลือกเครื่องหมาย สมมุติฐานรอง (Alternative) เป็น not equal

❸ คลิก OK ที่ หน้าต่าง 1-Sample Z – Option

❹ คลิก OK ที่ หน้าต่าง 1-Sample Z



4. ผลการคำนวณจะแสดงที่หน้าต่าง Session



การแปรผล

- ถ้าค่า P-value มีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ (α-level) ให้ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก และยอมรับสมมุติฐานรอง
- ถ้าค่า P-value มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ (α-level) แสดงว่าไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักได้ จึงไม่สามารถยอมรับสมมุติฐานรอง

จากตัวอย่างนี้ **เมื่อ P-value (0.001) < α-level (0.05) จึงปฏิเสธสมมุติฐานหลัก และสรุปได้ว่าอัตราการเผาไหม้เฉลี่ยมีค่าไม่เท่ากับ 50 ซม./วินาที**

<u>เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและไม่รู้ความแปรปรวนประชากร</u>

<u>ตัวอย่างที่ 4</u> จากการทดลองวัดแรงที่กระทำต่อชิ้นงานจนชิ้นงานชำรุด มีค่าดังนี้

19.8 18.5 17.6 16.7 15.8 15.4 14.1 13.6 11.9 11.4 11.4

8.8 7.5 15.4 15.4 19.5 14.9 12.7 11.9 11.4 10.1 7.9

จากข้อมูลการทดลองนี้ จะสรุปได้หรือไม่ว่าค่าเฉลี่ยของแรงที่กระทำต่อชิ้นงานจนชิ้นงานชำรุดมีค่าเกินกว่า 10 MPa ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และสมมติว่าแรงที่กระทำต่อชิ้นงานจนชิ้นงานชำรุดมีการแจกแจงแบบปกติ

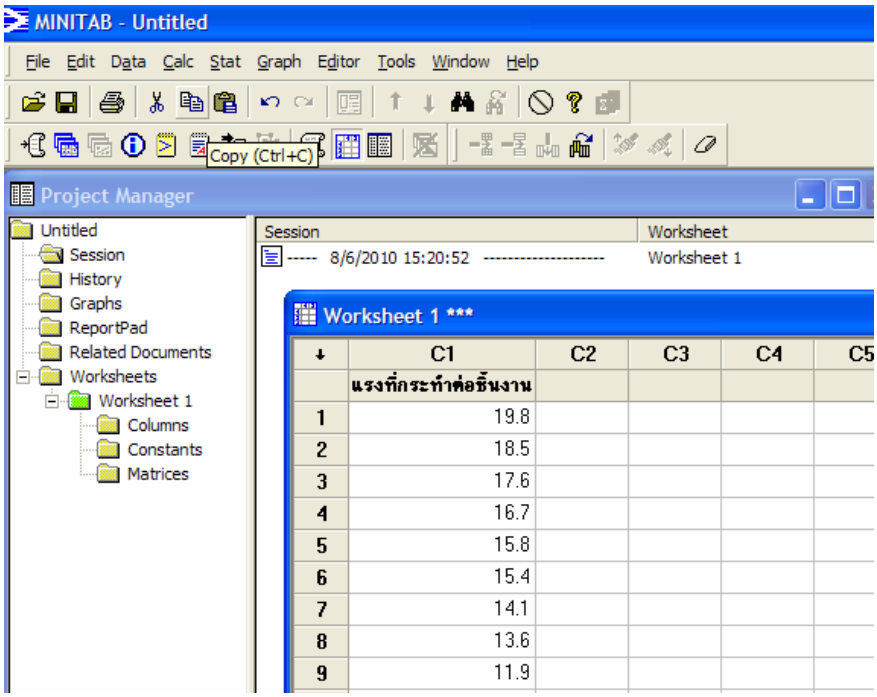
จากโจทย์ สามารถตั้งสมมุติฐานได้ดังนี้

$$H_o : \mu \leqslant 10 \text{ MPa}$$

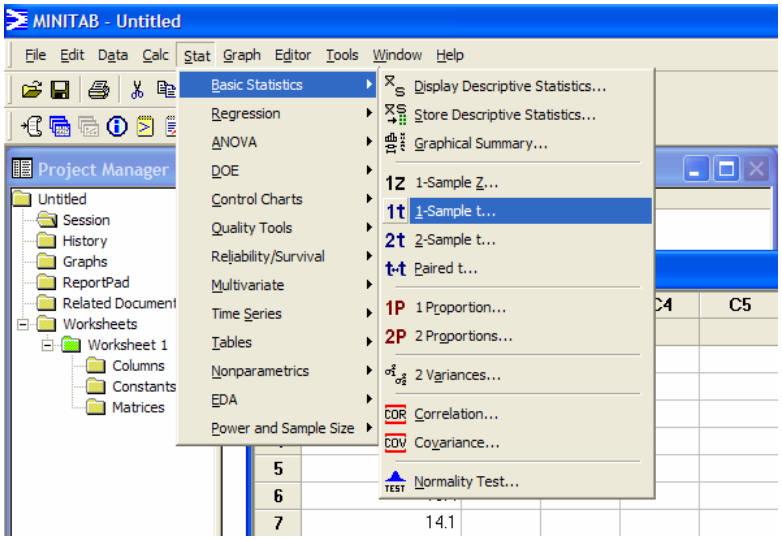
$$H_1 : \mu > 10 \text{ MPa}$$

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า เป็นข้อมูลที่ไม่ทราบค่าความแปรปรวน และมีจำนวนตัวอย่างน้อยกว่า 30 ข้อมูล จึงเลือกใช้สถิติ student t ในการทดสอบสมมุติฐาน

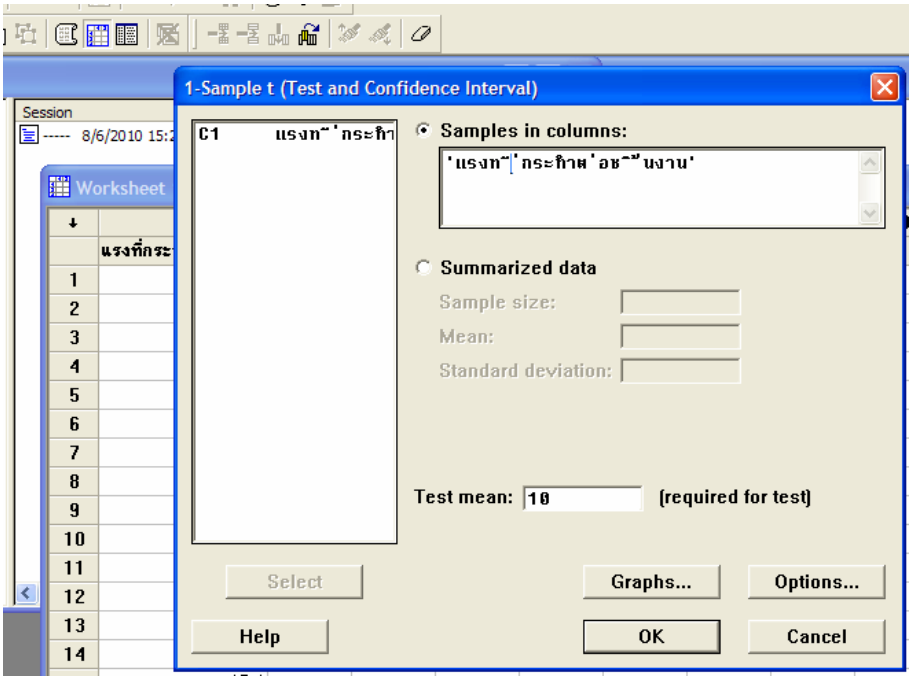
1. สร้าง Worksheet ใหม่ และใส่ข้อมูลทั้ง 22 ค่า ลงใน C1



2. เลือกคำสั่ง Stat > Basic Statistic > 1-Sample t



3. ที่หน้าต่าง 1-Sample t



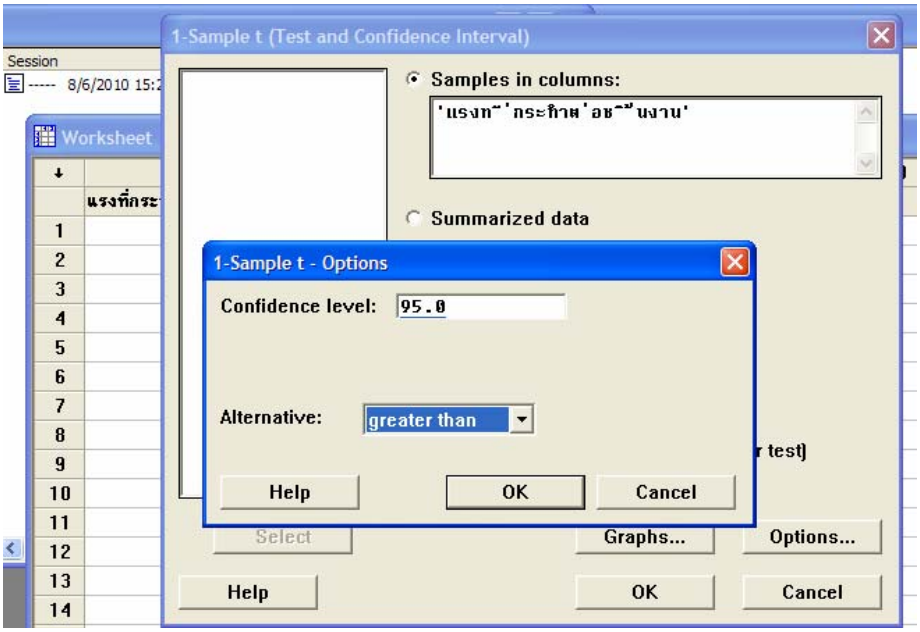
❶ คลิกที่ Samples in columns

❷ double click ที่ C1 ให้ชื่อ column ปรากฏขึ้นในช่อง Sample in columns

❸ ใส่ค่า Test mean = 10

❹ คลิกที่

3. ที่หน้าต่าง 1-Sample t – Option



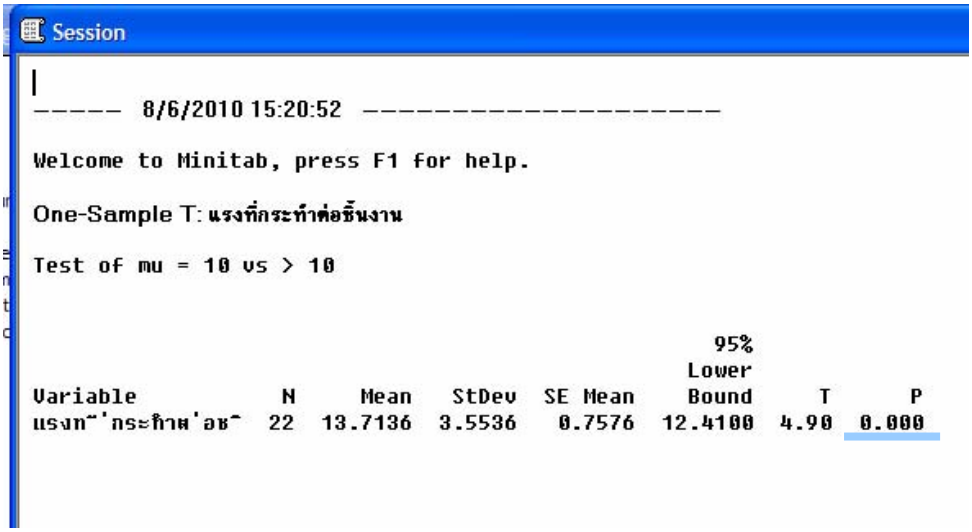
❶ ใส่ระดับความเชื่อมั่น (Confidence level) = 95.0

❷ เลือกเครื่องหมาย สมมุติฐานรอง (Alternative) เป็น greater than

❸ คลิก OK ที่ หน้าต่าง 1-Sample t – Option

❹ คลิก OK ที่ หน้าต่าง 1-Sample t

4. โปรแกรมจะแสดงผลที่หน้าต่าง Session ดังรูป



จากตัวอย่างนี้ จะได้ P-value = 0.000

เมื่อ P-value (0.000) < α-level (0.05) จึงปฏิเสธสมมุติฐานหลัก และสรุปได้ว่าแรงที่กระทำต่อชิ้นงานจนชิ้นงานชำรุดมีค่าเกินกว่า 10 MPa ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

<u>การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรสองประชากร(μ_1 , μ_2)</u>
<u>เมื่อประชากรทั้งสองมีการแจกแจงแบบปกติและรู้ความแปรปรวนประชากร(รู้σ_1^2, σ_2^2)</u>

<u>ตัวอย่างที่7</u> วิศวกรเคมีต้องการที่จะลดเวลาในการแห้งตัวของสีรองพื้นชนิดหนึ่ง เขาจึงทดลองสูตรผสมสี 2 สูตร คือ สูตรที่1 ซึ่งเป็นสูตรผสมสีมาตรฐาน และสูตรที่2 ที่มีการเติมส่วนผสมตัวใหม่ซึ่งเชื่อว่าจะช่วยให้สีแห้งได้เร็วขึ้น จากข้อมูลในอดีตทราบว่าความแปรปรวนของเวลาในการแห้งตัวของสีรองพื้นมีค่าเป็น 8 นาที และผสมตัวใหม่ที่เติมลงไปไม่ส่งผลใดๆต่อความแปรปรวนของเวลาในการแห้งตัวของสีรองพื้น เขาทดลองสูตรที่1กับชิ้นงานตัวอย่าง 10 ชิ้น หาเวลาเฉลี่ยที่สีแห้งตัวได้เป็น 121 นาที และทดลองสูตรที่2กับชิ้นงานตัวอย่างอีก 10 ชิ้น หาเวลาเฉลี่ยที่สีแห้งตัวได้เป็น 112 นาที จากผลการทดลองวิศวกรสามารถสรุปผลเกี่ยวกับส่วนผสมตัวใหม่นี้ได้ว่าอย่างไร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และให้หาค่า P-value ด้วย สมมติว่าเวลาในการแห้งตัวของสีรองพื้นทั้งสองสูตรมีการแจกแจงแบบปกติ

สมมุติฐาน

$$H_o : \mu_1 \leqslant \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

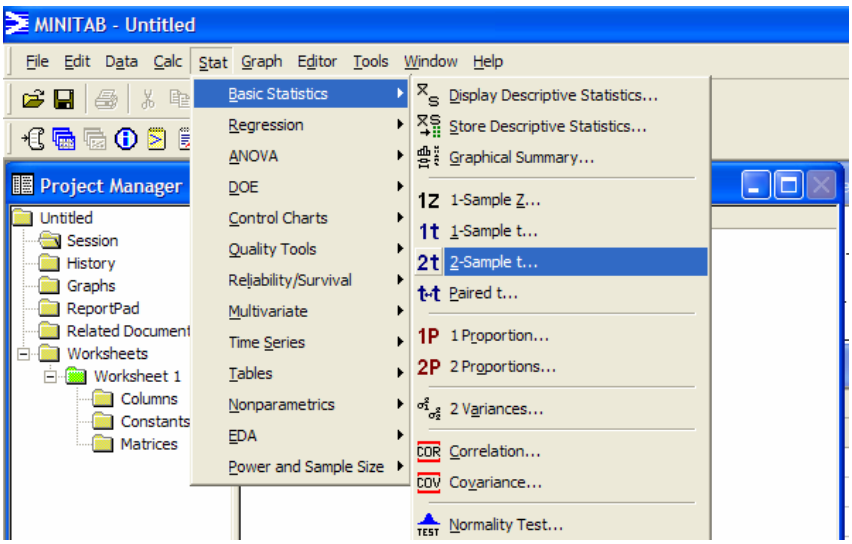
นั้นคือ

ค่า test difference

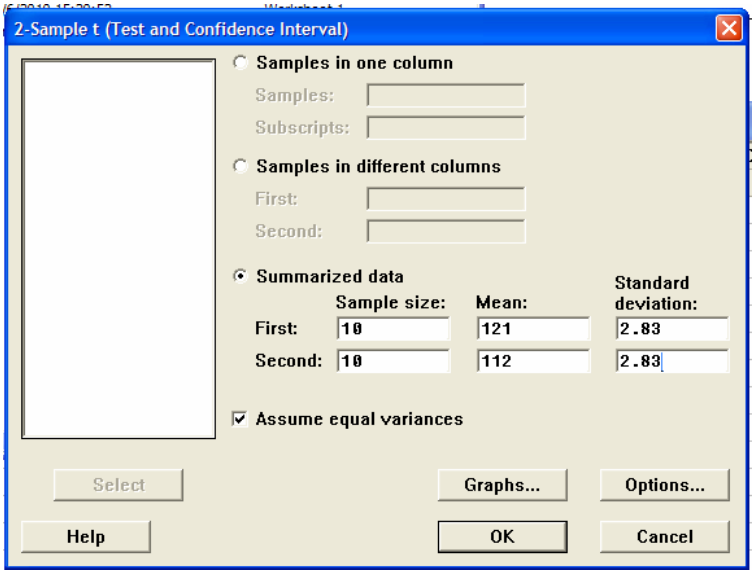
$$H_o : \mu_1 - \mu_2 \leqslant 0$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 > 0$$

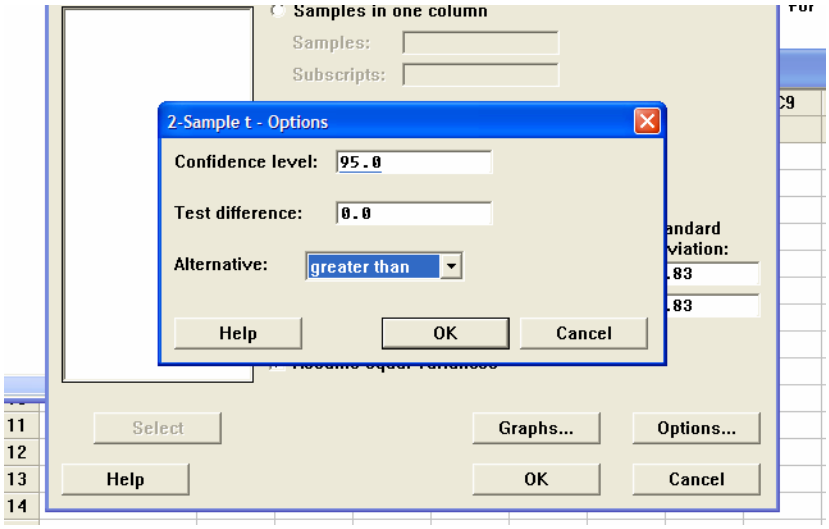
1. เลือกคำสั่ง Stat > Basic Statistic > 2-Sample t



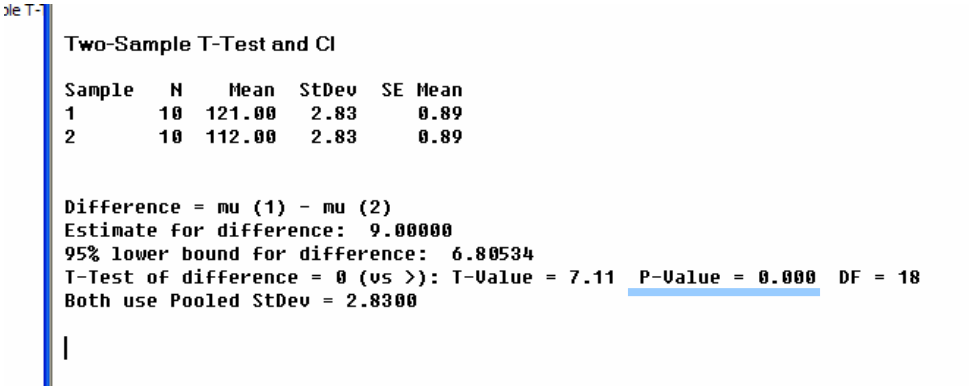
2. ใส่ข้อมูล Sample size, Mean และ Standard deviation จากนั้น คลิก ที่ Assume equal variances และ คลิกที่ Options...



3. ที่หน้าต่าง 2-Sample t – Options ใส่ค่า Confidence level = 95.0 ค่า test difference = 0 เลือกเครื่องหมายของสมมุติฐานรอง (Alternative) เป็น greater than และคลิก OK



4. ที่ Window Session จะแสดงผลการคำนวณ การอ่านผลจะอ่านที่ค่า P-value



```
Two-Sample T-Test and CI

Sample   N    Mean  StDev  SE Mean
1       10  121.00   2.83     0.89
2       10  112.00   2.83     0.89


Difference = mu (1) - mu (2)
Estimate for difference:  9.00000
95% lower bound for difference:  6.80534
T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 7.11  P-Value = 0.000  DF = 18
Both use Pooled StDev = 2.8300
```

จากตัวอย่างนี้ จะได้ P-value = 0.000

เมื่อ P-value (0.000) < α-level (0.05) จึงปฏิเสธสมมุติฐานหลัก H_o : $\mu_1 - \mu_2 \leqslant 0$ นั้นคือผลต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาในการแห้งตัวของสีรองพื้นสูตรมาตรฐาน และสูตรที่เพิ่มส่วนผสมตัวใหม่ มีค่ามากกว่า 0 **และสรุปได้ส่วนผสมตัวใหม่ช่วยลดเวลาในการแห้งตัวของสีรองพื้น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05**

กรณีเมื่อประชากรทั้งสองมีการแจกแจงแบบปกติและไม่รู้ความแปรปรวนประชากร (ไม่รู้ σ_1^2 **และ** σ_2^2 **)**

-สำหรับขนาดตัวอย่าง n1< 30 และ n2< 30

- รู้ว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

<u>ตัวอย่างที่8</u> วิศวกรเคมีกำลังศึกษาสารเร่งปฏิกิริยาทางเคมี 2 ชนิดว่ามีผลอย่างไรต่อค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตทางเคมี โดยที่สารเร่งปฏิกิริยาชนิดที่ 1 ถูกใช้อยู่ในปัจจุบัน แต่สารเร่งปฏิกิริยาชนิดที่ 2 ก็เป็นที่ยอมรับได้ มีราคาถูกกว่าและไม่ทำให้ความแปรปรวนของประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตทางเคมีเปลี่ยนแปลงไป วิศวกรเคมีตั้งเงื่อนไขไว้ว่า ถ้าสารเร่งปฏิกิริยาชนิดที่ 2 ไม่ทำให้ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตทางเคมีเปลี่ยนแปลงไปด้วย เขาจะใช้สารเร่งปฏิกิริยาชนิดที่ 2 แทนชนิดที่ 1 เขาจึงทำการทดลองได้ผลดังนี้

$\overline{X}_1$ **= 92.255 %** S_1 **= 2.39 %** n_1 **= 8**

$\overline{X}_2$ **= 92.733 %** S_2 **= 2.98 %** n_2 **= 8**

วิศวกรเคมีควรจะใช้สารเร่งปฏิกิริยาชนิดที่ 2 แทนชนิดที่ 1 หรือไม่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สมมติว่าประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตทางเคมีที่ใช้สารเร่งปฏิกิริยาทั้งสองชนิดมีการแจกแจงแบบปกติ

- รู้ว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

<u>ตัวอย่างที่9</u>

ผู้ผลิตเครื่องเล่นวิดีโอกำลังทดสอบแผงวงจรไฟฟ้าอยู่สองแบบว่าแผงวงจรไฟฟ้าทั้งสองแบบนั้นผลิตกระแสไฟฟ้าที่เท่าเทียมกันหรือไม่ ซึ่งข้อมูลของผลการทดลองเป็นดังนี้

แบบที่ 1 $\overline{X}_1 = 24.2$ แอมแปร์ $S_1^2 = 10$ (แอมแปร์)^2 $n_1 = 15$

แบบที่ 2 $\overline{X}_2 = 23.9$ แอมแปร์ $S_2^2 = 20$ (แอมแปร์)^2 $n_2 = 10$

ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ได้จากแผงวงจรไฟฟ้าทั้งสองแบบแตกต่างกันหรือไม่ สมมติว่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงวงจรไฟฟ้าทั้งสองแบบมีการแจกแจงแบบปกติและมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

****

2. การใช้โปรแกรม MiniTab ในการประมาณค่า

การใช้โปรแกรม MiniTab ช่วยในการประมาณค่า จะใช้คำสั่งเดียวกับการทดสอบสมมุติฐาน แต่ไม่ต้องใส่ค่า Test mean

ส่วน การเลือก Alternative นั้น

- เลือก not equal กรณีที่ต้องการประมาณค่าแบบสองด้าน
- เลือก less than กรณีที่ต้องการประมาณค่าด้านบนด้านเดียว
- เลือก greater than กรณีที่ต้องการประมาณค่าด้านล่างด้านเดียว

ช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยของประชากรเดียว(μ)

1.1 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและรู้ความแปรปรวนประชากร(σ^2)

-ใช้ตัวสถิติ z ในการประมาณค่า

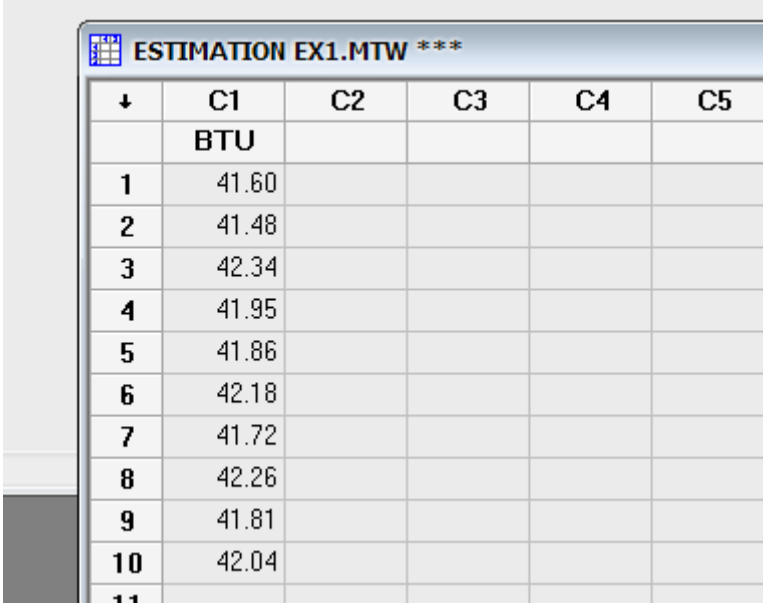
<u>ตัวอย่างที่1</u> ค่าการเหนี่ยวนำความร้อนของเหล็กArmcoที่อุณหภูมิ 100 °F และกำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ มีการแจกแจงแบบปกติและมีค่าความแปร ปรวนเท่ากับ 0.09 (BTUต่อชั่วโมง-ฟุต-°F)^2 วิศวกรต้องการสร้างช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าการเหนี่ยวนำความร้อนของเหล็กArmco เขาจึงนำเหล็ก Armco จำนวน10 ตัวอย่างมาทดลองที่อุณหภูมิ 100 °F และกำลังไฟฟ้า 550 วัตต์ แล้ววัดค่าการเหนี่ยวนำความร้อนได้ดังนี้

41.60 41.48 42.34 41.95 41.86 42.18 41.72

42.26 41.81 42.04 (หน่วยเป็น BTUต่อชั่วโมง-ฟุต-°F)

จากข้อมูลการทดลอง จงสร้างช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าการเหนี่ยวนำความร้อนของเหล็ก Armco

1. สร้าง Worksheet ใหม่ และใส่ข้อมูลทั้ง 10 ค่า ลงใน C1 ตั้งชื่อ column เป็น BTU



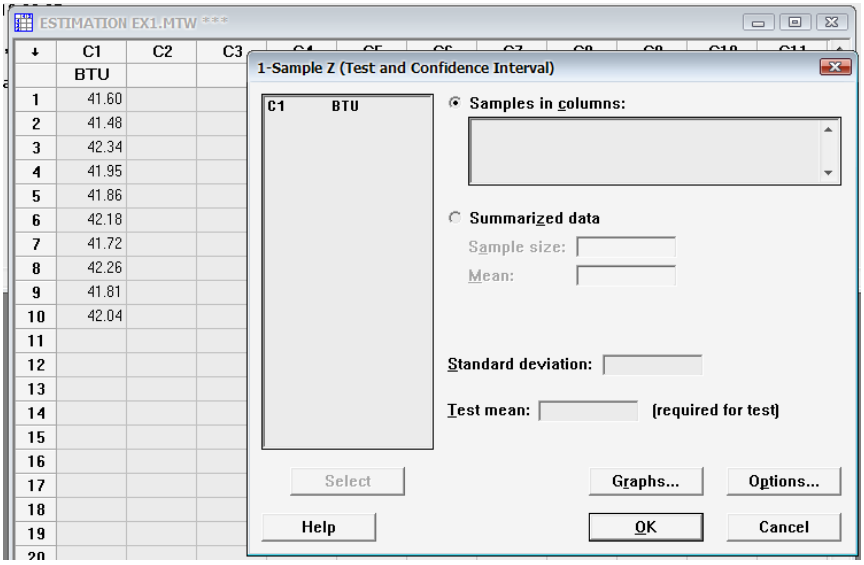
ESTIMATION EX1.MTW ***

↓	C1	C2	C3	C4	C5
	BTU				
1	41.60				
2	41.48				
3	42.34				
4	41.95				
5	41.86				
6	42.18				
7	41.72				
8	42.26				
9	41.81				
10	42.04				

2. เลือกคำสั่ง Stat > Basic Statistics > 1-Sample Z
3. ที่หน้าต่าง 1-Sample Z

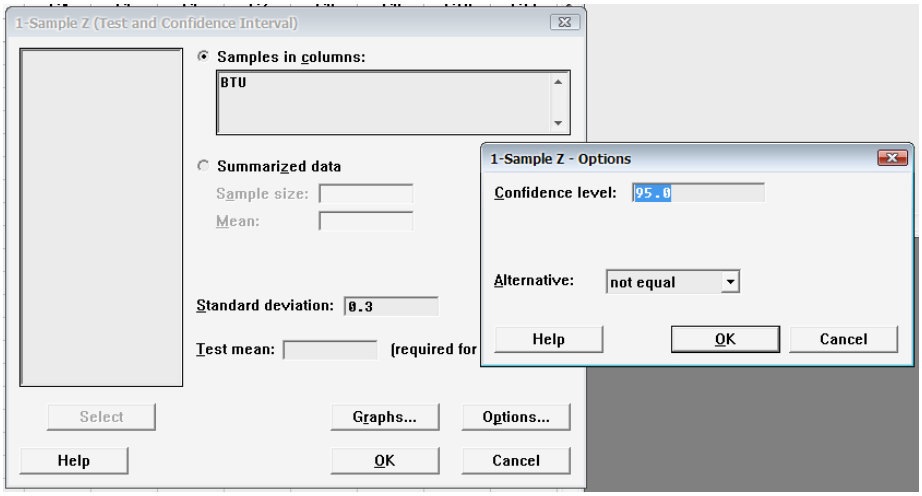
   ❶ เลือกที่ Samples in columns

   ❷ double click ที่ C1 ที่ช่องซ้ายมือ จะปรากฏ ชื่อ BTU ขึ้นที่ช่องใต้ Samples in columns:

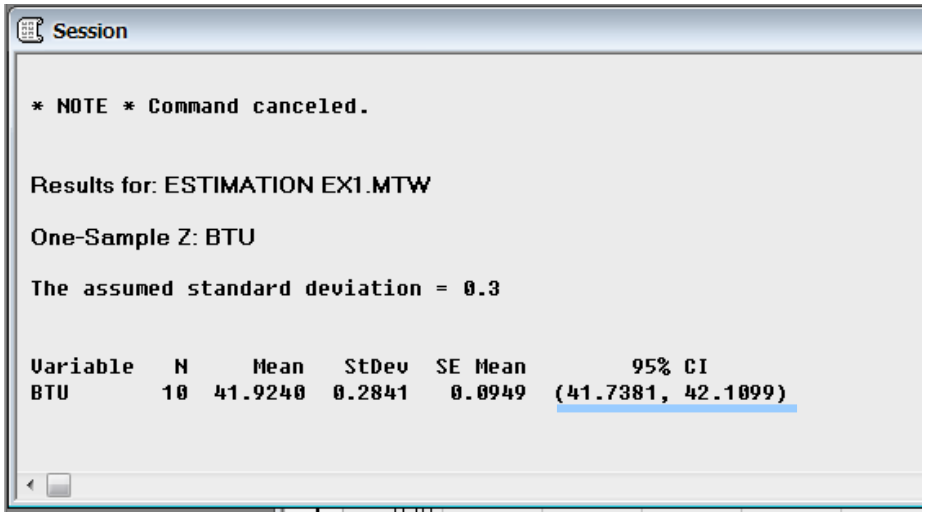


4. ใส่ค่า Standard deviation = 0.3 ไม่ต้องใส่ค่า Test mean เพราะไม่ใช่การทดสอบสมมุติฐาน และคลิกที่ Options...
5. ที่หน้าต่าง 1-Sample Z-Option ใส่ค่า Confidence level = 95.0

6. ที่ช่อง Alternative เลือก not equal เพราะเป็นการประมาณค่าแบบสองด้าน จากนั้น คลิก OK ที่หน้าต่าง 1-Sample Z-Option และที่หน้าต่าง 1-Sample Z



7. ผลการประมาณค่าจะแสดงที่หน้าต่าง Session ดังนี้



นั้นคือที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ค่าการเหนี่ยวนำความร้อนของเหล็ก Armco มีค่า $41.7381 \leqslant \mu \leqslant 42.1099$ BTU ต่อชั่วโมง-ฟุต- °F

1.2 เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและไม่รู้ความแปรปรวน ประชากร(σ^2)

- ถ้าขนาดตัวอย่าง n มีค่าตั้งแต่ 30 ขึ้นไป ($n \geq 30$) จะใช้ตัวสถิติ z ในการหาช่วงความเชื่อมั่น
- ถ้าขนาดตัวอย่าง n มีค่าน้อยกว่า 30 ($n < 30$) จะใช้ตัวสถิติ t ในการหาช่วงความเชื่อมั่น

<u>ตัวอย่างที่2</u> ข้อมูลต่อไปนี้เป็นเวลา (หน่วยวินาที) ที่ใช้ในการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ใช้ในระบบยิงจรวด จากการทดลอง 20 ตัวอย่าง

9.85 9.93 9.75 9.77 9.67 9.87 9.67 9.94 9.85 9.75

9.83 9.92 9.74 9.99 9.88 9.95 9.95 9.93 9.92 9.89

จงหาช่วงความเชื่อมั่น 95% แบบสองด้านของค่าเฉลี่ยเวลาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง สมมติว่าเวลาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงมีการแจกแจงแบบปกติ

2. ช่วงความเชื่อมั่นของผลต่างค่าเฉลี่ยของสองประชากร($\mu_1 - \mu_2$)

<u>ตัวอย่างที่3</u>

วิศวกรทำการทดลองวัดแรงดึงของอลูมิเนียม 2 ชนิด คือ เกรด A และเกรด B จากประสบการณ์ในอดีต ทำให้ทราบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งสอง การทดลองได้ผลดังนี้

เกรด A : $n_1 = 10$ $\overline{X}_1 = 87.6$ kg/mm^2 $\sigma_1 = 1.0$ kg/mm^2

เกรด B : $n_2 = 12$ $\overline{X}_2 = 74.5$ kg/mm^2 $\sigma_2 = 1.5$ kg/mm^2

จงสร้างช่วงความเชื่อมั่น 90% แบบสองด้านของผลต่างของค่าเฉลี่ยแรงดึงของอลูมิเนียมเกรด A และเกรด B $\mu_1 - \mu_2$

2.1 เมื่อประชากรทั้งสองมีการแจกแจงแบบปกติแต่ไม่รู้ความแปรปรวนประชากร (σ_1^2, σ_2^2)

ในการสร้างช่วงความเชื่อมั่น โดยแบ่งออกเป็นสองกรณี ดังนี้

2.2.1 รู้ว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

<u>ตัวอย่างที่4</u> ระดับแคลเซี่ยมในปูนซีเมนต์มีความสำคัญต่อการผสมน้ำกับปูนซีเมนต์ ถ้าระดับแคลเซี่ยมลดลง จะทำให้น้ำเข้าไปแทรกในโครงสร้างของปูนซีเมนต์ได้ดีขึ้น ผู้ผลิตปูนซีเมนต์ยี่ห้อหนึ่งได้ทำการทดลองปูนซีเมนต์ 2 ประเภทคือ ปูนซีเมนต์มาตรฐานและปูนซีเมนต์ที่เติมสารตะกั่ว เพื่อวัดค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของแคลเซี่ยม ซึ่งได้ผลดังนี้

แบบมาตรฐาน : $n_1 = 10$ $\overline{X}_1 = 90.0$ $S_1 = 5.0$

แบบเติมสารตะกั่ว : $n_2 = 15$ $\overline{X}_2 = 87.0$ $S_2 = 4.0$

สมมติว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของแคลเซี่ยมในปูนซีเมนต์ทั้ง 2 ประเภทมีการแจกแจงแบบปกติและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน จงหาช่วงความเชื่อมั่น 95 % แบบสองด้านของผลต่างของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของแคลเซี่ยม $\mu_1 - \mu_2$ ของปูนซีเมนต์แบบมาตรฐานและแบบที่เติมสารตะกั่ว

****

3. การใช้โปรแกรม MiniTab ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียว (Completely Randomized Single Factor ANOVA)

การใช้โปรแกรม MiniTab ช่วยในการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียวหรือตัวแปรเดียวว่ามีผลต่อหน่วยทดลองหรือไม่โดยวิเคราะห์ระดับของปัจจัย (treatment) มากกว่าสองระดับขึ้นไป โดยนำปัญหาในตัวอย่างที่ 2 ของบทที่ 8 จากเอกสารวิชาสถิติวิศวกรรมมาใช้แสดงตัวอย่าง ซึ่งปัญหาคือ

ตัวอย่างที่2

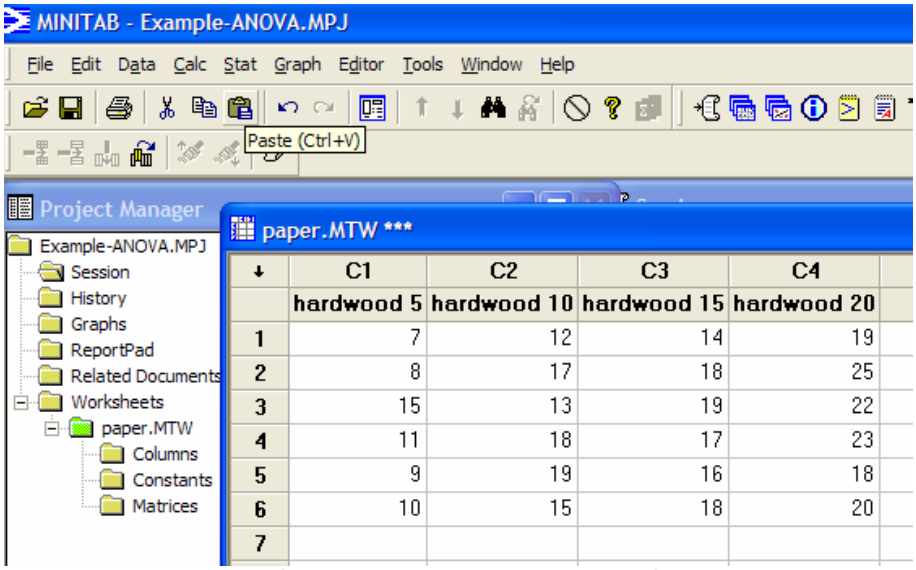
ผู้ผลิตกระดาษต้องการทราบว่าความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็งมีผลต่อแรงดึง (tensile strength) ของกระดาษหรือไม่ เขาสนใจศึกษาความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็งในช่วงระดับ 5% ถึง 20% เขาจึงเลือกระดับความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็งที่ 5% 10% 15% และ 20% แล้วทำการทดลองกับตัวอย่างทั้งหมด 24 ตัวอย่าง และวัดแรงดึงของกระดาษ(หน่วยเป็น psi)ได้ดังตารางข้างล่างนี้

ใช้ ANOVA ในการทดสอบว่าความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็งมีผลต่อค่าเฉลี่ยของแรงดึง (tensile strength) ของกระดาษหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ = 0.01

ความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็ง (%)			
5	10	15	20
7	12	14	19
8	17	18	25
15	13	19	22
11	18	17	23
9	19	16	18
10	15	18	20

3.1 การใช้โปรแกรม MiniTab ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียว

1. เปิดโปรแกรม Minitab ตั้งชื่อ project ว่า Example ANOVA จากนั้น ให้ป้อนข้อมูลตัวเลขจากตัวอย่างข้างต้นลงใน worksheet 1 ดังแสดงในรูปที่ 1 จากนั้นตั้งชื่อ worksheet1 ว่า paper ตั้งชื่อ column ดังรูป

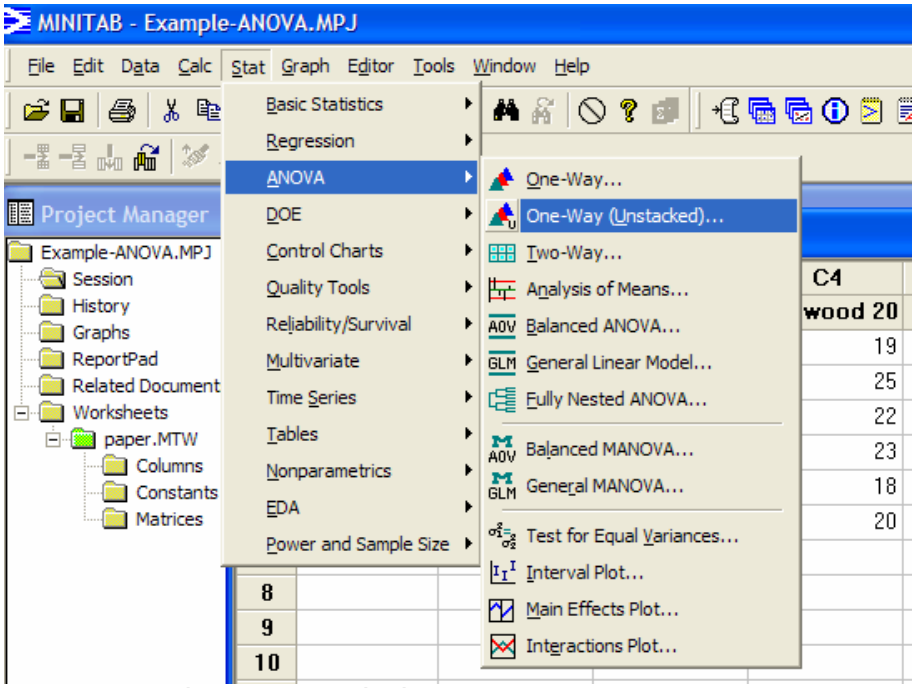


	C1	C2	C3	C4
	hardwood 5	hardwood 10	hardwood 15	hardwood 20
1	7	12	14	19
2	8	17	18	25
3	15	13	19	22
4	11	18	17	23
5	9	19	16	18
6	10	15	18	20
7				

รูปที่ 1 worksheet ข้อมูลจากตัวอย่างที่ 2

2. เลือกคำสั่ง Stat > ANOVA > One-Way (Unstacked)

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมีปัจจัยเดียว จะมีคำสั่งสองแบบคือ > One-Way และ > One-Way (Unstacked) การเลือกคำสั่งใดขึ้นกับการจัดข้อมูลใน worksheet หากข้อมูลจัดเรียงแบบแยก column ดังแสดงในรูปที่ 1 ให้ผู้ใช้เลือกใช้คำสั่ง > One-Way (Unstacked) ดังแสดงในรูปที่ 2 แต่หากข้อมูลจัดเรียงใน column เดียวกันดังแสดงในรูปที่ 3 ให้เลือกใช้คำสั่ง > One-Way



รูปที่ 2 การเลือกคำสั่งเมื่อข้อมูลจัดเรียงแบบแยก Column

Anova-example1-2.MTW ***

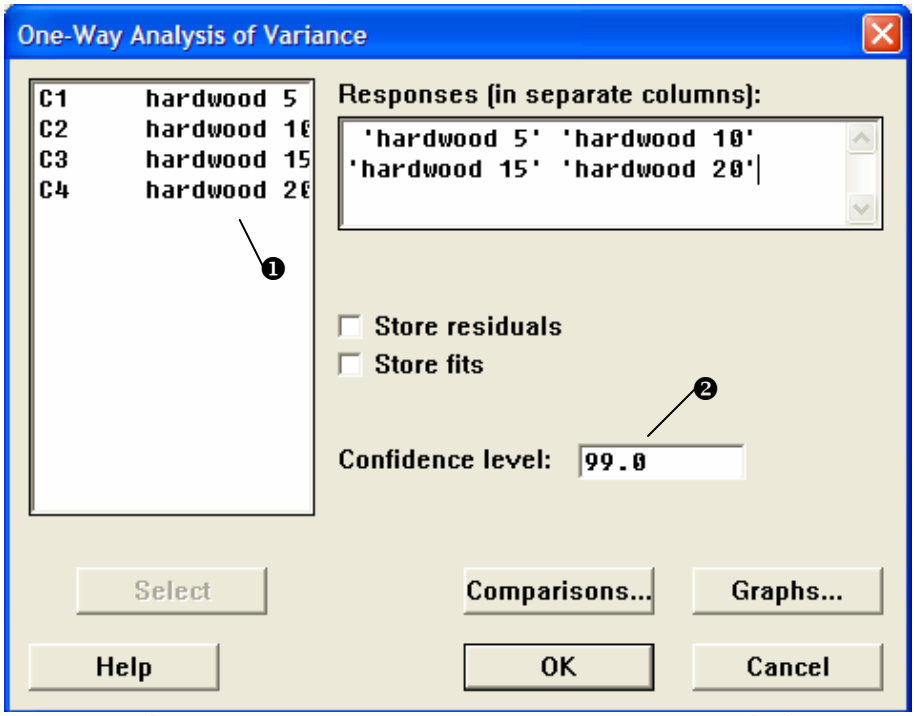
↓	C1-T	C2
	%Hardwood	PSI
1	hardwood 5	7
2	hardwood 5	8
3	hardwood 5	15
4	hardwood 5	11
5	hardwood 5	9
6	hardwood 5	10
7	hardwood10	12
8	hardwood10	17
9	hardwood10	13
10	hardwood10	18
11	hardwood10	19
12	hardwood10	15
13	hardwood15	14
14	hardwood15	18
15	hardwood15	19
16	hardwood15	17
17	hardwood15	16
18	hardwood15	18
19	hardwood20	19
20	hardwood20	25
21	hardwood20	22
22	hardwood20	23
23	hardwood20	18

รูปที่ 3 การป้อนข้อมูลตัวแปรใน column เดียว

3. เมื่อเลือกคำสั่งแล้ว โปรแกรมจะแสดงกล่องโต้ตอบดังแสดงในรูปที่ 4 เพื่อให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลตัวแปรตอบสนอง (Responses) และค่าระดับความเชื่อมั่น ในตัวอย่างนี้ ให้ผู้ใช้

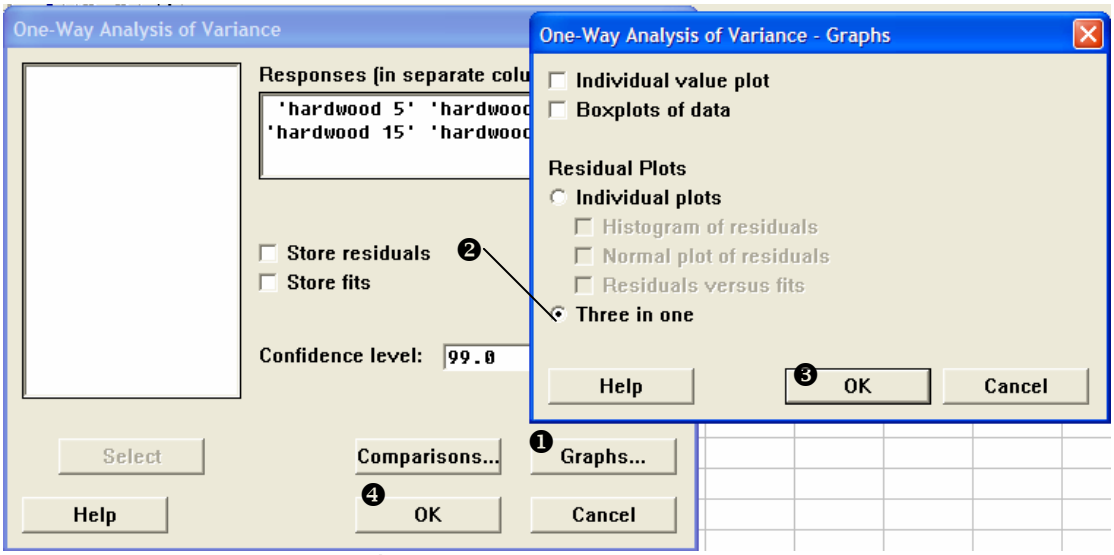
❶ double click ที่ ชื่อ column ทุกชื่อ ทุกครั้งที่ double click ชื่อ column จะปรากฏขึ้นในช่อง Responses (in separate columns):

❷ ตัวอย่างนี้โจทย์กำหนดให้วิเคราะห์ที่ระดับนัยสำคัญ = 0.01 นั้นคือระดับความเชื่อมั่น = 1-0.01 = 0.99 (99.0%) จึงป้อนข้อมูล Confidence level = 99.0



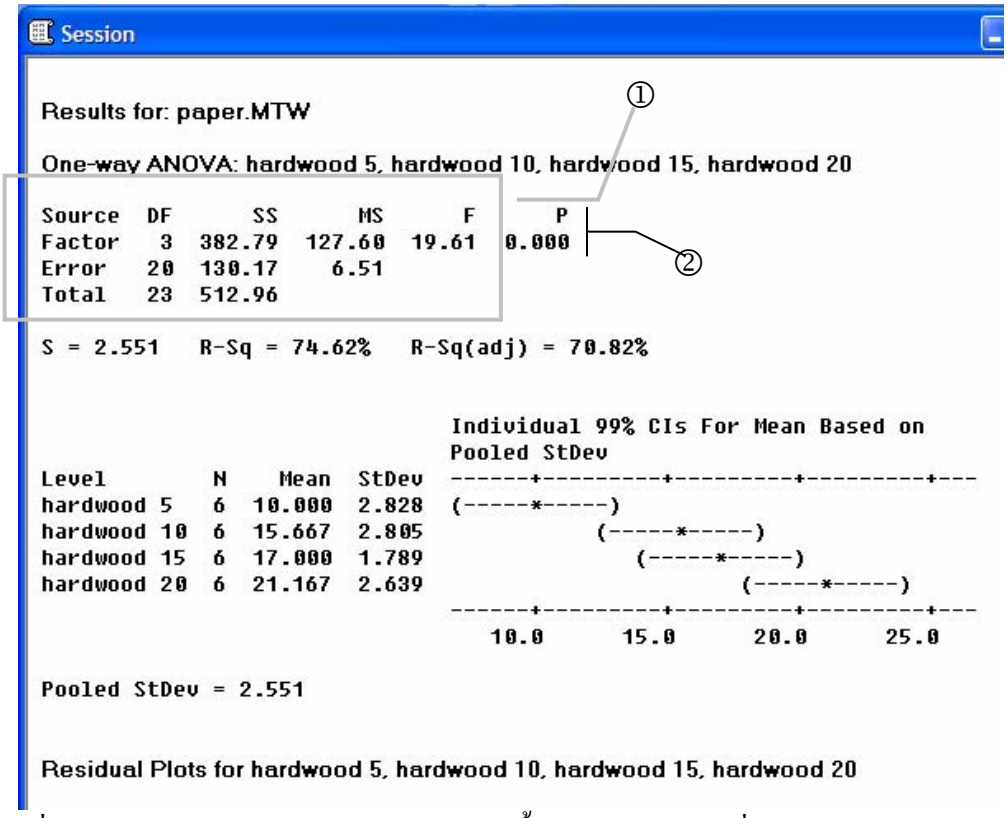
รูปที่ 4 การป้อนข้อมูลตัวแปรตอบสนองและระดับความเชื่อมั่น

4. เมื่อป้อนข้อมูลตอบสนองแล้วให้ ❶ click ที่ Graphs และ ❷ click ที่ Three in one เพื่อให้โปรแกรมแสดง กราฟ จากนั้น click OK ที่ ❸ และ ❹



รูปที่ 5 การเลือกให้โปรแกรมสร้างกราฟ

5. โปรแกรมจะวิเคราะห์และแสดงผลใน window ชื่อ Session ผลที่ได้แสดงในรูปที่ 6 และกราฟที่ได้แสดงในรูปที่ 7

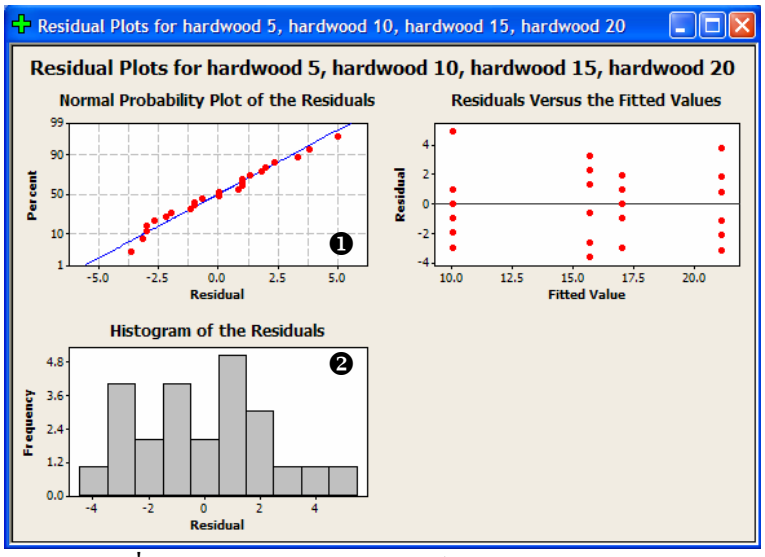


รูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์ว่าความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็งมีผลต่อค่าเฉลี่ยของแรงดึงของกระดาษหรือไม่

จากรูปที่ 6 สามารถแปลผลได้ดังนี้

① แสดงตาราง ANOVA ได้ค่า F = 19.61

②อ่านค่า P-Value พบว่าได้ค่าน้อยมาก คือ 0.000 < α (0.01) จึงปฏิเสธสมมุติฐานหลัก และสรุปได้ว่าความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็ง มีผลต่อค่าเฉลี่ยของแรงดึงของกระดาษ อย่างมีนัยสำคัญ = 0.01



รูปที่ 6 กราฟแสดงการวิเคราะห์เศษเหลือ (Residual)

จากกราฟในรูปที่ 6 ❶Normal Probability Plot of the Residuals แสดงเส้นตรง 1 เส้น และ ❷ Histogram แสดงรูปทรงระฆังคว่ำ แสดงว่าข้อมูลมาจากการทดลองที่มี setting ค่อนข้างดี

6. จากผลการวิเคราะห์ **สรุปได้ว่าความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็ง มีผลต่อค่าเฉลี่ยของแรงดึงของกระดาษ อย่างมีนัยสำคัญ= 0.01**

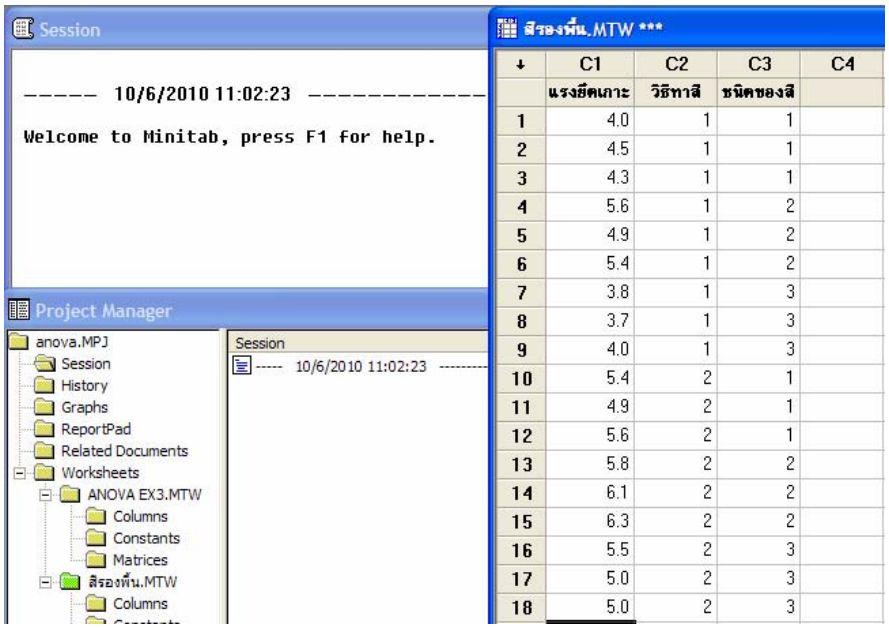
3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเนื่องจากสองปัจจัย (Two-Factor Factorial Experiments: Two variables)

ตัวอย่าง สีรองพื้นที่ใช้ทาพื้นผิวอลูมิเนียมสามารถทาได้ 2 วิธี คือวิธีการจุ่มและวิธีสเปรย์ วัตถุประสงค์ของสีรองพื้นนี้ก็เพื่อเพิ่มการยึดเกาะของสีที่จะทับลงไปอีกครั้งหนึ่ง วิศวกรต้องการที่จะศึกษาว่าสีรองพื้น 3 ชนิดที่แตกต่างกันและวิธีการทาสีทั้งสองวิธีดังกล่าว มีผลต่อการยึดเกาะของสีที่จะทาทับลงไปหรือไม่ เขาจึงออกแบบการทดลองแบบ two-factor factorial design โดยการทาสีรองพื้นแต่ละชนิด ด้วยแต่ละวิธี ลงบนตัวอย่างชิ้นงานอลูมิเนียมอย่างละ 3 ตัวอย่าง จากนั้นจึงทาสีทับลงไปและวัดแรงยึดเกาะ ได้ข้อมูลดังตารางข้างล่างนี้

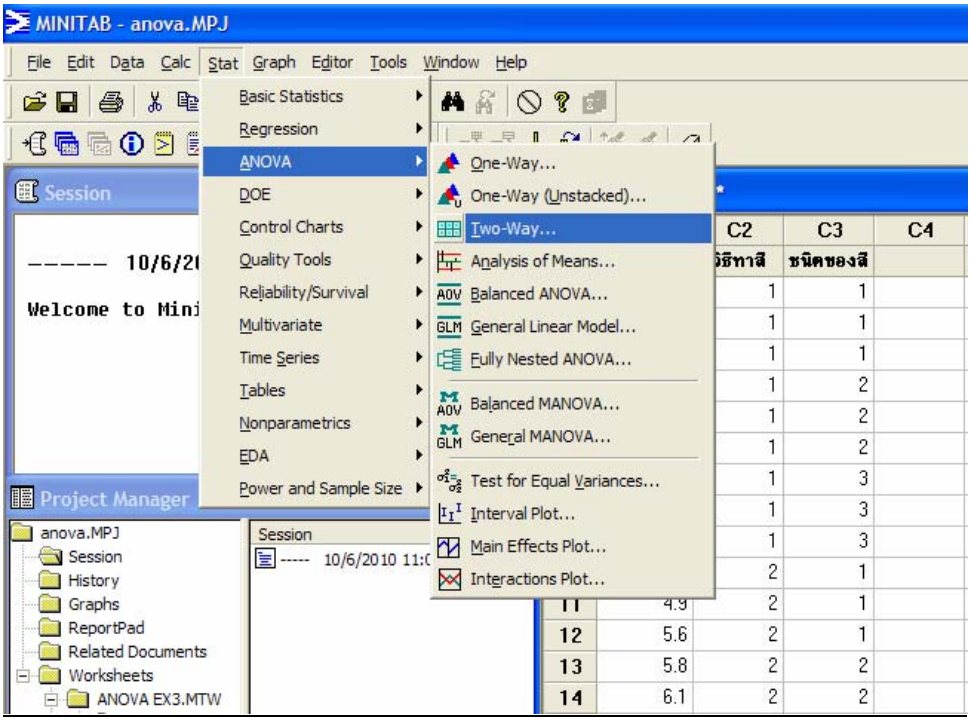
	ชนิดของสีรองพื้น			
	1	2	3	
วิธีการจุ่ม (วิธีที่ 1)	4.0	5.6	3.8	
	4.5	4.9	3.7	
	4.3	5.4	4.0	
วิธีการสเปรย์ (วิธีที่ 2)	5.4	5.8	5.5	
	4.9	6.1	5.0	
	5.6	6.3	5.0	

จงวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองและสรุปผลด้วยวิธี ANOVA กำหนดให้ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

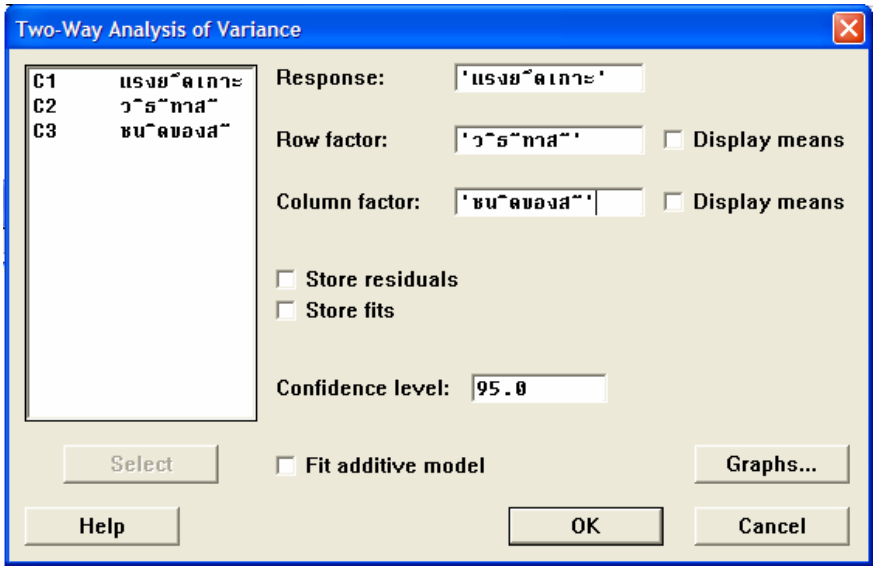
1. ให้เปิด worksheet ใหม่ โดยเลือกคำสั่ง file>new>Minitab worksheet จากนั้นป้อนข้อมูลตัวเลขจากตัวอย่างข้างต้นลงใน worksheet ดังแสดงในรูป จากนั้นตั้งชื่อ worksheet ว่า “สีรองพื้น” ตั้งชื่อ column ดังรูป



2. เลือกคำสั่ง Stat > ANOVA > Two-Way



3. โปรแกรมจะปรากฏหน้าต่าง Two-Way Analysis of Variance



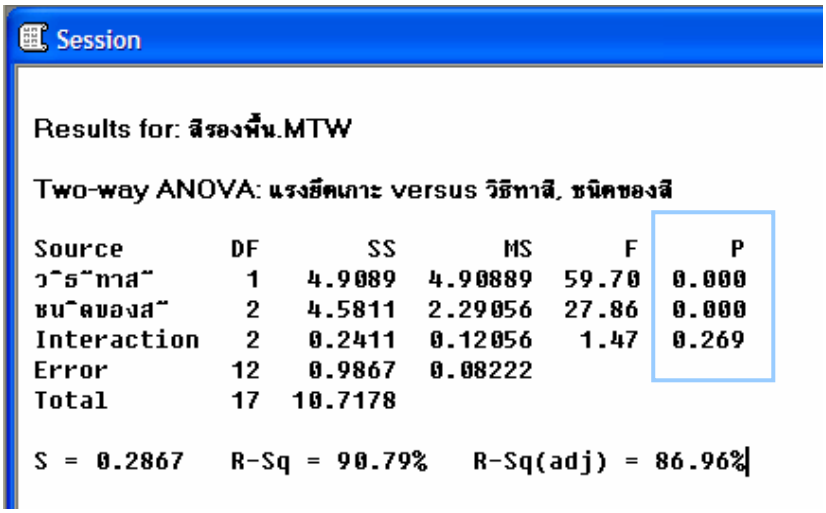
① คลิกเลือก column แรงยึดเกาะ ที่ช่อง Response

② คลิกเลือก column วิธีทาสี ที่ช่อง Row factor

③ คลิกเลือก column ชนิดของสี ที่ช่อง Column factor

④ จากนั้น คลิก

4. ผลการคำนวณจะถูกแสดงที่หน้าต่าง Session



สำหรับปัจจัยวิธีทาสีรองพื้น P-Value พบว่าได้ค่าน้อยมาก คือ 0.000 < α (0.05) จึง**ปฏิเสธสมมุติฐานหลัก และสรุปได้ว่าวิธีการทาสีรองพื้นที่ต่างกัน มีผลต่อค่าเฉลี่ยของแรงยึดเกาะ อย่างมีนัยสำคัญ = 0.05**

สำหรับปัจจัยชนิดของสีรองพื้น P-Value พบว่าได้ค่าน้อยมาก คือ 0.000 < α (0.05) จึงปฏิเสธสมมุติฐานหลัก และ**สรุปได้ว่าชนิดของสีรองพื้นที่ต่างกัน มีอิทธิพลต่อค่าเฉลี่ยของแรงยึดเกาะ อย่างมีนัยสำคัญ = 0.05**

สำหรับปัจจัย interaction ระหว่างวิธีทาสีรองพื้นและชนิดของสี P-Value พบว่าได้ค่ามาก คือ 0.629 > α (0.05) จึงไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก จึงสรุปได้ว่า **ไม่มี interaction ระหว่างวิธีทาสีรองพื้นและชนิดของสี รองพื้น**

****

4. การใช้โปรแกรม MiniTab ในการวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์

การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์ เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้สร้างสมการเส้นตรงที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวหรือมากกว่า ซึ่งประกอบตัวแปรตอบสนองหนึ่งตัว (Responses) และตัวแปรต้น (Predictors) อย่างน้อยหนึ่งตัว

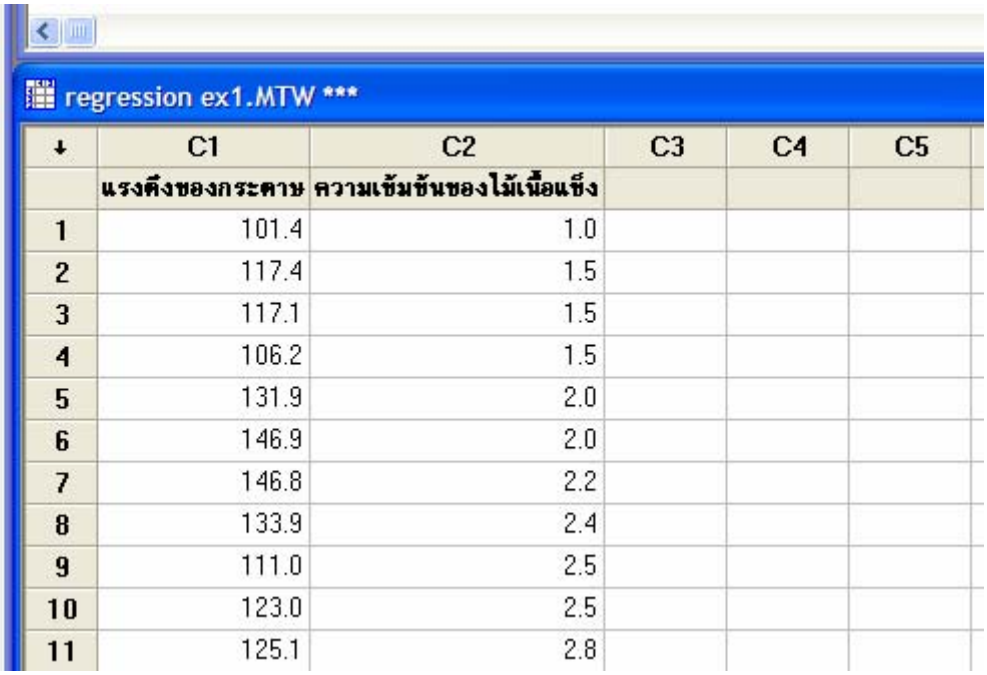
<u>ตัวอย่าง</u> แรงดึงของกระดาษที่ใช้ในการผลิตกล่องกระดาษแข็งมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็งที่ใช้เป็นวัตถุดิบ โรงงานผลิตกล่องกระดาษแข็งได้ทำการทดลองกับตัวอย่าง 16 ตัวอย่างภายใต้สภาวะควบคุมและวัดค่าแรงดึง ได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

แรงดึงของกระดาษ (psi)	101.4	117.4	117.1	106.2	131.9	146.9	146.8	133.9
%ความเข้มข้น	1.0	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.2	2.4

แรงดึงของกระดาษ (psi)	111.0	123.0	125.1	145.2	134.3	144.5	143.7	146.9
%ความเข้มข้น	2.5	2.5	2.8	2.8	3.0	3.0	3.2	3.3

ให้หาสมการเส้นตรงถดถอยที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงของกระดาษและเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็ง

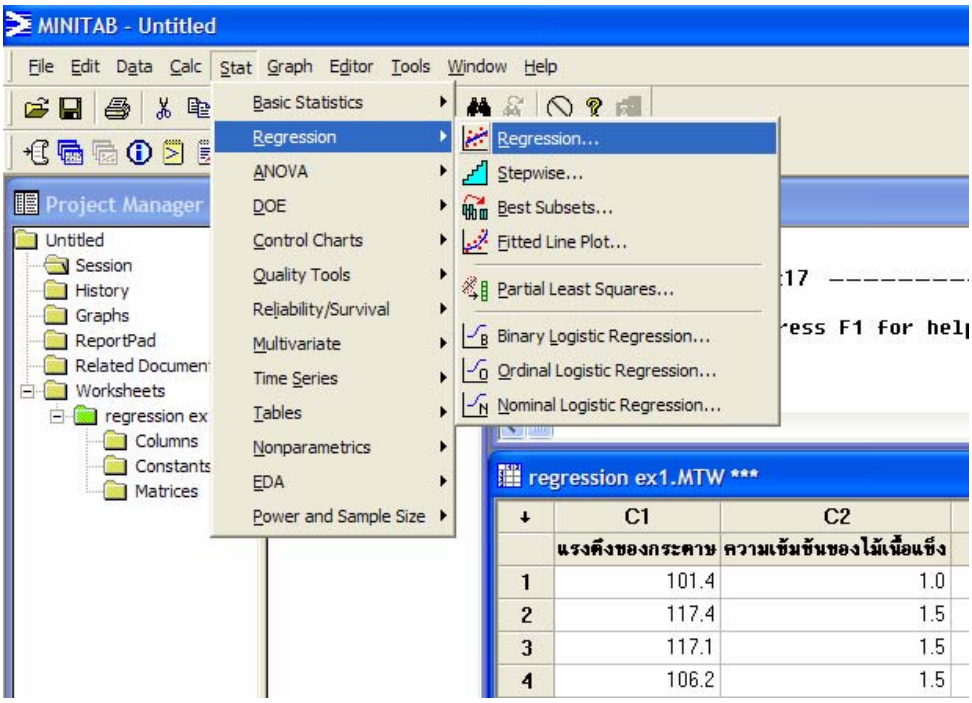
1. ป้อนข้อมูลตัวเลขจากตัวอย่างข้างต้นลงใน worksheet 1 ดังแสดงในรูปที่ 1 จากนั้นตั้งชื่อ worksheet1 ว่า regression ex1



regression ex1.MTW ***

	C1	C2	C3	C4	C5
	แรงดึงของกระดาษ	ความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็ง			
1	101.4	1.0			
2	117.4	1.5			
3	117.1	1.5			
4	106.2	1.5			
5	131.9	2.0			
6	146.9	2.0			
7	146.8	2.2			
8	133.9	2.4			
9	111.0	2.5			
10	123.0	2.5			
11	125.1	2.8			

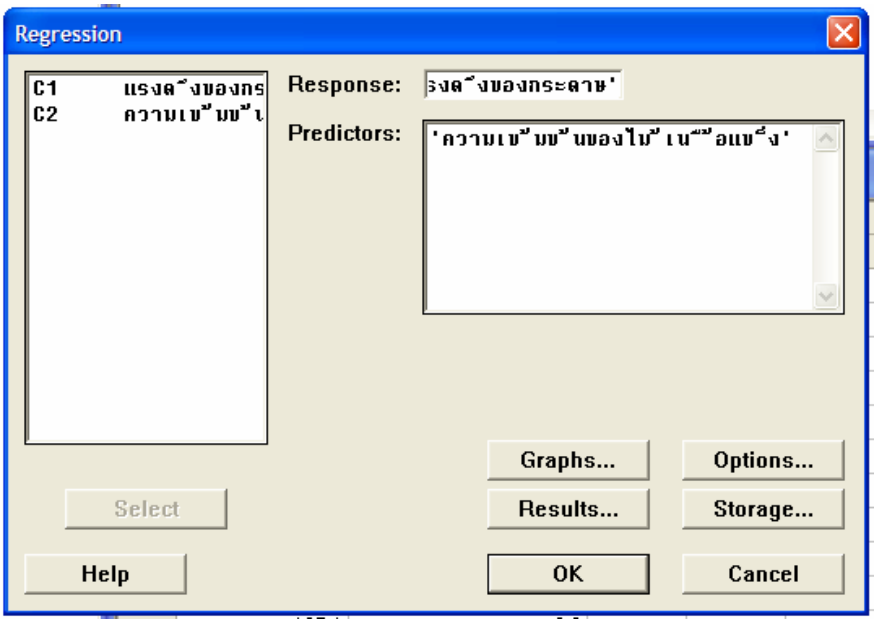
2. เลือกคำสั่ง Stat > Regression > Regression



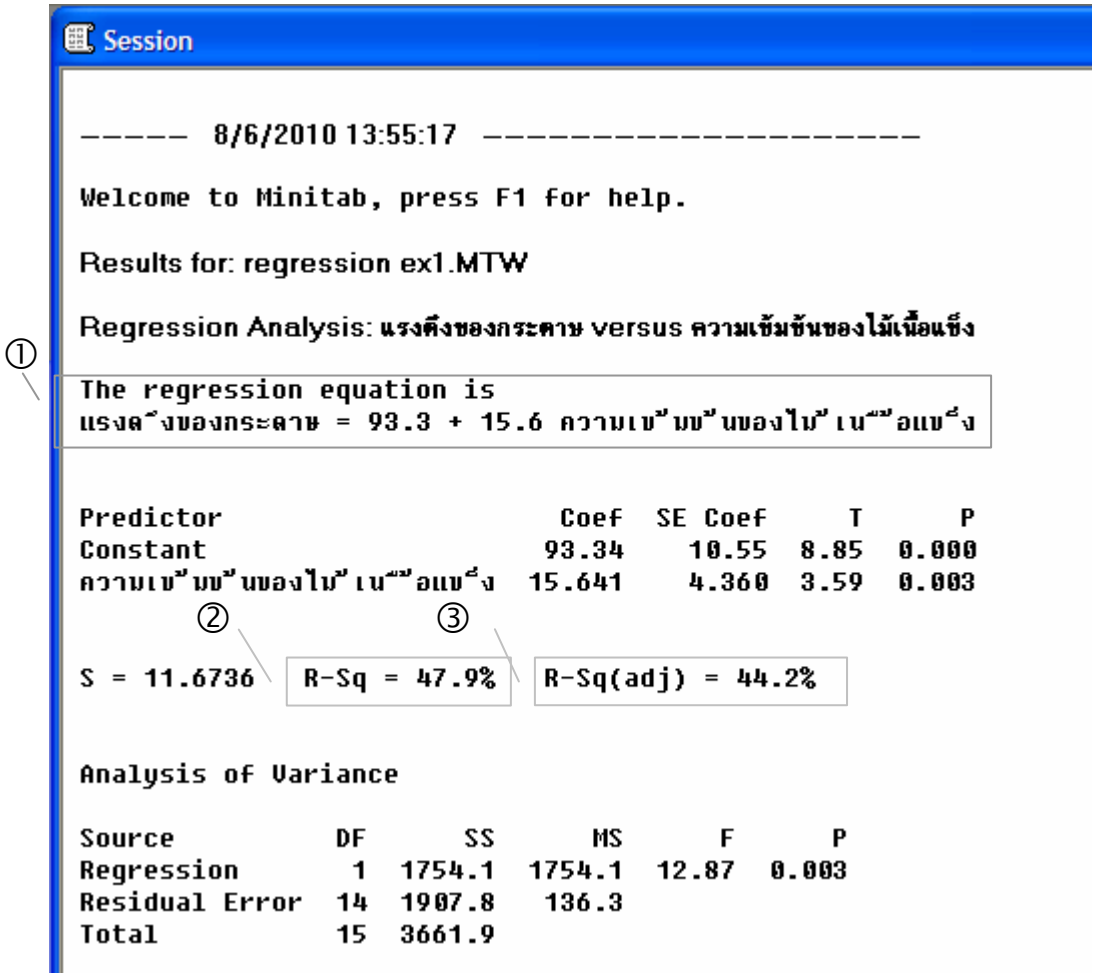
3. โปรแกรมจะแสดงกล่องโต้ตอบดังแสดงในรูปที่ 4 เพื่อให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลตัวแปรตอบสนอง (Responses) และตัวแปรต้น (Predictors) ให้ผู้ใช้

double click ที่ column C1 ให้ปรากฏขึ้นในช่อง Responses

double click ที่ column C2 ให้ปรากฏขึ้นในช่อง Predictors จากนั้นจึง click OK



4. โปรแกรมจะวิเคราะห์และแสดงผลใน window ชื่อ Session



Session

```
------  8/6/2010 13:55:17  ----------------------

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Results for: regression ex1.MTW

Regression Analysis: แรงดึงของกระดาษ versus ความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็ง

The regression equation is
แรงดึงของกระดาษ = 93.3 + 15.6 ความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็ง

Predictor                      Coef  SE Coef     T      P
Constant                      93.34    10.55  8.85  0.000
ความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็ง  15.641    4.360  3.59  0.003

S = 11.6736   R-Sq = 47.9%   R-Sq(adj) = 44.2%

Analysis of Variance

Source           DF      SS      MS      F      P
Regression        1  1754.1  1754.1  12.87  0.003
Residual Error   14  1907.8   136.3
Total            15  3661.9
```

① ② ③

สามารถแปลผลได้ดังนี้

① สมการถดถอยแสดงความสัมพันธ์โดยเฉลี่ย ระหว่างแรงดึงของกระดาษกับความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็ง คือ Y= 93.3 + 15.6 X

② ค่า R-Sq = 47.9% ความผันแปรของข้อมูลแรงดึงของกระดาษ อธิบายได้ด้วยความเข้มข้นของไม้เนื้อแข็งเท่ากับ 47.9 โดยปริมาณที่เหลือไม่สามารถอธิบายได้ว่ามาจากแหล่งความผันแปรใด

③ ค่า R-Sq (adj) = 44.2 มีค่าใกล้เคียงกับ ค่า R-Sq แสดงว่าจำนวนข้อมูลมีเพียงพอ

แบบฝึกหัด

ให้นักศึกษาตอบคำถามดังต่อไปนี้โดยบันทึก file ในรูปแบบ

File>save project as>รหัสนักศึกษา_stat.MPJ

ใน file ที่ส่งให้ประกอบไปด้วย ทุก worksheet, และ แผนภาพที่นักศึกษาสร้างขึ้น การตอบคำถามทุกข้อให้ตอบลงใน ReportPad และให้ save file ที่ต้องส่งลงใน My document

****

1. โรงงานแห่งหนึ่งผลิตเส้นลวด 2 ชนิด วิศวกรต้องการเปรียบเทียบความต้านทานแรงดึงของเส้นลวดทั้งสองชนิดซึ่งมีการแจกแจงแบบปกติ เขาจึงสุ่มเส้นลวดชนิดที่1 และ 2 มาจำนวน 10 เส้นและ 13 เส้น ตามลำดับ แล้ววัดความต้านทานแรงดึงหน่วยเป็นปอนด์ ได้ผลดังนี้

ชนิดที่1 : 23 25 25 28 19 31 35 30 26 27

ชนิดที่2 : 18 17 16 24 20 21 25 15 15 16 18 21 19

จงหาว่าเส้นลวดชนิดที่1 มีความต้านทานแรงดึงมากกว่าเส้นลวดชนิดที่ 2 หรือไม่ โดยการทดสอบสมมุติฐาน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

1.1 ถ้า รู้ว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

1.2 ถ้า รู้ว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

2. โรงงานแห่งหนึ่งผลิตวงแหวนที่ใช้สำหรับเครื่องยนต์ชนิดหนึ่ง จากข้อมูลในอดีตทราบว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของวงแหวนมีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.001 มิลลิเมตร วิศวกรสุ่มตัวอย่างวงแหวนที่ผลิตมา 15 ชิ้น แล้วหาค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางได้ 74.036 มิลลิเมตร จงใช้วิธีการประมาณค่า เพื่อสร้างช่วงความเชื่อมั่น 99% แบบสองด้านของค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของวงแหวนที่ผลิตโดยโรงงานแห่งนี้

3. บริษัทABC จำกัด ผลิตฮาร์ดดิสก์สำหรับคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนการติดขดลวดทองแดงเข้ากับแขนของหัวอ่านแผ่นดิสก์เป็นขั้นตอนการผลิตขั้นตอนหนึ่ง ในการติดขดลวดทองแดงเข้ากับแขนของหัวอ่านแผ่นดิสก์จะใช้กาว Epoxy 1140 หลังจากติดขดลวดทองแดงเข้ากับแขนของหัวอ่านแผ่นดิสก์แล้ว จะทำส่วนประกอบนี้เข้าเตาอบเพื่ออบที่อุณหภูมิ 180 °F เป็นเวลา 50 นาที วิศวกรฝ่ายผลิตต้องการศึกษาว่าอุณหภูมิกับระยะเวลาที่ใช้อบมีผลต่อแรงเฉือน (shear strength) ณ ตำแหน่งที่ติดกาวยึดส่วนประกอบทั้งสองอย่างไร เขาจึงทำการทดลองแบบ factorial design ข้อมูลของแรงเฉือนที่ได้จากการทดลองมีหน่วยเป็น psi แสดงดังตารางข้างล่างนี้

เวลาที่ใช้อบ (นาที)	อุณหภูมิที่ใช้อบ (°F)				
	150	180	200	250	300
30	20.3	19.5	22.1	17.6	23.6
	19.8	18.6	23	18.3	24.5
	21.4	18.9	22.4	18.2	25.1
40	21.6	20.1	20.1	19.5	17.6
	22.4	19.9	21	19.2	18.3
	21.3	20.5	19.8	20.3	18.1
50	19.8	19.6	22.3	19.4	22.1
	18.6	18.3	22	18.5	24.3
	21	19.8	21.6	19.1	23.8

จงวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของแรงฉือนที่ได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิกับระยะเวลาที่ใช้อบ โดยที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 พร้อมทั้งสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์

4. โรงงานแห่งหนึ่งผลิตมอเตอร์โดยการประกอบชิ้นส่วนสองชิ้นเข้าด้วยกัน วิศวกรฝ่ายผลิตมีความเชื่อว่าแรงเฉือนของรอยต่อชิ้นส่วนทั้งสอง มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับอายุของชิ้นส่วนชิ้นที่ 1 ที่ใช้ประกอบ เขาจึงเก็บข้อมูลมา 20 ตัวอย่าง ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

แรงเฉือน (psi)	215	167	231	206	220	170	178
อายุของชิ้นส่วนที่ 1 (สัปดาห์)	15.5	23.7	8	17	5	19	24

แรงเฉือน (psi)	257	235	227	216	239	177	233
อายุของชิ้นส่วนที่ 1 (สัปดาห์)	2.5	7.5	11	13	3.7	25	9.7

แรงเฉือน (psi)	176	205	241	220	265	175
อายุของชิ้นส่วนที่ 1 (สัปดาห์)	22	18	6	12.5	2	21.5

1. จากข้อมูลที่ได้ จงหาสมการเส้นตรงถดถอยที่แสดงความสัมพันธ์
ระหว่างแรงเฉือนของรอยต่อชิ้นส่วนทั้งสองและอายุของชิ้นส่วนชิ้นที่ 1

เอกสารอ้างอิง

1. เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติวิศวกรรม ผศ.ดร.สมบัติสินธุเชาว์ 2553
2. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม 2 โดย กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ 2550 สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.
3. คู่มือการใช้ Minitab โดย บริษัทโซลูชั่น เซ็นเตอร์ จำกัด 2552
4. Meet Minitab 15 โดย Minitab Inc. 2552