

# 10<sup>η</sup> εβδομάδα μαθημάτων

## Επίλυση ασκήσεων με χρήση του MINITAB

### Ανάλυση Διασποράς με έναν παράγοντα - Παράδειγμα

Χαλυβουργία παράγει, μεταξύ άλλων προϊόντων, χονδροσύρμα διαμέτρου 5.5mm κατά DIN 17145 μέγιστης περιεκτικότητας σε άνθρακα 0.09% ( $C(\%)_{max} = 0.09$ ). Το συγκεκριμένου τύπου χονδροσύρμα χρησιμοποιείται από πολλές συρματουργίες χαμηλού άνθρακα οι οποίες το υποθιάζουν σε σύρματα χαμηλότερων διαμέτρων για την παραγωγή ηλεκτροδίων. Κρίσιμο χαρακτηριστικό ποιότητας του χονδροσύρματος αποτελεί το όριο θραύσης ( $N/mm^2$ ). Το τμήμα ποιοτικού ελέγχου της χαλυβουργίας ενδιαφέρεται να διαπιστώσει κατά πόσο η περιεκτικότητα σε άνθρακα (του χάλυβα που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του χονδροσύρματος), επηρεάζει ή όχι το όριο θραύσης του χονδροσύρματος. Για το σκοπό αυτό εκτελέστηκε πείραμα κατά το οποίο ο άνθρακας εξετάστηκε σε πέντε επίπεδα περιεκτικότητας (1 : 0.05% – 2 : 0.06% – 3 : 0.07% – 4 : 0.08% και 5 : 0.09%). Κατασκευάστηκαν ποσότητες χονδροσύρματος για κάθε επίπεδο περιεκτικότητας άνθρακα και πραγματοποιήθηκαν 4 μετρήσεις σε τυχαία επιλεγμένα δείγματα. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

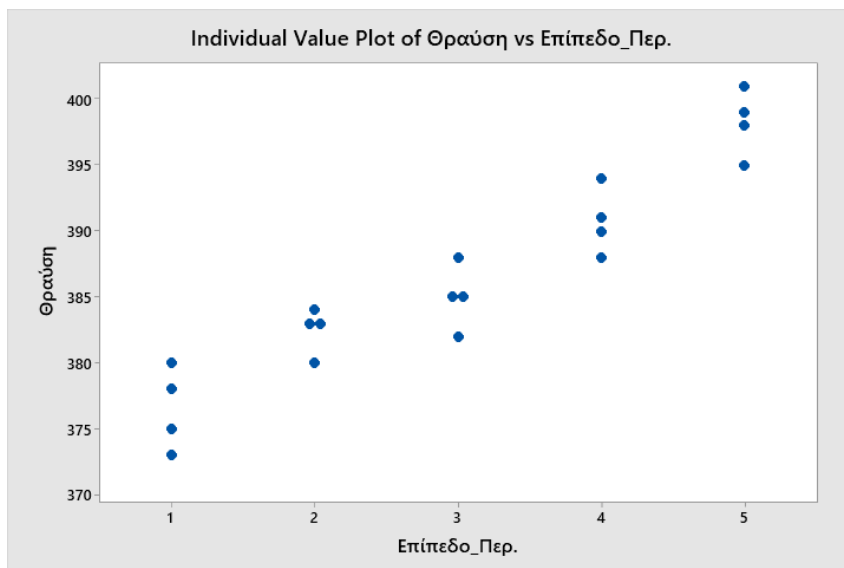
C(%)	Όριο Θραύσης ( $N/mm^2$ )			
0,05	375	378	380	373
0,06	380	383	383	384
0,07	385	388	382	385
0,08	391	394	390	388
0,09	401	398	395	399

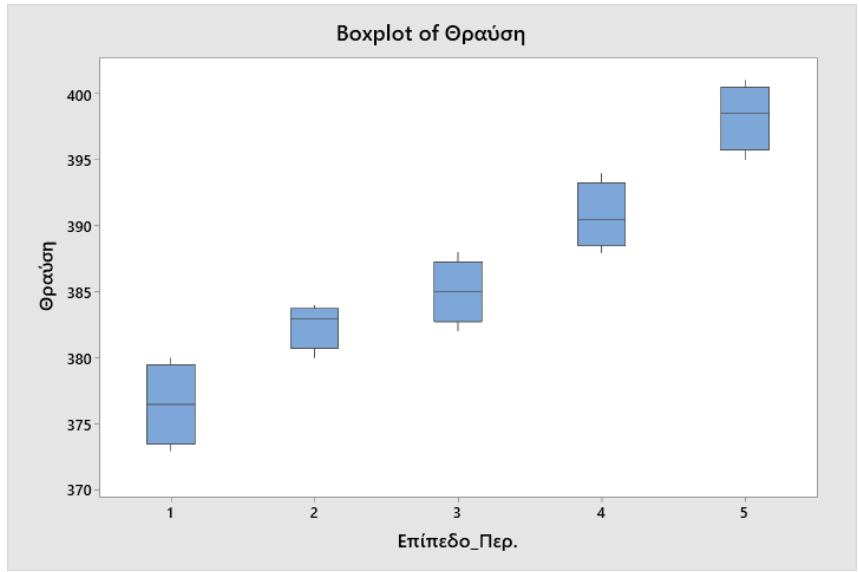
Με βάση αυτά τα δεδομένα μπορούμε να ισχυριστούμε ότι το μέσο όριο θραύσης είναι το ίδιο για τα χονδροσύρματα όλων των επιπέδων περιεκτικότητας άνθρακα, σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05.

### Descriptive Statistics: Θραύση

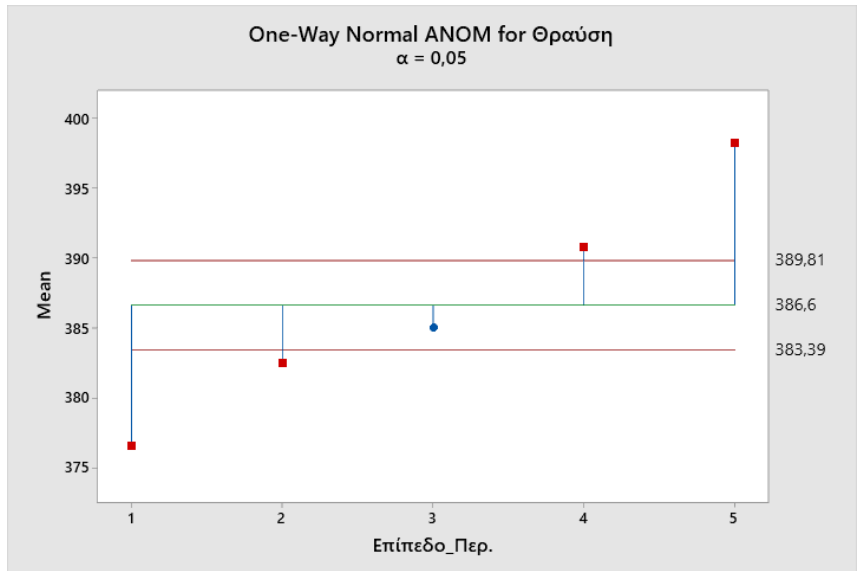
#### Statistics

Variable	Επίπεδο_Περ.	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
Θραύση	1	376,50	1,55	3,11	373,00	373,50	376,50	379,50	380,00
	2	382,50	0,866	1,73	380,00	380,75	383,00	383,75	384,00
	3	385,00	1,22	2,45	382,00	382,75	385,00	387,25	388,00
	4	390,75	1,25	2,50	388,00	388,50	390,50	393,25	394,00
	5	398,25	1,25	2,50	395,00	395,75	398,50	400,50	401,00





### One-Way Normal ANOM for Θραύση



### Test for Equal Variances: Θραύση versus Επίπεδο\_Περ.

#### Method

Null hypothesis All variances are equal  
 Alternative hypothesis At least one variance is different  
 Significance level  $\alpha = 0,05$

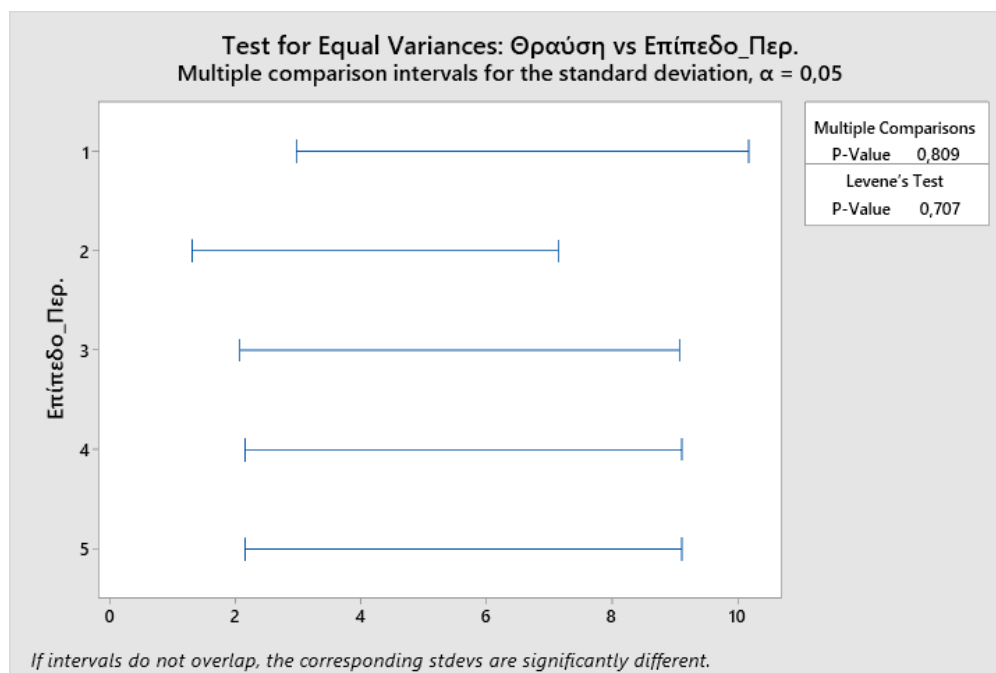
#### 95% Bonferroni Confidence Intervals for Standard Deviations

Επίπεδο_Περ.	N	StDev	CI
1	4	3,10913	(0,516135; 52,6031)
2	4	1,73205	(0,158880; 53,0335)
3	4	2,44949	(0,259103; 65,0394)
4	4	2,50000	(0,281043; 62,4604)
5	4	2,50000	(0,281043; 62,4604)

Individual confidence level = 99%

## Tests

Method	Test	
	Statistic	P-Value
Multiple comparisons	—	0,809
Levene	0,54	0,707



WORKSHEET 1

## One-way ANOVA: Θ1; Θ2; Θ3; Θ4; Θ5

### Method

Null hypothesis	All means are equal
Alternative hypothesis	Not all means are equal
Significance level	$\alpha = 0,05$

Equal variances were assumed for the analysis.

### Factor Information

Factor	Levels Values
Factor	5 Θ1; Θ2; Θ3; Θ4; Θ5

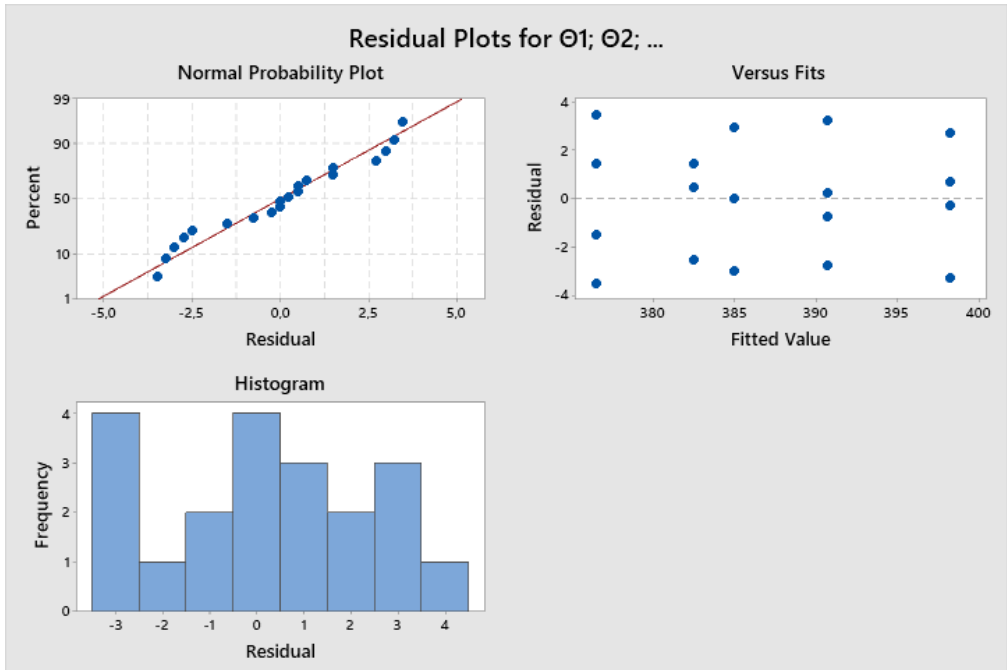
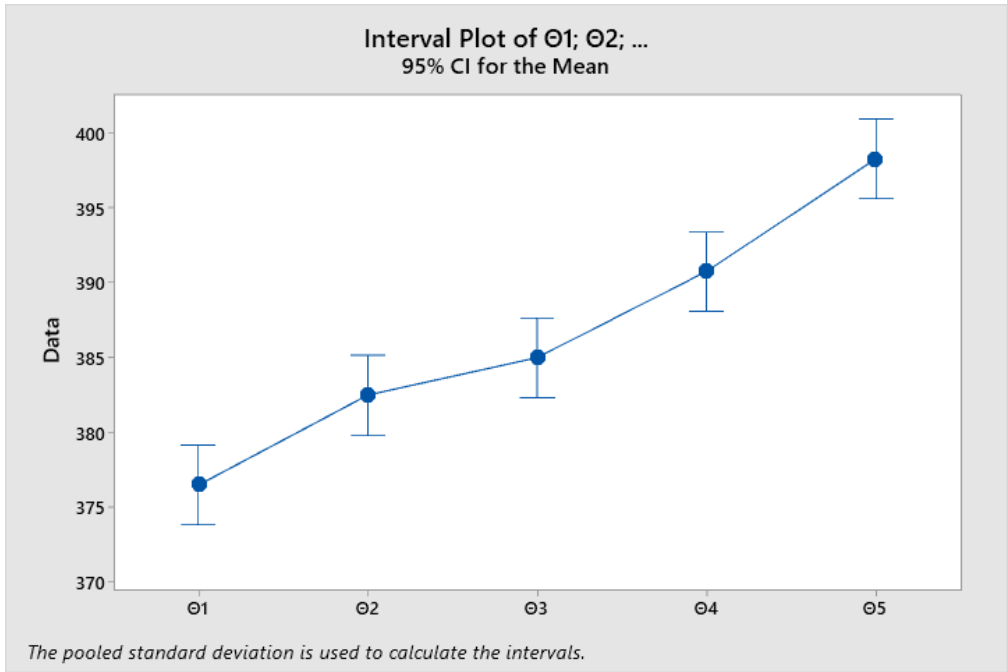
### Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	4	1097,30	92,15%	1097,30	274,325	44,01	0,000
Error	15	93,50	7,85%	93,50	6,233		
Total	19	1190,80	100,00%				

### Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
Θ1	4	376,50	3,11	(373,84; 379,16)
Θ2	4	382,500	1,732	(379,839; 385,161)
Θ3	4	385,00	2,45	(382,34; 387,66)
Θ4	4	390,75	2,50	(388,09; 393,41)
Θ5	4	398,25	2,50	(395,59; 400,91)

Pooled StDev = 2,49666

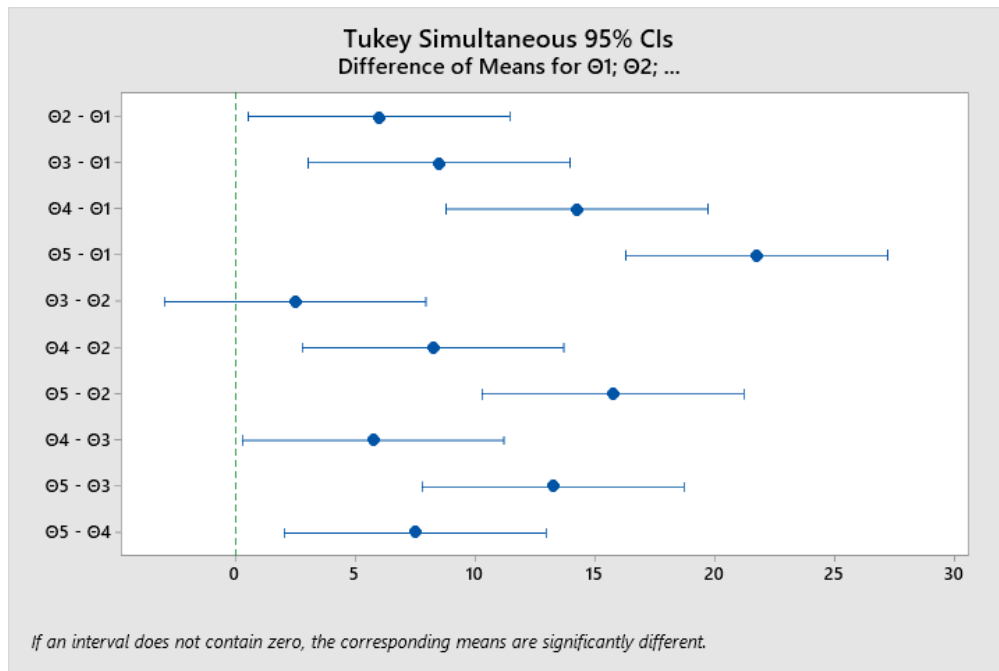


**Tukey Pairwise Comparisons**

**Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence**

Factor	N	Mean	Grouping
$\Theta_5$	4	398,25	A
$\Theta_4$	4	390,75	B
$\Theta_3$	4	385,00	C
$\Theta_2$	4	382,50	C
$\Theta_1$	4	376,50	D

*Means that do not share a letter are significantly different.*



## Παράδειγμα

Βιομηχανία που δραστηριοποιείται στην παραγωγή και την εμπορία πετρελαιοειδών, ανταποκρινόμενη στις ανάγκες των καιρών, προχώρησε σε διάφορες δοκιμές προκειμένου να αλλάξει τη σύνθεση των παραγόμενων καυσίμων, έτσι ώστε αυτά να επαρκούν για περισσότερα χιλιόμετρα οδήγησης. Το τμήμα μάρκετινγκ της βιομηχανίας εκτιμά ότι το κόστος των πειραματικών δοκιμών, καθώς και η απώλεια στις πωλήσεις που θα προκληθεί από τα νέα καύσιμα λόγω της μείωσης της κατανάλωσης καυσίμου, θα υπερκαλυφθούν από τη μεγάλη αύξηση που αναμένεται να έχουν οι πωλήσεις λόγω της προσέλκυσης πελατών από ανταγωνιστικές εταιρείες. Οι δοκιμές περιλαμβάνουν τη χρήση διαφόρων συνδυασμών προσθέτων καυσίμου και ρυθμιστών τριβής σε όλους τους τύπους καυσίμου που διατίθενται στην αγορά και τη μέτρηση της κατανάλωσης καυσίμου που επιτυγχάνεται με κάθε έναν από αυτούς. Τα παρακάτω δεδομένα αφορούν τις μετρήσεις κατανάλωσης (σε λίτρα ανά 100 χιλιόμετρα) για την αμόλυβδη βενζίνη 95 οκτανίων για τις 4 υπό εξέταση νέες συνθέσεις βενζίνης που χρησιμοποιήθηκαν στις δοκιμές. Η σειρά πραγματοποίησης των δοκιμών ήταν τυχαία.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε με όσο το δυνατόν περισσότερο σταθεροποιημένες συνθήκες διαφόρων μεταβλητών που επηρεάζουν την μεταβλητή απόκρισης, όπως ο τύπος του κινητήρα, η διαδρομή, ο οδηγός, οι καιρικές συνθήκες, η παλαιότητα του κινητήρα και η πίεση των ελαστικών.

Τύπος Βενζίνης			
A	B	Γ	Δ
4.881	3.932	5.566	5.044
5.304	3.854	5.182	5.730
5.729	4.024	5.627	5.984
4.888	4.746	5.162	6.132
4.366	4.920	6.546	5.872
4.608	5.569	5.795	4.948
5.055	4.928	5.479	6.587
5.608	3.849	6.686	5.026

Οι υπεύθυνοι θεώρησαν χρήσιμα τα αποτελέσματα, ωστόσο εξέφρασαν προβληματισμούς σε σχέση με την αξιοπιστία. Για αυτό επαναλήφθηκε το πείραμα χρησιμοποιώντας 4 διαφορετικούς (ως προς τον κυβισμό) τύπους κινητήρα. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Τύπος Κινητήρα	Τύπος Βενζίνης			
	A	B	Γ	Δ
1	4.607	4.273	5.093	5.276
	5.072	4.372	6.776	6.168
2	6.288	4.283	6.558	6.628
	5.607	5.527	7.085	5.149
3	8.373	6.909	7.865	8.816
	7.368	6.599	7.882	9.935
4	8.372	7.973	8.668	9.641
	10.085	7.411	10.705	9.040

Ποιος είναι ο πειραματικός σχεδιασμός ο οποίος χρησιμοποιήθηκε αυτή τη φορά: Να εξεταστεί εκ νέου η ύπαρξη διαφορών στη μέση κατανάλωση μεταξύ των τεσσάρων τύπων βενζίνης και να αναφερθούν τυχόν διαφορές στα συμπεράσματά σας σε σχέση με τις απαντήσεις σας στα προηγούμενα ερωτήματα. Με βάση την ανάλυση των αποτελεσμάτων και των δύο πειραμάτων, ποιο τύπο βενζίνης θα προτεινάτε στην εταιρεία να προωθήσει στην αγορά:



## Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Κινητήρας	3	74,733	24,9109	47,12	0,000
Βενζίνη	3	14,742	4,9140	9,30	0,000
Error	25	13,216	0,5286		
Lack-of-Fit	9	4,001	0,4446	0,77	0,644
Pure Error	16	9,215	0,5759		
Total	31	102,691			

## Comparisons for Κατανάλωση

### Tukey Pairwise Comparisons: Κινητήρας

### Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

<b>Κινητήρας</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Grouping</b>
4	8	8,98688	A
3	8	7,96838	B
2	8	5,89063	C
1	8	5,20388	C

*Means that do not share a letter are significantly different.*

### **Tukey Pairwise Comparisons: Βενζίνη**

#### **Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence**

<b>Βενζίνη</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Grouping</b>
4	8	7,58163	A
3	8	7,57825	A
1	8	6,97150	A
2	8	5,91838	B

*Means that do not share a letter are significantly different.*