

# Ανάλυση δεδομένων στο περιβάλλον του SPSS

Λαβίδας Κωνσταντίνος  
Μαθηματικός

[lavidas@upatras.gr](mailto:lavidas@upatras.gr)

# ANOVA επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (Repeated Measure)

# ΑΝΟΝΑ επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (Repeated Measure)

- Εξαρτημένα Δείγματα
  - περισσότερα των δύο
  - Απορρέουν από τρεις και περισσότερες ερευνητικές συνθήκες που υποβάλλονται στα ίδια υποκείμενα και ταυτόχρονα αντίστοιχες επαναλαμβανόμενες μετρήσεις.
- Προϋποθέσεις για τη χρήση του τεστ:
  - Η κλίμακα των μεταβλητών να είναι τουλάχιστον ίσων διαστημάτων (interval)
    - Κοινωνικές επιστήμες (Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε μεταβλητές διάταξης 7 τουλάχιστον σημείων)
- Τα δεδομένα πρέπει να προέρχονται από πληθυσμό που οι τιμές του κατανέμονται κανονικά.
- Οι διακυμάνσεις σε όλες τις διαφορετικές μετρήσεις καθώς και οι συνδιακυμάνσεις μεταξύ των ζευγών συνθηκών να είναι ίδιες. Πρακτικά να έχουν παρόμοιες σχέσεις ανά ζεύγη. (Προϋπόθεση της σφαιρικότητας- sphericity )

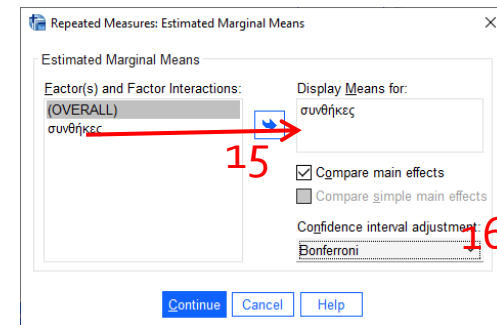
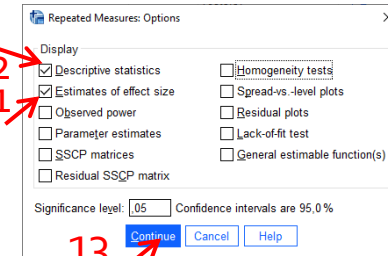
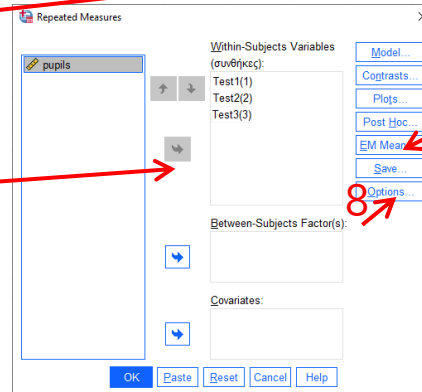
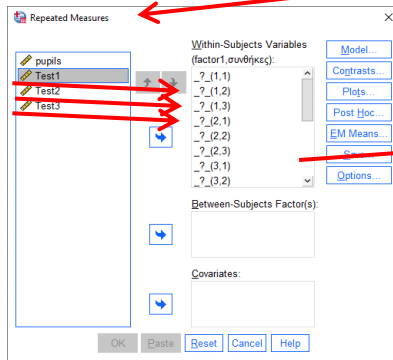
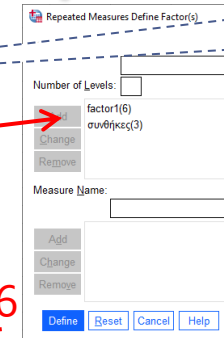
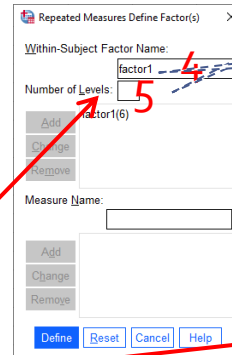
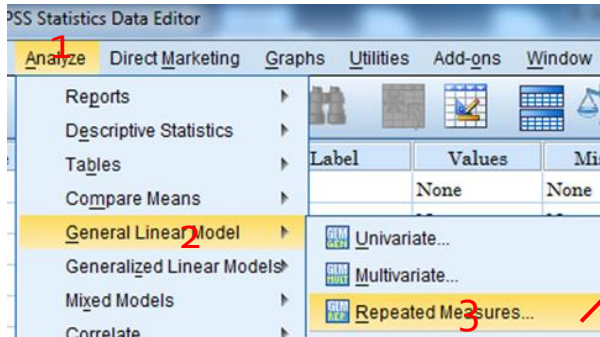
# Παράδειγμα

- Σε 16 νήπια πραγματοποιήθηκε μια σειρά διδακτικών παρεμβάσεων για την μέτρηση με μη συμβατικά μέσα. Στην αρχή, στη μέση και στο τέλος αυτών των διδακτικών παρεμβάσεων μετρήθηκαν μέσω ημιδομομένων συνεντεύξεων τα λάθη που υποπίπτουν οι μαθητές.
- Τα αποτελέσματα των λαθών που υποπίπτουν οι μαθητές στις τρεις αυτές μετρήσεις παρουσιάζονται στο «**repeated measures 3tests**».
- Πόσες ερευνητικές συνθήκες έχουμε;
  - 3
- Ερευνητικές υποθέσεις
  - Μηδενική υπόθεση
    - Δεν υπάρχει διαφορά στις μέσες τιμές των λαθών που υποπίπτουν οι μαθητές στις τρεις αυτές μετρήσεις
  - Εναλλακτική υπόθεση
    - Σε δύο τουλάχιστον από αυτές τις μετρήσεις, υπάρχει διαφορά στις μέσες τιμές των λαθών που υποπίπτουν οι μαθητές.

# Εκτέλεση του ελέγχου επαναλαμβανόμενων μετρήσεων

Πληκτρολόγιο 3 (συνθήκες)

Δίνω ένα όνομα "π.χ. συνθήκες"



11: περιγραφικά στατιστικά ανά συνθήκη (πληκτρολόγιο)

12: μέγεθος επίδρασης

14, 15, 16: αφορά τις πολλαπλές συγκρίσεις ανά δύο: Bonferroni

# Ικανοποίηση προϋποθέσεων

- Επιπλέον των άλλων προϋποθέσεων που πρέπει να πληρούνται σε παραμετρικά τεστ.
- Προϋπόθεση σφαιρικότητας (sphericity) ή compound symmetry ή homogeneity of covariance.
  - Δηλαδή, οι επαναληπτικές μετρήσεις δεν πρέπει να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, αλλά να σχετίζονται μεταξύ τους σε κάποιο βαθμό.
  - Προσοχή, όχι πολύ μεγάλη συσχέτιση

# Έλεγχος σφαιρικότητας

- Κριτήριο Mauchly's  $W$  (Mauchly's Test of Sphericity)
  - Στην περίπτωση της παραβίασης της υπόθεσης της σφαιρικότητας οι δείκτες «Epsilon» διορθώνουν τους βαθμούς ελευθερίας του αριθμητή και του παρονομαστή του κριτηρίου  $F$ .
- Μη παραβίαση της προϋπόθεσης της σφαιρικότητας:
  - Ο έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης βασίζεται στην μονομεταβλητή ANOVA (Tests of Within-Subjects Effects).
- Παραβίαση της προϋπόθεσης της σφαιρικότητας:
  - Ο έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης βασίζεται στην μονομεταβλητή ANOVA (Tests of Within-Subjects Effects), εστιάζοντας στη γραμμή του πίνακα που αντιστοιχεί στην μικρότερη τιμή της διόρθωσης epsilon (Greenhouse-Geisser ή Huynh-Feldt) του πίνακα «Mauchly's Test of Sphericity».
  - ή ο έλεγχος της μηδενικής υπόθεσης βασίζεται στην πολυμεταβλητή ANOVA (Multivariate tests)

# Αποτελέσματα του ελέγχου

## Mauchly's Test of Sphericity<sup>a</sup>

Measure: MEASURE\_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>b</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
συνθήκες	,636	6,344	2	,042	,733	,793	,500

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. Design: Intercept

Within Subjects Design: συνθήκες

b. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

Δεν ικανοποιείται η προϋπόθεση της σφαιρικότητας

Με βάση την πολυμεταβλητή ανάλυση

## Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's trace	,870	46,961 <sup>a</sup>	2,000	14,000	<,001	,870
Wilks' lambda	,130	46,961 <sup>a</sup>	2,000	14,000	<,001	,870
Hotelling's trace	6,709	46,961 <sup>a</sup>	2,000	14,000	<,001	,870
Roy's largest root	6,709	46,961 <sup>a</sup>	2,000	14,000	<,001	,870

Each F tests the multivariate effect of συνθήκες. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic



# Αποτελέσματα του ελέγχου

- Βασικοί πίνακες:

Με βάση την μονομεταβλητή ανάλυση

- Περιγραφικά

	Mean	Std. Deviation	N
Test1	6,19	1,642	16
Test2	2,94	1,237	16
Test3	1,62	1,360	16

Measure: MEASURE_1		95% Confidence Interval		
συνθήκες	Mean	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
1	6,188	,410	5,313	7,062
2	2,938	,309	2,279	3,596
3	1,625	,340	,900	2,350

- Πίνακας του ελέγχου

## Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE\_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
συνθήκες	Sphericity Assumed	176,542	2	88,271	68,265	<,001	,820
	Greenhouse-Geisser	176,542	1,466	120,434	68,265	<,001	,820
	Huynh-Feldt	176,542	1,585	111,369	68,265	<,001	,820
	Lower-bound	176,542	1,000	176,542	68,265	<,001	,820
Error(συνθήκες)	Sphericity Assumed	38,792	30	1,293			
	Greenhouse-Geisser	38,792	21,988	1,764			
	Huynh-Feldt	38,792	23,778	1,631			
	Lower-bound	38,792	15,000	2,586			

## Πίνακας πολλαπλών συγκρίσεων ανά δύο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων

- Χρησιμοποιούμε το κριτήριο **Bonferroni** όταν η σφαιρικότητα παραβιάζεται.
  - Θεωρείται περισσότερο ισχυρή στον έλεγχο του λάθους τύπου I
- Διαφορετικά το κριτήριο Tukey - Least Significant Difference (LSD)
- Στην περίπτωση που ανησυχούμε για την μείωση της ισχύς του τεστ, χρησιμοποιούμε το κριτήριο Sidak

# Πίνακας πολλαπλών συγκρίσεων ανά δύο των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων

## Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE\_1

(I) συνθήκες	(J) συνθήκες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>b</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>b</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	3,250 <sup>*</sup>	,452	<,001	2,033	4,467
	3	4,563 <sup>*</sup>	,465	<,001	3,309	5,816
2	1	-3,250 <sup>*</sup>	,452	<,001	-4,467	-2,033
	3	1,313 <sup>*</sup>	,254	<,001	,629	1,996
3	1	-4,562 <sup>*</sup>	,465	<,001	-5,816	-3,309
	2	-1,312 <sup>*</sup>	,254	<,001	-1,996	-,629

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Bonferroni

# Παρουσίαση του αποτελέσματος του ελέγχου

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Pillai's trace	,870	46,961 <sup>a</sup>	2,000	14,000	<,001	,870
Wilks' lambda	,130	46,961 <sup>a</sup>	2,000	14,000	<,001	,870

- $F(14)=46,961, p=0,001 < 0,05$
- Από τον έλεγχο της ανάλυσης της διακύμανσης των επαναλαμβανόμενων μετρήσεων, παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές στα λάθη που υποπίπτουν οι μαθητές σε τουλάχιστον δύο περιπτώσεις,  $F(14)=46,961, p=0,001, \eta_p^2 = 0,870$ .
- Ο έλεγχος πολλαπλών συγκρίσεων με το κριτήριο Bonferroni, αποκάλυψε ότι οι μαθητές υποπίπτουν σε σημαντικά ( $p < 0,05$ ) περισσότερα λάθη στις μετρήσεις 1 και 2.