



Προηγμένες μέθοδοι έρευνας στην ψυχολογία

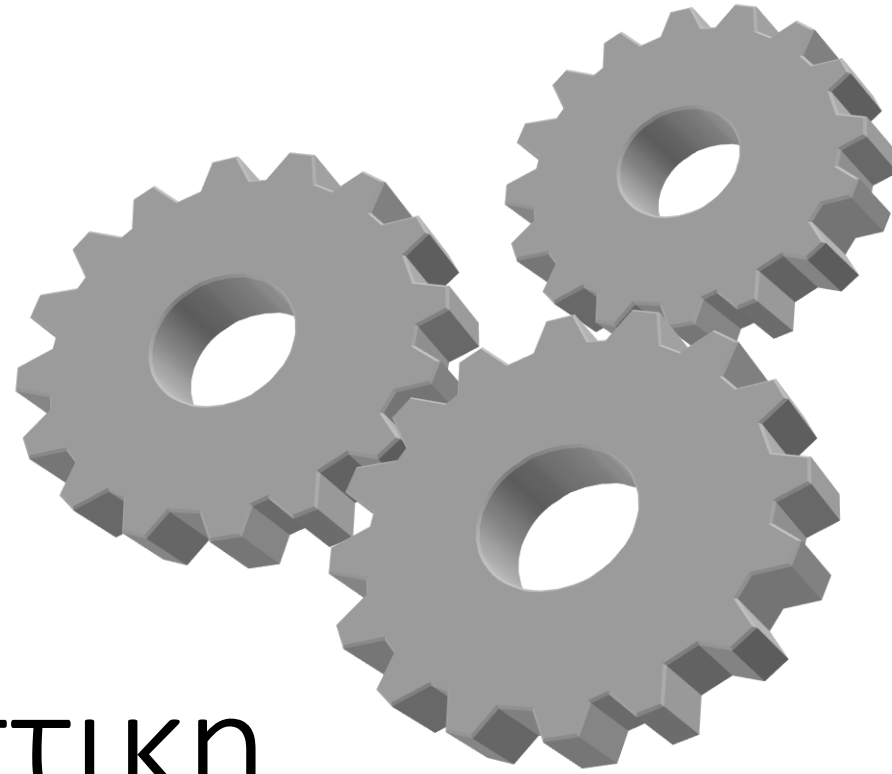
Στατιστική



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή



ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

Εισαγωγή



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Στατιστική – Ψεμματα και Αληθειες

- Οι κυνικοί λένε σαρκαστικά πως μπορείς να αποδείξεις οτιδήποτε με τη Στατιστική. Άλλοι πάλι υποστηρίζουν πως δεν μπορείς να κάνεις τίποτα με τη Στατιστική. Κάποιοι θυμίζουν ότι η Στατιστική είναι ένας τρόπος για να λέει κανείς ψέματα.

Ένα παράδειγμα:

- Η συντριπτική πλειοψηφία των ελλήνων έχει αριθμό κάτω άκρων μεγαλύτερο από τον μέσο όρο.
- Πράγματι: Υπάρχουν 500 συμπατριώτες μας που δεν έχουν κάτω άκρα (ακρωτηριασμοί κλπ). Δυόμισι χιλιάδες έχουν ένα πόδι. Οι υπόλοιποι (10 997 000) έχουν δύο πόδια.
- Μέσος όρος κάτω άκρων των Ελλήνων = $500 \times 0 + 2.500 \times 1 + 10.997.000 \times 2 / 11.000.000 = 1,999682$.
- Η συντριπτική πλειοψηφία των ελλήνων έχει 2 πόδια, $2 > 1,999682$

Η Σημασία Της Καλής Γνώσης Στατιστικής

- Γιατί η Στατιστική είναι πιο σημαντική από τα μαθηματικά
- Γιατί οι φοιτητές ψυχολογίας μισούν τη στατιστική:
 - Breaking News - Psychology Students Hate Statistics!
 - ...και γιατί δεν πρέπει να τη φοβάστε!



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Μεταβλητές και η μετρηση τους

- Μεταβλητή: Οποιαδήποτε ποσότητα/ιδιότητα/χαρακτηριστικό μπορεί να λάβει μεταβαλλόμενες τιμές
- Κάθε γεγονός ή χαρακτηριστικό των φαινομένων, αντικειμένων ή οργανισμών που μπορεί να αλλάξει και να μετρηθεί
- Διάφοροι τρόποι κατηγοριοποίησης των μεταβλητών
 - Ποσοτικές – Ποιοτικές
 - Συνεχείς – Ασυνεχείς
 - Ανεξάρτητες - Εξαρτημένες
- Σημασία του μέσου (οργάνου) μέτρησης



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ανεξάρτητες και Εξαρτημένες Μεταβλητές

Ανεξάρτητη Μεταβλητή (Independent Variable)

Η μεταβλητή που μεταβάλλει ο ερευνητής για να διαπιστώσει την επίπτωση που έχει η αλλαγή της σε μια άλλη μεταβλητή. Σε μια σχέση αιτίας-αποτελέσματος, η ανεξάρτητη μεταβλητή παίζει το ρόλο της αιτίας

Εξαρτημένη Μεταβλητή (Dependent Variable)

Η μεταβλητή που επηρεάζεται από τις μεταβολές που επιφέρει ο ερευνητής στην ανεξάρτητη μεταβλητή. Σε μια σχέση αιτίας-αποτελέσματος, η εξαρτημένη μεταβλητή παίζει το ρόλο του αποτελέσματος



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2021-2027
Εθνική Ανάπτυξη για Όλους

Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

μεταβλητή ανεξάρτητη ή εξαρτημένη,
Αναλογα με το είδος του προβλήματος που
εξετάζεται.

**Ανεξάρτητη
Μεταβλητή**

Στάση μαθητή
απέναντι στο ←————→
σχολείο

**Εξαρτημένη
Μεταβλητή**

Επίδοση του
μαθητή στο
σχολείο

**Ανεξάρτητη
Μεταβλητή**

Μορφωτικό
επίπεδο νονέων —————→

**Εξαρτημένη
Μεταβλητή**

Στάση μαθητή
απέναντι στο






Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

4 επιπεδα μετρησιμων μεταβλητων

- Κατηγορικές ή Ονομαστικές μεταβλητές (Nominal) 
 - Διατάξιμες ή Διαβαθμιστικές (Ordinal) 
 - Μεταβλητές ίσων διαστημάτων (Interval) 
 - Αναλογικές μεταβλητές (Ratio)
- ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ
– Καμία
Πρόβλεψη
Κατανομής
- ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ –
Κανονική
Κατανομή



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Έλεγχος - Παραδειγματα

Η κατάσταση της υγείας ενός ασθενή (πολύ σοβαρή, σοβαρή, μέτρια, ομαλή)

Το επίπεδο εκπαίδευσης (πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια, πανεπιστημιακή κλπ)

Ο βαθμός ικανοποίησης κάποιου από ένα προϊόν (πάρα πολύ / πολύ / λίγο / καθόλου)

Η εθνικότητα (Έλληνας, Γάλλος, Γερμανός, Φινλανδός, Κορεάτης)

Ο χρόνος τερματισμού σε μαραθώνιο αγώνα.

Ηλικία → *ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ*

{ **Ηλικιακό γκρούπ** (10-15, 15-20, 20-25, ...) → *ΔΙΑΤΑΞΙΜΗ*

Το σύστημα αξιολόγησης για τα μαθήματα του πανεπιστημίου (ανεπαρκές = 1, μέτριο = 2, καλό = 3, πολύ καλό = 4, άριστο = 5)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Μετρηση Εξαρτηµενης Μεταβλητης

Ιδανικά:

- Αντικειµενική
- Ποσοτική

➤ Συνήθεις τρόποι µέτρησης αντιδράσεων:

- Ακρίβεια αντίδρασης
- Καθυστέρηση ή χρόνος αντίδρασης: ο χρόνος που µεσολαβεί µεταξύ παρουσίασης ερεθισµού και αρχής εκτέλεσης αντίδρασης
- Ταχύτητα αντίδρασης: αναγκαίος χρόνος για την ολοκλήρωση µιας αντίδρασης
- Συχνότητα αντίδρασης: πόσες φορές σε καθορισµένο χρονικό διάστηµα
- Ένταση αντίδρασης



Με τη συγχρηµατοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραµµα
Ανθρώπινο Δυναµικό και
Κοινωνική Συνοχή

Είδη Υποθέσεων

Δηλωτική Υπόθεση – H1 (Declarative, Directional Hypothesis)

Ο ερευνητής κάνει μια πρόγνωση του αποτελέσματος που αναμένει ότι θα βρει στην έρευνα, σύμφωνα με το θεωρητικό υπόβαθρο

Παραδείγματα:

- Υπάρχει θετική σχέση ανάμεσα στη στάση των μαθητών απέναντι στο σχολείο και την επίδοσή τους
- Τα παιδιά με μέσο άγχος σε σύγκριση με τα παιδιά με χαμηλό ή υψηλό άγχος έχουν τη μεγαλύτερη επίδοση στα γραπτά διαγωνίσματα

Μηδενική Υπόθεση – H0 (Null Hypothesis)

Η υπόθεση αυτή δηλώνει την απουσία σχέσης ανάμεσα στις μεταβλητές

Παράδειγμα:

Δεν υπάρχει σχέση ανάμεσα στη στάση των μαθητών απέναντι στο σχολείο και την επίδοσή τους



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Χρήσιμες Πηγές

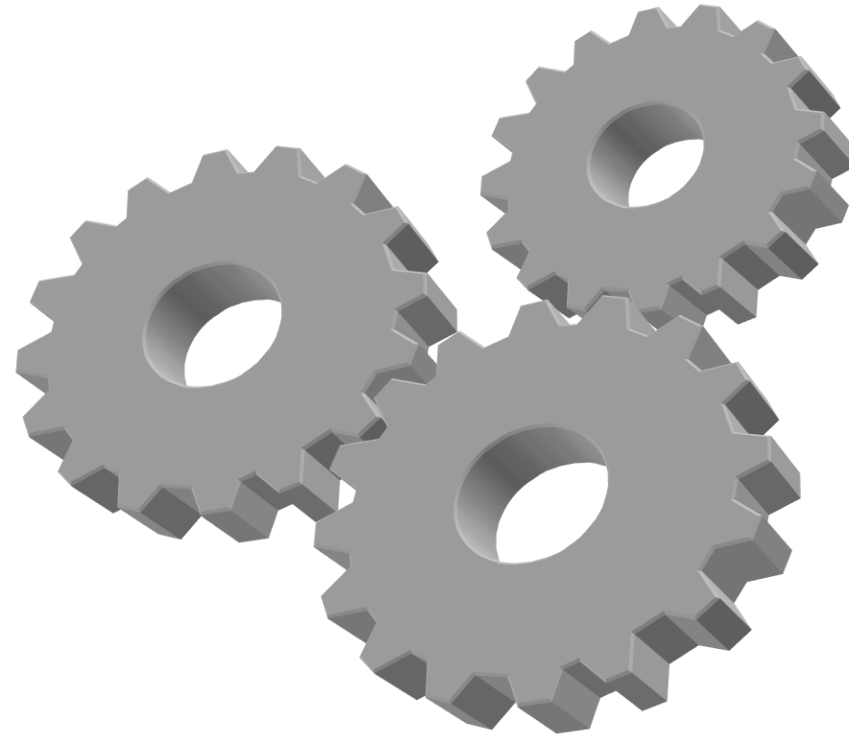
- Μια σύντομη εισαγωγή – υπενθύμιση σημαντικών σημείων μεθοδολογίας και στατιστικής
 - <http://www.jolley-mitchell.com/Appendix/Introduction%20to%20Statistics.pdf>
- Χρήσιμες πηγές:
 - <https://edge.sagepub.com/field5e>
 - <http://stackexchange.com/>
 - Youtube tutorials (π.χ. [Psychology Research Hub](#))
 - Αναζητήσεις στο Google...



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή



Στατιστική

Δειγματοληψία, Αντιπροσωπευτικότητα
Τυχαιοποίηση



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Δομικά Στοιχεία (Μερη) Ψυχολογικών Μετρήσεων – Πηγες Θορυβου

1. **“Πραγματικό σκορ”** της ποσότητας που θέλουμε να μετρήσουμε
2. **“Σκορ άλλων άσχετων ποσοτήτων”** που παρεισφύουν στη μέτρησή μας
3. **Συστηματική (μη-τυχαία) προκατάληψη**
[Πρόβλημα αν επηρεάζει κάποιους από τους συμμετέχοντες περισσότερο από άλλους, π.χ. Προκατάληψη πειραματιστή]
4. **Τυχαίο (μη-συστηματικό/περιστασιακό) λάθος** (π.χ. κούραση, βαρεμάρα, ασάφεια ερωτήσεων, εξωτερικοί περισπασμοί, θόρυβοι) – εξαλείφεται από μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων

❖ Θέλουμε όσο περισσότερο από το 1 και όσο λιγότερο από τα υπόλοιπα → Κριτικής σημασίας η δειγματοληψία



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ: ΔΕΙΓΜΑ - ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ

- Φύση του προβλήματος καθορίζει το είδος των συμμετεχόντων
- Το ιδανικό δείγμα θα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό
- **Δείγμα:** Το υποσύνολο που επιλέγεται από ένα ευρύτερο σύνολο ατόμων ίδιου τύπου (π.χ. σχιζοφρενείς, μαθητές, δυσλεκτικοί κ.λ.π.) για να το αντιπροσωπεύσουν για τους σκοπούς της έρευνας
- **Πληθυσμός:** Ευρύτερο σύνολο ατόμων από όπου προέρχεται το δείγμα
 - Βασική απαίτηση σε κάθε δειγματοληπτική έρευνα είναι η γενίκευση εμπειρικών ευρημάτων να γίνεται μόνο σε **πληθυσμούς** που έχουν ίδια χαρακτηριστικά με το **δείγμα** (εξωτερική εγκυρότητα).
 - **Αντιπροσωπευτικότητα δείγματος** καθορίζεται από:
 - τρόπο επιλογής ατόμων που θα συμπεριληφθούν
 - μέγεθος δείγματος



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ποιοτικές Μεθοδοι

- Σκοπός ο πλούτος πληροφοριών
 - Σκόπιμη δειγματοληψία
 - Δειγματοληψία μέγιστης Διακύμανσης
 - Δειγματοληψία ακραίων περιπτώσεων
 - Τυπική δειγματοληψία
 - Δειγματοληψία θεωρίας ή έννοιας
 - Ομοιογενής δειγματοληψία
 - Λήψη κρίσιμου δείγματος
 - Καιροσκοπική δειγματοληψία (μετά την έναρξη της έρευνας)
 - Δειγματοληψία χιονοστιβάδα
 - Δειγματοληψία επιβεβαίωσης/διάψευσης

- Μέγεθος δείγματος/χώρων ποικίλλει



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ειδη Δειγματοληψιας

Μη τυχαία δειγματοληψία (χωρίς πιθανότητα)

- Βολική δειγματοληψία
- Δειγματοληψία – χιονοστιβάδα

Τυχαία δειγματοληψία (με πιθανότητα)

- Απλή τυχαία δειγματοληψία
- Δειγματοληψία κατά στρώματα
- Δειγματοληψία πολλών σταδίων
- Δειγματοληψία κατά συστάδες



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Η Τυχαία Δειγματοληψία Ως Γενικευσιμότητα

- Τυχαία δειγματοληψία συντελεί στην αντιπροσωπευτικότητα, και κατ' επέκταση στη γενικευσιμότητα
- Κάθε μέλος του πληθυσμού έχει την ίδια πιθανότητα να περιληφθεί στο δείγμα
 - Με αυτή την προϋπόθεση μπορούμε να υπολογίσουμε στατιστικά την ακρίβεια του ερευνητικού δείγματος
- Το αντίθετο είναι το *προκατειλημμένο δείγμα*, π.χ. υπεραντιπροσώπευση – υποαντιπροσώπευση (π.β. μεροληπτικό σφάλμα)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Δειγματοληψια Και Θορυβος

- **Τυχαίο σφάλμα δειγματοληψίας:** δειγματοληψία αναπόφευκτα οδηγεί σε διαφοροποίηση της μέτρησής μας από την πραγματική μέτρηση του πληθυσμού. Εξαρτάται από
 - Το βαθμό ακρίβειας της δειγματοληψίας που επιθυμούμε να έχουμε στις γενικεύσεις μας
 - Την ανομοιογένεια του πληθυσμού
 - Το μέγεθος της ανεκτής για τον ερευνητή διαφοράς μεταξύ της τιμής του δείγματος και της τιμής του πληθυσμού
 - *Σχέση: σφάλμα αντιστρόφως ανάλογο της τετραγωνικής ρίζας του μεγέθους του δείγματος, π.χ. $\frac{1}{2}$ σφάλμα = $4x$ δείγμα*
- **“Σφάλμα μεροληψίας”:** Μεροληπτικός τρόπος επιλογής δείγματος (συστηματικό σφάλμα, σταθερή κατεύθυνση). Αμέλεια / πρακτική αδυναμία ερευνητή.
 - Σχετίζεται με καταστρατήγηση τυχαίας – αμερόληπτης δειγματοληψίας. Π.χ. IQ παιδιών και αυτο-επιλογή
- *Αύξηση μεγέθους δείγματος βοηθάει κατά κύριο λόγο στη μείωση του τυχαίου σφάλματος*



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Σφάλμα Μεροληψιας Και Μεγεθος Δειγματος

- Παράδειγμα: προεδρικές εκλογές ΗΠΑ, 1936. Περιοδικό Literary Digest.
 - 10.000.000 ψηφοφόροι
 - Εντοπισμός μέσω τηλεφωνικού καταλόγου και αριθμών πινακίδων αυτοκινήτων
 - Συστηματικό σφάλμα: Δεν είχαν όλοι τηλέφωνο/αυτοκίνητο
 - Μη αντιπροσωπευτικό δείγμα: Διαφορές ηλικίας, εισοδήματος κ.λ.π.



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Η Σπουδαιότητα Της Τυχαιοποίησης

- Μέτρηση μεταβλητής ενέχει φυσιολογική διαφοροποίηση, π.χ. επαναλαμβανόμενη μέτρηση της ίδιας μεταβλητής στο ίδιο άτομο ή η μέτρηση της ίδιας μεταβλητής σε πολλά διαφορετικά άτομα
 - Στατιστικά s (ή σ) \rightarrow Τυπική απόκλιση
- $\text{Score} = \text{Πραγματικό Σκορ} + \text{Σφάλμα} = \text{Π}\Sigma + \text{Σ}\phi$
 - $\Sigma\phi = \text{Θόρυβος (Επιδράσεις πειραματιστή, Σφάλμα οργάνου μέτρησης, Σφάλμα ορισμού των μεταβλητών/εγκυρότητα, Προβλήματα αξιοπιστίας)}$
- Αυτό που μας ενδιαφέρει πειραματικά είναι το αν ο πειραματικός μας χειρισμός προκαλεί διαφοροποίηση γύρω από το μέσο όρο στατιστικά σημαντικότερη από αυτή τη φυσιολογική διαφοροποίηση
- Η **τυχαιοποίηση** διαχωρίζει το $\text{Π}\Sigma$ από το $\Sigma\phi$
 - Επειδή το $\Sigma\phi$ είναι τυχαίο, η ανεξάρτητη μεταβλητή επιδρά μεμονωμένα στη διακύμανση του $\text{Π}\Sigma$



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

10 Παραγοντες Που Παιζουν Ρολο στον Καθορισμο Μεγεθους Δειγματος

- 1) Αριθμός επιμέρους ομάδων του πληθυσμού που πρόκειται επιπρόσθετα να συγκριθούν
 - Αν προχωρήσουμε σε επιπλέον συγκρίσεις ομάδων, π.χ. φύλο, κοινωνικοοικονομική κατάσταση
- Εναλλακτική προσέγγιση: διατήρηση αυτών των παραγόντων σταθερών
 - εξίσωση κατά ζεύγη (matching)
 - επαναληπτικές μετρήσεις
- 2) *Το μέγεθος του πληθυσμού*
 - Μικρός αριθμητικά πληθυσμός μπορεί να αντιπροσωπευθεί από μικρότερο δείγμα
 - Όμως επηρροή περιορισμένη, απαιτούμενο μέγεθος δείγματος δεν αυξάνεται αναλογικά προς μέγεθος πληθυσμού, αλλά βαθμιαία, και μέχρι ενός σημείου



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

10 Παραγοντες Που Παιζουν Ρολο στον Καθορισμο Μεγεθους Δειγματος

- 3) Ανομοιογένεια πληθυσμού ως προς μελετώμενη μεταβλητή
 - Όσο μεγαλώνει η ανομοιογένεια, τόσο μεγαλύτερο δείγμα χρειαζόμαστε
- Εναλλακτική προσέγγιση: Περιορισμός του εύρους του πληθυσμού / πληθυσμιακού πεδίου έρευνας
 - Π.χ. IQ 50 – 200 vs 100 – 120, αριστερόχειρες vs. δεξιόχειρες
 - ❖ Μέγεθος δείγματος δεν εξαρτάται μόνο από μέγεθος πληθυσμού, αλλά από το πόσο διαφορετικά είναι τα μέλη μεταξύ τους
- 4) Πόσο ανεξέλεγκτοι μένουν οι 3^{οι} παράγοντες
 - Όσο περισσότεροι οι 3οι παράγοντες, τόσο μεγαλύτερη η ανομοιογένεια / διασπορά του πληθυσμού



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

10 Παραγοντες Που Παιζουν Ρολο στον Καθορισμο Μεγεθους Δειγματος

- 5) Επιθυμητός βαθμός ακρίβειας στις εκτιμήσεις μας (**διαστήματα εμπιστοσύνης**)
 - Όσο πιο περιορισμένο το επιθυμητό εύρος του διαστήματος εμπιστοσύνης (μεγαλύτερη ακρίβεια) [επίπεδο εμπιστοσύνης] τόσο μεγαλύτερο το αναγκαίο δείγμα
- 6) Μέγεθος αναμενόμενων διαφορών
 - Όσο μικρότερες οι αναμενόμενες διαφορές, τόσο μεγαλύτερο το αναγκαίο μέγεθος δείγματος, ώστε να μη συγκαληφθούν, όσο μικρές κι αν είναι
- 7) Πόσο “καινοφανές” αναμένεται να είναι το αποτέλεσμα της έρευνας μας
 - Προηγούμενες έρευνες, θεωρίες vs. καινοτομία



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

10 Παραγοντες Που Παιζουν Ρολο στον Καθορισμο Μεγεθους Δειγματος

- 8) Η “διαρροή – απώλεια” συμμετεχόντων
 - Π.χ. διαχρονική μελέτη. Δείγμα όσο το δυνατόν μεγαλύτερο.
 - Συνεχής έλεγχος αντιπροσωπευτικότητας. Προτιμότερο 90% χαμηλού αρχικού δείγματος, παρά 30% μεγάλου δείγματος
- 9) Αριθμός πληροφοριών που παίρνουμε από κάθε συμμετέχοντα
 - Όσο λιγότερες πληροφορίες – μετρήσεις, τόσο περισσότερο το δείγμα.
 - Π.χ. μελέτη περίπτωσης vs. ερωτηματολόγια
- 10) Βαθμός αξιοπιστίας δεδομένων
 - Όσο ακριβέστερες οι μετρήσεις, όσο πιο “νοικοκυρεμένη” και ελεγχόμενη η διαδικασία συλλογής και ανάλυσης δεδομένων, τόσο λιγότεροι οι αναγκαίοι συμμετέχοντες



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Υπολογισμος Μεγεθους Δειγματος

- Εκτίμηση κατά προσέγγιση:
 - Μεγέθη σε αντίστοιχες μελέτες από άλλους ερευνητές
 - Όσα πιο πολλά άτομα πρόθυμα/διαθέσιμα
 - Ανάλογα με το αναμενόμενο κόστος μελέτης
- Στατιστικές μέθοδοι εκτίμησης αναγκαίου δείγματος (π.χ. ανάλυση δύναμης – power analysis)
 - ** Πρέπει να καθορίζεται πριν τη διεξαγωγή της έρευνας, με βάση τον επιθυμητό βαθμό ακρίβειας των αποτελεσμάτων, και το μέγιστο σφάλμα μέτρησης που θα ήταν ανεκτό
 - ** **Αποδεκτό ποσοστό δειγματοληπτικού σφάλματος** ($p < .05$; $p < .01$; $p < .001$)
- Αναγκαίο μέγεθος εξαρτάται από:
 - Είδος έρευνας (π.χ. ψυχοφυσιολογία vs. προσωπικότητα)
 - Πειραματικό σχέδιο (π.χ. ανεξάρτητα δείγματα vs. επαναλαμβανόμενες μετρήσεις)
 - Αριθμό ανεξάρτητων μεταβλητών και των επιπέδων τους
 - Συνίσταται 10-20% παραπάνω από ελάχιστο απαιτούμενο μέγεθος → απώλειες (μπορούν επίσης να βλάψουν την αντιπροσωπευτικότητα)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ιδανικό Δείγμα – Γενικές Προτασεις

- Μέγεθος ικανοποιητικό ώστε να αποφεύγουμε:
 - Σφάλμα τύπου I: απόρριψη μηδενικής υπόθεσης ενώ είναι ορθή
 - Σφάλμα τύπου II: αποδοχή μηδενικής υπόθεσης ενώ είναι εσφαλμένη
 - Πιλοτική έρευνα για προ-έλεγχο τόσο της διαδικασίας όσο και του αποτελέσματος της δειγματοληψίας
1. **Υπολογισμός δεικτών συνάφειας (συσχέτιση):** 100 άτομα, όχι λιγότερα από 50, ελάχιστο 30 ανά μεταβλητή
 2. **Σύγκριση μέσω όρων/τυπικών αποκλίσεων:** 30-50 ανά ομάδα, ελάχιστο 15 ανά ομάδα
 3. **Σύγκριση ποσοστών (π.χ. έλεγχος χ^2):** 10 (5) ανά φαντίο – συνδυαστική ομάδα
 4. **Δειγματοληψία:** λιγότερα/περισσότερα άτομα για επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα (π.χ. 350 ερωτηματολόγια)
 5. **Παραμετρικά (30⁺) – Μη παραμετρικά (30⁻)**



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

3 Στοιχοι Ερευνας: Αξιοπιστια, Εγκυροτητα, Γενικευσιμοτητα

- **Εγκυρότητα:** Μέτρηση αυτού που μας ενδιέφερε να μετρήσουμε.
- **Αξιοπιστία:** Δυνατότητα επανεκτέλεσης από εμάς ή κάποιον άλλον
 - Δείχνει βαθμό σταθερότητας των μετρήσεων/συμφωνίας μεταξύ επαναλαμβανόμενων μετρήσεων κάτω από ίδιες συνθήκες.
 - Εκφράζεται με αριθμητική τιμή – δείκτη συνάφειας: **Συντελεστής Αξιοπιστίας (0-1)**
- **Γενικευσιμότητα:** Εφαρμογή πέρα από τους συγκεκριμένους συμμετέχοντες, υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες
- **+Σημαντικότητα:** Δεν υφίσταται απουσία των προηγούμενων



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Δομικά Στοιχεία (Μερη) Ψυχολογικών Μετρήσεων

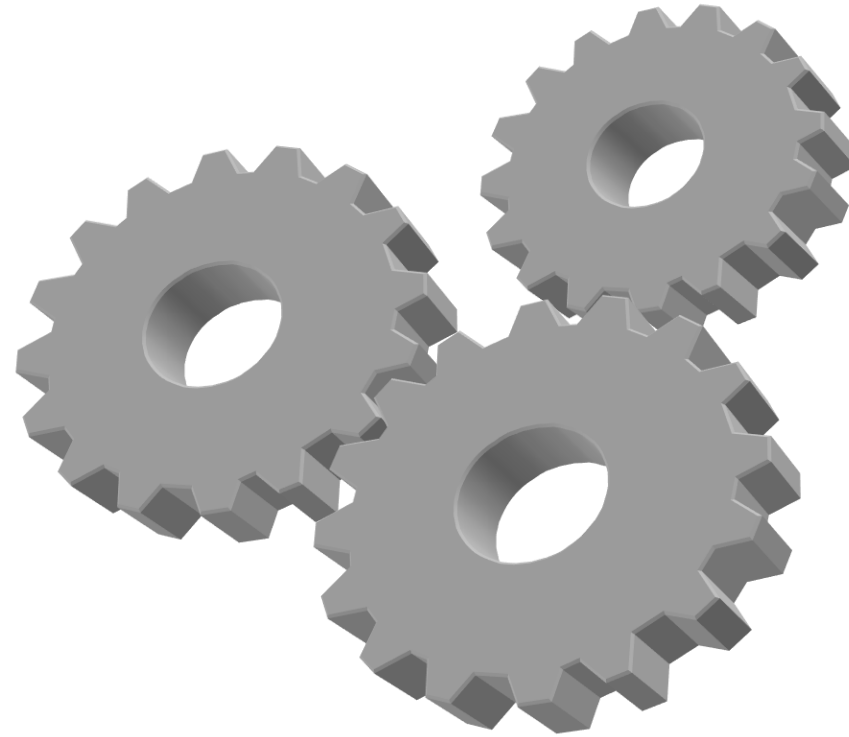
1. **“Πραγματικό σκορ”** της ποσότητας που θέλουμε να μετρήσουμε
 2. **“Σκορ άλλων άσχετων ποσοτήτων”** που παρεισφύουν στη μέτρησή μας
 3. **Συστηματική (μη-τυχαία) προκατάληψη**
[Πρόβλημα αν επηρεάζει κάποιους από τους συμμετέχοντες περισσότερο από άλλους, π.χ. Προκατάληψη πειραματιστή]
 4. **Τυχαίο (μη-συστηματικό/περιστασιακό) λάθος** (π.χ. κούραση, βαρεμάρα, ασάφεια ερωτήσεων, εξωτερικοί περισπασμοί, θόρυβοι) – εξαλείφεται από μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων
- ❖ **Θέλουμε όσο περισσότερο από το 1 και όσο λιγότερο από τα υπόλοιπα (2 – εγκυρότητα, 4 – αξιοπιστία)**



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή



Στατιστική

Είδη έρευνας: Συσχετιστική, Πειραματική,
Μέθοδοι παρατήρησης



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Τυπικοί Ερευνητικοί Σχεδιασμοί Ποσοτικής Ερευνας

- Πειραματικοί σχεδιασμοί (experimental designs)
 - Σύγκριση παρεμβάσεων/πρακτικών ή ομάδων
 - Παρέμβαση σε μία ή περισσότερες ομάδες, καμία παρέμβαση σε μια άλλη ομάδα
- Συσχετιστικοί σχεδιασμοί (correlational designs)
 - Περιπτώσεις δυσκολίας παρέμβασης, κατάταξης ατόμων στις ομάδες που θέλουμε
 - Έλεγχος συσχέτισης (σχέσης ή συμμεταβολής) μεταξύ μεταβλητών
- Δειγματοληπτικοί σχεδιασμοί (survey designs)
 - Περιγραφή τάσεων σε ένα πληθυσμό
 - Δείγμα
 - Ερωτηματολόγιο / κλίμακα
 - Στάσεις, γνώμες, συμπεριφορές, χαρακτηριστικά
 - Π.χ. gallor



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Μεθοδοι Ερευνας

- Συσχετιστική
 - Σχέσεις μεταξύ μεταβλητών
- Μέθοδοι παρατήρησης (Ερωτηματολόγιο, Συνέντευξη, Παρατήρηση, Ομάδες εστίασης)
 - Κανένας άμεσος χειρισμός μεταβλητών
 - Συστηματική / πλήρης καταγραφή συμπεριφορών ώστε να έχουμε όσο καλύτερη γενικευσιμότητα (τάσεις)
- Ημι-πειραματική (οιονεί πείραμα)
 - Μέση λύση σε προβλήματα που μας εμποδίζουν να εκτελέσουμε μια (πλήρως) πειραματική μελέτη
- Πειραματική
 - Χειρισμός μίας ή περισσότερων μεταβλητών
 - Αποτελεσματικός τρόπος μέτρησης τους
 - ✓ Αιτιότητα



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ειδη Ερευνας I:

Η Πειραματική Μεθοδος

- Απομόνωση αιτιότητας, Άμεσος χειρισμός μεταβλητών, Έλεγχος τυχαίων μεταβλητών
 - Κατανομή συμμετεχόντων σε πειραματικές ομάδες και ομάδα/-ες ελέγχου (π.χ. Κλινική Ψυχολογία: placebo – κανένα φάρμακο)
- Πειραματικά σχέδια
 - Σχέδιο **ανεξάρτητων μετρήσεων** / μεταξύ ομάδων (Between-groups design)
 - 2 ή περισσότερα groups για κάθε συνθήκη
 - Κάθε συμμετέχοντας συμμετέχει 1 φορά, σε 1 από τις συνθήκες
 - Σχέδιο **επαναλαμβανόμενων μετρήσεων** / εντός ομάδων (Within-subjects / Repeated measures design)
 - Κάθε συμμετέχοντας συμμετέχει σε όλες τις συνθήκες
 - **Μικτά σχέδια**



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Τυχαιοποίηση

- Between-groups design
 - Τυχαιοποίηση μεταξύ πειραματικών ομάδων απολύτως αναγκαία
 - Αποφυγή κατανομής των συμμετεχόντων με προκατειλημμένο τρόπο, που μπορεί να οδηγήσει σε συστηματικές διαφορές
 - Within-subjects design
 - Τυχαιοποίηση (ή ισοστάθμιση – counterbalancing) της σειράς συμμετοχής σε κάθε πειραματική συνθήκη
 - Μια πειραματική συνθήκη μπορεί να επηρεάζει την επόμενη/-ες!
- Πίνακας τυχαιοποίησης/Γεννήτρια τυχαιοποίησης στον υπολογιστή/Excel



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ανεξαρτητες Μετρησεις Between-groups Design

+

- Απλότητα (π.β. Εξισορρόπηση - counterbalancing)
- Αποφυγή πιθανότητας επηρροής εξάσκησης/κούρασης (carry-over effects)
- *Πρακτικές δυσκολίες της συμμετοχής κάθε συμμετέχοντα σε όλες τις πειραματικές συνθήκες*

-

- Σπάταλο όσον αφορά χρόνο, προσπάθεια, αριθμό υποκειμένων
- Έλλειψη ευαισθησίας στους πειραματικούς χειρισμούς (στατιστικοί λόγοι – στατιστική δύναμη, θόρυβος, συστηματικές διαφορές ανάμεσα στα groups κ.λ.π)
 - ✓ Π.β. Εξίσωση ομάδων



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Επαναλαμβανομενες Μετρησεις Within-Subjects Design

+

- Οικονομία
- Ευαισθησία – λιγότερος “θόρυβος”
 - ✓ Η απόλυτη εξίσωση (matching)!

❖ Όπου δυνατόν, προτιμότερο από τη σύγκριση διαφορετικών groups!!

-

- Carry-over effects – Επηρεασμός από συμμετοχή σε προηγούμενες συνθήκες, συστηματική διαφοροποίηση
 - ✓ Κούραση, βαρεμάρα, εξάσκηση
 - ❖ Τυχαιοποίηση σειράς συνθηκών
 - ❖ Εξισορρόπηση συνθηκών (counterbalancing) – μπορεί να αποτελέσει μεταβλητή στην στατ. ανάλυση π.χ. A-B, B-A
- Ανεξαρτησία μεταξύ του ανήκειν σε κάθε συνθήκη



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

Πειραματικό Σχέδιο

- Πειραματική ομάδα VS ομάδα ελέγχου
- 1 ανεξάρτητη μεταβλητή με 2 επίπεδα (παρουσία – απουσία πειραματικού χειρισμού)
 - Συχνά έλεγχος συμμεταβλητών (covariate analysis)

❖ Πιο σύνθετα πειραματικά σχέδια:

- Πολλαπλά επίπεδα ανεξάρτητων μεταβλητών
- Latin square designs (Λατινικό τετράγωνο)
- Πολυπαραγοντικά σχέδια
- Σχέδια πολλών μεταβλητών με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Πολλαπλά επίπεδα ανεξαρτητων μεταβλητων

- Παράδειγμα: δοσολογία φαρμάκου.
- **Σημαντικό:** Έλεγχος σειριακών επιδράσεων (order effects)
 - **Λατινικό τετράγωνο.** Ισοστάθμιση σειράς παρουσίασης (counterbalancing): Κάθε πιθανή σειρά των συνθηκών εμφανίζεται μόνο μια φορά.
 - **Ζυγισμένο Λατινικό τετράγωνο** (όταν έχουμε ζυγό αριθμό συνθηκών, πχ A πριν B περισσότερες φορές από B πριν A)
- 2, 3 ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές OK για συσχέτιση, δύσκολο άνω των 3 για πειραματικό σχέδιο



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Λατινικό Τετράγωνο (Latin Square Designs)

- *Πρόβλημα:* Δεν διαγράφουν πλήρως τις επιδράσεις σειράς, πχ A πριν B περισσότερες φορές από B πριν A
 - *Λύση:* Ζυγισμένο Latin Square design (όταν έχουμε ζυγό αριθμό συνθηκών)
-
- A B C D
 - B D A C
 - D C B A
 - C A D B
- Με περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές, μπορεί να υπολογιστεί αυτόματα: <http://www.edgarweb.org.uk/choosedesign.htm>



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

ΠολυΠαραγοντικα Πειραματικα Σχεδια

- 2, 3 ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές
- ΟΚ για συσχέτιση, δύσκολο άνω των 3 για πειραματικό σχέδιο
- Αλληλεπιδράσεις ανεξάρτητων μεταβλητών: Πιο οικουμενική/γενικεύσιμη η έρευνα
- Between subjects design: Αυξάνεται πολύ ο αριθμός των αναγκαίων συμμετεχόντων

- Π.χ. Ελεγκτές εναέριας κυκλοφορίας
- Βάρδια: Πρωινή, μεσημεριανή, βραδυνή
- Θερμοκρασία δωματίου: Κρύα, ζεστή



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Μετρηση Της Συσχετισης

- Στόχος: Η σχέση μεταξύ μεταβλητών. Τι συμβαίνει σε 1 ή περισσότερες μεταβλητές όταν μια 2η μεταβλητή αλλάζει?
 - Συντελεστής συσχέτισης
 - Μέτρηση τού βαθμού της σχέσης μεταξύ 2 μεταβλητών
 - -1 μέχρι +1
 - Θετική συσχέτιση
 - Όσο αυξάνεται η μια μεταβητή, αυξάνεται και η άλλη
 - Π.χ. Όσο περισσότερα τα χρόνια εκπαίδευσης, τόσο μεγαλύτερος ο ετήσιος μισθός
 - Αρνητική συσχέτιση
 - Όσο αυξάνεται η μια μεταβητή, μειώνεται η άλλη
 - Π.χ. Όσο αυξάνεται η ταχύτητα τρεξίματος, τόσο μειώνονται τα αποθέματα αντοχής
- Όσο μεγαλύτερος ο συντελεστής συσχέτισης, τόσο δυνατότερη η σχέση των 2 μεταβλητών

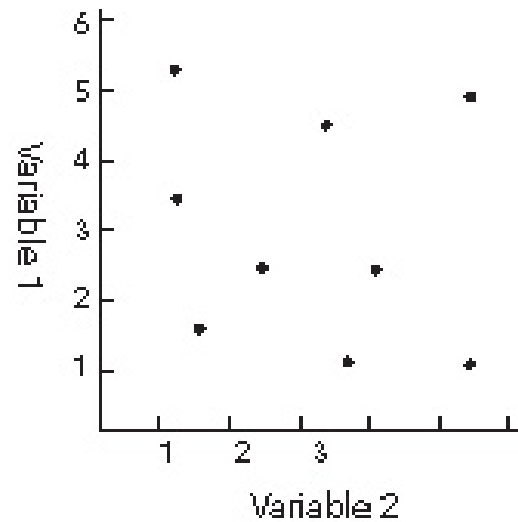


Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης

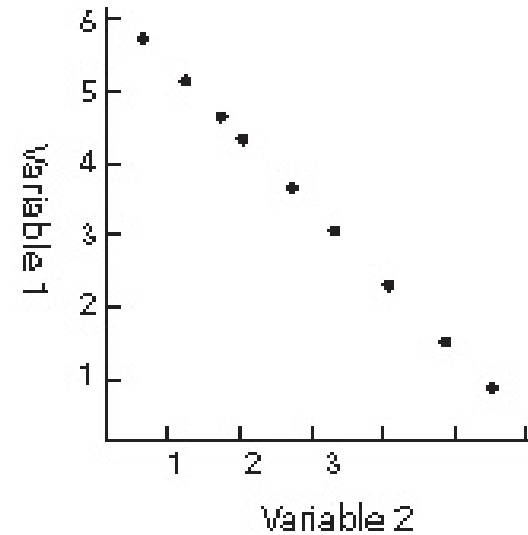


Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

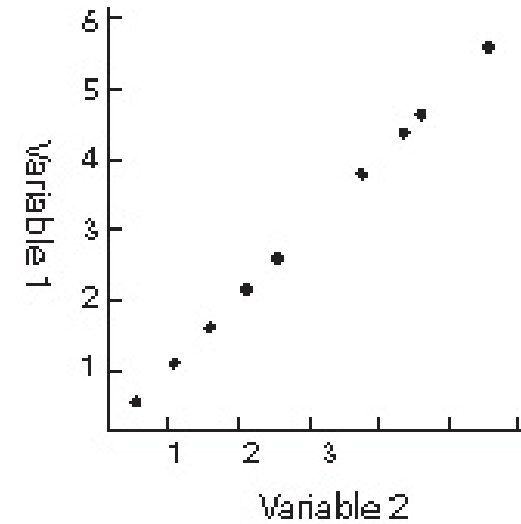
Είδη Συσχετισμών



No correlation
Correlation coefficient = 0



Perfect negative correlation
Correlation coefficient = -1



Perfect positive correlation
Correlation coefficient = +1



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Δειγματοληπτικές Μέθοδοι

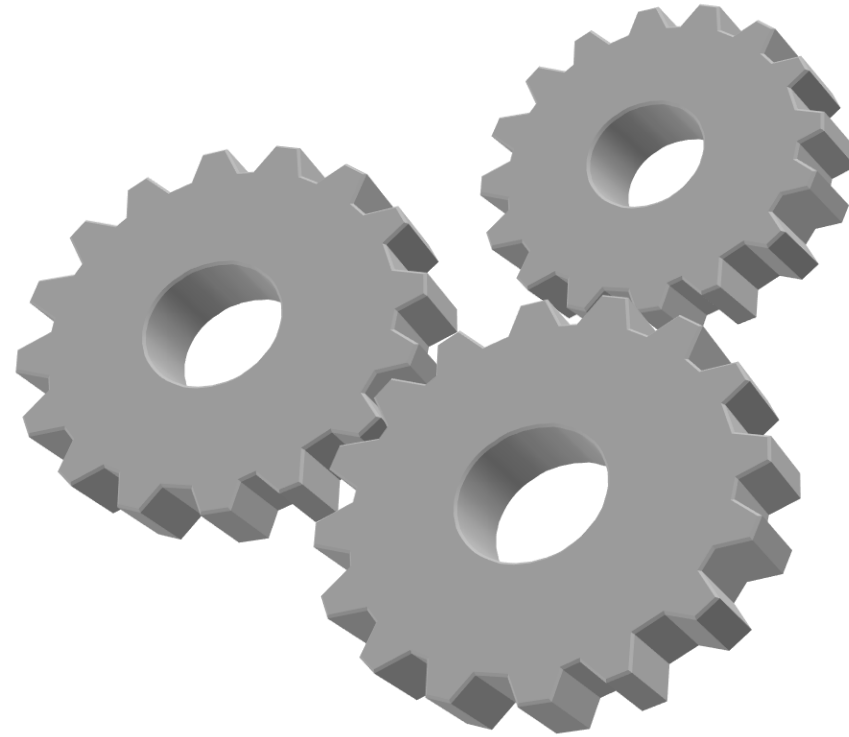
- Συχνά αφορά έρευνες με ερωτηματολόγια / ψυχομετρικές κλίμακες και άλλα είδη αυτοαναφοράς
- Αν το εργαλείο έρευνας είναι σταθμισμένο, πιο εύκολη η διαδικασία ανάλυσης
 - Συνήθεις αναλύσεις: Συσχετίσεις σκορ, Διαφορές Ομάδων, Διαμεσολάβηση / Ρύθμιση της σχέσης δυο μεταβλητών από ενδιάμεσες μεταβλητές, Δομικά Μοντέλα (Structural Equation Modeling) ή Μοντέλα Σχέσεων (Path Analysis), κ.λπ.
- Αν το εργαλείο δεν είναι σταθμισμένο, πρέπει να σχεδιάσετε προσεκτικά τα προκαταρκτικά βήματα στάθμισης:
 - Μετάφραση / προσαρμογή (αν υπάρχει ξενόγλωσσο εργαλείο)
 - Πιλοτική Χορήγηση
 - Βελτιώσεις στο περιεχόμενο και τη διαδικασία χορήγησης
 - Έλεγχος αξιοπιστίας απαντήσεων (π.χ. α Cronbach)
 - Έλεγχος παραγοντικής δομής (π.χ. Διερευνητική ή Επιβεβαιωτική Ανάλυση Παραγόντων)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή



Στατιστική

Διερευνητική Ανάλυση Δεδομένων
(Exploratory data analysis – EDA)

Αριθμητικές – Γραφικές Μέθοδοι



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Πώς Χρησιμοποιείται η Στατιστική?

- Εξερεύνηση δεδομένων – **Περιγραφική Στατιστική (EDA)**:
 - Σύνοψη
 - Εύρεση προτύπων (patterns)
 - Αναγνώριση πιθανών αιτίων και υποκείμενης δομής (δημιουργία υποθέσεων)
- Επιβεβαίωση (ή έλεγχος) υποθέσεων **Συμπερασματική Στατιστική**:
 - Έλεγχος αν κάποια υπόθεση δικαιολογείται με βάση τα δεδομένα μας



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Διερευνητική Ανάλυση Δεδομένων (Exploratory Data Analysis)

- Έλεγχος για τυχόν λάθη/παραλείψεις πριν ξεκινήσουμε τη στατιστική ανάλυση
 - Παραλήψεις/Σφάλματα – π.χ. αντιγραφή δεδομένων στον Η/Υ
 - Απολεσθέντα δεδομένα (missing data) – μπορούμε να τα εκτιμήσουμε με βάση τα υπόλοιπα δεδομένα, αν δε θέλουμε απώλειες
 - Ακραίες τιμές (outliers) – αν δεν έχουν προκύψει από λάθος μπορούν να τύχουν στατιστικής παρέμβασης – μετασχηματισμού
- Περιγραφικοί πίνακες – γραφήματα
- Έλεγχος για πρότυπα (patterns)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

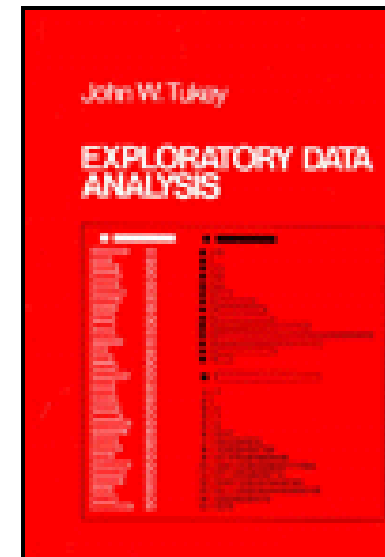
EDA - Σλογκαν

- Η αρχή έγινε από έναν επιστήμονα και το βιβλίο:
 - Tukey, J.W. (1977) Exploratory data analysis Addison-Wesley



“Exploratory data analysis can never be the whole story, but nothing else can serve as the foundation stone—as the first step.”

“It is important to understand what you CAN DO before you learn to measure how WELL



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ένα Ερευνητικό Παράδειγμα

- Ικανότητα γλωσσικής κατανόησης
 - ΣΤ` τάξη δημοτικού, 50 μαθητές
 - Τεστ γλωσσικής ικανότητας
 - Κλίμακα 1 – 10 (1 = χαμηλότερο, 10 = υψηλότερο)
- 5 8 7 4 6 10 5 8 6 7 6 7 5 9 4 7 4 4 5 8 6 1 6 7 5 3 5 9 5 10 4 8 6 3 6 1 5
7 4 8 9 6 3 6 5 6 7 5 8 6



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Περιγραφική Στατιστική

Αριθμητικές - Γραφικές Μέθοδοι

- **Περιγραφική στατιστική**

- Συνοπτική παρουσίαση δείγματος και έλεγχος τιμών

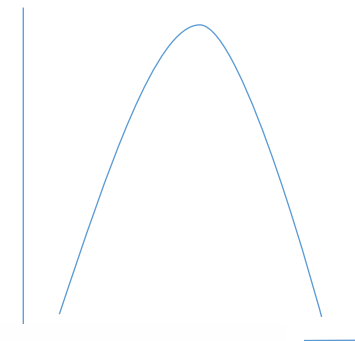
- Αριθμητικές μέθοδοι

- Μέτρα θέσης
- Μέτρα διασποράς

- Γραφικές μέθοδοι

(π.χ. κατανομή συχνοτήτων)

- Επιλογή με βάση τον τύπο της μεταβλητής που θέλουμε να παρουσιάσουμε



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Αριθμητικές Μεθόδοι: Επικρατούσα Τιμή

- Μια κεντρική τιμή που να αντιπροσωπεύει το δείγμα
- 1. Δεσπόζουσα ή επικρατούσα τιμή / Δειγματική Κορυφή (Mode)**
Παρατήρηση με τη μεγαλύτερη συχνότητα (τυπικό σκορ).
- Κατάλληλη για μετρήσεις με πολλές επαναλήψεις (π.χ. διακριτά δεδομένα), ακόμα και δεδομένα ονομαστικής κλίμακας
 - Δεν επηρεάζεται από ακραίες τιμές
 - Περισσότερα από 1 τυπικά σκορ? (bimodal – multimodal)

❖ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

✓ 10 10 8 1 3 5 7 2 3 10 6 10



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Επικρατούσα Τιμή

- 5 8 7 4 6 10 5 8 6 7 6 7 5 9 4 7 4 4 5 8 6 1 6 7 5 3 5 9 5
10 4 8 6 3 6 1 5 7 4 8 9 6 3 6 5 6 7 5 8 6

Τιμές	Συχνότητα (f)	Τιμές	Συχνότητα (f)
1	2	6	11
2	0	7	7
3	3	8	6
4	6	9	3
5	10	10	2

- Απλή καταμέτρηση συχνότητας
 - Μέσος όρος των 2 τιμών σε περίπτωση ισοβαθμίας της συχνότητας
 - Πιθανότητα δι-κόρυφης / πολυκόρυφης κατανομής
 - Πιθανότητα να μην υπάρχει δεσπόζουσα τιμή



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Πλεονεκτηματα / Μειονεκτηματα Επικρατουςας Τιμης

Πλεονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none">• Δείχνει συχνότερη τιμή της κατανομής• Ανεπηρέαστη από ακραίες τιμές• Μπορεί να υπολογιστεί ακόμα και με άγνωστες ακραίες τιμές• Περισσότερες πληροφορίες για την κατανομή από τον μέσο όρο όταν η κατανομή έχει μορφή U
Μειονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none">• Δε λαμβάνει υπόψη ακριβή τιμή κάθε στοιχείου• Δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπολογιστούν παράμετροι του πληθυσμού• Όχι χρήσιμη με μικρό αριθμό δεδομένων με παρόμοια συχνότητα (π.χ. 1, 1, 2, 3, 3, 4)• Δε μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια όταν έχουμε ομαδοποιημένη κατανομή (π.χ. ηλικιακό γκρούπ)



Αριθμητικές Μεθόδοι: Διάμεσος

2. Δειγματική Διάμεσος (Median)

Η μεσαία τιμή σε ένα δείγμα, αφού τις έχουμε παρατάξει σε αύξουσα ή φθίνουσα σειρά ($n+1/2$). Αν το σύνολο των τιμών είναι ζυγό, τότε ο μέσος όρος των 2 μεσαίων παρατηρήσεων.

- Δεν επηρεάζεται από ακραίες τιμές και μη ομαλή κατανομή
- Κατάλληλο για διατάξιμες/ίσων διαστημάτων/αναλογικές μεταβλητές
- Ευαίσθητο σε διακυμάνσεις δειγματοληψίας. Δε λαμβάνει υπόψη όλα τα δεδομένα δείγματος.

❖ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

✓ 10 8 1 3 5 7 2 3 10 6 10

✓ 1 2 3 3 5 6 7 8 10 10 10



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Διάμεσος

- 18 25 21 4 13 15 17 22 28

4	13	15	17	18	21	22	25	28
1	2	3	4	5	6	7	8	9



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Διάμεσος

- 18 25 21 4 13 15 17 22

4	13	15	17	18	21	22	25
1	2	3	4	5	6	7	8



$$17 + 18 / 2 = 17.5$$



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Διάμεσος

- 13 21 17 4 13 21 17 21 28

4	13	13	17	17	21	21	21	28
1	2.5	2.5	4.5	4.5	7	7	7	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης

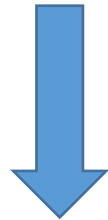


Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Διάμεσος

- 13 21 17 4 13 21 17 21 28 30

4	13	13	17	17	21	21	21	28	30
1	2.5	2.5	4.5	4.5	7	7	7	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



$$17 + 21 / 2 = 19$$



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Πλεονεκτηματα / Μειονεκτηματα Διαμεσου

Πλεονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none">• Συνήθως πιο εύκολος ο υπολογισμός από το μέσο όρο (όχι πάντα)• Δεν επηρεάζεται από ακραίες τιμές, καλύτερη με ασύμμετρη κατανομή• Μπορεί να υπολογιστεί ακόμα και με άγνωστες ακραίες τιμές
Μειονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none">• Δε λαμβάνει υπόψη ακριβή τιμή κάθε στοιχείου• Δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπολογιστούν παράμετροι του πληθυσμού• Αν οι τιμές της κατανομής είναι λίγες, δε μπορεί να τις αντιπροσωπεύσει με ακρίβεια (π.χ. 2, 5, 8, 67, 110 $\rightarrow \delta = 8$)



Πλεονεκτηματα / Μειονεκτηματα Μέσου Όρου

Πλεονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none">• Εύκολος ο υπολογισμός• Αντικατοπτρίζει πιο πιστά την κεντρική τιμή της κατανομής από άλλους δείκτες• Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για υπολογισμό παραμέτρων του πληθυσμού (παραμετρικά τεστ)
Μειονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none">• Ευαίσθητος στις τιμές των δεδομένων της κατανομής• Επειδή υπολογίζεται αλγεβρικά, πιθανώς η τιμή του να μην είναι μέρος των τιμών της κατανομής• Πολύ ευαίσθητος στις ακραίες τιμές



Επιλογή Μέτρου Θέσης

- Μ.Ο.
 - Συμμετρική κατανομή
 - Ίσων διαστημάτων / αναλογική κλίμακα
 - Παραμετρικές αναλύσεις
- Διάμεσος
 - Μη συμμετρική κατανομή - Ακραίες τιμές
 - Ιεραρχική κλίμακα
 - Ίσων διαστημάτων / αναλογική κλίμακα
- Επικρατούσα Τιμή
 - Γρήγορη εκτίμηση
 - Κατηγορική / ιεραρχική κλίμακα



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Μέτρα Διασποράς

Ένας καθηγητής Μαθηματικών έδωσε σε δύο τμήματα μιας τάξης του σχολείου του το ίδιο τεστ. Η επίδοση των μαθητών του κάθε τμήματος (όπως μετρήθηκε με τη χρήση μιας εικοσαβάθμιας κλίμακας) παρουσιάζεται στον πίνακα 5.1.

Η επίδοση των μαθητών των δύο τμημάτων στο μαθηματικό τεστ

Πίνακας 5.1.

Τμήμα Α				Τμήμα Β			
17	18	19	14	20	16	14	17
18	17	13	16	17	20	9	16
20	13	17	17	19	16	17	20
14	17	15	18	15	17	9	16
16	12	19	17	17	10	20	17
14				19			

Ο καθηγητής ενδιαφέρεται να διαπιστώσει ποιο από τα δύο τμήματα είχε καλύτερη επίδοση. Παρά το γεγονός ότι οι επιδόσεις των μαθητών των δύο τμημάτων δεν είναι οι ίδιες, η έκπληξή του είναι μεγάλη όταν διαπιστώνει ότι οι τιμές και των τριών δεικτών κεντρικής τάσης είναι ακριβώς οι ίδιες μεταξύ των δύο ομάδων! Συγκεκριμένα, η δεσπόζουσα τιμή και για τα δύο τμήματα είναι η τιμή 17 (η συχνότητά της είναι 6 και στα δύο τμήματα). Η διάμεσος και στις δύο ομάδες είναι 16,75 (για περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τον μαθηματικό υπολογισμό της διαμέσου ο αναγνώστης θα πρέπει να ανατρέξει στο Κεφάλαιο 4). Τέλος, ο αριθμητικός μέσος όρος και των δύο ομάδων είναι επίσης ο ίδιος. Συγκεκριμένα, ο μέσος όρος είναι 16,24.

Σ



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ακρίβεια Μεσου Όρου

- Ο μέσος όρος ως στατιστικό μοντέλο που αντιπροσωπεύει τα δεδομένα μας
- Αντιπροσωπευτικότητα εμφανής από την ομοιογένεια των δεδομένων, πόσο διαφέρουν από το μέσο όρο οι επιμέρους τιμές $(x_i - \bar{x})$
- Έλεγχος μοντέλου: Αυτό που μας ενδιαφέρει είναι η διασπορά (μεταβλητότητα) των τιμών γύρω από το μέσο όρο $\sum (x_i - \bar{x})$
 - Εξ΄ού και η ανάγκη για τα μέτρα μεταβλητότητας
- Δειγματική διασπορά (Variance): $\sum \sum (x_i - \bar{x})^2 / N - 1$



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Αριθμητικές Μεθόδους - Μετρα

Μεταβλητότητας

1. **Δειγματική Διασπορά [s²] — Τυπική απόκλιση [s]** (Variance – Standard deviation).

Διασπορά (απόσταση) τιμών από το μέσο όρο τους. Επηρεάζεται από ακραίες παρατηρήσεις.

$$s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

2. **Εύρος δείγματος (Range)**

Διαφορά μεταξύ μεγαλύτερης και μικρότερης παρατήρησης.

Επηρεάζεται από ακραίες παρατηρήσεις.

3. **Ενδο-τεταρτημοριακό εύρος (Interquartile range)**

Διαφορά 3^{ου} (>75%) από 1^ο (>25%) τεταρτημέριο.

Δεν επηρεάζεται από ακραίες παρατηρήσεις.



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Πλεονεκτηματα / Μειονεκτηματα Εύρους

Πλεονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none">• Εύκολος ο υπολογισμός• Περιλαμβάνει και τις ακραίες τιμές της κατανομής
Μειονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none">• Αλλοιώνεται από ακραίες τιμές• Δε παρέχει πληροφορίες για διασπορά των τιμών που βρίσκονται ανάμεσα στις ακραίες τιμές



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Πλεονεκτηματα / Μειονεκτηματα Ενδοτεταρτημοριακου Εύρους

Πλεονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none">• Δεν επηρεάζεται από ακραίες τιμές• Σχετικά εύκολος ο υπολογισμός• Αντιπροσωπευτικό κεντρικών τιμών της κατανομής
Μειονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none">• Δε λαμβάνει υπόψη ακραίες τιμές• Δεν επιτρέπει ακριβή ερμηνεία μιας συγκεκριμένης τιμής της κατανομής• Ανακριβές με ομαδοποιημένα δεδομένα κατά μεγάλα διαστήματα τιμών• Δε περιγράφει παραμέτρους πληθυσμού που χρειάζονται στην επαγωγική στατιστική



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Πλεονεκτηματα / Μειονεκτηματα Τυπικής Απόκλισης

Πλεονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none">• Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό παραμέτρων πληθυσμού που χρειάζονται στην επαγωγική στατιστική• Λαμβάνει υπόψη όλες τις τιμές• Ο πιο ευαίσθητος δείκτης διασποράς
Μειονεκτήματα	<ul style="list-style-type: none">• Σχετικά περίπλοκος υπολογισμός• <u>Πολύ</u> ευαίσθητη στις ακραίες τιμές



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Επιλογή Μέτρου Διασποράς

- Ακραίες τιμές;
 - Αποφυγή τυπικής απόκλισης
- Τακτική κλίμακα
 - Εύρος
- Ιεραρχική κλίμακα
 - Ενδοτεταρτημοριακό εύρος (και διάμεσος)
 - Δεσπόζουσα τιμή / εύρος, συμπληρωματικά
- Ίσων διαστημάτων / αναλογική κλίμακα
 - Τυπική απόκλιση (και μέσος όρος)



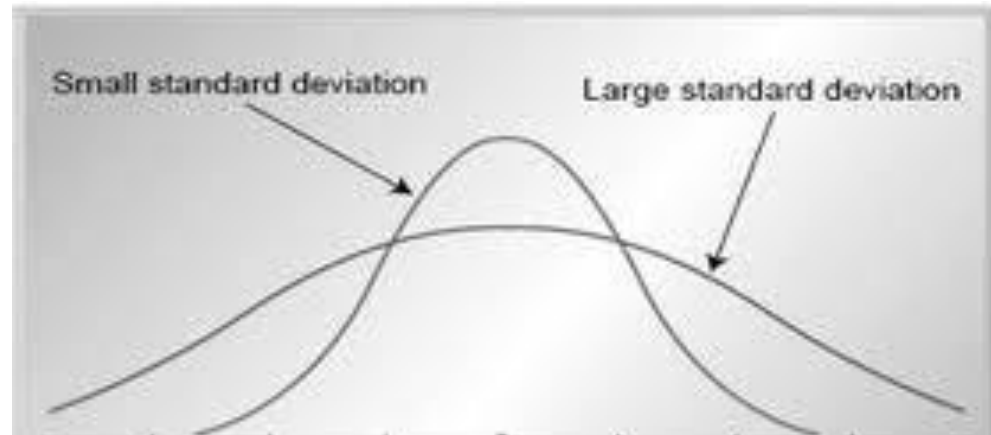
Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Τυπική Αποκλιση Και το Σχημα της Κατανομης των Δεδομενων μας

- Δειγματική Διασπορά και Τυπική απόκλιση καταδεικνύουν:
 - την ακρίβεια του μέσου όρου ως μοντέλου αναπαράστασης των δεδομένων μας
 - 9 7 6 6 7 || 4 3 9 9 10 $\rightarrow x = 7$
 - το σχήμα που ακολουθεί η κατανομή των δεδομένων

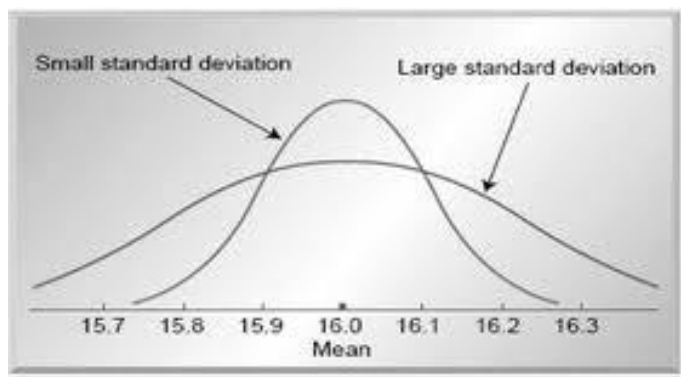


Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



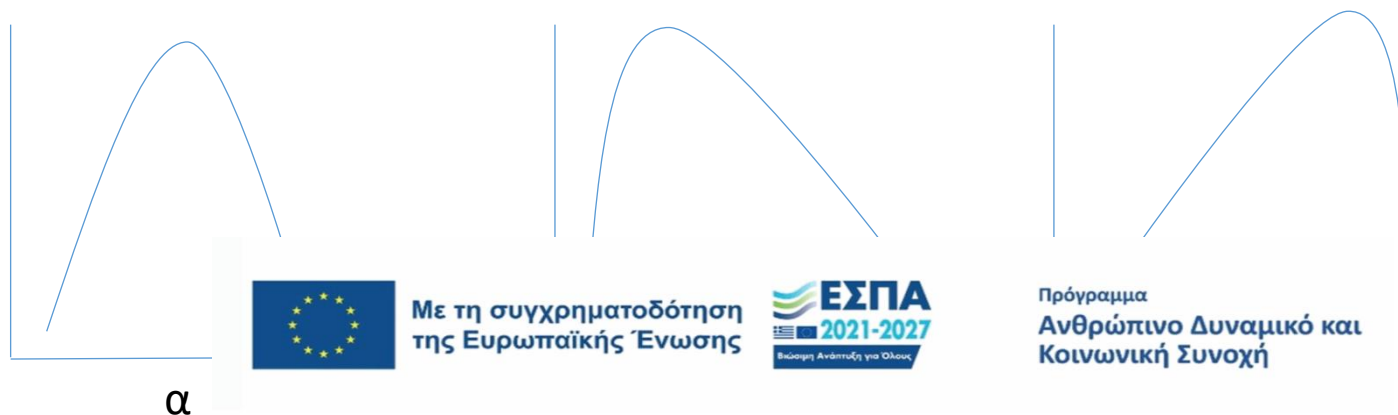
Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Μέτρα Θέσης & Τυποι Κατανομων



○ Κύρτωση κατανομής –
Πλατιά / Λεπτή

- Κανονική κατανομή (α)
 - Όσο μεγαλώνει το δείγμα τείνει στην κανονική κατανομή
 - Δεσπόζουσα τιμή, διάμεσος και μέσος όρος συμπίπτουν
- Θετική Ασσυμετρία (β)
 - Δεσπόζουσα τιμή \rightarrow Διάμεσος \rightarrow M.O.
- Αρνητική Ασσυμετρία (γ)
 - M.O. \rightarrow Διάμεσος \rightarrow Δεσπόζουσα τιμή



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Περιγραφική Στατιστική: Γραφικές Μεθοδοι

Διάφορες γραφικές μέθοδοι αναπαράστασης

(Κλίμακα μέτρησης δεδομένων λαμβάνεται υπόψη στην επιλογή)

- Ραβδόγραμμα - Ιστόγραμμα (Histogram)
- Διάγραμμα μίσχου-φύλου (Stem and leaf plot)
- Θηκόγραμμα (Box plot)
- Διάγραμμα φυσαλίδων (Bubble chart)
- Διάγραμμα διασποράς (Scatter plot)
- Διάγραμμα χρονολογικών σειρών (Run chart)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ονομαστικά / Κατηγορικά Δεδομένα: Πίνακες Κατανομής Συχνοτήτων

Πίνακας 3.1. Το μορφωτικό επίπεδο των συμμετεχόντων στην έρευνα με τη μορφή απόλυτων και σχετικών συχνοτήτων

Εκπαίδευση	Απόλυτη συχνότητα (f)	Σχετική συχνότητα (rf)
Υποχρεωτική	34	12,88
Λύκειο	69	26,14
Πανεπιστημιακή	123	46,59
Μεταπτυχιακά	21	7,95
Άλλο	17	6,44
Σύνολο	264	100,0

Πώς υπολογίζεται η σχετική συχνότητα μιας τιμής;

Για να υπολογίσουμε τη σχετική συχνότητα των τιμών μιας ομάδας δεδομένων, πρέπει να γνωρίζουμε τον συνολικό αριθμό των μελών της ομάδας (N), με άλλα λόγια το μέγεθος της ομάδας. Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε τον ακόλουθο τύπο:

$$rf = \frac{f \times 100}{N}$$

όπου

rf = η σχετική συχνότητα της τιμής,
f = η απόλυτη συχνότητα της τιμής, και
N = το πλήθος των τιμών.

Το μορφωτικό επίπεδο των συμμετεχόντων στην έρευνα με τη μορφή απόλυτων, σχετικών και αθροιστικών συχνοτήτων

Εκπαίδευση	Επιμέρους συχνότητα (cf)		Αθροιστική συχνότητα (rcf)	
	Απόλυτη	Σχετική	Απόλυτη	Σχετική
Υποχρεωτική	34	12,9	34	12,9
Λύκειο	69	26,1	103	39,0
Πανεπιστημιακή	123	46,6	226	85,6
Μεταπτυχιακά	21	8,0	247	93,6
Άλλο	17			
Σύνολο	264			



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



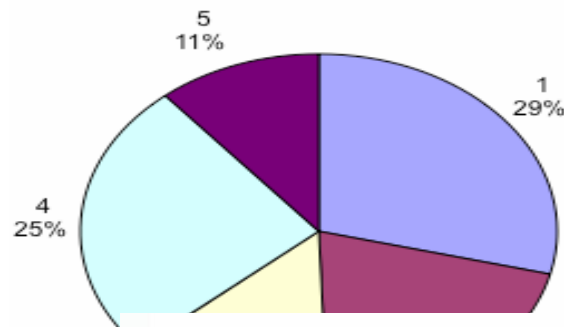
Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

Ραβδογράμμα: Ονομαστικά / Κατηγορικά Δεδομένα

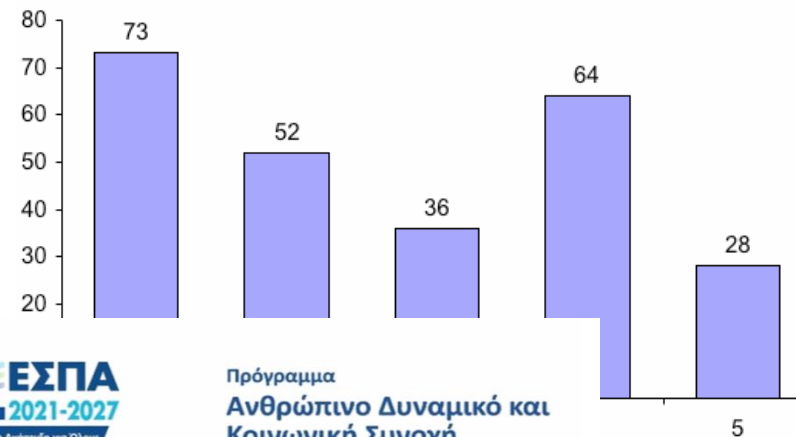
Περιοχή	Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα
Accounting	73	28.9%
Finance	52	20.6
General management	36	14.2
Marketing/Sales	64	25.3
Other	28	11.1
Total	253	100

Και τα τρία δείχνουν την ίδια **πληροφόρηση**,
(βασισμένα στα ίδια **δεδομένα**:
συχνότητες).
Απλά διαφορετική **παρουσίαση**.

Κυκλικό Διάγραμμα (pie chart)



Ραβδόγραμμα (Ακιδωτό Διάγραμμα)
(bar chart)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ποσοτικά Δεδομένα: Κατανομή Συχνότητας

Κατανομή συχνότητας των ηλικιών των συμμετεχόντων στην έρευνα

Ηλικία	Συχνότητα
79	3
78	-
77	2
76	1
...	...
...	...
20	1
19	3
18	1

Ομαδοποιημένη κατανομή συχνότητας των ηλικιών των συμμετεχόντων στην έρευνα

Πίνακας 3.6.

Διαστήματα τιμών	Μέση τιμή	Επιμέρους		Αθροιστική	
		Απόλυτη (f)	Σχετική (rf)	Απόλυτη (cf)	Σχετική (crf)
78-82	80	3	3,1	97	99,9
73-77	75	7	7,2	94	96,8
68-72	70	4	4,1	87	89,6
63-67	65	5	5,2	83	85,5
58-62	60	4	4,1	78	80,3
53-57	55	5	5,2	74	76,2
48-52	50	7	7,2	69	71,0
43-47	45	8	8,2	62	63,8
38-42	40	8	8,2	54	55,6
33-37	35	10	10,3	46	47,4
28-32	30	11	11,3	36	37,1
23-27	25	15	15,5	25	25,8
18-22	20	10	10,3	10	10,3
Σύνολο		97	99,9		

- Θετικά ομαδοποίησης: Καλύτερη διαχείριση για πολλά δεδομένα, ευκολότερη εκτίμηση
- Αρνητικά ομαδοποίησης: Απώλεια πληροφοριών
- Απόφαση για εύρος ομαδοποίησης υποκειμενική

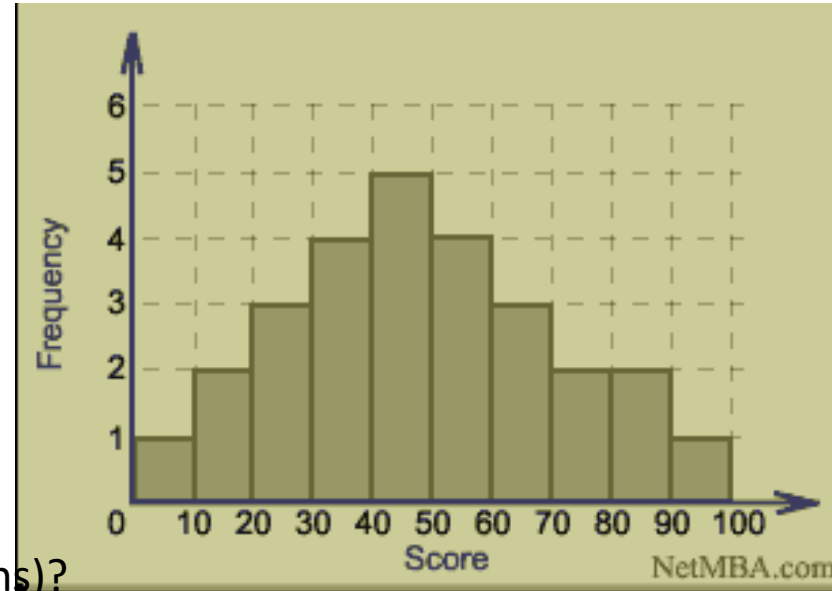


Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Το Ιστογράμμο: Κατανομή Συχνοτητων – Ποσοτικά Δεδομενα



- ✓ Πόσο πλατιές πρέπει να είναι οι στήλες (bins)?
- ✓ Από που πρέπει να ξεκινάει?
- ✓ Είναι οι εμφανιζόμενες δομές πραγματικές (ειδικά διπλές κορυφές - bimodality)?
- ❖ Οι επιλογές σε αυτά τα ζητήματα μπορούν να επηρεάσουν δραματικά τη φαινομενική σ



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Διαγραμμα μισχου-φυλου (Stem and leaf plots)

- Αναπαράσταση των δεδομένων σε κάποιο είδος ιστογράμματος
 - 54 56 57 59 63 64 66 68 68 72 72 75 76 81 84 88 106
 - Δεκάδες στο μίσχο και μονάδες στα φύλα
- **Πλεονέκτημα:**
 - Εντύπωση γενικής δομής των δεδομένων
 - Περιλαμβάνει όλα τα δεδομένα
 - Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύγκριση 2 ομάδων δεδομένων

```
5 | 4 6 7 9
6 | 3 4 6 8 8
7 | 2 2 5 6
8 | 1 4 8
9 |
10 | 6
```

Set A		Set B
-----		-----
6 5 3		4
8 7 6 5		5 4 6 7 9
7 3 2		6 3 4 6 8 8
4 2		7 2 2 5 6



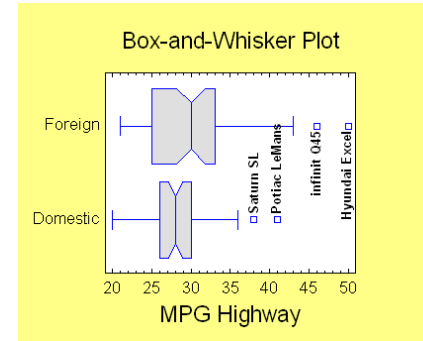
Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



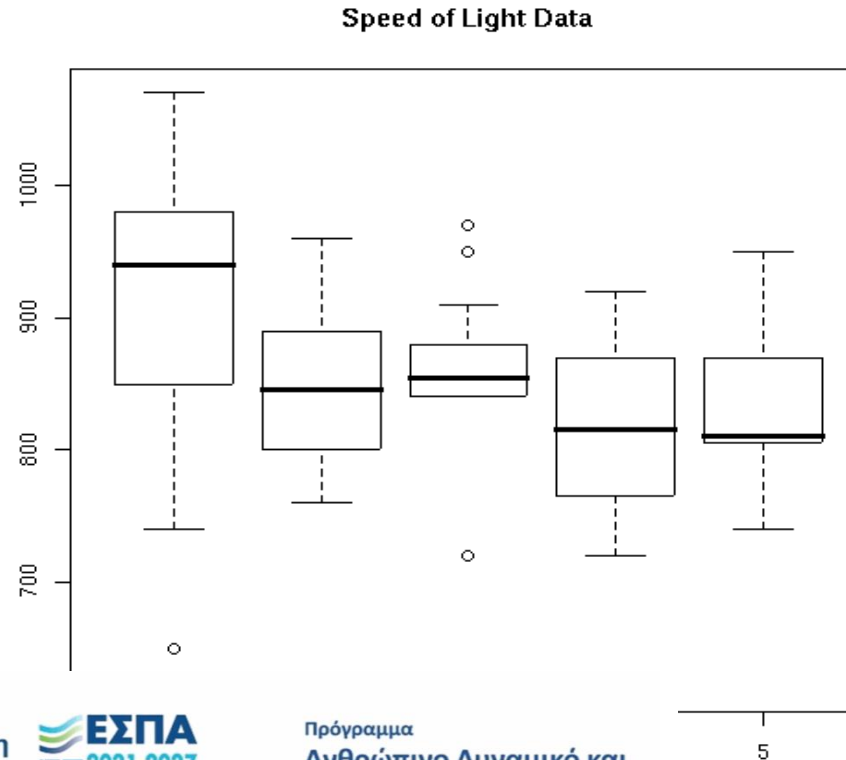
Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Θηκογράμμα (Box plot)

- Αναφορά μόνο του μέσου όρου μπορεί να κρύβει σημαντικές λεπτομέρειες από τη δομή των δεδομένων

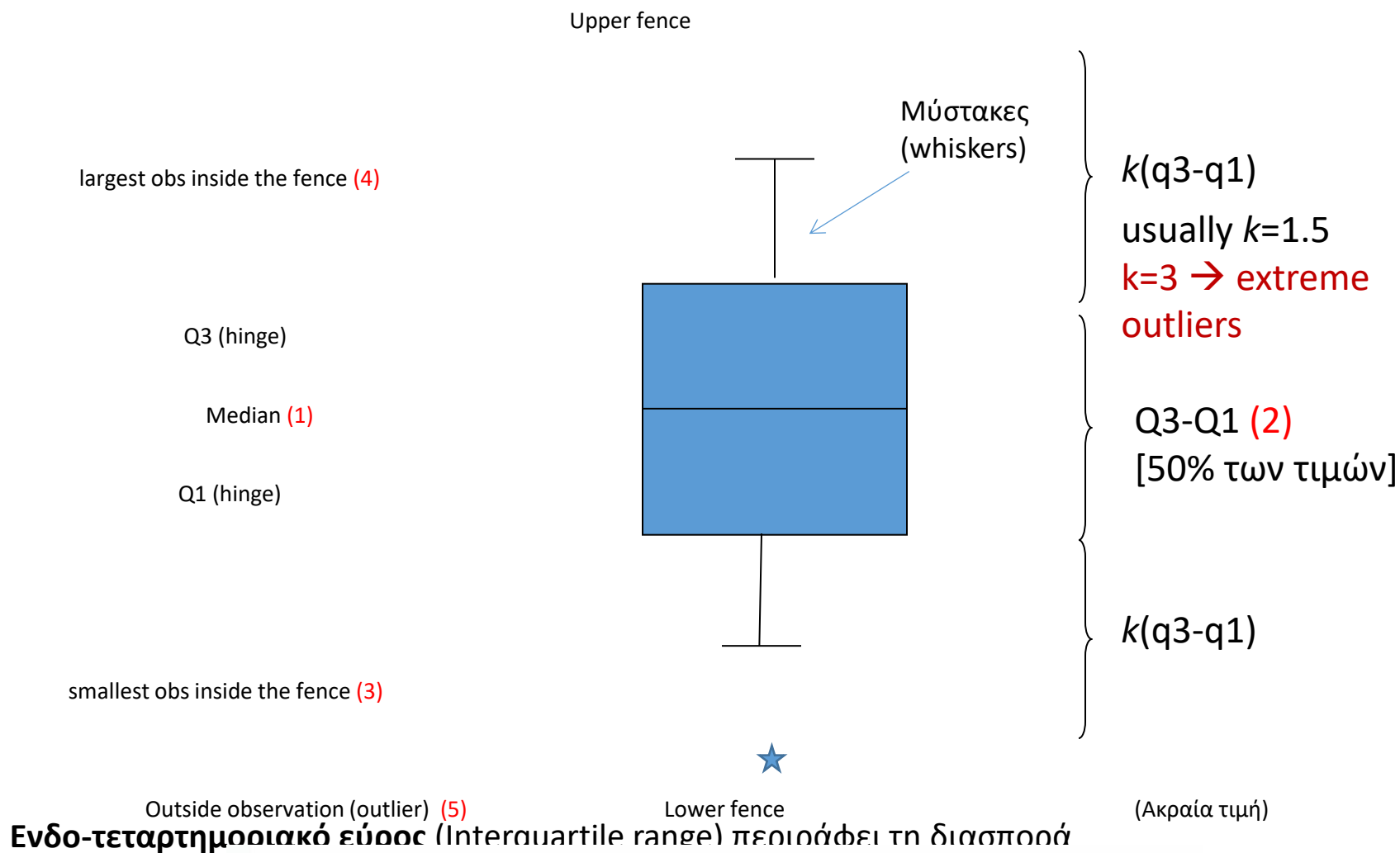


- Μ.Ο. δε μας ενημερώνει για:
 - Διασπορά
 - Συμμετρία
 - Φαινόμενα δαπέδου/οροφής (floor – ceiling effects)
 - Ακραίες τιμές (outliers)



Η ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΩΝ 5 ΑΡΙΘΜΩΝ

Boxplots



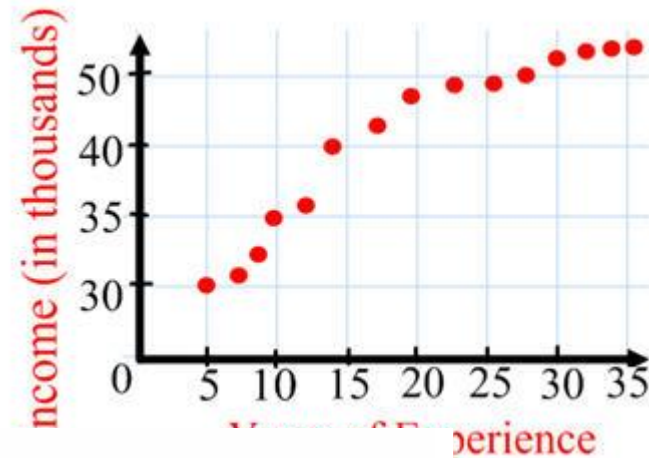
Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

Διαγραμμα διασπορας (Scatter plot)

- Γράφημα για τη σχέση μεταξύ δύο διαστημικών μεταβλητών. Μας ενδιαφέρει πώς δύο διαστημικές μεταβλητές συσχετίζονται.
- Για να εξετάσουμε αυτή τη σχέση, κατασκευάζουμε ένα **διάγραμμα διασποράς** (scatter diagram ή scatterplot), το οποίο σχεδιάζει την μία μεταβλητή σε σχέση με την άλλη.
- Η **ανεξάρτητη** μεταβλητή συμβολίζεται με X και συνήθως τοποθετείται στον οριζόντιο άξονα, ενώ η άλλη μεταβλητή καλείται **εξαρτημένη** και παριστάνεται με Y στον κάθετο άξονα.



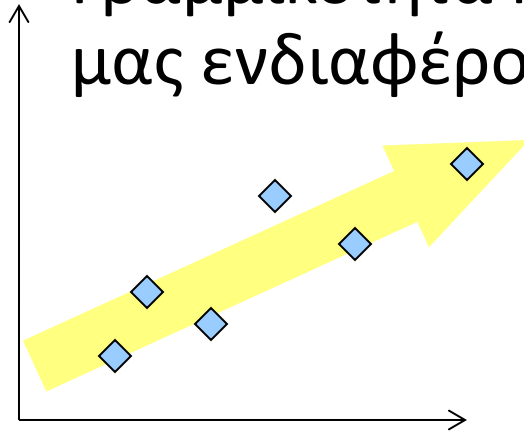
Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



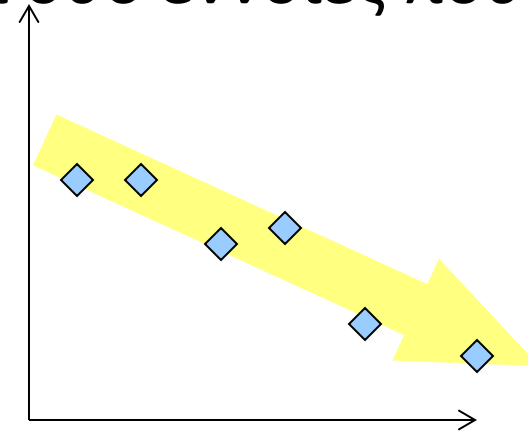
Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Διαγραμμαμα διασπορας (Scatter plot)

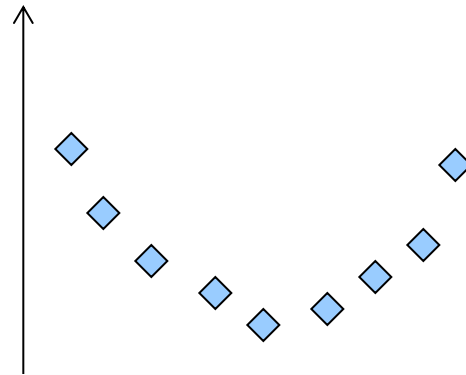
- Γραμμικότητα και Κατεύθυνση είναι δύο έννοιες που μας ενδιαφέρουν



Θετική Γραμμική Σχέση



Αρνητική Γραμμική Σχέση



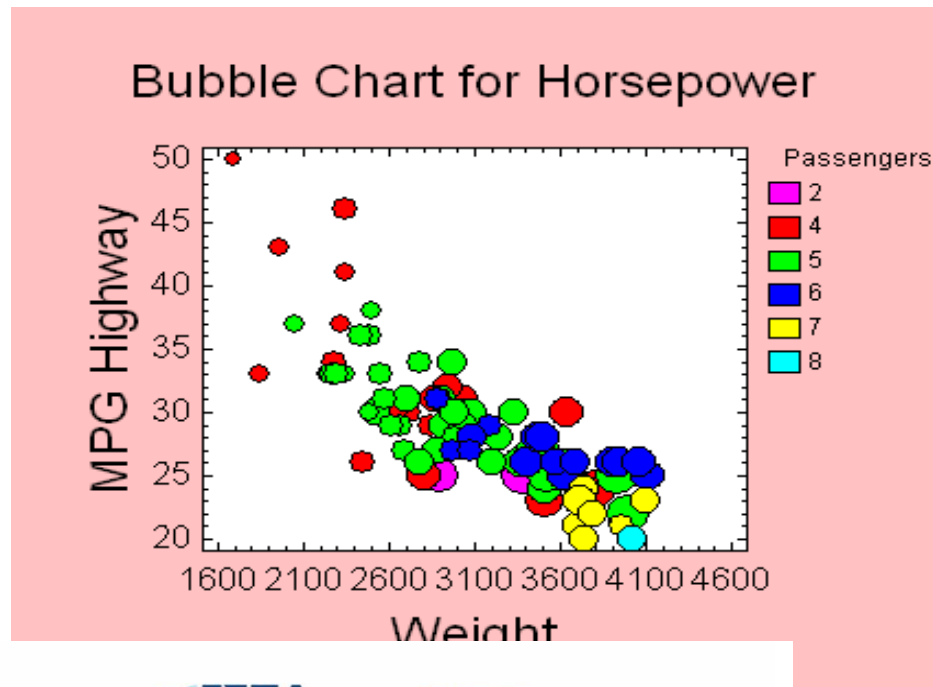
Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Διαγραμμα φυσαλιδων (Bubble chart)

- Το διάγραμμα φυσαλίδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναπαράσταση τεσσάρων μεταβλητών συγχρόνως:
 - Άξονας Χ
 - Άξονας Υ
 - Μέγεθος φυσαλίδων
 - Χρώμα φυσαλίδων



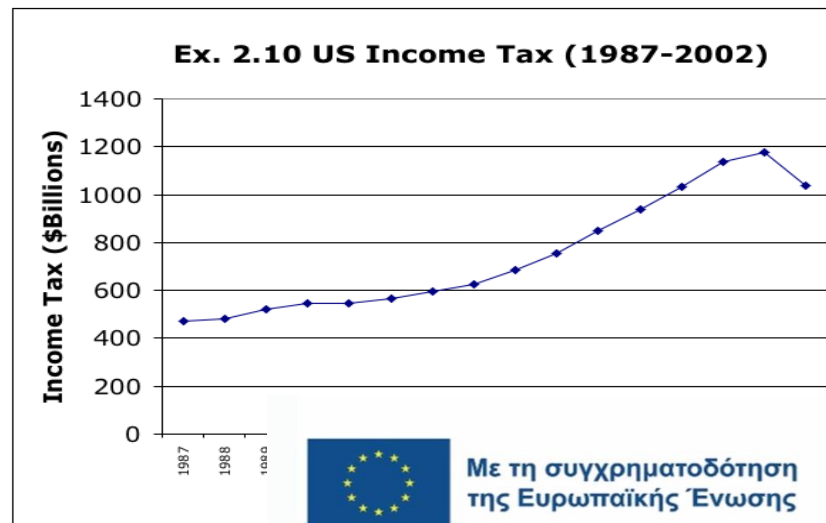
Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Δεδομένα Χρονολογικών Σειρών

- Παρατηρήσεις οι οποίες παίρνονται την ίδια χρονική στιγμή ονομάζονται **διαστρωματικά** δεδομένα.
- Παρατηρήσεις οι οποίες παίρνονται σε διαδοχικές χρονικές στιγμές καλούνται δεδομένα **χρονολογικών σειρών**.
- Δεδομένα χρονολογικών σειρών παρουσιάζονται με **χρονοδιαγράμματα (line chart)**, τα οποία σχεδιάζουν την τιμή της μεταβλητής στον κάθετο άξονα σε σχέση ως προς τις χρονικές περιόδους στον οριζόντιο άξονα.



Σχεδιάζουμε τα συνολικά ποσά φόρων εισοδημάτων (income tax)



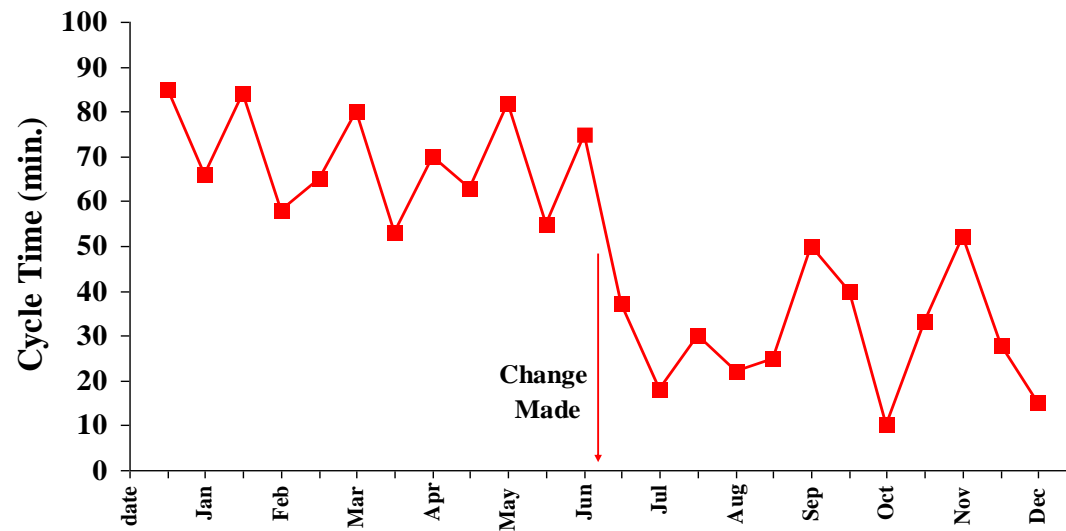
Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

Βελτιωση Χρονου Ποδηλασιας

Run Chart – γραφική καταγραφή ενός χαρακτηριστικού μετρημένου στην διάρκεια του χρόνου



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Λιστα Ελεγχου Γραφικων Μεθοδων

- Συμβάλλει μια γραφική απεικόνιση:
 - Στη μεγιστοποίηση της κατανόησης ενός συνόλου δεδομένων?
 - Στην αποκάλυψη της υποκείμενης δομής των δεδομένων?
 - Στην εξαγωγή σημαντικών μεταβλητών?
 - Στην ανίχνευση ακραίων τιμών (outliers) και ανωμαλιών?
 - Στον έλεγχο υποκείμενων υποθέσεων?
 - Στην ανάπτυξη οικονομικών (parsimonious) μοντέλων?
- **Αν ναι, συμπεριλάβετε την!**



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Στοιχεία Καλής Απεικόνισης

- Συστηματική οργάνωση για καλύτερη κατανόηση
- Νοηματική αυτοτέλεια
- Συνοδεία από κατανοητούς και βοηθητικούς τίτλους (γράφημα, πίνακας, άξονες κλπ)
- Προσοχή στην κλίμακα



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Παραθεση Περιγραφικων Στατιστικων

- Γραπτά (στο κείμενο ή σε πίνακες) ή Γραφικά (π.β. επόμενα slides)
 - Αναφορά μέσωσν όρων (και τυπικών αποκλίσεων) κάθε πειραματικής ομάδας / ομάδας ελέγχου
 - Τυπικό σφάλμα / διαστήματα εμπιστοσύνης
- APA guidelines. Ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων
 - M = Mean
 - Mdn = Median
 - SE = Standard Error
 - SD = Standard Deviation
- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Ο μέσος όρος των ποτηριών μύρας που πρέπει να πει ένας τουρίστας πριν αρχίσει να κυκλοφορεί γυμνός στην Αγία Νάπα είναι 12 pints (SD= 2.34)
- Οι γυναίκες χρειάζονται σημαντικά μικρότερο αριθμό ποτών (M=8.4, SD=2.53) από τους άντρες (M=12, SD=1.22) πριν εμφανίσουν δυσκολίες στο περπάτημα



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Περίληψη: Ποια Απεικονιστική Μεθοδος να Προτιμησουμε?

	Διαστημικά Δεδομένα	Ονομαστικά Δεδομένα
Δεδομένα μιας Μεταβλητής.	Ιστόγραμμα, Θηκόγραμμα, ή Απεικόνιση Στελεχών-Φύλλων	Πίνακες Συχνοτήτων και Σχετικών Συχνοτήτων, Ραβδογράμματα και Κυκλικά Διαγράμματα
Σχέση Μεταξύ Δύο Μεταβλητών	Διάγραμμα Διασποράς	Πίνακες Συνάφειας, ή Ραβδογράμματα



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

SPSS: Υπολογισμός Μέτρων Θέσης & Διασποράς

- Άνοιγμα αρχείου «Μέτρα θέσης»
- Analyze → Descriptive Statistics → Frequencies
- Statistics
 - Επιλογή Mean, Median, Mode

- Άνοιγμα αρχείου «Μέτρα διασποράς»
- Analyze → Descriptive Statistics → Explore
 - Dependent: Performance
 - Factor: Class
- Statistics
 - Επιλο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

SPSS – Περιγραφικές Αναπαραστάσεις

- Δημιουργία πίνακα συχνοτήτων
 - Analyze → Descriptives → Frequencies
- Γραφήματα
 - Στο ίδιο μενού, επιλογή κουμπιού “Charts”
 - Bar chart, Pie chart, Histogram
 - Chart values: Συχνότητες “Frequencies” ή Ποσοστά “Percentages”
- Διαγράμματα
 - Analyze → Descriptive Statistics → Explore
 - Ενότητα “Display” κουμπί “Plots”
 - Stem and Leaf, Histogram, Boxplot
 - Πολύγωνο συχνότητας: Graph → Legacy Dialogs → Line (Simple Line Chart)
- Θηκογράμματα
 - Graphs → Legacy Dialogs → Boxplot

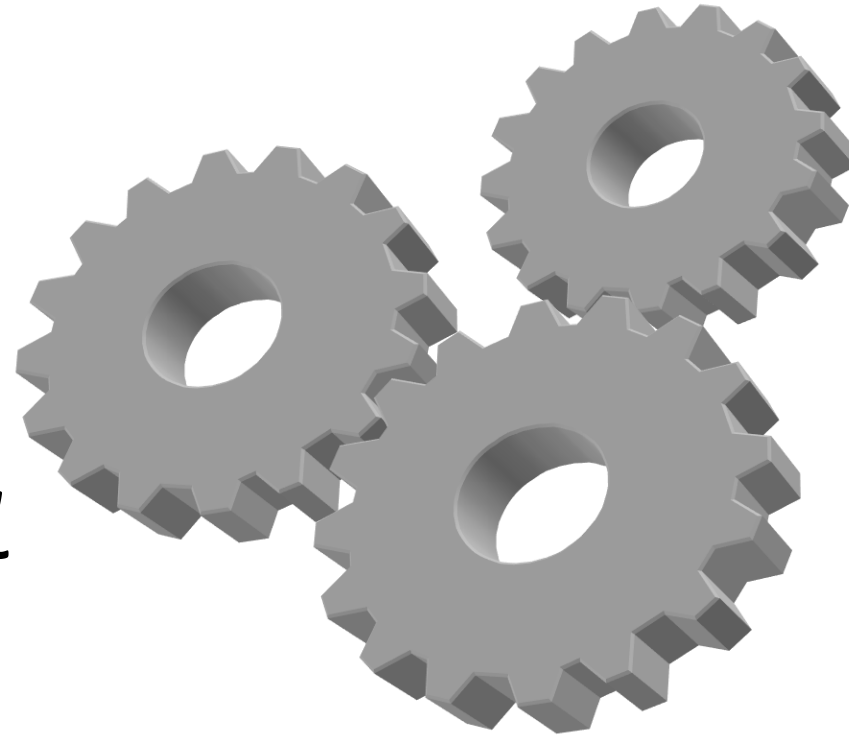


Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Μεθοδολογια πειραματικης ερευνας



ΕΠΑΓΩΓΙΚΗ /ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ
Έλεγχος Υποθέσεων
T test, Συσχέτιση



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

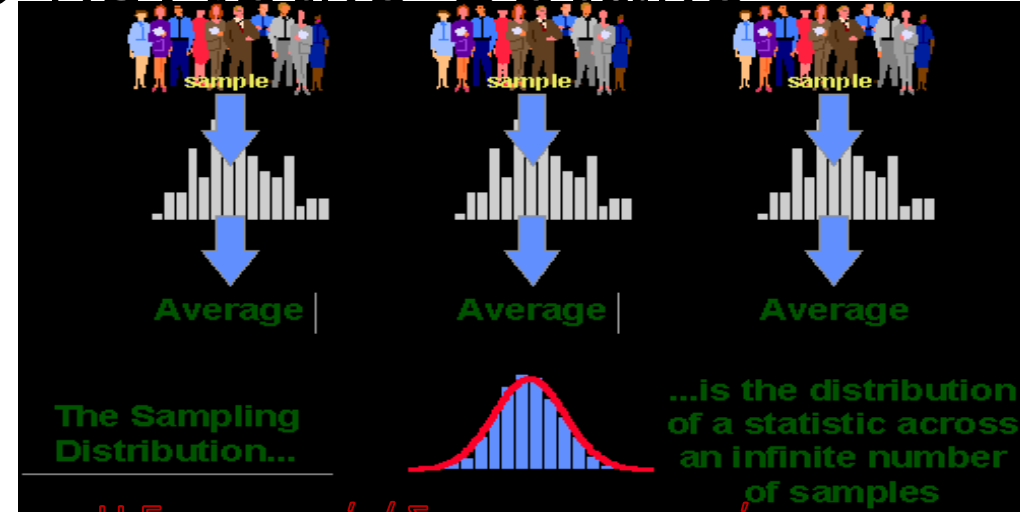
Σφάλμα Δειγματοληψίας, Ατομικές Διαφορές Και το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα

- **Σφάλμα δειγματοληψίας**

- Δύο πειραματικές ομάδες που δειγματίζουν τον ίδιο πληθυσμό αναμένεται να έχουν παρεμφερή μέσο όρο, αλλά θα υπάρξει και μικρή διαφοροποίηση μεταξύ τους (λόγω ατομικών διαφορών)

- **Κεντρικό Οριακό Θεώρημα**

- Μέσος όρος πολλών διαφορετικών δειγμάτων θα είναι κατά πάσα πιθανότητα κοντά στο μέσο όρο του πληθυσμού



- Η Επαγωγική / Συμπερασματική Στατιστική μας βοηθά να εκτιμήσουμε την πιθανότητα σφάλματος όσον αφορά την αντιπροσώπευση ενός πληθυσμού από χαρακτηριστικά ενός δείγματος (π.χ. μέσος όρος, τυπική απόκλιση κ.ο.κ.)
- Πιο γενικά καθορίζει την πιθανότητα σφάλματος η οποία περιέχεται στα συμπεράσματα μιας στατιστικής ανάλυσης



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Δειγματοληπτική Κατανομή – Τυπικό Σφάλμα

- Η δειγματοληπτική κατανομή είναι μια κανονική κατανομή διαφορετικών δειγμάτων, άρα μπορούμε να κάνουμε προβλέψεις με βάση αυτή την κατανομή
 - Π.χ. από τα άπειρα πιθανά δείγματα, ο \bar{X} έχει 68.26% πιθανότητα να βρίσκεται 1 τυπική απόκλιση από τον μ .
 - 95% $\rightarrow Z = \pm 1.96$. 99% $\rightarrow Z = \pm 2.58$. 99.73% $\rightarrow Z = \pm 3$
 - Οι τιμές Z είναι ένας τρόπος να εκφράσουμε μια μέτρηση με βάση το πόσες τυπικές αποκλίσεις απέχει από τον μέσο όρο (για λεπτομέρειες δείτε τις επιπλέον διαφάνειες και τις σελίδες 130-140 στο βιβλίο του Ρούσσου)

○ Π.χ. $\bar{X} = 75$, $s = 18$, $N = 36$

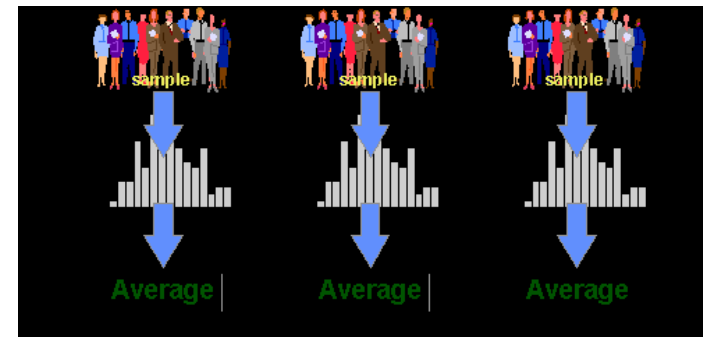
- $\sigma_{\bar{X}} = 18 / \sqrt{36} = 3$ (standard error)
- $CI_{95\%} \rightarrow Z = 75 \pm 1.96 * 3 \rightarrow 69.12 \text{ έως } 80.88$
- $CI_{99\%} \rightarrow Z = 75 \pm 2.58 * 3 \rightarrow 67.26 \text{ έως } 82.74$

$$SE_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Τυπικό Σφάλμα (Standard



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

...is the distribution
of a statistic across
an infinite number
of samples

Συμπερασματική Στατιστική & Διατύπωση Υποθέσεων

- Στόχος η περιγραφή ενός φαινομένου, η διεξαγωγή συμπερασμάτων για μια λειτουργία
 - Έλεγχος υποθέσεων για τη διερεύνηση επιστημονικών ερωτημάτων
- **Πειραματική υπόθεση (H1):** Υπόθεση ότι ο χειρισμός του πειραματιστή θα έχει κάποια επίδραση
- **Μηδενική υπόθεση (H0):** Ο πειραματικός χειρισμός δε θα έχει καμιά επίδραση – έλλειψη διαφοράς μεταξύ δύο συνθηκών

- Π.χ. Η κατανάλωση αλκοόλ αυξάνει την πιθανότητα πτώσης
H1: Χρήστες αλκοόλ θα πέφτουν πιο συχνά από μη χρήστες
H0: Οι πτώσεις είναι το ίδιο συχνές, ασχέτως της κατανάλωσης αλκοόλ



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή



Συμπερασματική Στατιστική

□ Η συμπερασματική στατιστική ελέγχει την πιθανότητα να είναι η πειραματική μας πρόβλεψη σωστή ή λάθος

- Υπολογισμός του κατά πόσον τα δεδομένα τα οποία συγκεντρώσαμε είναι αποτέλεσμα τυχαιότητας
- Μείωση της πιθανότητας τυχαίων αποτελεσμάτων αυξάνει την πιθανότητα να οφείλονται στον πειραματικό μας χειρισμό
 - Π.χ., όσο μεγαλύτερη η διαφορά των μέσων όρων 2 δειγμάτων, τόσο πιθανότερο είναι να αντιπροσωπεύουν διαφορετικούς πληθυσμούς

• Απόρριψη H_0 - Αποδοχή H_1

- Αποδοχή αποτελέσματός μας μόνο όταν υπάρχει 95% εμπιστοσύνη ότι το αποτέλεσμα μας δεν είναι προϊόν τύχης
- Αν η πιθανότητα να είναι τυχαίο δεν ξεπερνάει το 5%, τότε μπορούμε να αποδεχτούμε το εύρημά μας
- 95% ($p < .05$) έχει απλά γίνει αποδεκτό ως νόρμα στην Ψυχολογία λόγω της πρότασης του Ronald Fisher (1890-1962)



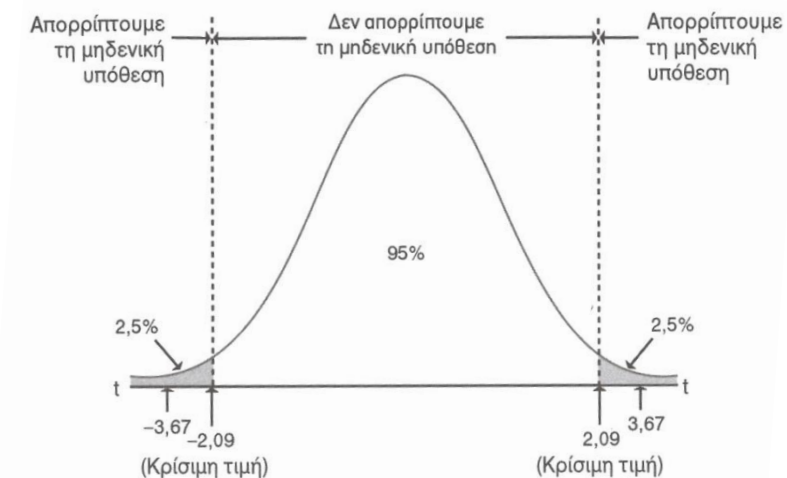
Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Διαδικασία Ελέγχου Υποθέσεων

1. Διατύπωση υποθέσεων
 - H_0, H_1
2. Επιλογή κατάλληλου στατιστικού κριτηρίου
 - Είδος μεταβλητών
 - Κλίμακα μέτρησης
 - Π.χ. παραμετρικά – μη παραμετρικά
3. Ορισμός επιπέδου σημαντικότητας (α)
 - Συνήθως 5% ή 1%
4. Σύγκριση με κρίσιμη τιμή
 - Περιοχή απόρριψης / αποδοχής
 - Ίση ή μεγαλύτερη = Στατιστική σημαντικότητα



Σχήμα 7.2. Εξετάζοντας τη μηδενική υπόθεση (αμφίπλευρος έλεγχος).

Two-tailed (αμφίπλευρη)
VS.
One-tailed (μονόπλευρη)
hypothesis



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Τι Σημαίνει η Πιθανολογική Φύση των Στατιστικών Τεστ?

- Δυο αντικειμενικές δυνατότητες:
 - Ο πειραματικός μας χειρισμός είχε επίδραση στα 2 δείγματα
 - Ο πειραματικός μας χειρισμός δεν είχε καμιά απολύτως επίδραση
- Στατιστικά τεστ μας λένε ποια από τις δύο εναλλακτικές είναι πιο **πιθανή**.
- Θέλουμε να είμαστε όσο το δυνατόν πιο σίγουροι, για αυτό χρησιμοποιούμε ένα αυστηρό **επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$** , κατά Fisher

❖ Επειδή η διαδικασία είναι πιθανολογική, μπορεί το συμπέρασμα να μην ισχύει, ακόμα και στην περίπτωση που έχουμε 95% εμπιστοσύνη ότι η διαφορά δεν είναι τυχαία



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Δυο Ειδη Σφαλματων

- **Σφάλμα τύπου I:** Αποδεχόμαστε την H_1 , δηλαδή ότι ο πειραματικός μας χειρισμός προκάλεσε τη διαφοροποίηση των 2 δειγμάτων, όταν στην πραγματικότητα δε ισχύει.
 - Π.χ. Επιλέξαμε τυχαία δύο πολύ διαφορετικά δείγματα, οπότε διέφεραν και στο μέσο όρο, ασχέτως του δικού μας πειραματικού χειρισμού
 - Αυτό το αποτέλεσμα είναι μία από τις 5 φορές που θα μπορούσε να μας παραπλανήσει, αν επαναλαμβάναμε το πείραμα 100 φορές ($\alpha=.05$)
- **Σφάλμα τύπου II:** Απορρίπτουμε την H_1 (κατ'επέκταση δεχόμαστε την H_0), δηλαδή θεωρούμε ότι ο πειραματικός μας χειρισμός δεν είχε καμία επίδραση, όταν στην πραγματικότητα δε ισχύει.
 - Π.χ. Το πείραμά μας δουλεύει αλλά το στατιστικό τεστ μας δίνει μια χαμηλή τιμή, ίσως επειδή υπάρχει μεγάλος βαθμός φυσιολογικής διαφοροποίησης στα 2 δείγματα (π.β. εξίσωση που αναφέραμε προηγουμένως)
 - Ιδανικά αυτό το σφάλμα θα έπρεπε να έχει μικρή πιθανότητα ($1-\beta$)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Μεγεθος Αποτελεσματος (Effect Size)

- Μέτρηση του μεγέθους της διαφοράς της μέτρησής μας μπορεί να συνεισφέρει συμπληρωματικά με την πιθανότητα αυτή η διαφορά να είναι τυχαία ή όχι
 - Τέτοια effects μπορεί να είναι: πειραματικός χειρισμός, μέγεθος σχέσης μεταξύ μεταβλητών
- Αντικειμενική και προσαρμοσμένη (standardized) μέτρηση του μεγέθους του παρατηρηθέντος φαινομένου
- Μπορεί να συγκριθεί μεταξύ διαφορετικών μελετών, μονάδων μέτρησης κ.ο.κ.
- *Συντελεστής συσχέτισης Pearson (r)*
 - $r = 0.10$ - μικρό
 - $r = 0.30$ - μέτριο
 - $r = 0.50$ - μεγάλο
- r^2 = Το συνολικό ποσοστό της μεταβλητότητας που μπορεί



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Στατιστική Δυναμη (Statistical Power)

- Το μέγεθος του φαινομένου (effect size) επηρεάζεται από:
 - Μέγεθος δείγματος
 - Επίπεδο σημαντικότητας (α)
 - Δύναμη του τεστ να ανακαλύψει ένα φαινόμενο αυτού του μεγέθους
- Αν ξέρουμε τα 2 πρώτα, μπορούμε να υπολογίσουμε και το 3^ο

- $1 - \beta$ (σφάλμα τύπου II) : Η πιθανότητα να βρούμε ένα φαινόμενο που υπάρχει (effect)
 1. Αφού έχει γίνει το πείραμα γνωρίζουμε: 1) επίπεδο σημαντικότητας (π.χ. $\alpha = .05$), 2) effect size του δείγματός μας, 3) μέγεθος του δείγματός μας \rightarrow μπορούμε να υπολογίσουμε β (τη δύναμη του τεστ μας), θέλουμε να είναι άνω του 0.8
 2. Υπολογισμός εκ των προτέρων του αναγκαίου μεγέθους δείγματος για να ανακαλύψουμε ένα συγκεκριμένο μέγεθος φαινομένου (effect size): α και β γνωστά, εκτίμηση effect size από προηγούμενες έρευνες \rightarrow από αυτά μπορούμε να συνάγουμε των αριθμό συμμετεχόντων σε κάθε δείγμα



Υπολογισμος Μεγεθους Δειγματος

- Σύνθετοι στατιστικοί υπολογισμοί, αλλά σήμερα υπάρχουν αντίστοιχα προγράμματα (π.χ. nQuery Adviser)
- Πίνακες Cohen
- Guidelines:
- $\alpha = .05, \beta = .8$
 - $r = .1 \rightarrow 783$
 - $r = .3 \rightarrow 85$
 - $r = .5 \rightarrow 28$



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Διαστήματα Εμπιστοσύνης (Confidence Intervals – C.I.)

- Επίπεδο εμπιστοσύνης που συνηθίζεται στην Ψυχολογία: 95% (99%, 90%...)
 - Πόσο βέβαιοι είμαστε για τα ανώτερα και κατώτερα όρια στα οποία θα συμπεριλαμβάνεται ο μέσος όρος οποιουδήποτε δείγματος
 - 95 από τα 100 διαφορετικά δείγματα που θα πάρουμε θα πέφτουν ανάμεσα στο ανώτερο και κατώτερο όριο των επιπέδων εμπιστοσύνης
- **Διάστημα εμπιστοσύνης:** Το διάστημα τιμών μέσα στο οποίο βρίσκεται η πραγματική τιμή της παραμέτρου που μας ενδιαφέρει (π.χ. μέσος όρος)
- Top C.I. = $X + 2 * SE$
- Low C.I. = $X - 2 * SE$



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Παραμετρικές VS Μη-Παραμετρικές Αναλύσεις: Ποτε Χρησιμοποιούνται?

- Σημαντική απόφαση. Λάθος επιλογή μπορεί να οδηγήσει:
 - Σε χρήση λάθος στατιστικής ανάλυσης (παραβίαση προϋποθέσεων)
 - Σε χρήση στατιστικής ανάλυσης μικρότερης δύναμης (απώλεια στατιστικής δύναμης)
- Παραμετρικές αναλύσεις χρησιμοποιούν πληροφορίες για το μέσο όρο και τη διακύμανση.
- Μη παραμετρικές στατιστικές δεν κάνουν υποθέσεις για την κατανομή των δεδομένων, για αυτό έχουν και λιγότερη στατιστική δύναμη, επειδή χρησιμοποιούν λιγότερες πληροφορίες
 - Π.χ. Παραμετρική συσχέτιση θα χρησιμοποιήσει πληροφορίες για το μέσο όρο και τη διακύμανση, ενώ η μη-παραμετρική συσχέτιση λαμβάνει υπόψη μόνο τη σειριακή θέση ζευγών δεδομένων (σκορ).



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Υποθέσεις Παραμετρικής Κατανομής

□ Υποθέσεις Παραμετρικής Κατανομής

- Ανεξαρτησία μετρήσεων
- Μετρήσεις προέρχονται από ένα πληθυσμό που ακολουθεί κανονική κατανομή
- Πληθυσμοί (π.χ. στη σύγκριση 2 γκρουπ ή 2 πειραματικών ομάδων) έχουν την ίδια διακύμανση (υπόθεση ομοιογένειας διακύμανσης)

□ Υποθέσεις Μη-Παραμετρικής Κατανομής

- Ανεξαρτησία μετρήσεων
- Η μεταβλητή που μας ενδιαφέρει έχει κάποια συνέχεια (μπορεί να ιεραρχηθεί)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Σημεία Διαφοροποίησης

- Χαρακτηριστικά μεταβλητής:
 - Αν οι μετρήσεις μας είναι σε ονομαστική/διατάξιμη κλίμακα, τότε χρησιμοποιούμε μη-παραμετρική στατιστική ανάλυση
 - Αν οι μετρήσεις μας είναι σε κλίμακα ίσων διαστημάτων/αναλογική κλίμακα, τότε χρησιμοποιούμε παραμετρική στατιστική ανάλυση
- Κανονική κατανομή των δεδομένων είναι αναγκαία για την παραμετρική ανάλυση, γιατί όπως αναφέραμε αποτελεί προϋπόθεση της
- Ενώ η μη παραμετρική κατανομή δε κάνει υποθέσεις περί κατανομής
 - Ιεράρχιση μεταβλητών και ανάλυση της θέσης κάθε μέτρησης στην ιεραρχία
- Όσο η κατανομή απομακρύνεται από την κανονικότητα, τόσο μεγαλώνει ο κίνδυνος ανακρίβειας της παραμετρικής ανάλυσης, οπότε είναι προτιμότερη η χρήση μη-παραμετρικής εναλλακτικής
 - Μικρά δείγματα → μη παραμετρικά τεστ

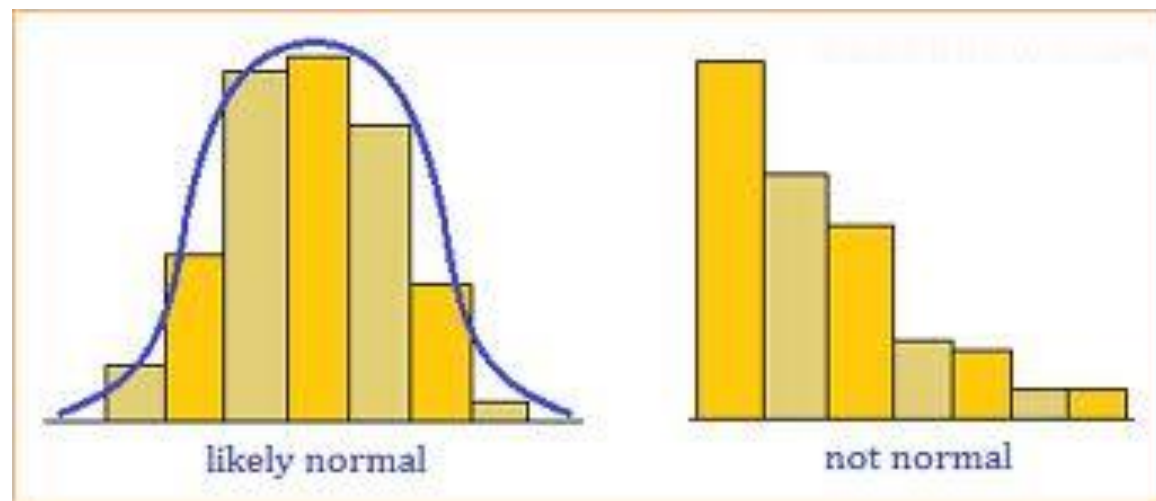


Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Έλεγχος Κανονικότητας Κατανομής



Οπτικός έλεγχος με τη δημιουργία ιστογραμμάτων!

Μειονεκτήματα:

- ✓ Κατανομή δείγματος μπορεί να μην είναι αντιπροσωπευτική του πληθυσμού
- ✓ Δε μπορείς να έχεις σαφή εικόνα της κατανομής για $N < 30$
- ✓ Υποκειμενικότητα! Πόσο πολύ πρέπει να διαφέρει από την κανονική κατανομή?



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ελεγχος Κανονικότητας Κατανομής

Descriptives			Statistic ^a	Std. Error ^b
writing score	Mean ^f		52.7750	.67024
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound ^d	51.4533	
		Upper Bound ^e	54.0967	
	5% Trimmed Mean ^f		53.1389	
	Median ^g		54.0000	
	Variance ^h		89.844	
	Std. Deviation ⁱ		9.47859	
	Minimum ^j		31.00	
	Maximum ^k		67.00	
	Range ^l		36.00	
	Interquartile Range ^m		14.75	
	Skewness ⁿ		-.482	.172
	Kurtosis ^o		-.750	.342

Μέθοδος εύκατανομής στο πίνακα συχνοτήτων του SPSS:
Συμμετρία (skewness ~ 1),
Κύρτωση (kurtosis ~ 1) \rightarrow πλάτος κατανομής

Μπορεί να ελεγχθεί με στατιστικά τεστάκια (π.χ. Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilks)

Προσοχή: Στατιστική δύναμη για αυτά τα τεστάκια εξαρτάται επίσης από μέγεθος δείγματος

Descriptives: Options

- Mean Sum
- Dispersion
 - Std. deviation Minimum
 - Variance Maximum
 - Range S.E. mean
- Distribution
 - Kurtosis Skewness
- Display Order
 - Variable list
 - Alphabetic
 - Ascending means
 - Descending means

Buttons: Continue, Cancel, Help

Andy Field: Discovering Statistics Using SPSS



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

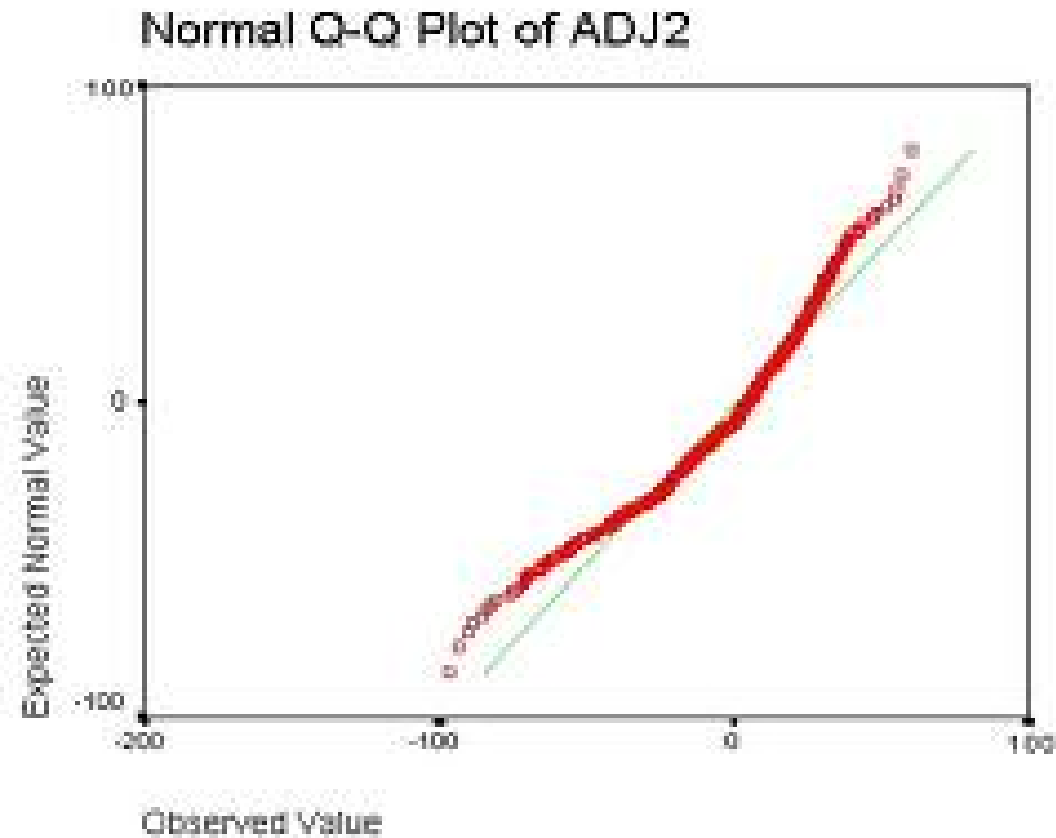
Τυποί Κατανομών

- Κανονική κατανομή
- Θετική Ασσυμετρία
- Αρνητική Ασσυμετρία

- Κύρτωση κατανομής – Πλατιά / Λεπτή



Ενας Άλλος Τρόπος: Q-Q Plot



Αναμενόμενες
τιμές κανονικής
κατανομής vs.
παρατηρούμεν
ες τιμές στο
δείγμα μας



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Επιλογή Παραμετρικής Ή Μη- Παραμετρικής Αναλυσης

- Παραμετρική όταν είμαστε σίγουροι ότι ο **πληθυσμός** από όπου προέρχεται το δείγμα μας ακολουθεί κανονική κατανομή ως προς τη μεταβλητή που μας ενδιαφέρει. Μη-παραμετρική όταν:
 - Μέτρηση κωδικοποιείται ως ιεραρχική σειρά, π.χ. σειρά επίδοσης μαθητών σε μια τάξη, αξιολόγηση ταινίας με αστέρια
 - Υπάρχουν τιμές εκτός κλίμακας μέτρησης, π.χ. πολύ χαμηλές/υψηλές. Στη μη παραμετρική ανάλυση τις αντικαθιστούμε με τυχαίες χαμηλές/ψηλές τιμές, αφού δε παίζει ρόλο η ακριβής μέτρηση αλλά η σειρά στην ιεράρχιση
 - Πληθυσμός δεν προέρχεται από κανονική κατανομή και δεν υπάρχει η δυνατότητα μετασχηματισμού σε κανονική κατανομή (π.χ. λογαριθμική)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Δυσκολίες Επιλογής Παραμετρικής Ή Μη-Παραμετρικής Αναλυσης

- Όταν υπάρχουν λίγα δεδομένα, πιο δύσκολο να αποφανθούμε (π.χ. με οπτική επισκόπηση) αν ακολουθούν κανονική κατανομή. Επίσης τα τεστ ελέγχου κανονικότητας (π.χ. Kolmogorov-Smirnov test) μπορεί να έχουν μειωμένη δύναμη ανίχνευσης κανονικής και μη-κανονικής κατανομής.
 - Συχνά επιλογή μη-παραμετρικών μεθόδων σε περιπτώσεις μικρών δειγμάτων ($n < 6$). Επιλογή δεν επηρεάζει τόσο πολύ αν το δείγμα είναι αρκετά μεγάλο (αλλά υποκειμενικό πόσο ακριβώς είναι το αρκετά!)
- Χρήσιμο είναι να ελέγχουμε και προηγούμενα δεδομένα (από άλλες έρευνες). Το σημαντικό είναι η κατανομή του πληθυσμού, όχι του δείγματος.
- Υποκειμενικότητα σχετικά με το τι πρέπει να επιλεχθεί σε περίπτωση αμφιβ



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ειδη Στατιστικων Τεστ

- Υπάρχει τουλάχιστον 1 αντίστοιχο μη-παραμετρικό τεστ για κάθε παραμετρικό
- Κατηγορίες:
 1. Tests σύγκρισης groups (ανεξάρτητα δείγματα)
 2. Tests σύγκρισης μεταβλητών (εξαρτημένα δείγματα)
 3. Tests της σχέσης μεταξύ μεταβλητών (συσχέτιση)
- **Επισήμανση:** Παρά τα προτερήματα της μη-παραμετρικής ανάλυσης (όπως οι περιπτώσεις που δε γνωρίζουμε την κατανομή στον πληθυσμό), υπάρχουν και μειονεκτήματα:
 - Μικρότερη στατιστική δύναμη ($1-\beta$). Π.χ. θα χρειαζόμασταν μεγαλύτερο δείγμα για να επιτύχουμε την ίδια δύναμη με μια παραμετρική ανάλυση
 - Δυσκολίες ερμηνείας (π.χ. τι νόημα έχει η διαφορά μεταξύ σειράς στην ιεραρχία, σε σχέση με μια διαφορά στην μονάδα μέτρησης της μεταβλητής που μας ενδιαφέρει?)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Επιλεγοντας Στατιστικο Τεστ

	Type of Data	
Goal	Measurement (from Gaussian Population)	Rank, Score, or Measurement (from Non- Gaussian Population)
Describe one group	Mean, SD	Median, interquartile range
Compare one group to a hypothetical value	One-sample <i>t</i> test	Wilcoxon test
Compare two unpaired groups	Unpaired <i>t</i> test	Mann-Whitney test
Compare two paired groups	Paired <i>t</i> test	Wilcoxon test
Compare three or more unmatched groups	One-way ANOVA	Kruskal-Wallis test
Compare three or more matched groups	Repeated-measures ANOVA	Friedman test
Quantify association between two variables	Pearson correlation	Spearman correlation
Predict value from another measured variable	Simple linear regression or Nonlinear regression	Nonparametric regression**
Predict value from several mea	Multiple linear regression*	



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης

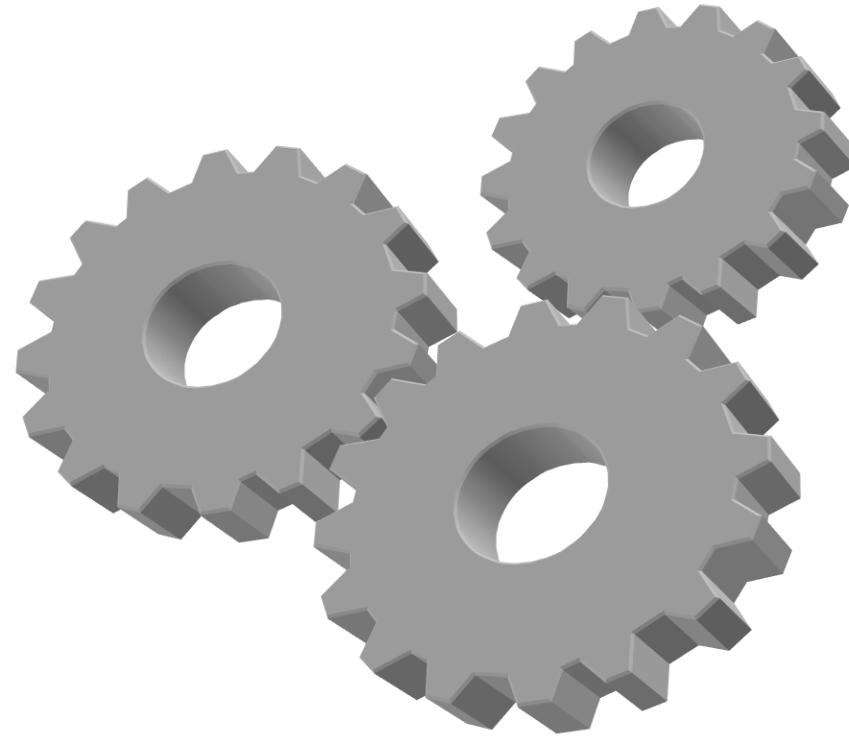


Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

Έλεγχος Κανονικότητας Κατανομής Στο SPSS

- Πίνακες συχνοτήτων:
 - Analyze → Descriptive Statistics → Frequencies
- Ιστογράμματα, θηκογράμματα, QQ-plots, PP-plots
 - Analyze → Descriptive Statistics → Explore (Plots)
 - Analyze → Descriptive Statistics → Q-Q Plots
- Έλεγχοι καλής προσαρμογής
 - Kolmogorov-Smirnov (K-S)
 - Analyze → Nonparametric Tests → Legacy Dialogs → 1-Sample K-S
 - Θέλουμε $p > .05$ (μη σημαντικό)
 - Shapiro-Wilk (S-W)
 - Θέλουμε τιμή κοντά στο 1





Συσχέτιση

Pearson's r

Spearman's rho (ρ)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



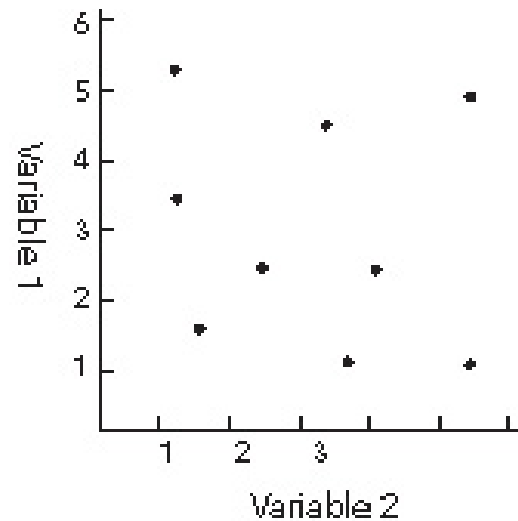
Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Συσχετιση

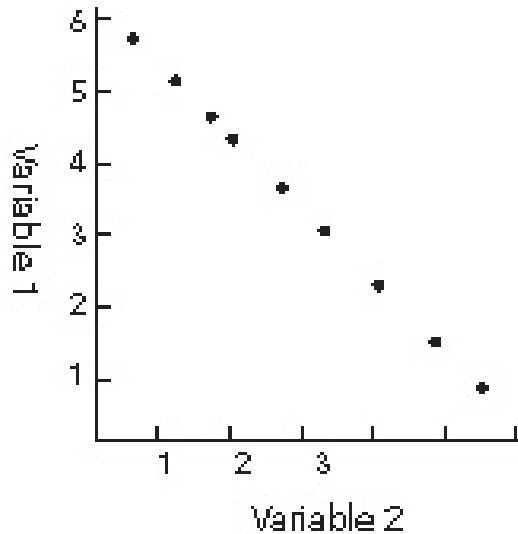
- Στόχος: Η σχέση μεταξύ μεταβλητών. Τι συμβαίνει σε 1 ή περισσότερες μεταβλητές όταν μια 2η μεταβλητή αλλάζει?
 - Συντελεστής συσχέτισης
 - Μέτρηση τού βαθμού της σχέσης μεταξύ 2 μεταβλητών
 - -1 μέχρι +1
 - Θετική συχέτιση
 - Όσο αυξάνεται η μια μεταβήτή, αυξάνεται και η άλλη
 - Π.χ. Όσο περισσότερα τα χρόνια εκπαίδευσης, τόσο μεγαλύτερος ο ετήσιος μισθός
 - Αρνητική συσχέτιση
 - Όσο αυξάνεται η μια μεταβήτή, μειώνεται η άλλη
 - Π.χ. Όσο αυξάνεται η ταχύτητα τρεξίματος, τόσο μειώνονται τα αποθέματα αντοχής
- Όσο μεγαλύτερος ο συντελεστής συσχέτισης, τόσο δυνατότερη η σχέση των 2 μεταβλητών (ανεξαρτήτως προσήμου)



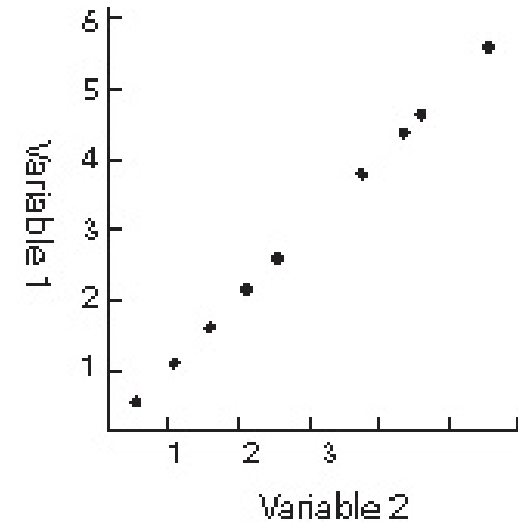
Ειδη Συσχετισεων



No correlation
Correlation coefficient = 0



Perfect negative correlation
Correlation coefficient = -1



Perfect positive correlation
Correlation coefficient = +1

- Απεικόνιση συσχέτισης με διάγραμμα σκεδασμού
- Νοητή ή πραγματική χάραξη γραμμής παλινδρόμησης

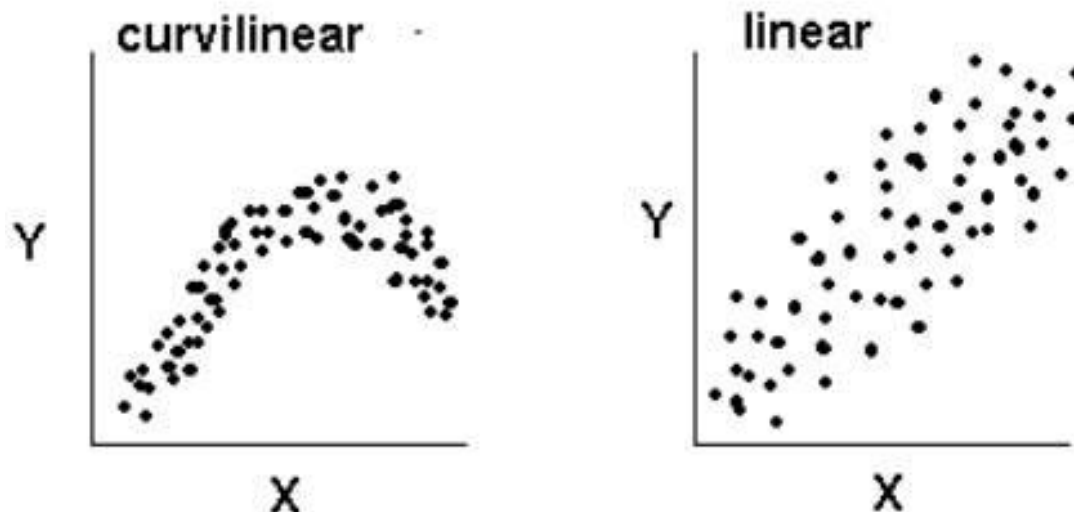


Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Καμπυλόγραμμες Συσχετίσεις



- Θετική καμπυλόγραμη σχέση (positive curvilinear relationship)
- Αρνητική καμπυλόγραμη σχέση (negative positive relationship)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Συσχετιση

- Συντελεστής συσχέτισης (r)
 - Μέτρηση τού βαθμού της σχέσης μεταξύ 2 μεταβλητών
- Όσο μεγαλύτερος ο συντελεστής συσχέτισης, τόσο δυνατότερη η σχέση των 2 μεταβλητών (ανεξαρτήτως προσήμου)
- Το πρόσημο δίνει πληροφορίες για την κατεύθυνση της συσχέτισης, ενώ η απόλυτη αριθμητική τιμή (0-1) την ισχύ της συσχέτισης (απόσταση σημείων από γραμμή παλινδρόμησης)
 - $r > .30 \rightarrow$ Χαμηλή συσχέτιση
 - $r > .50 \rightarrow$ Μέτρια συσχέτιση
 - $r > .70 \rightarrow$ Υψηλή συσχέτιση
 - $r = .80 \rightarrow$ Πολύ υψηλή συσχέτιση



Παράγοντες Που Επηρεάζουν Συσχέτιση & Ερμηνεία

- Παράγοντες που επηρεάζουν το συντελεστή συσχέτισης
 - Ομοιογένεια ομάδας
 - Καμπυλόγραμμη σχέση μεταξύ μεταβλητών
 - Ακραίες παρατηρήσεις
- Ερμηνεία συσχέτισης
 - Συμμεταβολή, όχι αιτιότητα
 - Αιτιώδης σχέση προϋποθέτει χρονική σειρά
 - Απουσία αιτίας, απουσία αποτελέσματος
 - Χ αιτία Υ, Υ αιτία Χ, Ζ αιτία Χ & Υ



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Τύποι Συντελεστών Συσχέτισης

- Pearson's r

- Παραμετρική
- Ίσων διαστημάτων / Αναλογική κλίμακα
- Ευθύγραμμη σχέση

$$r = \frac{N\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{[N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

όπου

r = ο συντελεστής συσχέτισης Pearson r ,

N = ο αριθμός των ατόμων που παίρνουν μέρος στην έρευνα,

X = η κάθε τιμή της πρώτης μεταβλητής,

Y = η κάθε τιμή της δεύτερης μεταβλητής, και

Σ = το άθροισμα των...

- Spearman's rho

- Μη παραμετρική
- Ιεραρχική κλίμακα
- Ευθύγραμμη σχέση

$$rho = 1 - \frac{6\Sigma d^2}{N(N^2 - 1)}$$

όπου

d = η διαφορά (απόκλιση) των δύο ιεραρχικών τιμών κάθε ατόμου,

N = ο αριθμός των ατόμων που συμμετέχουν στην έρευνα, και

Σ = το άθροισμα των...

ο SPSS: Analyze → Correlate → Bivariate



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Έλεγχος Ομάδων

T test



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Σύγκριση Ομάδων: Υπολογισμος Πιθανοτητας Τα Δειγματα να Προερχονται Απο Τον Ιδιο Πληθυσμο

- Πηγές μεταβλητότητας:

- Συστηματικές διαφορές λόγω πειραματικού χειρισμού
- Μη συστηματικές διαφορές λόγω ατομικών διαφορών μεταξύ των δειγμάτων (π.χ. ευφυΐα, κίνητρα)

- Ελέγχουμε τη διαφορά μεταξύ δύο δειγμάτων χρησιμοποιώντας στατιστικά τεστ των οποίων τα χαρακτηριστικά γνωρίζουμε (*t test*)

- Γνωρίζουμε την κατανομή, και κατ' επέκταση μπορούμε να υπολογίσουμε την πιθανότητα να πάρουμε μια οποιαδήποτε τιμή σε αυτή την κατανομή – Παράδειγμα ηλικία θανάτου!

- Για τη σύγκριση μέσω όρων δυο διαφορετικών δειγμάτων, στατιστικά τεστ αντιπροσωπεύουν το εξής κλάσμα: Συστηματική Διαφοροποίηση / Μη-συστηματική διαφοροποίηση (ANOVA)

- Σύγκριση μεταβλητότητας που προκύπτει από τον πειραματικό χειρισμό



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2021-2027
Ευρωπαϊκή Ανάπτυξη για Όλους

Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

T-Τεστ

- Σύγκριση 2 γκρουπ
 - $t = (m_1 - m_2) / SE$ (εκτίμηση του τυπικού σφάλματος της διαφοράς των 2 μέσων όρων)
 - Τυπικό σφάλμα φανερώνει πόσο καλά ο μέσος όρος ενός δείγματος αντιπροσωπεύει τον πληθυσμό
 - Τυπικό σφάλμα της διαφοράς 2 μέσων όρων φανερώνει την τυχαία (φυσιολογική, μη συστηματική) διαφοροποίηση που θα μπορούσαμε να περιμένουμε μεταξύ των μ.ο. από 2 δείγματα
 - Παρομοίως, διαφορετικά δείγματα από τον ίδιο πληθυσμό θα έπρεπε να έχουν αρκετά παρόμοιο μέσο όρο και τυπικό σφάλμα και το ίδιο και οι διαφορές τους ($m_1 - m_2$)
- **ΑΡΑ** το t-test αντιπροσωπεύει τη διαφορά μεταξύ 2 μέσων όρων διορθωμένη (παρονομαστής) από το βαθμό εντελώς τυχαίας διαφοροποίησης αυτών των δειγμάτων



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

T-test για Ένα Δείγμα - γνωστή Τυπική Απόκλιση

- Προϋποθέσεις
 - Κλίμακα ίσων διαστημάτων ή αναλογική
 - Ένα δείγμα ατόμων
 - Τα δεδομένα πρέπει να πληρούν τις προϋποθέσεις χρήσης παραμετρικών κριτηρίων (διαφ. 3)
- t-test – Τυπική απόκλιση (σ) γνωστή
- **Δειγματοληπτική κατανομή μέσου όρου**
 - $\sigma_M = \sigma / \sqrt{N}$ (SE, τυπική απόκλιση μέσων όρων του πληθυσμού)
 - Π.χ. $M = 58, N = 8$
 - $\mu = 50, \sigma = 10$
 - $H_0: \mu = 50. H_1: \mu \neq 50$
- $z = (M - \mu) / \sigma_M$ ή $z = (M - \mu) / (\sigma / \sqrt{N})$
 - $\sigma_M = \sigma / \sqrt{N} = 10 / \sqrt{8} = 3.53$
 - $z = (M - \mu) / \sigma_M = (58 - 50) / 3.53 = 2.27 < .05$ άρα απορρίπτουμε την H_0
 - Σύγκριση με πίνακα τυπικών τιμών (Z)



Πίνακας Z (Αμφίπλευρη Υπόθεση)

Two tails of Z

Entries in the table represent two-tailed *P* values for *z* statistics

tenths	hundredths									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	1.00000	0.99202	0.98404	0.97607	0.96809	0.96012	0.95216	0.94419	0.93624	0.92829
0.1	0.92034	0.91241	0.90448	0.89657	0.88866	0.88076	0.87288	0.86501	0.85715	0.84931
0.2	0.84148	0.83367	0.82587	0.81809	0.81033	0.80259	0.79486	0.78716	0.77948	0.77182
0.3	0.76418	0.75656	0.74897	0.74140	0.73386	0.72634	0.71885	0.71138	0.70395	0.69654
0.4	0.68916	0.68181	0.67449	0.66720	0.65994	0.65271	0.64552	0.63836	0.63123	0.62413
0.5	0.61708	0.61005	0.60306	0.59611	0.58920	0.58232	0.57548	0.56868	0.56191	0.55519
0.6	0.54851	0.54186	0.53526	0.52869	0.52217	0.51569	0.50925	0.50286	0.49650	0.49019
0.7	0.48393	0.47770	0.47152	0.46539	0.45930	0.45325	0.44725	0.44130	0.43539	0.42953
0.8	0.42371	0.41794	0.41222	0.40654	0.40091	0.39533	0.38979	0.38430	0.37886	0.37347
0.9	0.36812	0.36282	0.35757	0.35237	0.34722	0.34211	0.33706	0.33205	0.32709	0.32217
1.0	0.31731	0.31250	0.30773	0.30301	0.29834	0.29372	0.28914	0.28462	0.28014	0.27571
1.1	0.27133	0.26700	0.26271	0.25848	0.25429	0.25014	0.24605	0.24200	0.23800	0.23405
1.2	0.23014	0.22628	0.22246	0.21870	0.21498	0.21130	0.20767	0.20408	0.20055	0.19705
1.3	0.19360	0.19020	0.18684	0.18352	0.18025	0.17702	0.17383	0.17069	0.16759	0.16453
1.4	0.16151	0.15854	0.15561	0.15272	0.14987	0.14706	0.14429	0.14156	0.13887	0.13622
1.5	0.13361	0.13104	0.12851	0.12602	0.12356	0.12114	0.11876	0.11642	0.11411	0.11183
1.6	0.10960	0.10740	0.10523	0.10310	0.10101	0.09894	0.09691	0.09492	0.09296	0.09103
1.7	0.08913	0.08727	0.08543	0.08363	0.08186	0.08012	0.07841	0.07673	0.07508	0.07345
1.8	0.07186	0.07030	0.06876	0.06725	0.06577	0.06431	0.06289	0.06148	0.06011	0.05876
1.9	0.05743	0.05613	0.05486	0.05361	0.05238	0.05118	0.05000	0.04884	0.04770	0.04659
2.0	0.04550	0.04443	0.04338	0.04236	0.04135	0.04036	0.03940	0.03845	0.03753	0.03662
2.1	0.03573	0.03486	0.03401	0.03317	0.03235	0.03156	0.03077	0.03001	0.02926	0.02852
2.2	0.02781	0.02711	0.02642	0.02575	0.02509	0.02445	0.02382	0.02321	0.02261	0.02202
2.3	0.02145	0.02089	0.02034	0.01981	0.01928	0.01877	0.01827	0.01779	0.01731	0.01685
2.4	0.01640	0.01595	0.01552	0.01510	0.01469	0.01429	0.01389	0.01351	0.01314	0.01277
2.5	0.01242	0.01207	0.01174	0.01141	0.01109	0.01077	0.01047	0.01017	0.00988	0.00960
2.6	0.00932	0.00905	0.00879	0.00854	0.00829	0.00805	0.00781	0.00759	0.00736	0.00715
2.7	0.00693	0.00673	0.00653	0.00633	0.00614	0.00596	0.00578	0.00561	0.00544	0.00527
2.8	0.00511	0.00495	0.00480	0.00465	0.00451	0.00437	0.00424	0.00410	0.00398	0.00385
2.9	0.00373	0.00361	0.00350	0.00339	0.00328	0.00318	0.00308	0.00298	0.00288	0.00279
3.0	0.00270	0.00261	0.00253	0.00245	0.00237	0.00229	0.00221	0.00214	0.00207	0.00200
3.1	0.00194	0.00187	0.00181	0.00175	0.00169	0.00163	0.00158	0.00152	0.00147	0.00142
3.2	0.00137	0.00133	0.00128	0.00124	0.00120	0.00115	0.00111	0.00108	0.00104	0.00100
3.3	0.00097	0.00093	0.00090	0.00087	0.00084	0.00081	0.00078	0.00075	0.00072	0.00070
3.4	0.00067	0.00065	0.00063	0.00060	0.00058	0.00056	0.00054	0.00052	0.00050	0.00048
3.5	0.00047	0.00045	0.00043	0.00042	0.00040	0.00039	0.00037	0.00036	0.00034	0.00033
3.6	0.00032	0.00031	0.00029	0.00028	0.00027	0.00026	0.00025	0.00024	0.00023	0.00022
3.7	0.00022	0.00021	0.00020	0.00019	0.00018	0.00018	0.00017	0.00016	0.00016	0.00015
3.8	0.00014	0.00014	0.00013	0.00013	0.00012	0.00012	0.00011	0.00011	0.00010	0.00010



T-test για Ένα Δείγμα – Άγνωστη Τυπική Απόκλιση

- Προϋποθέσεις

- Κλίμακα ίσων διαστημάτων ή αναλογική
- Ένα δείγμα ατόμων
- Τα δεδομένα πρέπει να πληρούν τις προϋποθέσεις χρήσης παραμετρικών κριτηρίων (διαφ. 3)

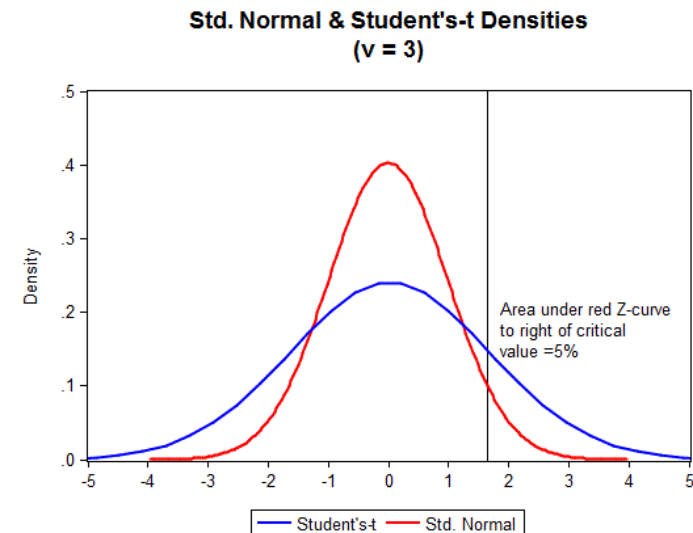
- Άγνωστη η διακύμανση στον πληθυσμό (σ_M / σ)

- Χρήση τυπικής απόκλισης του δείγματος (s)

- $s_M = s / \sqrt{N}$

- Άρα δε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κανονική κατανομή (z), χρησιμοποιούμε κατανομή t

- Ομοιότητες: συμμετρική
 - Διαφορές: **Διαφορετική κατανομή για κάθε αριθμό δείγματος**. Πρέπει να ελέγξουμε τους κατάλληλους **βαθμούς ελευθερίας** (υπολογίζονται με βάση το δείγμα)
 - Μεγαλύτερη περιοχή απόρριψης από κανονική κατανομή



T-test για Ένα Δείγμα – Άγνωστη Τυπική Απόκλιση

- Τεστ Χαρακτηριστικών Προσωπικότητας
- Διαφέρει το δείγμα μας στο τεστ ψεύδους από τον πληθυσμό?
 - $\mu = 7.5$
 - $H_0: \mu = M$. $H_1: \mu \neq M$
- Υπολογίζουμε $M = 8.7$
- Υπολογίζουμε s
 - $s = 1.70$
- Υπολογίζουμε t
 - $t = (M - \mu) / (s / \sqrt{N}) = (8.7 - 7.5) / (1.70 / \sqrt{10}) = 2.22$
- Σύγκριση με πίνακα τυπικών τιμών (t)
 - Αν $|t| >$ κρίσιμης τιμής, απόρ. H_0
 - $t < 2.26$, δεχόμαστε H_0
 - $t(9) = 2.22$, n.s.

Άτομο	Βαθμολ.
1	9
2	8
3	10
4	8
5	7
6	8
7	12
8	9
9	6
10	10

Βαθμοί ελευθερίας	Επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας για μονόπλευρο έλεγχο			
	0,05	0,025	0,01	0,005
	Επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας για αμφίπλευρο έλεγχο			
	0,1	0,05	0,02	0,01
1	6,31	12,71	31,82	63,66
2	2,92	4,30	6,97	9,93
3	2,35	3,18	4,54	5,84
4	2,13	2,78	3,75	4,60
5	2,02	2,57	3,37	4,03
6	1,94	2,45	3,14	3,71
7	1,90	2,37	3,00	3,50
8	1,86	2,31	2,90	3,36
9	1,83	2,26	2,82	3,25
10	1,81	2,23	2,76	3,17
11	1,80	2,20	2,72	3,11
12	1,78	2,18	2,68	3,06
13	1,77	2,16	2,65	3,01
14	1,76	2,15	2,63	2,98
15	1,75	2,13	2,60	2,95
16	1,75	2,12	2,58	2,92
17	1,74	2,11	2,57	2,90
18	1,73	2,10	2,55	2,88
19	1,73	2,09	2,54	2,86
20	1,73	2,09	2,53	2,85
25	1,71	2,06	2,49	2,79
30	1,70	2,04	2,46	2,75
35	1,69	2,03	2,44	2,72
40	1,68	2,02	2,42	2,71
50	1,68	2,01	2,40	2,68
60	1,67	2,00	2,39	2,66
80	1,66	1,99	2,37	2,64
100	1,66	1,98	2,36	2,63
125	1,66	1,98	2,36	2,62
150	1,66	1,98	2,35	2,61
175	1,65	1,97	2,35	2,60
200	1,65	1,97	2,35	2,60
∞	1,65	1,96	2,33	2,58

T-test για Ανεξαρτητα Δειγματα

- Independent t-test
 - 2 γκρουπ, διαφορετικοί συμμετέχοντες σε κάθε γκρουπ
 - Π.χ. 2 γκρουπ των 10 ατόμων, ένα γκρουπ διάβασε βιβλίο εκλαϊκευμένης Ψυχολογίας, ένα άλλο διάβασε το Marie Claire. Εξαρτημένη μέτρηση: βαθμός ευτυχίας από τη σχέση τους (έστω ότι η μέτρηση είναι αντικειμενική – “ευτυχιό-μετρο”).

Group Statistics

Book Read		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Relationship Happiness	Women are from Bras, Men are from Penis	10	20.0000	4.10961	1.29957
	Marie Claire	10	24.2000	4.70933	1.48922

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Relationship Happiness	Equal variances assumed	.491	.492	-2.125	18	.048	-4.2000	1.97653	-8.35253	-.04747
	Equal variances not assumed			-2.125	17.676	.048	-4.2000	1.97653	-8.35800	-.04200

$$Df = n_1 + n_2 - 2$$



Έλεγχος Μεγεθους Φαινομενου (Effect Size)

- Μετατροπή του t σε r (συντελεστής Pearson)

$$r = \sqrt{t^2 / (t^2 + df)} = .45$$

- **Ερμηνεία και αναφορά του αποτελέσματος του t-test:**

- Κατά μέσο όρο, ο βαθμός ευτυχίας από τη σχέση μετά την ανάγνωση του Marie Claire (M = 24.20, SE = 1.49) ήταν στατιστικά μεγαλύτερος από το βαθμό ευτυχίας μετά την ανάγνωση του βιβλίου εκλαϊκευμένης ψυχολογίας (M = 20.00, SE = 1.30), $t(18) = 2.12$, $p = .048$, $r = .45$)



T test Ανεξαρτήτων μετρήσεων στο SPSS

- Analyze → Compare Means → Independent-Samples T Test
 - Test variable (εξαρτημένη μεταβλητή)
 - Grouping Variable → Define Groups (ανεξάρτητη μεταβλητή)
- t, df, p value (sig.)
- Equal variances assumed (εκτός αν Levene test < .05)
- descriptives για έλεγχο ποιο group είναι μεγαλύτερο, σε περίπτωση στατιστικά σημαντικής διαφοράς



T-test για Εξαρτημένα Δειγματα (Επαναληπτικές Μετρήσεις)

- Dependent (matched pairs) t-test
 - 2 γκρουπ, ίδιοι συμμετέχοντες σε κάθε γκρουπ, επαναληπτικές μετρήσεις
 - Π.χ. 1 γκρουπ των 500 ατόμων, καθένας διάβασε βιβλίο εκλαϊκευμένης Ψυχολογίας και βιβλίο μεθοδολογίας έρευνας του Andy Field.
 - Εξισορρόπηση της σειράς παρουσίασης (counterbalancing) σε κάθε συνθήκη, με διαφορά 6 μηνών
 - Εξαρτημένη μέτρηση: βαθμός ευτυχίας από τη σχέση τους (έστω ότι η μέτρηση είναι αντικειμενική – “ευτυχιόμετρο”).

Paired Samples Statistics

Pair	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
1 Women are from Bras, Men are from Penis	20.0180	500	9.98123	.44637
Field & Hole	18.4900	500	8.99153	.40211

Paired Samples Correlations

Pair	N	Correlation	Sig.
1 Women are from Bras, Men are from Penis & Field & Hole	500	.117	.009

Paired Samples Test

Pair	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
				Lower	Upper			
1 Women are from Bras, Men are from Penis - Field & Hole	1.5280	12.62807	.56474	.4184	2.6376	2.706	499	.007

SPSS Output 6.3

○ $df = n - 1$



Έλεγχος Μεγεθους Φαινομενου (Effect Size)

- Μετατροπή του t σε r (συντελεστής Pearson)
- $r = t^2 / (t^2 + df) = .12$
- **Ερμηνεία και αναφορά του αποτελέσματος του t-test:**
 - Κατά μέσο όρο, ο βαθμός ευτυχίας από τη σχέση μετά την ανάγνωση του βιβλίου εκλαϊκευμένης ψυχολογίας ($M = 20.02$, $SE = .45$) ήταν στατιστικά μεγαλύτερος από το βαθμό ευτυχίας μετά την ανάγνωση του βιβλίου μεθοδολογίας ($M = 18.49$, $SE = .40$), $t(499) = 2.70$, $p = .007$, $r = .12$)
 - Ενώ το p είναι σημαντικό, ο συντελεστής r δείχνει ένα πολύ μικρό effect size!



T test Εξαρτημένων μετρήσεων στο SPSS

- Analyze → Compare Means → Paired-Samples T Test
 - t, df, p value (sig.)
 - descriptives για έλεγχο ποια μέτρηση είναι μεγαλύτερη, σε περίπτωση στατιστικά σημαντικής διαφοράς (αύξηση ή μείωση)



Επανάληψη

- Σύγκριση με Μ.Ο. πληθυσμού, διακύμανση (σ) γνωστή
 - $z = (\bar{M} - \mu) / (\sigma / \sqrt{N})$
- Σύγκριση με Μ.Ο. πληθυσμού, διακύμανση (σ) άγνωστη
 - $t = (\bar{M} - \mu) / (s / \sqrt{N})$
- Σύγκριση Μ.Ο. δύο ανεξάρτητων δειγμάτων

$$t = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{\left[\frac{\left(\sum X_A^2 - \frac{(\sum X_A)^2}{N_A} \right) + \left(\sum X_B^2 - \frac{(\sum X_B)^2}{N_B} \right)}{(N_A + N_B - 2)} \right] \left[\frac{N_A + N_B}{(N_A)(N_B)} \right]}}$$

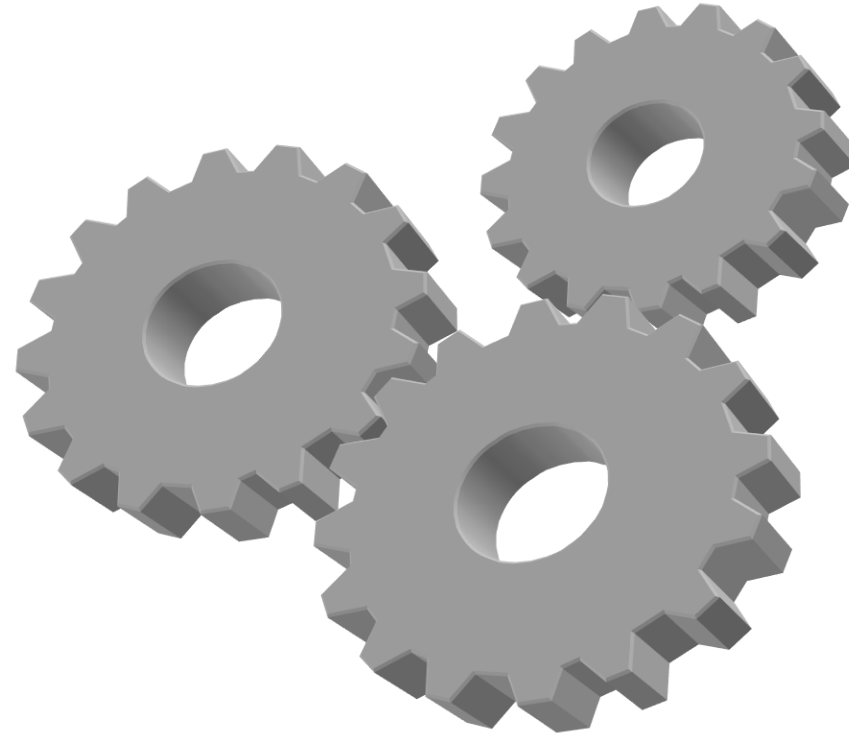
- Σύγκριση Μ.Ο. δύο εξαρτημένων δειγμάτων, ή Μ.Ο. από επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στα ίδια άτομα

$$t = \frac{\sum d}{\sqrt{\left[\frac{N \sum d^2 - (\sum d)^2}{N - 1} \right]}}$$

Ασκήσεις

1. Επηρεάζει το είδος του οργανισμού εργασίας (δημόσιος, ιδιωτικός) το βαθμό ικανοποίησης?
 - 94 ιδιωτικοί, 81 δημόσιοι
 - Ερωτηματολόγιο επαγγελματικής ικανοποίησης
2. Διαφέρει το ποσοστό άγχους των φοιτητών από το γενικό πληθυσμό?
 - Ένα δείγμα φοιτητών, τεστ άγχους.
 - Εγχειρίδιο λέει ότι Μ.Ο. πληθυσμού είναι 35.7
3. Έλεγχος αποτελεσματικότητας ψυχοθεραπείας.
 - Αξιολόγηση αυτό-εικόνας πριν και μετά τη θεραπεία.





Στατιστική

Συγκρίσεις ομάδων II:

Μονομεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) ενός ή περισσότερων παραγόντων

Ανάλυση Συνδιακύμανσης (ANCOVA)

Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA)



Ανάλυση Διακυμανσης (Analysis Of Variation - ANOVA)

- Η ANOVA είναι στην ουσία επέκταση του t-test.
- Σύγκριση περισσότερων των 2 ομάδων
 - Η ANOVA λύνει το πρόβλημα των πολλαπλών συγκρίσεων (**οικογενειακό σφάλμα τύπου I / family-wise error**) κάνοντας εξαρχής μία ενιαία σύγκριση όλων των ομάδων
- Χειρισμός περισσότερων της μιας ανεξάρτητης μεταβλητής
 - Κύρια επίδραση & αλληλεπίδραση

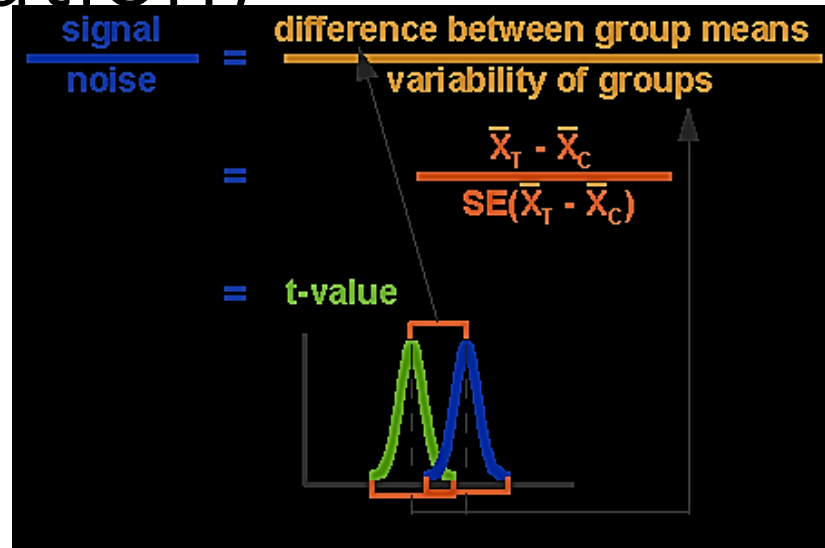


Η Λογική Της ANOVA

- Διακύμανση τιμών σε ανεξάρτητες ομάδες μετρήσεων (π.χ. 2 groups)
 1. Διαφορετικές επιμέρους τιμές (θόρυβος)
 - Ατομικές διαφορές
 - Τυχαία σφάλματα
 2. Διαφορετικοί μέσοι όροι ανά ομάδα
 - Επίδραση ανεξάρτητης μεταβλητής που χειρίζεται ο πειραματιστής (η διαφορά που μας ενδιαφέρει)
 - Διακύμανση → αποτέλεσμα του συνδυασμού αυτών των διαφορών
- Μείωση σφάλματος δειγματοληψίας / θορύβου → ανάγκη για καλή δειγματοληψία, εξίσωση θορύβου στις ομάδες (τυχαιοποίηση βοηθάει)
- Σε περίπτωση στατιστικά σημαντικής διαφοράς: $2 > 1$
 - Μπορεί να εκφραστεί με πηλίκο, μεγαλώνει με σημαντικότητα:
διακύμανση εξαιτίας διαφοράς ομάδων
τυχαία διακύμανση (σφάλμα)



Διαφορές T-Test (T distribution) και ANOVA (F distribution)



- Συγκρίνει τα δείγματα ελέγχοντας τη **διαφορά μεταξύ δύο δειγματικών μέσων όρων**
- Συγκρίνει 1-2 δείγματα
- Ελέγχει μία μόνο IV

$$F = \frac{\text{estimate of } \sigma^2 \text{ from means}}{\text{estimate of } \sigma^2 \text{ from individuals}}$$

$$F = \frac{\text{Variance between Treatments}}{\text{Variance within Treatments}}$$

$$F = \frac{\text{Variance of Treatments}}{\text{Variance of Error}}$$

- Συγκρίνει τα δείγματα ελέγχοντας την διακύμανση μεταξύ όλων των δειγμάτων
- Συγκρίνει 2+ δείγματα
- Ελέγχει δύο ή περισσότερες IV
- Επίσης ελέγχει την **αλληλεπίδραση των IV**

Προϋποθέσεις Της ANOVA

- Ανεξαρτησία μετρήσεων επιμέρους ομάδων – δειγμάτων (τυχαία δείγματα)
- Κλίμακα μέτρησης εξαρτημένης μεταβλητής: ίσων διαστημάτων ή αναλογική (όχι ονομαστική ή ιεραρχική)
- Συμμετρική (κανονική) κατανομή της εξαρτημένης μεταβλητής για κάθε μία από τις συγκρινόμενες ομάδες/δείγματα (ή έστω ασυμμετρία παρόμοια για όλες, προς την ίδια κατεύθυνση)
- Ομοιογένεια στις κατανομές των συγκρινόμενων ομάδων/δειγμάτων
- Μια καλή επισκόπηση της ANOVA:
 - http://old.psych.uoa.gr/~vpavlop/index.files/pdf/ANOVA_models.pdf



Η Δομή της Ανονα

- Μηδενική Υπόθεση:
 - Όλα τα (τρία ή περισσότερα) δείγματα έχουν παρόμοιο μέσο όρο, άρα και η συστηματική διαφοροποίηση (διακύμανση) θα είναι παρόμοια με τη μη-συστηματική, αν προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό.
- ΑΝΟΝΑ βασίζεται σε ένα κλάσμα (F ratio) που συγκρίνει τη συστηματική διαφοροποίηση (SS_M στον αριθμητή) στα δεδομένα με τη μη-συστηματική (τυχαία διαφοροποίηση – SS_R στον παρονομαστή)
 - Εφόσον όμως προσεγγίζει τη ενιαία διαφοροποίηση όλων των ομάδων, δε μπορεί να απαντήσει στο ερώτημα ποιες ομάδες διαφέρουν, μπορεί μόνο να απορρίψει τη μηδενική υπόθεση, όπως εκφράζεται στην αρχή της διαφάνειας
 - Για αυτό το σκοπό επιτελούμε “προγραμματισμένες συγκρίσεις” (planned comparisons) και “εκ των υστέρων” τεστ (post-hoc tests)



Πολλαπλές Συγκρίσεις

- Ποια επίπεδα της μεταβλητής (παράγοντα) διαφέρουν μεταξύ τους?
- ❖ Διόρθωση συνδυαστικού σφάλματος (επιλογή πριν την ανάλυση): Planned VS. Posthoc comparisons
 - Έλεγχος με επιμέρους **t-tests** (λίγες προγραμματισμένες συγκρίσεις)
 - **LSD** (ανεκτικό, μικρός αριθμός συνθηκών)
 - **Sidak**
 - **Bonferonni** (αυστηρό) (αρκετές προγραμματισμένες συγκρίσεις)
 - α/n_t : Διαίρεση επιπέδου σημαντικότητας με αριθμό συγκρίσεων (π.χ. $\alpha = .05 / 6 = .0083$)
 - **Tukey HSD** (πολύ αυστηρό) (όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί)
 - **Scheffe** (πάρα πολύ αυστηρό)
- **Games Howell** (αυστηρό) * (δεν προϋποθέτει ίση διακύμανση στις ομάδες, ή σε περιπτώσεις ομάδων με διαφορετικό αριθμό ατόμων)



Ανονα Ενός Παράγοντα, Αν. Μετρ.: Προκαταρκτικές Πληροφορ.

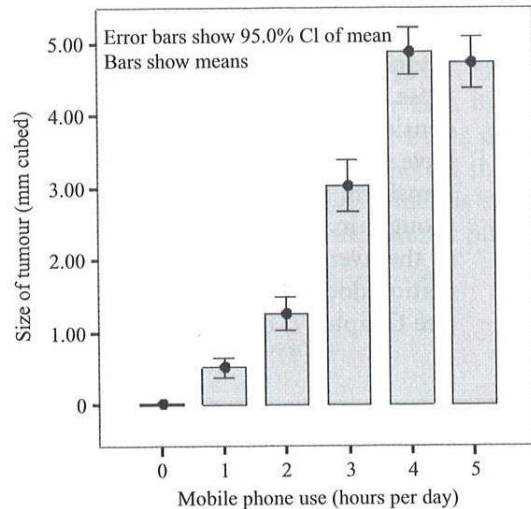


Figure 6.3: Error bar chart of the group means for different hours per day of mobile phone use

- Προϋπόθεση ομοιογένειας διακυμάνσεων
- Levene test: Είναι η διακύμανση των ομάδων ίδια? Αν η τιμή του κριτηρίου σημαντικότητας είναι κρίσιμη ($<.05$), τότε σημαίνει ότι η διακύμανση δεν είναι ίδια, άρα έχει παραβιαστεί η αρχή της ομοιογένειας → μετασχηματισμός (transformation) ή χρήση μη-παραμετρικής μεθόδου

Descriptives								
Size of Tumour (MM cubed)								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	20	.0175	.01213	.00271	.0119	.0232	.00	.04
1	20	.5149	.28419	.06355	.3819	.6479	.00	.94
2	20	1.2614	.49218	.11005	1.0310	1.4917	.48	2.34
3	20	3.0216	.76556	.17118	2.6633	3.3799	1.77	4.31
4	20	4.8878	.69625	.15569	4.5619	5.2137	3.04	6.05
5	20	4.7306	.78163	.17478	4.3648	5.0964	2.70	6.14
Total	120	2.4056	2.02662	.18500	2.0393	2.7720	.00	6.14

Test of Homogeneity of Variances			
Size of Tumour (MM cubed)			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
10.245	5	114	.000

Αποτελεσματα Ανονα

ANOVA

Size of Tumour (MM cubed)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	450.664	5	90.133	269.733	.000
Within Groups	38.094	114	.334		
Total	488.758	119			

- Between groups: SS_M (M=Model) – δλδ συστηματική διακύμανση
- Within groups: SS_R (R=Random) – δλδ τυχαία (φυσιολογική) διακύμανση
- Mean Squares (MS) = Sum of Squares (SS)/df
- **Μερικά χρήσιμα Post hoc tests**, σε αύξουσα σειρά αυστηρότητας: Bonferroni, Games-Howell, Tukey HSD

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Size of Tumour (MM cubed)

Games-Howell

(I) Mobile Phone Use (Hours Per Day)	(J) Mobile Phone Use (Hours Per Day)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	1	-.4973*	.18280	.000	-.6982	-.2964
	2	-1.2438*	.18280	.000	-1.5916	-.8960
	3	-3.0040*	.18280	.000	-3.5450	-2.4631
	4	-4.8702*	.18280	.000	-5.3622	-4.3783
	5	-4.7130*	.18280	.000	-5.2653	-4.1608
1	0	.4973*	.18280	.000	.2964	.6982
	2	-.7465*	.18280	.000	-1.1327	-.3603
	3	-2.5067*	.18280	.000	-3.0710	-1.9424
	4	-4.3729*	.18280	.000	-4.8909	-3.8549
	5	-4.2157*	.18280	.000	-4.7908	-3.6406
2	0	1.2438*	.18280	.000	.8960	1.5916
	1	.7465*	.18280	.000	.3603	1.1327
	3	-1.7602*	.18280	.000	-2.3762	-1.1443
	4	-3.6264*	.18280	.000	-4.2017	-3.0512
	5	-3.4692*	.18280	.000	-4.0949	-2.8436
3	0	3.0040*	.18280	.000	2.4631	3.5450
	1	2.5067*	.18280	.000	1.9424	3.0710
	2	1.7602*	.18280	.000	1.1443	2.3762
	4	-1.8662*	.18280	.000	-2.5607	-1.1717
	5	-1.7090*	.18280	.000	-2.4429	-.9751
4	0	4.8702*	.18280	.000	4.3783	5.3622
	1	4.3729*	.18280	.000	3.8549	4.8909
	2	3.6264*	.18280	.000	3.0512	4.2017
	3	1.8662*	.18280	.000	1.1717	2.5607
	5	.1572	.18280	.984	-.5455	.8599
5	0	4.7130*	.18280	.000	4.1608	5.2653
	1	4.2157*	.18280	.000	3.6406	4.7908
	2	3.4692*	.18280	.000	2.8436	4.0949
	3	1.7090*	.18280	.000	.9751	2.4429
	4	-.1572	.18280	.984	-.8599	.5455

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



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Αναφορά Αποτελεσματος

- Το test Levene κατέδειξε παραβίαση της αρχής της ομοιογένειας, $F(5, 114) = 10.25, p < .001$. Ο μετασχηματισμός δεν έλυσε το πρόβλημα, οπότε αναφέρονται τα ευρήματα της ANOVA. Η ανάλυση καταδεικνύει ότι η χρήση κινητού τηλεφώνου οδήγησε σε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση του μέγεθους του εγκεφαλικού όγκου των συμμετεχόντων, $F(5, 114) = 269.73, p < .001$. Εκ των υστέρων συγκρίσεις (Games-Howell) κατέδειξαν διαφοροποίηση σε κάθε ομάδα ($p < .001$ για κάθε σύγκριση) εκτός από τις ομάδες των 4 και 5 ωρών



One-Way ANOVA: Ένας Παράγοντας, Επαναλαμβανόμενες Μετρήσεις

- Παράγοντας = μεταβλητή
- Σύγκριση πολλών μέσων όρων για μια μεταβλητή σε πολλές μετρήσεις (>2) μιας ομάδας (επαναλαμβανόμενες μετρήσεις)
 - Κάθε συμμετέχοντας συνεισφέρει σε παραπάνω της μιας ομάδας
- ANOVA ενός παράγοντα, επαναλαμβανόμενες μετρήσεις.
- Προϋποθέσεις:
 - Διαφορές μέσων όρων
 - Κλίμακα ίσων διαστημάτων ή αναλογική
 - Επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ή εξαρτημένα δείγματα
 - Προϋποθέσεις παραμετρικών κριτηρίων



Ανονα Ενος Παραγοντα – Επαναληπτικες Μετρησεις

- Επιπλέον προϋπόθεση: Σφαιρικότητα (Sphericity)
 - Όχι μόνο οι ομάδες, αλλά και οι διαφορές μεταξύ ομάδων ακολουθούν παρόμοια διακύμανση
 - Η διαφορά μεταξύ κάθε ζεύγους από τις ομάδες (κάθε ζεύγος σκορ, π.χ. βάρος πριν και μετά την εξάσκηση) ακολουθεί παρόμοια διακύμανση
- SPSS: Mauchly's test of sphericity
 - Στατιστική σημαντικότητα σημαίνει παραβίαση της αρχής της σφαιρικότητας



Παραδειγμα SPSS: 1-Way Repeated

- Ανεξάρτητη μεταβλητή: Αριθμός ποτών που καταναλώθηκαν (1-4 πότα)
- Εξαρτημένη μεταβλητή: Αριθμός ατόμων του αντίθετου φύλου που έτυχαν “επισκόπησης”/φλέρτ
- Επηρεάζεται αυτή η συμπεριφορά από το αλκοόλ?

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

ALCOHOL	Dependent Variable
1	PINT1
2	PINT2
3	PINT3
4	PINT4

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
1 Pint	11.7500	4.31491	20
2 Pints	11.7000	4.65776	20
3 Pints	15.2000	5.80018	20
4 Pints	14.9500	4.67327	20

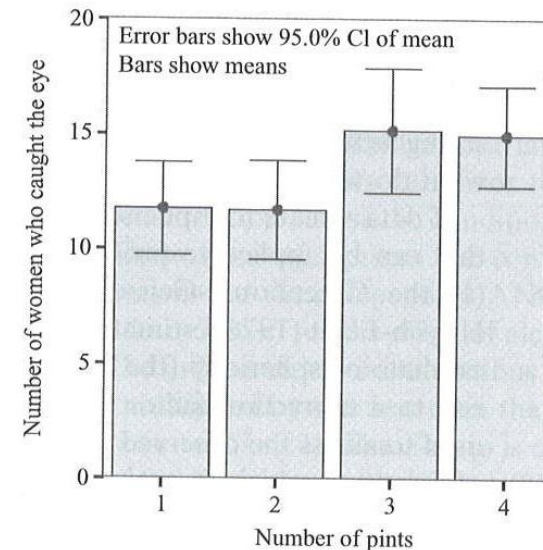


Figure 6.4 Error bar chart of the mean number of women eyed-up after different doses of alcohol

Σφαιρικότητα Και Within-Subjects Effects

- Έλεγχος σφαιρικότητας

Mauchly's Test of Sphericity^b

Measure: MEASURE_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
ALCOHOL	.477	13.122	5	.022	.745	.849	.333

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

a. 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.

b. Design: Intercept
Within Subjects Design: ALCOHOL

- Αν παραβιάζεται θα χρησιμοποιήσουμε τις διορθωμένες τιμές (διόρθωση βαθμών ελευθερίας):

- Greenhouse-Geisser (πιο αυστηρό)
- Huynh-Feldt
- Lower Bound

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ALCOHOL	Sphericity Assumed	225.100	3	75.033	4.729	.005
	Greenhouse-Geisser	225.100	2.235	100.706	4.729	.011
	Huynh-Feldt	225.100	2.547	88.370	4.729	.008
	Lower-bound	225.100	1.000	225.100	4.729	.042
Error(ALCOHOL)	Sphericity Assumed	904.400	57	15.867		
	Greenhouse-Geisser	904.400	42.469	21.296		
	Huynh-Feldt	904.400	48.398	18.687		
	Lower-bound	904.400	10.000	90.440		



Εκ Των Υστερων Συγκριση (Post hocs)

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
1 Pint	11.7500	4.31491	20
2 Pints	11.7000	4.65776	20
3 Pints	15.2000	5.80018	20
4 Pints	14.9500	4.67327	20

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) ALCOHOL	(J) ALCOHOL	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	5.000E-02	.742	1.000	-2.133	2.233
	3	-3.450	1.391	.136	-7.544	.644
	4	-3.200	1.454	.242	-7.480	1.080
2	1	-5.000E-02	.742	1.000	-2.233	2.133
	3	-3.500*	1.139	.038	-6.853	-.147
	4	-3.250	1.420	.202	-7.429	.929
3	1	3.450	1.391	.136	-.644	7.544
	2	3.500*	1.139	.038	.147	6.853
	4	.250	1.269	1.000	-3.485	3.985
4	1	3.200	1.454	.242	-1.080	7.480
	2	3.250	1.420	.202	-.929	7.429
	3	-.250	1.269	1.000	-3.985	3.485

Based on estimated marginal means

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

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

- Παραβίαση του τεστ σφαιρικότητας του Mauchly [$\chi^2 = 13.12$, $p = .022$] οδήγησε στη χρήση της διόρθωσης Huynh-Feldt των βαθμών ελευθερίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η επισκόπηση γυναικών από τους άντρες επηρρεάστηκε από το αλκοόλ [$F(2.55, 48.40) = 4.73$, $p = .008$, $r = .40$]. Εκ των υστέρων συγκρίσεις με τη διόρθωση Bonferroni έδειξαν ότι η διαφορά προκύπτει μεταξύ της κατανάλωσης 2 και 3 ποτών (M2 vs M3: $p = .038$).

ANOVA Στο SPSS: 1 Παράγοντας

- 1 Παράγοντας, Ανεξάρτητες Μετρήσεις
 - Analyze → Compare Means → One-Way ANOVA
 - Dependent: Εξαρτημένη μεταβλητή
 - Factor: Ανεξάρτητη μεταβλητή

- 1 Παράγοντας, Επαναλαμβανόμενες Μετρήσεις
 - Analyze → General Linear Model → Repeated Measures
 - Within-Subject Factor Name: Ονομάζουμε την ανεξάρτητη μεταβλητή και καταχωρούμε τον αριθμό των επιπέδων της
 - Measure Name: Όνομα εξαρτημένης μεταβλητής



ANOVA Διο ή Περισσοτερων

Παραγοντων:

Κύριες Επιδράσεις & Αλληλεπιδράσεις

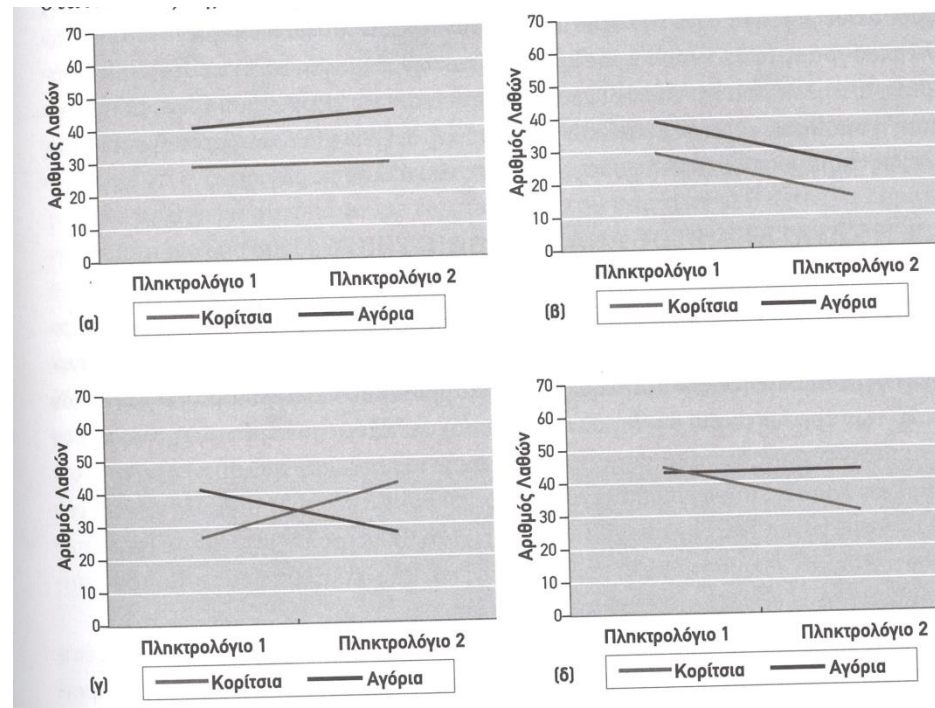
- Όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί των ανεξάρτητων μεταβλητών
 - 2 × 2, 3 × 6 κ.ο.κ.
 - Π.χ. 2 πληκτρολόγια, 2 φύλα (2 × 2)

ο κύρια επίδραση

- Η ξεχωριστή επίδραση κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη
 - Πώς επιδρά το φύλο (διαφορά αντρών - γυναικών)
 - Πώς επιδρά το πληκτρολόγιο (διαφορά των 2 πληκτρολογίων)

ο Αλληλεπίδραση

- Η επίδραση κάθε επιπέδου της μιας μεταβλητής σε κάθε ένα ξεχωριστό επίπεδο της άλλης μεταβλητής
 - Πώς επιδρά το καθένα από τα 2 πληκτρολόγια σε άντρες και γυναίκες ξεχωριστά;
 - Εναλλακτικά: Υπάρχει διαφορά ανάμεσα στα 2 πληκτρολόγια μόνο στους άντρες ή μόνο στις γυναίκες;



ΑΝΟΝΑ Δυο Παραγοντων – Ανεξαρτητες Ομαδες

• Δυο ανεξάρτητες μεταβλητές, ανεξάρτητα δείγματα

□ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:

- Α. Ηλικία (κάτω των 40, άνω των 40), Β. Είδος μουσικής (3 επίπεδα)
- Εξαρτημένη μεταβλητή: Βαθμολογία προτίμησης για κάθε είδος μουσικής (-100 έως +100)

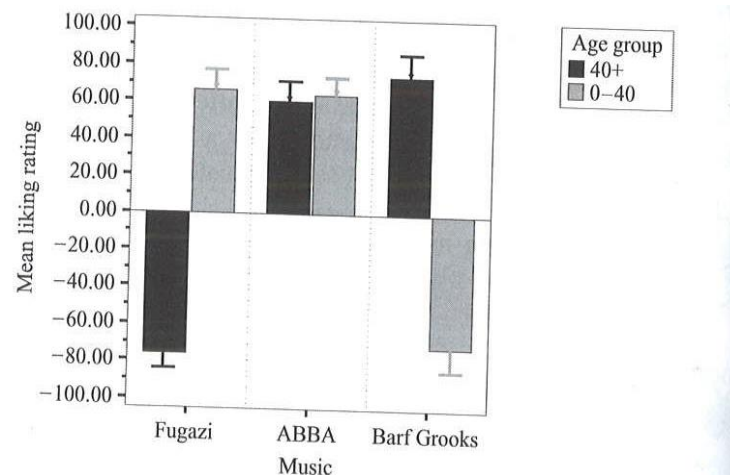


Figure 6.5 Error bar chart of the mean ratings of different types of music for two different age gr

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Liking Rating

Music	Age Group	Mean	Std. Deviation	N
Fugazi	40+	-75.8667	14.37193	15
	0-40	66.2000	19.90406	15
	Total	-4.8333	74.23406	30
Abba	40+	59.9333	19.98380	15
	0-40	64.1333	16.99524	15
	Total	62.0333	18.35189	30
Barf Grooks	40+	74.2667	22.29499	15
	0-40	-71.4667	23.17901	15
	Total	1.4000	77.40783	30
Total	40+	19.4444	70.93164	45
	0-40	19.6222	68.06257	45
	Total	19.5333	69.12035	90

Αποτελεσματα Ανόνα

- Έλεγχος ομοιογένειας διακύμανσης

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: Liking Rating

F	df1	df2	Sig.
1.189	5	84	.322

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+MUSIC+AGE+MUSIC * AGE

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Liking Rating

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	392654.933 ^a	5	78530.987	202.639	.000
Intercept	34339.600	1	34339.600	88.609	.000
MUSIC	81864.067	2	40932.033	105.620	.000
AGE	.711	1	.711	.002	.966
MUSIC * AGE	310790.156	2	155395.078	400.977	.000
Error	32553.467	84	387.541		
Total	459548.000	90			
Corrected Total	425208.400	89			

a. R Squared = .923 (Adjusted R Squared = .919)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Liking Rating

	(I) Music	(J) Music	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Games-Howell	Fugazi	Abba	-66.8667*	5.08292	.000	-101.1477	-32.5857
		Barf Grooks	-6.2333	5.08292	.946	-53.3343	40.8677
	Abba	Fugazi	66.8667*	5.08292	.000	32.5857	101.1477
		Barf Grooks	60.6333*	5.08292	.001	24.9547	96.3119
	Barf Grooks	Fugazi	6.2333	5.08292	.946	-40.8677	53.3343
		Abba	-60.6333*	5.08292	.001	-96.3119	-24.9547

Based on observed means.

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



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

Αναφορά Αποτελεσμάτων

- Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι το είδος της μουσικής επηρεάζει σημαντικά την βαθμολόγηση της [$F(2, 84) = 105.62, p < .001$]. Εκ των υστέρων συγκρίσεις (με διόρθωση Games-Howell) αποκαλύπτουν ότι οι ABBA είχαν υψηλότερη βαθμολογία από τους Fugazi και Barf Grooks ($p_s < .001$)
- Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη βαθμολογία μεταξύ των ηλικιακών γκρουπ.
- Η **αλληλεπίδραση** ηλικίας και είδους μουσικής ήταν στατιστικά σημαντική [$F(2, 84) = 400.98, p < .001$], υποδηλώνοντας ότι διαφορετικά είδη μουσικής βαθμολογούνταν διαφορετικά από άτομα κάθε ηλικίας. Οι Fugazi αξιολογούνταν πιο θετικά από νεότερους ($M = 66.20, SD = 19.90$) σε σχέση με τους μεγαλύτερους ($M = -75.87, SD = 14.37$); οι ABBA είχαν παρόμοιες βαθμολογίες από νέους ($M = 64.13, SD = 16.99$) και μεγαλύτερους ($M = 59.93, SD = 19.98$); οι Barf Grooks είχαν λιγότερο θετική αξιολόγηση από τους νεότερους ($M = -71.47, SD = 23.17$), σε σχέση με τους μεγαλύτερους ($M = 74.27, SD = 22.29$).



ΑΝΟΝΑ Δυο Παραγοντων – Επαναλαμβανομες Μετρησεις

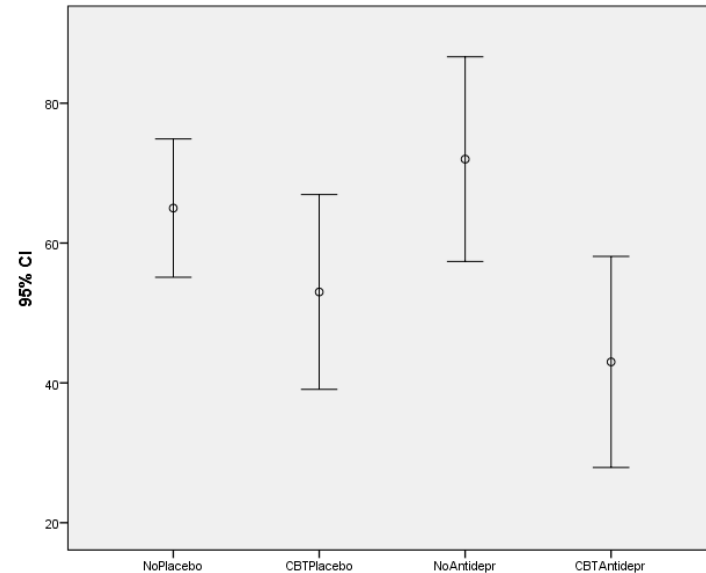
- Δύο ανεξάρτητες μεταβλητές, επαναλαμβανόμενες μετρήσεις
- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ (δείγμα 4 ασθενών και στις 4 συνθήκες – 2 × 2):
 - Α. Φάρμακο (αντικαταθλιπτικό, placebo)
 - Β. Είδος θεραπείας (Καμία, Γνωστική-Συμπεριφορική)
 - Εξαρτημένη μεταβλητή: Αριθμός των σκέψεων αυτοκτονίας κατά την τελευταία βδομάδα κάθε μήνα

Φάρμακο	Placebo		Αντικαταθλιπτικό	
Θεραπεία	Καμία	ΓΣΘ	Καμία	ΓΣΘ
Α.Χ.	70	60	81	52
Λ.Μ.	66	52	70	40
Φ.Δ.	56	41	60	31
Β.Κ.	68	59	77	49
Μέσος όρος	65	53	72	43



ΑΝΟΝΑ Δυο Παραγοντων – Επαναλαμβανομες Μετρησεις

- Περιγραφικά δεδομένα



Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

Drug	Therapy	Dependent Variable
1	1	NoPlacebo
	2	CBTPlacebo
2	1	NoAntidepr
	2	CBTAntidepr

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
NoPlacebo	65.0000	6.21825	4
CBTPlacebo	53.0000	8.75595	4
NoAntidepr	72.0000	9.20145	4
CBTAntidepr	43.0000	9.48683	4

Mauchly's Test of Sphericity^a

Measure: MEASURE_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^b		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
Drug	1.000	.000	0	.	1.000	1.000	1.000
Therapy	1.000	.000	0	.	1.000	1.000	1.000
Drug * Therapy	1.000	.000	0	.	1.000	1.000	1.000

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: Drug + Therapy + Drug * Therapy

Έλεγχος ομοιογένειας διακύμανσης (σφαιρικότητα)



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

Αποτελεσματα Άνονα (Σημαντικότητα)

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power ^a
Drug	Sphericity Assumed	9.000	1	9.000	1.459	.314	.327	1.459	.139
	Greenhouse-Geisser	9.000	1.000	9.000	1.459	.314	.327	1.459	.139
	Huynh-Feldt	9.000	1.000	9.000	1.459	.314	.327	1.459	.139
	Lower-bound	9.000	1.000	9.000	1.459	.314	.327	1.459	.139
Error(Drug)	Sphericity Assumed	18.500	3	6.167					
	Greenhouse-Geisser	18.500	3.000	6.167					
	Huynh-Feldt	18.500	3.000	6.167					
	Lower-bound	18.500	3.000	6.167					
Therapy	Sphericity Assumed	1681.000	1	1681.000	530.842	.000	.994	530.842	1.000
	Greenhouse-Geisser	1681.000	1.000	1681.000	530.842	.000	.994	530.842	1.000
	Huynh-Feldt	1681.000	1.000	1681.000	530.842	.000	.994	530.842	1.000
	Lower-bound	1681.000	1.000	1681.000	530.842	.000	.994	530.842	1.000
Error(Therapy)	Sphericity Assumed	9.500	3	3.167					
	Greenhouse-Geisser	9.500	3.000	3.167					
	Huynh-Feldt	9.500	3.000	3.167					
	Lower-bound	9.500	3.000	3.167					
Drug * Therapy	Sphericity Assumed	289.000	1	289.000	192.667	.001	.985	192.667	1.000
	Greenhouse-Geisser	289.000	1.000	289.000	192.667	.001	.985	192.667	1.000
	Huynh-Feldt	289.000	1.000	289.000	192.667	.001	.985	192.667	1.000
	Lower-bound	289.000	1.000	289.000	192.667	.001	.985	192.667	1.000
Error(Drug*Therapy)	Sphericity Assumed	4.500	3	1.500					
	Greenhouse-Geisser	4.500	3.000	1.500					
	Huynh-Feldt	4.500	3.000	1.500					
	Lower-bound	4.500	3.000	1.500					

a. Computed using alpha = .05



Αποτελεσματα Ανονα (Μέσοι Όροι)

- Φάρμακο

Estimates

Measure: MEASURE_1

Drug	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	59.000	3.725	47.146	70.854
2	57.500	4.668	42.644	72.356

- Θεραπεία

Estimates

Measure: MEASURE_1

Therapy	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
1	68.500	3.824	56.329	80.671
2	48.000	4.546	33.532	62.468

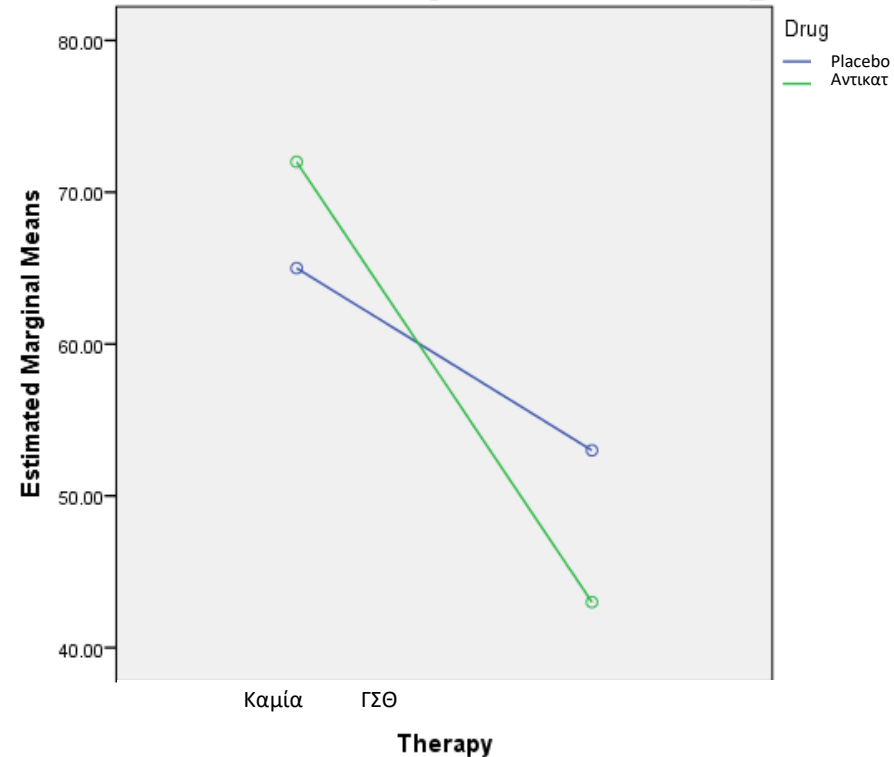
- Αλληλεπίδραση

4. Drug * Therapy

Measure: MEASURE_1

Drug	Therapy	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1	1	65.000	3.109	55.105	74.895
	2	53.000	4.378	39.067	66.933
2	1	72			
	2	43			

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ;

ANCOVA (Analysis Of Covariance) – Ανάλυση Συν-διακύμανσης

- Προσαρμογή του αποτελέσματος της ANOVA με βάση τη γραμμική σχέση (π.β. ανάλυση παλινδρόμησης) της εξαρτημένης μεταβλητής με τη συμμεταβλητή
 - Η συμμεταβλητή παρεμβαίνει στη σχέση της ανεξάρτητης και εξαρτημένης μεταβλητής
 - Χρήσιμη σε περιπτώσεις μη πειραματικής προσέγγισης, όπου είναι δύσκολος ο χειρισμός τρίτων μεταβλητών που ξέρουμε πως είναι σημαντικές
- Ίδια λογική και διαδικασία με ANOVA, μόνη διαφορά η χρήση προσαρμοσμένων (διορθωμένων) μέσων όρων – adjusted means
- Ίδιες προϋποθέσεις, αλλά προσθήκη: **ομοιογένεια παλινδρόμησης**
 - Έλλειψη αλληλεπίδρασης ανάμεσα στη συμμεταβλητή και την ανεξάρτητη μεταβλητή
 - Επίσης έλλειψη συσχέτισης μεταξύ τους, αν έχουμε πολλές συμμεταβλητές



ΑΝΟΝΑ Στο SPSS: 2 Παράγοντες

- 2 Παράγοντες, Ανεξάρτητες Μετρήσεις
 - Analyze → General Linear Model → Univariate
 - Dependent Variable: Εξαρτημένη μεταβλητή
 - Fixed Factor(s): Ανεξάρτητες μεταβλητές
- 2 Παράγοντες, Επαναλαμβανόμενες Μετρήσεις
 - Analyze → General Linear Model → Repeated Measures
 - Within-Subject Factor Name: Ονομάζουμε τις ανεξάρτητες μεταβλητές και καταχωρούμε τον αριθμό των επιπέδων τους
 - Between Subjects Factor: Παράγοντας ανεξάρτητων μετρήσεων (**μικτά σχέδια**)
 - Measure Name: Όνομα εξαρτημένης μεταβλητής



MANOVA / MANCOVA

- Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης
 - Πολλές εξαρτημένες μεταβλητές, μία ή περισσότερες ανεξάρτητες
 - Διαφέρουν οι μέσοι όροι κάθε πληθυσμού που ορίζονται από το σύνολο εξαρτημένων μεταβλητών μεταξύ των επιπέδων του παράγοντα ή παραγόντων;
- Περισσότερες τις μιας εξαρτημένες μεταβλητές
 - Χρειάζεται να έχουν μέτρια συσχέτιση, όχι χαμηλή/μηδενική, όχι υψηλή



ΒΗΜΑΤΑ

- Στατιστικοί δείκτες MANOVA: έλεγχος της βασικής πολυμεταβλητής υπόθεσης (ότι οι μέσοι όροι κάθε πληθυσμού στις πολλαπλές εξαρτημένες μεταβλητές είναι ίσοι ανάμεσα στις ομάδες).
 - Wilks' Lambda, Pillai's Trace, Hotelling's Trace (T), Roy's Largest Root
 - Ανφέρετε επίσης το μέγεθος επίδρασης (effect size) (*Partial eta-square* η^2)
- Αν είναι στατιστικά σημαντικό το αποτέλεσμα, διερευνούμε με ξεχωριστές ANOVA για κάθε EM (με διόρθωση Bonferroni)



Προϋποθέσεις MANOVA

- Πολυμεταβλητή Κανονικότητα (Multivariate normality)*
 - Οι εξαρτημένες μεταβλητές ακολουθούν πολυμεταβλητή κανονική κατανομή για κάθε πληθυσμό.
 - Κάθε μεταβλητή ακολουθεί κανονική κατανομή αν αγνοήσουμε την επίδραση των λοιπών μεταβλητών, και για κάθε συνδυασμό τιμών των υπολοίπων μεταβλητών.
- Ομοιογένεια πινάκων διαύμανσης-συνδιακύμανσης (homogeneity of covariances matrices)*
 - Οι διακυμάνσεις για κάθε εξαρτώμενη μεταβλητή είναι περίπου ίσες σε όλες τις ομάδες και οι συνδιακυμάνσεις μεταξύ ζευγών εξαρτώμενων μεταβλητών είναι περίπου ίσες για όλες τις ομάδες.
- Ανεξαρτησία μετρήσεων
 - Τυχαία δειγματοληψία συμμετεχόντων, μετρήσεις δεν επηρεάζουν η μία την άλλη

*ανεκτική σε παραβιάσεις όταν το μέγεθος των ομάδων (N_s) είναι συγκρίσιμο / παρόμοιο



Παραδειγμα

- Οι μαθητές ενός Γυμνασίου προέρχονται από 3 γειτονικά δημοτικά σχολεία.
- Ο διευθυντής θέλει να διερευνήσει αν υπάρχουν διαφορές στο ακαδημαϊκό επίπεδο των αποφοίτων μαθητών των τριών δημοτικών σχολείων.
- Τυχαίο δείγμα 20 μαθητών από κάθε σχολείο
- ΕΜ: βαθμολογίες τελικής εξέτασης στα Αγγλικά και Μαθηματικά. ("English score" και "Maths score")
- ΑΜ: "Σχολείο", τρία επίπεδα (Α, Β, C)



SPSS Output

Descriptive Statistics

	School	Mean	Std. Deviation	N
English_Score	School A	75.6000	8.22960	20
	School B	62.7000	9.10234	20
	School C	61.5500	7.14124	20
	Total	66.6167	10.30401	60
Maths_Score	School A	43.9000	8.46603	20
	School B	40.7500	8.16201	20
	School C	30.7500	7.71789	20
	Total	38.4667	9.78145	60

- Στατιστικά σημαντική διαφορά στην Ακ. Επίδ. μεταξύ των σχολείων
- $F(4, 112) = 13.74, p < .0005$; Wilk's $\Lambda = 0.450$, partial $\eta^2 = .33$.

Multivariate Tests^d

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	Pillai's Trace	.989	2435.089 ^a	2.000	56.000	.000	.989
	Wilks' Lambda	.011	2435.089 ^a	2.000	56.000	.000	.989
	Hotelling's Trace	86.967	2435.089 ^a	2.000	56.000	.000	.989
	Roy's Largest Root	86.967	2435.089 ^a	2.000	56.000	.000	.989
School	Pillai's Trace	.616	12.681	4.000	114.000	.000	.308
	Wilks' Lambda	.450	13.735 ^a	4.000	112.000	.000	.329
	Hotelling's Trace	1.075	14.782	4.000	110.000	.000	.350
	Roy's Largest Root	.915	26.072 ^c	2.000	57.000	.000	.478

a. Exact statistic

b. Computed using alpha = .05

c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

d. Design: Intercept + {



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

Μονομεταβλητές ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	English_Score	2434.233 ^a	2	1217.117	18.114	.000	.389
	Maths_Score	1885.633 ^b	2	942.817	14.295	.000	.334
Intercept	English_Score	266266.817	1	266266.817	3962.769	.000	.986
	Maths_Score	88781.067	1	88781.067	1346.134	.000	.959
School	English_Score	2434.233	2	1217.117	18.114	.000	.389
	Maths_Score	1885.633	2	942.817	14.295	.000	.334
Error	English_Score	3829.950	57	67.192			
	Maths_Score	3759.300	57	65.953			
Total	English_Score	272531.000	60				
	Maths_Score	94426.000	60				
Corrected Total	English_Score	6264.183	59				
	Maths_Score	5644.933	59				

a. R Squared = .389 (Adjusted R Squared = .367)

b. Computed using alpha = .05

c. R Squared = .334 (Adjusted R Squared = .311)

- English ($F(2, 57) = 18.11$; $p < .0005$; partial $\eta^2 = .39$)
- Maths ($F(2, 57) = 14.30$; $p < .0005$; partial $\eta^2 = .33$).
- Bonferroni corrected critical α : $p < .025$.



Πολλαπλες Συγκρίσεις

Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) School	(J) School	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
English_Score	School A	School B	12.9000*	2.59214	.000	6.6622	19.1378
		School C	14.0500*	2.59214	.000	7.8122	20.2878
	School B	School A	-12.9000*	2.59214	.000	-19.1378	-6.6622
		School C	1.1500	2.59214	.897	-5.0878	7.3878
	School C	School A	-14.0500*	2.59214	.000	-20.2878	-7.8122
		School B	-1.1500	2.59214	.897	-7.3878	5.0878
Maths_Score	School A	School B	3.1500	2.56812	.443	-3.0300	9.3300
		School C	13.1500*	2.56812	.000	6.9700	19.3300
	School B	School A	-3.1500	2.56812	.443	-9.3300	3.0300
		School C	10.0000*	2.56812	.001	3.8200	16.1800
	School C	School A	-13.1500*	2.56812	.000	-19.3300	-6.9700
		School B	-10.0000*	2.56812	.001	-16.1800	-3.8200

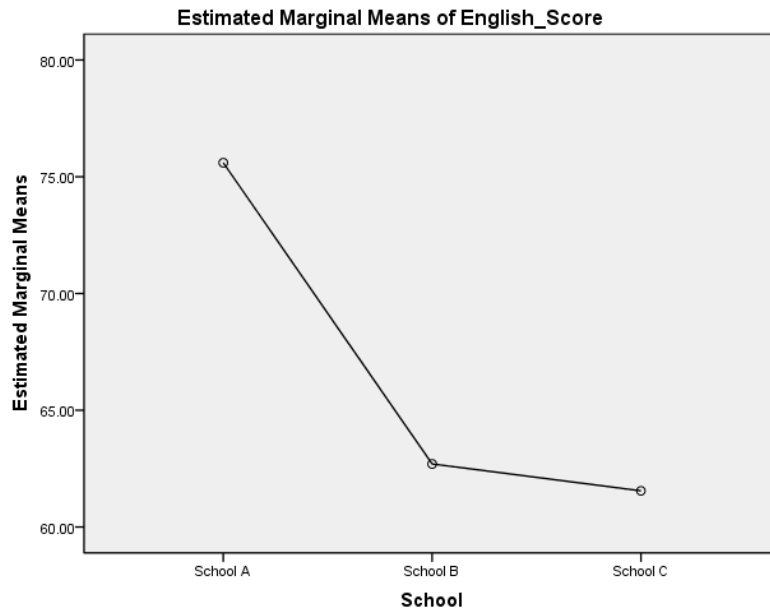
Based on observed means.
The error term is Mean Square(Error) = 65.953.

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

- English: Sig. A vs B ($p < .0005$), A vs C ($p < .0005$), Non-sig. B vs C ($p = .897$).
- Math: Sig. A vs C ($p < .0005$), B vs C ($p = .001$), Non-sig. A vs B ($p = .443$).

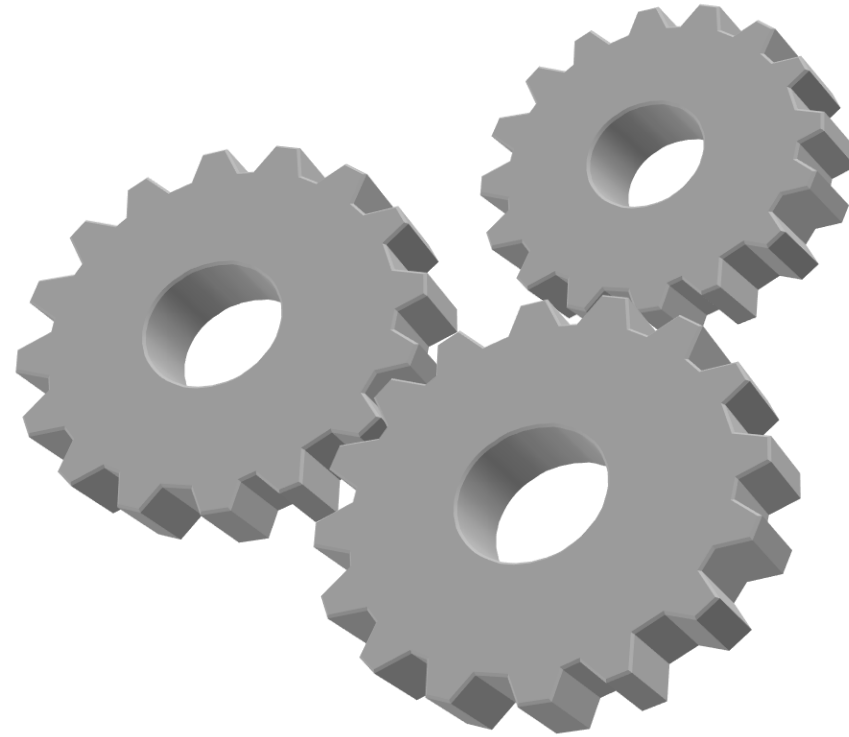


Διαγράμματα



- MANOVA / MANCOVA στο SPSS:
Analyze → General Linear Model → Multivariate





Στατιστική

Μη Παραμετρικά τεστ



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Παραμετρικές VS Μη-Παραμετρικές Αναλύσεις: Ποτε Χρησιμοποιούνται?

- Σημαντική απόφαση. Λάθος επιλογή μπορεί να οδηγήσει:
 - Σε χρήση λάθος στατιστικής ανάλυσης (παραβίαση προϋποθέσεων)
 - Σε χρήση στατιστικής ανάλυσης μικρότερης δύναμης (απώλεια στατιστικής δύναμης)
- **Παραμετρικές** στατιστικές
 - Χρησιμοποιούν πληροφορίες για το μέσο όρο και τη διακύμανση.
- **Μη παραμετρικές** στατιστικές
 - Δεν κάνουν υποθέσεις για την κατανομή των δεδομένων, για αυτό έχουν και λιγότερη στατιστική δύναμη, επειδή χρησιμοποιούν λιγότερες πληροφορίες
 - Π.χ. Παραμετρική συσχέτιση θα χρησιμοποιήσει πληροφορίες για το μέσο όρο και τη διακύμανση, ενώ η μη-παραμετρική συσχέτιση λαμβάνει υπόψη μόνο τη σειριακή θέση ζευγών δεδομένων (σκορ).



Παραμετρικές vs. Μη-Παραμετρικές Αναλύσεις

Παραμετρικές:

- Δεδομένα σε νουμερικά σκορ (κλίμακα ίσων διαστημάτων/αναλογική ή κλίμακα)
- Χρήση μέσων όρων & διακύμανσης
- Προϋποθέτει υποθέσεις για το σχήμα της κατανομής του πληθυσμού

Μη-Παραμετρικές:

- Δεδομένα σε κατηγορίες ή σε ιεραρχική σειρά (ονομαστική/διατάξιμη κλίμακα)
- Χρήση συχνοτήτων
- Δεν προϋποθέτει κάποια υποθήση για το σχήμα της κατανομής του πληθυσμού



Υποθέσεις Παραμετρικής & Μη Παραμετρικής Κατανομής

□ Υποθέσεις Παραμετρικής Κατανομής

- Ανεξαρτησία μετρήσεων
- Μετρήσεις προέρχονται από ένα πληθυσμό που ακολουθεί κανονική κατανομή
- Πληθυσμοί (π.χ. στη σύγκριση 2 γκρουπ ή 2 πειραματικών ομάδων) έχουν την ίδια διακύμανση (υπόθεση ομοιογένειας διακύμανσης)

□ Υποθέσεις Μη-Παραμετρικής Κατανομής

- Ανεξαρτησία μετρήσεων
- Η μεταβλητή που μας ενδιαφέρει έχει κάποια συνέχεια (μπορεί να ιεραρχηθεί)



Επιλεγοντας Στατιστικο Τεστ

Στόχος	Είδος δεδομένων	
	Παραμετρική ανάλυση (πληθυσμός με κανονική κατανομή)	Μη παραμετρική ανάλυση (μη κανονική κατανομή)
Περιγραφή ενός γκρουπ	Μέσος όρος, Τυπική Απόκλιση	Διάμεσος, ενδο-τεταρτημοριακό εύρος
Σύγκριση ενός γκρουπ με μια υποθετική μέτρηση	t test ενός δείγματος	Wilcoxon test
Σύγκριση δυο ανεξάρτητων γκρουπ	t test ανεξάρτητων μετρήσεων	Mann-Whitney test
Σύγκριση δυο εξισωμένων γκρουπ / επαναλαμβ. μετρ.	t test επαναλαμβανόμενων μετρήσεων	Wilcoxon test
Σύγκριση 3 ή περισσότερων ανεξάρτητων ομάδων	ANOVA ανεξάρτητων μετρήσεων (One-way)	Kruskal-Wallis test
Σύγκριση 3 ή περισσότερων εξισωμένων ομάδων / επαναλαμβ. μετρ.	ANOVA επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Repeated-measures)	Friedman test
Σχέση μεταξύ δυο μεταβλητών	Συσχέτιση Pearson	Συσχέτιση Spearman
Πρόβλεψη μεταβλητής από μια άλλη μεταβλητή	Απλή γραμμική παλινδρόμηση (ή απλή ή πολλαπλή μη γραμμική παλινδρόμηση)	Μη παραμετρική παλινδρόμηση
Πρόβλεψη μεταβλητής από πολλές άλλες μεταβλητές	Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση (ή πολλαπλή μη γραμμική παλινδρόμηση)	

Παραμετρικές vs. Μη-Παραμετρικές Αναλύσεις

Παραμετρική μέθοδος	Ισοδύναμη Μη-Παραμετρική
t-test ενός δείγματος	Έλεγχος χ^2 (έλεγχος καλής προσαρμογής)
t-test ανεξάρτητων μετρήσεων	Τεστ U του Mann-Whitney
t-test επαναλαμβανόμενων μετρήσεων	Τεστ προσήμου του Wilcoxon
ANOVA ενός παράγοντα, ανεξάρτητες μετρήσεις	Τεστ Kruskal-Wallis
ANOVA ενός παράγοντα, επαναλαμβανόμενες μετρήσεις	Τεστ Friedman



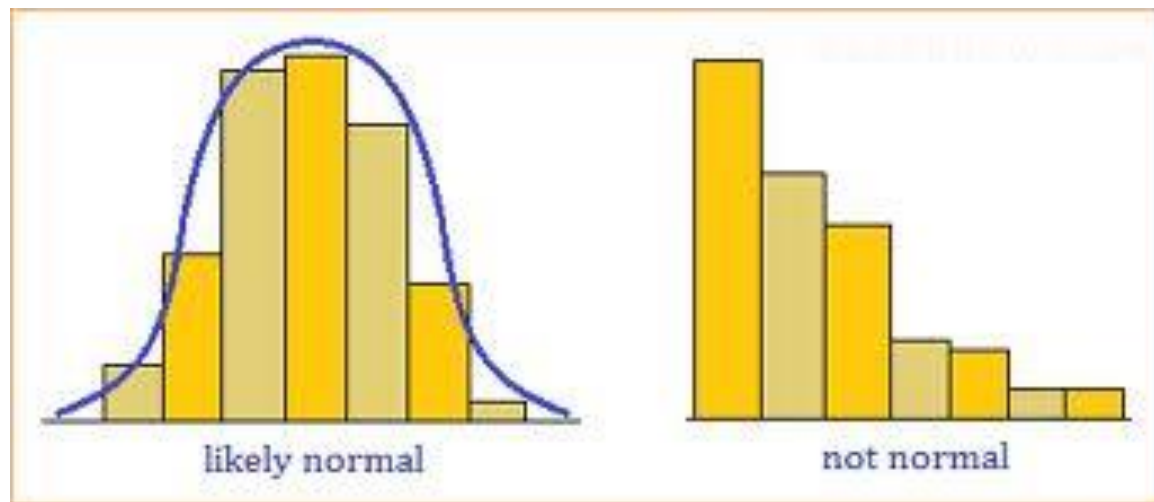
Παραμετρικές VS Μη-Παραμετρικές Αναλύσεις: Ποτε Χρησιμοποιούνται?

- Είδαμε ήδη τις βασικές διαφορές παραμετρικών – μη παραμετρικών αναλύσεων
 - Παραμετρικές αναλύσεις χρησιμοποιούν πληροφορίες για το μέσο όρο και τη διακύμανση.
 - Μη παραμετρικές στατιστικές δεν κάνουν υποθέσεις για την κατανομή των δεδομένων, για αυτό έχουν και λιγότερη στατιστική δύναμη, επειδή χρησιμοποιούν λιγότερες πληροφορίες

Ο Για αυτό επισημάναμε πόσο σημαντικός είναι ο περιγραφικός έλεγχος των δεδομένων μας, ιδιαίτερα της κανονικότητας της κατανομής, που μπορεί να ελεγχθεί με πολλούς τρόπους στο SPSS...



Έλεγχος Κανονικότητας Κατανομής



Οπτικός έλεγχος με τη δημιουργία ιστογραμμάτων!

Μειονεκτήματα:

- ✓ Κατανομή δείγματος μπορεί να μην είναι αντιπροσωπευτική του πληθυσμού
- ✓ Δε μπορείς να έχεις σαφή εικόνα της κατανομής για $N < 30$
- ✓ Υποκειμενικότητα! Πόσο πολύ πρέπει να διαφέρει από την κανονική κατανομή?

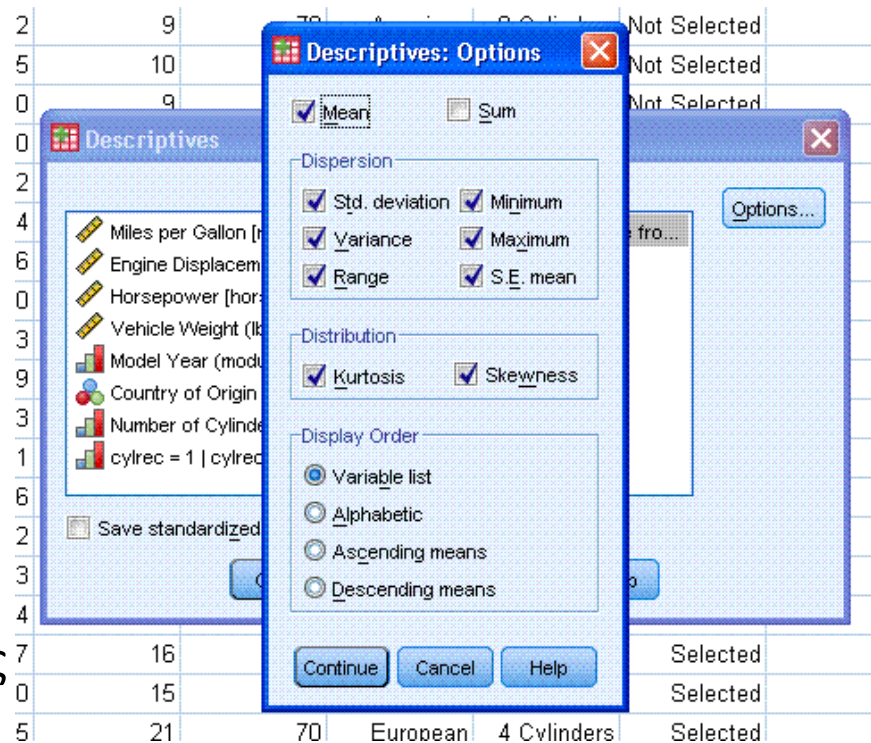
Ελεγχος Κανονικότητας Κατανομής

		Statistic ^a	Std. Error ^b
writing score	Mean ^f	52.7750	.67024
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound ^d 51.4533	
	Upper Bound ^e 54.0967		
	5% Trimmed Mean ^f	53.1389	
	Median ^g	54.0000	
	Variance ^h	89.844	
	Std. Deviation ⁱ	9.47859	
	Minimum ^j	31.00	
	Maximum ^k	67.00	
	Range ^l	36.00	
	Interquartile Range ^m	14.75	
	Skewness ⁿ	-.482	.172
	Kurtosis ^o	-.750	.342

Μέθοδος εύκολου ελέγχου της κατανομής στο πίνακα συχνοτήτων του SPSS:
Συμμετρία (skewness ~ 1),
Κύρτωση (kurtosis ~ 1) \rightarrow πλάτος κατανομής

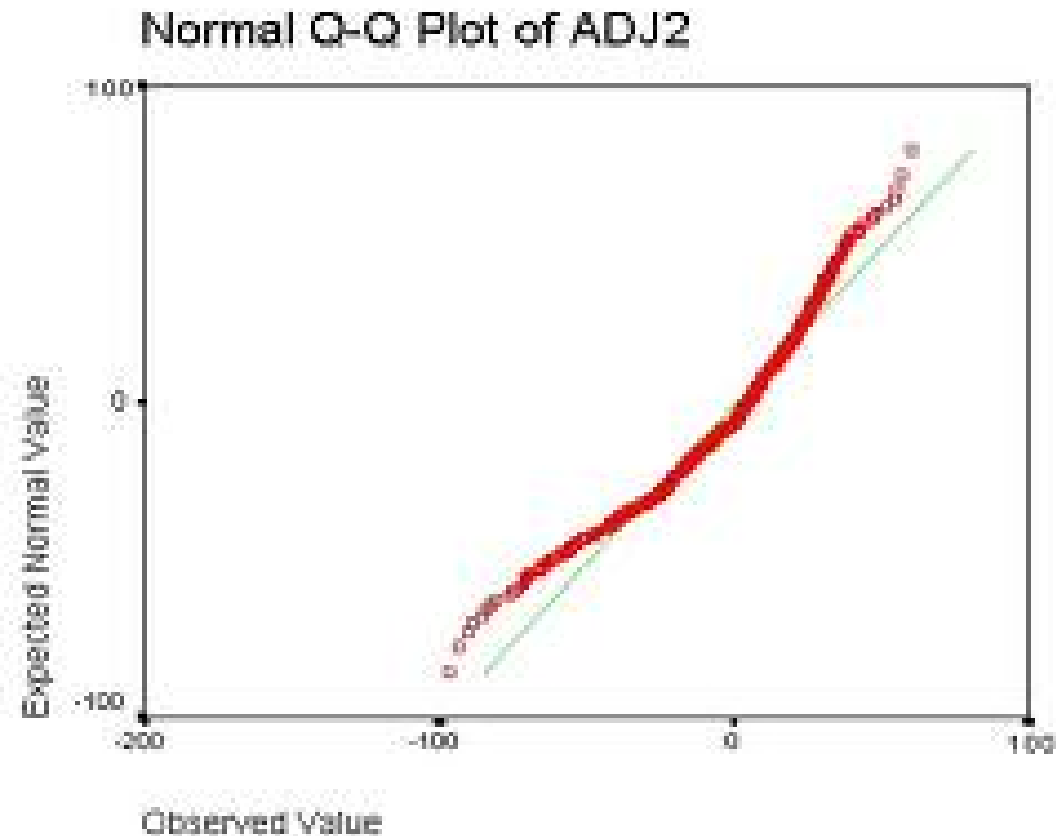
Μπορεί να ελεγχθεί με στατιστικά τεστάκια (π.χ. Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilks)

Προσοχή: Στατιστική δύναμη για αυτά τα τεστάκια εξαρτάται επίσης από μέγεθος δείγματος



Andy Field: Discovering Statistics Using SPSS

Ενας Άλλος Τροπος: Q-Q Plot



Αναμενόμενες
τιμές κανονικής
κατανομής vs.
παρατηρούμεν
ες τιμές στο
δείγμα μας



Έλεγχος Κανονικότητας Κατανομής Στο SPSS

- Πίνακες συχνοτήτων:
 - Analyze → Descriptive Statistics → Frequencies
- Ιστογράμματα, θηκογράμματα, QQ-plots, PP-plots
 - Analyze → Descriptive Statistics → Explore (Plots)
 - Analyze → Descriptive Statistics → Q-Q Plots
- Έλεγχοι καλής προσαρμογής
 - Kolmogorov-Smirnov (K-S)
 - Analyze → Nonparametric Tests → Legacy Dialogs → 1-Sample K-S
 - Θέλουμε $p > .05$ (μη σημαντικό)
 - Shapiro-Wilk (S-W)
 - Θέλουμε τιμή κοντά στο 1



Τι Κανουμε Σε Περιοπτωση Παραβιασης Των Προϋποθέσεων Της Παραμετρικότητας?

- **Επισήμανση:** Παρά τα προτερήματα της μη-παραμετρικής ανάλυσης (όπως οι περιπτώσεις που δε γνωρίζουμε την κατανομή στον πληθυσμό), υπάρχουν και μειονεκτήματα:
 - Μικρότερη στατιστική δύναμη ($1-\beta$) – αύξηση πιθανότητας σφάλματος τύπου II
 - Π.χ. θα χρειαζόμασταν μεγαλύτερο δείγμα για να επιτύχουμε την ίδια δύναμη με μια παραμετρική ανάλυση
- Συμβιβάζομαστε με την απώλεια στατιστικής δύναμης?
 - **Όχι αναγκαστικά, μπορούμε να δοκιμάσουμε μια ενδιάμεση λύση, να κάνουμε τα δεδομένα μας παραμετρικά!**
 - ✓ Ασυμμετρία κατανομής
 - ✓ Ακραίες τιμές
 - ✓ Έλλειψη γραμμικότητας
 - ✓ Άνισες διακινιάνσεις



Μεταμορφώσεις Δεδομένων

- ❑ «Κούρεμα» δεδομένων: Ακραίες τιμές
 - π.χ. 2-3 τυπικές αποκλίσεις από το μέσο όρο
- ❑ Μεταμορφώσεις δεδομένων: καθόλα στατιστικά νόμιμη διαδικασία
 - Το μόνο που πρέπει να προσέξουμε είναι η ερμηνεία των δεδομένων!
- Μεταμόρφωση είναι η διαδικασία κατά την οποία εφαρμόζουμε ένα μαθηματικό τύπο στα δεδομένα μας (σε κάθε σκορ) για να διορθώσουμε προβλήματα όπως αυτό της μη-κανονικής κατανομής
 - Προσοχή: μόνο σε περιπτώσεις μοντέλων της σχέσης μεταβλητών (π.χ. ανάλυση παλινδρόμησης) μπορεί να εφαρμοστεί μεταμόρφωση σε μια μόνο μεταβλητή. Σε συγκρίσεις μεταβλητών πρέπει να μεταμορφωθούν όλες.
 - **Δοκιμάστε ελεύθερα πολλές εναλλακτικές και διαλέξτε την καλύτερη!**



Συνηθισμένες Μεταμορφώσεις

❖ Με την εντολή “Compute” στο SPSS

- Λογαριθμική μεταμόρφωση (θετική ασυμμετρία, έλλειψη γραμμικότητας)
 - Δε μπορεί να εφαρμοστεί σε μηδενικές – αρνητικές τιμές (εκτός αν προσθέσουμε σε όλες τις τιμές μια σταθερά)
- Τετραγωνική ρίζα (θετική ασυμμετρία, έλλειψη γραμμικότητας)
 - Ίδιο πρόβλημα με αρνητικές τιμές
- Κλασματική μεταμόρφωση ($1/X$)
 - Minimum το 0 (πολύ μεγάλα σκορ)
 - Αντιστροφή μικρών – μεγάλων σκορ*
 - Δε μπορεί να εφαρμοστεί σε μηδενικές τιμές
- Αντίστροφα σκορ (με οποιοδήποτε από τα προηγούμενα: αρνητική ασυμμετρία)



Προτεινομενες Μεταμορφώσεις

- As suggested by Tabachnick and Fidell (2007) and Howell (2007), the following guidelines (including SPSS compute commands) should be used when transforming data.
- If your data distribution is... Use this transformation method.
 - Moderately positive skewness Square-Root
 - $\rightarrow \text{NEWX} = \text{SQRT}(X)$
 - Substantially positive skewness Logarithmic (Log 10)
 - $\rightarrow \text{NEWX} = \text{LG10}(X)$
 - Substantially positive skewness (with zero values) Logarithmic (Log 10)
 - $\rightarrow \text{NEWX} = \text{LG10}(X + C)$
 - Moderately negative skewness Square-Root
 - $\rightarrow \text{NEWX} = \text{SQRT}(K - X)$
 - Substantially negative skewness Logarithmic (Log 10)
 - $\rightarrow \text{NEWX} = \text{LG10}(K - X)$
- C = a constant added to each score so that the smallest score is 1. K = a constant from which each score is subtracted so that the smallest score is 1; usually equal to the largest score + 1.

Ασκήσεις SPSS

- Festival data
- Compute variable
- Transforms: Ln, SQRT
- Histograms



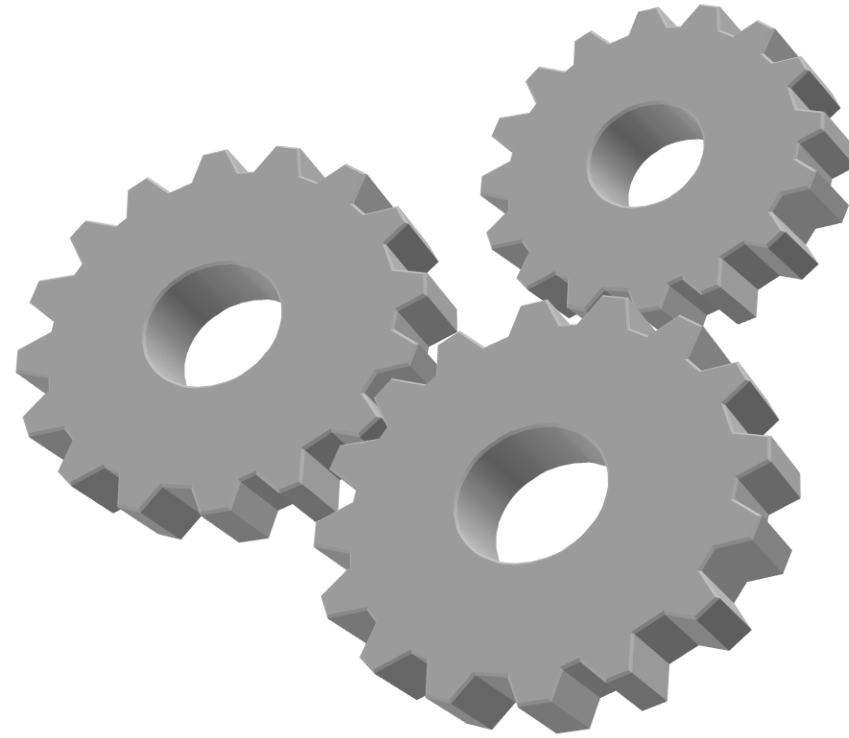
Μη Παραμετρικά Τεστ



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή



Έλεγχος χ^2



Παραμετρικές vs. Μη-Παραμετρικές Αναλύσεις

Παραμετρική μέθοδος	Ισοδύναμη Μη-Παραμετρική
Single sample t-test	Chi-square test for goodness of fit

- Έλεγχος χ^2 - έλεγχος του κατά πόσον η κατανομή των συχνοτήτων μια ποιοτικής μεταβλητής/-ών διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αναμενόμενη συχνότητα
- 1 μεταβλητή: κριτήριο καλής προσαρμογής / καταλληλότητας
- 2 μεταβλητές: ανεξαρτησία

- Προϋποθέτει
- Ποιοτικά δεδομένα - κατηγορική κλίμακα
- Δεδομένα συχνοτήτων
- Πρόβλεψη αριθμού συμμετεχόντων σε κάθε κατηγορία
- 20 συμμετέχοντες / μεταβλητή, 5 / κελί
- Κάθε συμμετέχοντας συμβάλλει σε ένα μόνο κελί



χ^2 : 1 μεταβλητή - έλεγχος καλής προσαρμογής

- Αντί του t test ενός δείγματος
- Διάφορα μεταξύ πραγματικών και αναμενόμενων (τυχαίων) μεταβλητών - Απόσταση από τυχαίο μοντέλο
- $\chi^2 = \sum [(O - A)^2 / A]$

❖ Παράδειγμα

Τρόπος μελέτης από φοιτητές			
Μεθοδική	Ακανόνιστη	Συνδυαστική	Σύνολο
51	27	42	120

- $A = N / k = 120 / 3 = 40$
- $df = k - 1 = 3 - 1 = 2$
- $\chi^2 = [(51-40)^2 / 40] + [(27 - 40)^2 / 40] + [(42 - 40)^2 / 40] = 7.35 > 5.99$ (κρίσιμη τιμή από πίνακα)
- $\chi^2(2) = 7.35, p = .025$



χ^2 - αναμενόμενες συχνότητες

- Διάφορα μεταξύ πραγματικών και αναμενόμενων μεταβλητών (αν οι δυο μεταβλητές είναι ανεξάρτητες)
 - Έλεγχος ανεξαρτησίας των δύο μεταβλητών
- Πίνακας δίπλης εισόδου - διασταύρωσης
- Απόλυτες συχνότητες, όχι ποσοστά (μετατροπή αν το N: γνωστό)

❖ Παράδειγμα

Μέθοδος διδασκ.	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Σύνολο
Νέα μέθοδος	6	15	23	44
Παραδ. μέθοδος	10	8	24	42
Σύνολο	16	23	47	T = 86



Υποθέσεις

- **H0:** Ανεξάρτητες οι δύο μεταβλητές (επίδοση και μέθοδος διδασκαλίας)
ή
- Το πλήθος των μαθητών με χαμηλή, μέτρια και υψηλή επίδοση θα είναι ίσο και για τις δύο μεθόδους διδασκαλίας

- **H1:** Οι δυο μεταβλητές είναι εξαρτημένες (σχετίζονται μεταξύ τους)
ή
- Το πλήθος των μαθητών με χαμηλή, μέτρια και υψηλή επίδοση θα είναι διαφορετικό για τις δύο μεθόδους διδασκαλίας



χ^2 - Υπολογισμός

- Υπολογισμό χ^2 με τον ίδιο τύπο
- $\chi^2 = \sum [(\Pi - A)^2 / A]$
- $\chi^2 = [(6 - 8.19)^2 / 8.19] + [(15 - 11.77)^2 / 11.77] + [(23 - 24.05)^2 / 24.05] + [(10 - 7.81)^2 / 7.81] + [(8 - 11.23)^2 / 11.23] + [(24 - 22.95)^2 / 22.95] = 3.11$
- **df = ($\Sigma - 1$) * ($\Gamma - 1$) = 2**
- 3.11 > 5.99 (κρίσιμη τιμή από πίνακα)
- Άρα δεχόμαστε $H_0: \chi^2 (2) = 3.11$, ns
 - Αν δεχόμασταν την H_1 θα έπρεπε να ελέγξουμε ανά 2: χαμηλή - μέτρια, χαμηλή - υψηλή, μέτρια - υψηλή
 - Bonferroni correction: $\alpha = .05/3 = .017$

○ Υπολογισμός A

- $A = (\Gamma * \Sigma) / T$

- $A_1 = (44 * 16) / 86 = 8.19$
- $A_2 = (44 * 23) / 86 = 11.77$
- $A_3 = (44 * 47) / 86 = 24.05$
- $A_4 = (42 * 16) / 86 = 7.81$
- $A_5 = (42 * 23) / 86 = 11.23$
- $A_6 = (42 * 47) / 86 = 22.95$

- $A_1 + A_2 + \dots + A_i = T$ (εδώ 86)



SPSS: χ^2

- 1 ποιοτική μεταβλητή
- Analyze --> Nonparametric tests --> legacy dialogs --> chi-square

- 2 ποιοτικές μεταβλητές
- Analyze --> Descriptive statistics --> Crosstabs
- Statistics: επιλογή χ^2 ή άλλου τεστ



Mann-Whitney U-Test

- Αντί του t-test ανεξάρτητων ομάδων
- Χρήση δεδομένων σε ιεραρχική (διατάξιμη) κλίμακα
 - H_0 ορθή: η ιεραρχική σειρά στην ομάδα A δε θα είναι συστηματικά μεγαλύτερη/μικρότερη από ομάδα B
 - H_0 λάθος: η ιεραρχική σειρά στην ομάδα A θα είναι συστηματικά μεγαλύτερη/μικρότερη από ομάδα B
- Ελέγχει αν τα ιεραρχικά σκορ των δύο δειγμάτων είναι τυχαία αναμεμειγμένα, ή συστηματικά μαζεμένα σε διαφορετικά άκρα της κλίμακας
- Διαδικασία:
 - Ιεράρχιση ομάδων A & B (χαμηλότερη προς ψηλότερη)
 - Υπολογισμός U_A και U_B : Πόσα από τα σκορ της άλλης ομάδας ακολουθούν τη σειρά του συγκεκριμένου σκορ



Υπολογισμος Mann-Whitney U

<http://faculty.vassar.edu/lowry/utest.html>

	Ordered Scores		Points for	Points for
Rank	Score	Sample	Sample A	Sample B
1	2	(A)	6 points	
2	6	(A)	6 points	
3	8	(B)		4 points
4	9	(A)	5 points	
5	15	(A)	5 points	
6	18	(B)		2 points
7	27	(A)	4 points	
8	48	(A)	4 points	
9	63	(B)		0 points
10	68	(B)		0 points
11	71	(B)		0 points
12	94	(B)		0 points



Προϋποθέσεις Mann-Whitney U

- ΔΕΝ προϋποθέτει:
 - Κανονική κατανομή
 - Ομοιογένεια διακύμανσης (Homogeneity of Variance)
-
- Προϋποθέτει:
 - Εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής
 - Λίγα ισόπαλα σκορ (ιεραρχικές σειρές)



Mann-Whitney U-Test

- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Σύγκριση αντρών – σκύλων ως προς τον αριθμό συμπεριφορών που εμφανίζουν τυπικά οι σκύλοι. Δείγμα 20 “ατόμων” από κάθε ομάδα. Φυσική παρατήρηση για 24 ώρες και καταγραφή συμπεριφορών.
- Έλεγχος κανονικότητας κατανομής:

Tests of Normality

Species	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Dog-Like Behaviour						
Dog	.244	20	.003	.899	20	.039
Man	.175	20	.109	.933	20	.176

a. Lilliefors Significance Correction

Υπολογισμος Mann-Whitney U

<http://faculty.vassar.edu/lowry/utest.html>

Ranks

	Species	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Dog-Like Behaviour	Dog	20	20.77	415.50
	Man	20	20.23	404.50
	Total	40		

- Περιγραφικές πληροφορίες που χρησιμοποιούν τα ιεραρχημένα δεδομένα μας (rankings)
- Μας πληροφορεί ποια ομάδα έχει τα χαμηλότερα και ποια τα υψηλότερα σκορ

Test Statistics^b

	Dog-Like Behaviour
Mann-Whitney U	194.500
Wilcoxon W	404.500
Z	-.150
Asymp. Sig. (2-tailed)	.881
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.883 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Species

- ✓ Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά σε “σκυλίσιες” συμπεριφορές μεταξύ αντρών και σκύλων



Mann-Whitney U-Test

Αποτελεσματα

- Οι άντρες (Διάμεσος = 27) δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τους σκύλους (Διάμεσος = 24) στον αριθμό των “σκυλίσιων” συμπεριφορών που επιδεικνύουν ($U = 194.5$, $p = .881$)

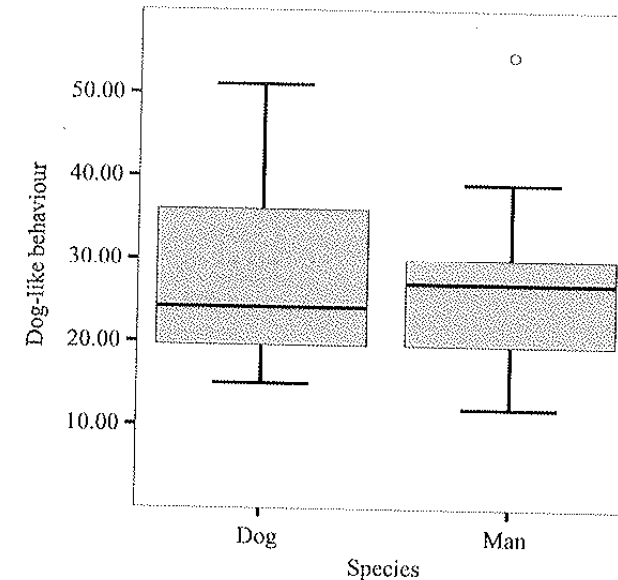


Figure 7.1 Boxplot for the dog-like behaviour in dogs and men

- Μπορούμε επίσης να υπολογίσουμε *effect size*:
 $r = Z / \sqrt{N} = -0.15 / \sqrt{40} = -.02$

Wilcoxon Signed-Ranks Test

- Εναλλακτική για t-test επαναλαμβανόμενων μετρήσεων
- Δεδομένα διατάξιμης κλίμακα (που μπορούν να ιεραρχηθούν)

A/α	Treatments		Διαφορά Ιεραρχ. Σειρά	
Συμ	1	2		
1	18	43	+25	6 (largest)
2	9	14	+5	2
3	21	20	-1	1 (smallest)
4	30	48	+18	5
5	14	21	+7	3
6	12	4	-8	4

- Πρόσθεση των ιεραρχικών σειρών που η διαφορά τους είχε θετικό πρόσημο: $6 + 2 + 5 + 3 = 16$
- Πρόσθεση των ιεραρχικών σειρών που η διαφορά τους είχε αρνητικό πρόσημο : $1 + 4 = 5$
- Wilcoxon T η μικρότερη απο τις δυο τιμές: 5



Assumptions of Wilcoxon Signed-Ranks

- ΔΕΝ προϋποθέτει κανονικότητα

Προϋποθέτει:

- Εξαρτημένη μεταβλητή συνεχής
- Λίγα ισόπαλα σκορ (ιεραρχικές σειρές)
 - Αν η διαφορά μεταξύ πολλών σκορ = 0, μοιράζουμε τις ιεραρχικές σειρές (ranks) των μηδενικών διαφορών εξίσου μεταξύ των γκρουπ των τιμών με αρνητικό και θετικό πρόσημο
 - Αν δυο σκορ έχουν την ίδια διαφορά, τους αποδίδουμε το μέσο όρο των ισόπαλων ιεραρχικών σειρών (π.χ. ισοπαλία 3^{ης} και 4^{ης} τιμής θα δώσει σειρά ιεραρχίας 3.5 και στα δύο σκορ)



Wilcoxon Signed-Ranks Test

- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:
 - Οδηγούν τα κρυμμένα μηνύματα σε τηλεοπτικά σποτ σε αύξηση της κατανάλωσης ενός προϊόντος?
 - 32 άτομα, μισά είδαν πρώτα το διαφημιστικό σποτ χωρίς το κρυμμένο μήνυμα, και μετά από 6 μήνες το ίδιο σποτ με κρυμμένο μήνυμα. Τα άλλα μισά με την αντίστροφη σειρά.
 - Εξαρτημένη μεταβλητή: Πόσα αναψυκτικά κατανάλωσαν την εβδομάδα μετά το διαφημιστικό.
- Αν H_0 ορθή: η διαφορά μεταξύ των σκορ δε θα είναι συστηματικά θετική ή αρνητική
 - Ομοιόμορφο μείγμα θετικών και αρνητικών διαφορών στα σκορ
 - **Καμία διαφορά μεταξύ των συνθηκών**
- Αν H_0 λάθος: συστηματική διαφορά μεταξύ των σκορ, περισσότερα θετικά ή αρνητικά
 - **Υπάρχει διαφορά μεταξύ των συνθηκών**



Wilcoxon Signed-Ranks Test: Αποτελεσματα

- Έλεγχος κανονικότητας κατανοιών:

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Message	.177	32	.012	.961	32	.296
No Message	.236	32	.000	.914	32	.014

a. Lilliefors Significance Correction

Το μικρότερο από τα 2 μπορεί να ελεγχθεί με βάση τον κατάλληλο πίνακα

- Αποτελ

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
No Message - Message	Negative Ranks	11 ^a	10.14	111.50
	Positive Ranks	17 ^b	17.32	294.50
	Ties	4 ^c		
	Total	32		

a. No Message < Message

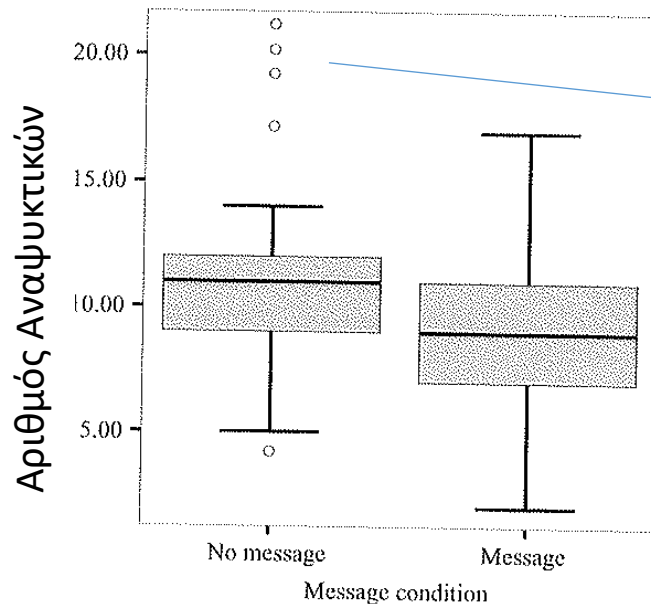
b. No Message > Message

c. Message = No Message



Wilcoxon Signed-Ranks: Αποτελεσματικά

- Μετατροπή σε Z σκορ → Ακολουθεί κανονική κατανομή ($\mu = 0, \sigma = 1$)



Test Statistics^b

	No Message - Message
Z	-2.094 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.036

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Μη παραμετρικό τεστ δεν επηρεάζεται από ακραίες τιμές!

Συμπέρασμα: Ο αριθμός των αναψυκτικών που καταναλώθηκαν μετά το υποσυνείδητο μήνυμα ($\Delta = 9$) είναι σημαντικά μικρότερος από τα αναψυκτικά που καταναλώθηκαν μετά την κανονική διαφήμιση ($\Delta = 11$), $T = 111.50, p = .036$

Kruskal-Wallis Test

- Εναλλακτική της ANOVA ενός παράγοντα, ανεξάρτητων μετρήσεων
- Δεδομένα σε ιεραρχική (διατάξιμη) κλίμακα

1. Original Data (numerical scores)			2. Find the rank of each score	
Treatments (raw scores)			Numerical Score	Ordinal Rank
I	II	III		
14	2	26	2	1
3	14	8	3	2
21	9	14	5	3.5
5	12	19	5	3.5
16	5	20	8	5
			9	6
			12	7
			14	9
			14	9
			14	9
			16	11
			19	12
			20	13
			21	14
			26	15

3. Ordinal Data (ranked scores)		
Treatments (ranked scores)		
I	II	III
9	1	15
2	9	5
14	6	9
3.5	7	12
11	3.5	13

4. Ranks in each treatment summed to give T (total) value for each treatment



Kruskal-Wallis Test

- Αν H_0 ορθή: ιεραρχία σε κάποια συνθήκη (T) δε θα είναι συστηματικά υψηλότερη ή χαμηλότερη από τις άλλες
- Καμία διαφορά μεταξύ των συνθηκών
- Αν H_0 λάθος: ιεραρχία σε μία τουλάχιστον συνθήκη (T) θα είναι συστηματικά υψηλότερη ή χαμηλότερη από κάποια άλλη συνθήκη
- Υπάρχει διαφορά μεταξύ των συνθηκών
- ΔΕΝ προϋποθέτει κανονική κατανομή



Kruskal-Wallis Test

- Έστω στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα στο Kruskal-Wallis Test – ποια γκρουπ διαφέρουν?
- Χρησιμοποιούμε Mann-Whitney U test μεταξύ δυάδων γκρουπ
- Κρίσιμη τιμή μπορεί να χρειάζεται διόρθωση Bonferroni ($= \alpha /$ αριθμός συγκρίσεων)
- Όχι όλες τις δυνατές συγκρίσεις, αλλά μόνο κάποιες θεωρητικά ουσιώδεις



Kruskal-Wallis Test

- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Αντιμετώπιση φόβου για κλόουν σε παιδιά. 3 ομάδες (15 παιδιά / ομάδα), διαφορετικού είδους θετικές πληροφορίες για κλόουν.
 - Α) Διαφημίσεις McDonalds
 - Β) Ιστορία
 - Γ) Πραγματικός κλόουν
- Επίσης, 1 ομάδα ελέγχου
- Εξαρτημένη μεταβλητή: Αξιολόγηση φοβίας κλόουν (αύξουσα κλίμακα, 0-5)



Kruskal-Wallis Test

- Έλεγχος κανονικότητας

Tests of Normality

Format of Information	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Fear beliefs Advert	.173	15	.200*	.897	15	.080
Story	.217	15	.056	.855	15	.020
Exposure	.230	15	.032	.867	15	.030
None	.419	15	.000	.603	15	.000

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

- Αποτελέσματα τεστ:

Ranks

Format of Information	N	Mean Rank
Fear beliefs Advert	15	45.03
Story	15	21.87
Exposure	15	23.77
None	15	31.33
Total	60	

Kruskal-Wallis Test

- Αποτελέσματα τεστ:

Ranks			
Format of Information	N	Mean Rank	
Fear beliefs Advert	15	45.03	
Story	15	21.87	
Exposure	15	23.77	
None	15	31.33	
Total	60		

Test Statistics^{a,b}

	Fear beliefs
Chi-Square	17.058
df	3
Asymp. Sig.	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Format of Information

Ακολουθεί κατανομή χ^2 , $df = k - 1$
 $k =$ αριθμός ομάδων (groups)

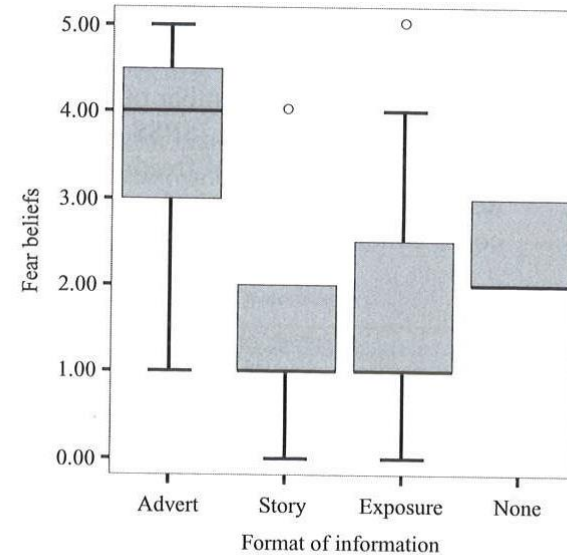


Figure 7.3 Boxplot for the fear beliefs about clowns after exposure to different formats of information (adverts, stories, a real clown or nothing)

Συμπέρασμα: Διαφορετικός τρόπος παρουσίασης θετικών πληροφοριών για κλόουν επηρεάζει την αξιολόγηση του φόβου που προκαλούν στα παιδιά

Ποια groups διαφέρουν όμως?

Kruskal-Wallis Test - Mann-Whitney Post-Hocs

- Χρησιμοποιούμε Mann-Whitney U test μεταξύ δυάδων γκρουπ. Όχι όλες τις δυνατές συγκρίσεις, αλλά μόνο κάποιες θεωρητικά ουσιώδεις
- Κρίσιμη τιμή μπορεί να χρειάζεται διόρθωση Bonferroni (= α / αριθμός συγκρίσεων) → $.05/3 = .0167$

Advert vs. control:

Test Statistics ^b	
	Fear beliefs
Mann-Whitney U	37.500
Wilcoxon W	157.500
Z	-3.261
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.001 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Format of Information

Story vs. control:

Test Statistics ^b	
	Fear beliefs
Mann-Whitney U	65.000
Wilcoxon W	185.000
Z	-2.091
Asymp. Sig. (2-tailed)	.037
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.050 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Format of Information

Exposure vs. control:

Test Statistics ^b	
	Fear beliefs
Mann-Whitney U	72.500
Wilcoxon W	192.500
Z	-1.743
Asymp. Sig. (2-tailed)	.081
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.098 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Format of Information



Kruskal-Wallis Test – Αναφορά Αποτελεσμάτων

Η αξιολόγηση του φόβου των παιδιών για τους κλόουν επηρεάστηκε σημαντικά από τον τρόπο παρουσίασης των πληροφοριών ($H(3) = 17.06, p = .001$).

Αυτό το αποτέλεσμα ερευνήθηκε περαιτέρω με τεστ Mann-Whitney, για τα οποία χρησιμοποιήθηκε η διόρθωση Bonferroni – το επίπεδο σημαντικότητας που χρησιμοποιήθηκε είναι .0167.

Ο φόβος των παιδιών αυξήθηκε σημαντικά μετά την παρακολούθηση διαφημίσεων, σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου ($U = 37.50, p = .001$). Παρόλα αυτά, ο φόβος των παιδιών δεν άλλαξε σημαντικά μετά τις ιστορίες ή την έκθεση στον πραγματικό κλόουν ($U = 65$ και $U = 72.5$ αντίστοιχα).



Friedman Test

- Εναλλακτική της ANOVA ενός παράγοντα, επαναληπτικών μετρήσεων
 - Δεδομένα σε ιεραρχική (διατάξιμη) κλίμακα
 - ΔΕΝ προϋποθέτει κανονικότητα
 - Προϋποθέτει συνεχή εξαρτημένη μεταβλητή
- Αν H_0 ορθή:
 - Ιεραρχική σειρά μιας εξαρτημένης ομάδας ή χρονικού σημείου δεν είναι συστηματικά μεγαλύτερη ή μικρότερη από την ιεραρχική σειρά ενός άλλου χρονικού σημείου
 - **Καμία διαφορά μεταξύ των συνθηκών**
- Αν H_0 λάθος
 - Ιεραρχική σειρά τουλάχιστον μιας εξαρτημένης ομάδας ή χρονικού σημείου θα είναι συστηματικά μεγαλύτερη ή μικρότερη από την ιεραρχική σειρά ενός άλλου χρονικού σημείου
 - **Υπάρχει διαφορά μεταξύ των συνθηκών**



Friedman Test - Παράδειγμα

- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Επηρεές τηλεοπτικών προγραμμάτων στην καθημερινή ζωή των ζευγαριών. 54 ζευγάρια παρακολουθούν 3 είδη προγραμμάτων, με τυχαία σειρά
- Εξαρτημένη μεταβλητή: πόσες φορές λογομαχούν, για την επόμενη ώρα μετά την παρακολούθηση



Friedman Test

- Έλεγχος κανονικότητας

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Eastenders	.137	54	.013	.914	54	.001
Friends	.150	54	.004	.943	54	.012
National Geographic	.121	54	.046	.943	54	.012

a. Lilliefors Significance Correction

- Αποτελέσματα τεστ:

Ranks

	Mean Rank
Eastenders	2.29
Friends	1.81
National Geographic	1.91

Test Statistics^a

N	54
Chi-Square	7.586
df	2
Asymp. Sig.	.023

a. Friedman Test

Ακολουθεί
κατανομή χ^2 ,
 $df = k - 1$
 $k =$ αριθμός
συνθηκών
(conditions)

Friedman Test – Wilcoxon Post-Hocs

- Χρησιμοποιούμε Wilcoxon Signed-Ranks test μεταξύ ζευγών συνθηκών. Όχι όλες τις δυνατές συγκρίσεις, αλλά μόνο κάποιες θεωρητικά ουσιώδεις
- Κρίσιμη τιμή μπορεί να χρειάζεται διόρθωση Bonferroni (= α / αριθμός συγκρίσεων)

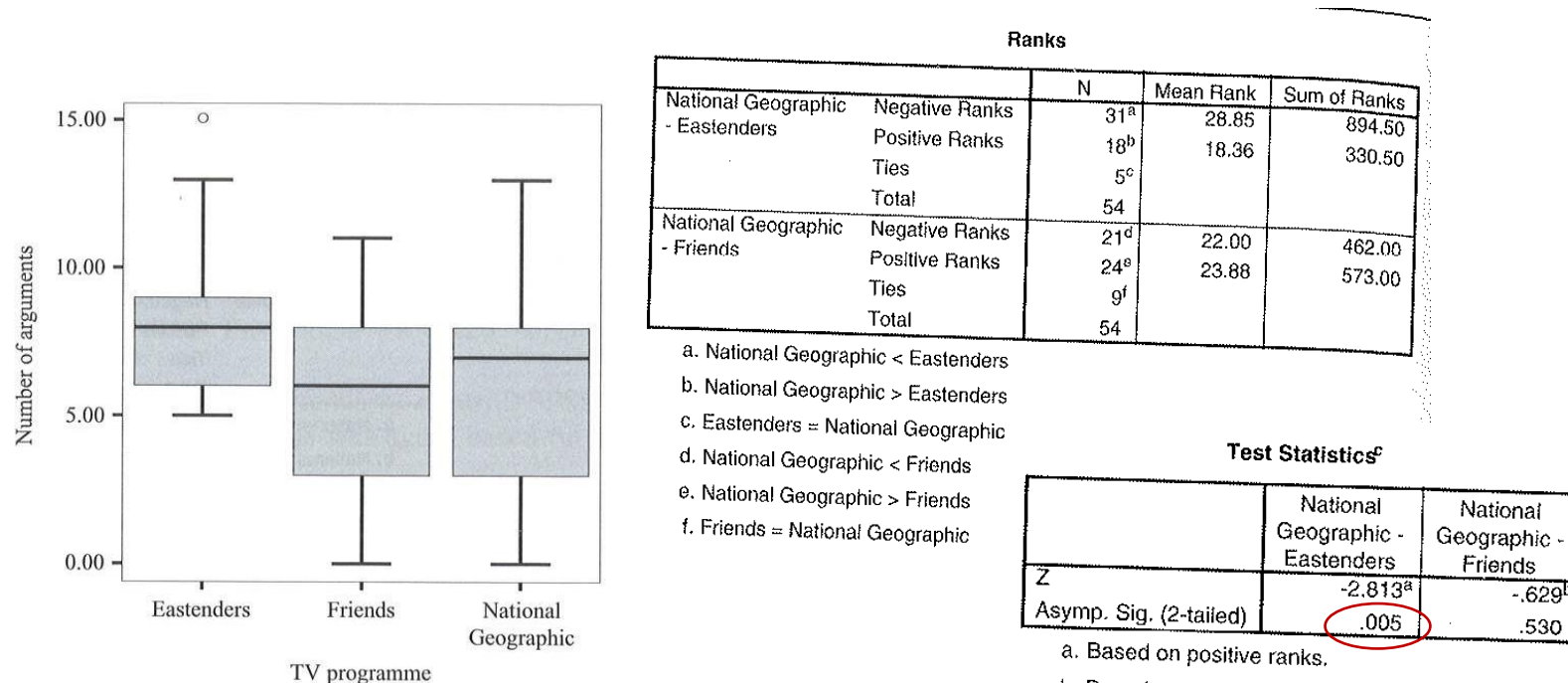


Figure 7.4 Boxplot for the number of arguments had after watching Eastenders, Friends or a

Friedman Test – Αναφορά Αποτελεσμάτων

Ο αριθμός των λογομαχιών ανάμεσα στα ζευγάρια διαφοροποιήθηκε σημαντικά ανάλογα με το πρόγραμμα που παρακολούθησαν ($\chi^2 = 7.59, p = .023$). Αυτό το αποτέλεσμα ερευνηθήκε περαιτέρω με τεστ Wilcoxon, για τα οποία χρησιμοποιήθηκε η διόρθωση Bonferroni – το επίπεδο σημαντικότητας που χρησιμοποιήθηκε είναι .025.

Η παρακολούθηση της σαπουνόπερας οδήγησε σε σημαντική αύξηση των λογομαχιών, σε σύγκριση με την παρακολούθηση ντοκυμανταίρ ($T = 330.50, p = .005$). Αντίθετα, οι λογομαχίες δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από την παρακολούθηση της σειράς “Φιλαράκια”, σε σύγκριση με την παρακολούθηση ντοκυμανταίρ ($T = 462, p > .05$).

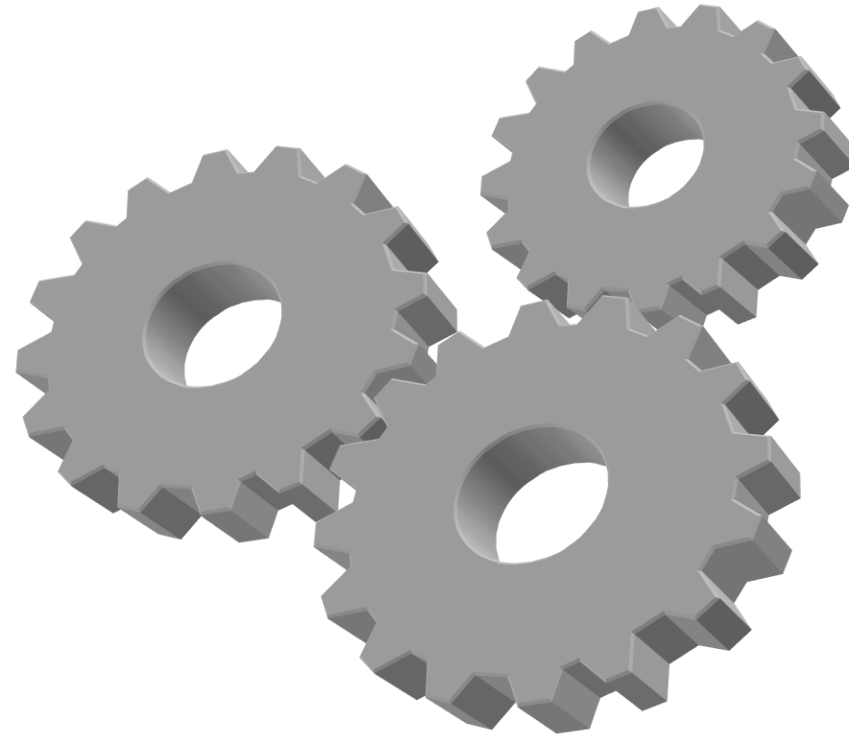
Συμπερασματικά, φαίνεται πως η παρακολούθηση της σαπουνόπερας οδηγά σε σημαντική αύξηση των λογομαχιών ανάμεσα στα ζευγάρια σε σύγκριση με την παρακολούθηση ντοκυμανταίρ, ενώ η παρακολούθηση της κωμωδίας δεν προκαλεί καμιά διαφοροποίηση σε σχέση με τη συνθήκη ελέγχου.



Γρηγορη Περιληψη - SPSS

- Ονομαστικές ή διατάξιμες μεταβλητές
- Τα μη-παραμετρικά τεστ έχουν λιγότερες προϋποθέσεις, αλλά και λιγότερη δύναμη – αυξημένο σφάλμα τύπου II
- **Έλεγχος χ^2 (t-test ενός δείγματος)**
 - 1 ποιοτική μεταβλητή: Analyze → Nonparametric tests → legacy dialogs → chi-square
 - 2 ποιοτικές μεταβλητές: Analyze → Descriptive statistics → Crosstabs
- **Mann-Whitney U (t-test ανεξάρτητων μετρήσεων)**
 - Analyze → Non-parametric tests → Legacy Dialogs → 2 Independent Samples
- **Wilcoxon Signed Rank (t-test επαναληπτικών μετρήσεων)**
 - Analyze → Non-parametric tests → Legacy Dialogs → 2 Related Samples
- **Kruskal-Wallis (ANOVA ενός παράγοντα – ανεξάρτητων μετρήσεων)**
 - Analyze → Non-parametric tests → Legacy Dialogs → K Independent Samples
- **Friedman (ANOVA ενός παράγοντα – επαναληπτικών μετρήσεων)**
 - Analyze → Non-parametric tests → Legacy Dialogs → K Related Samples





Στατιστική

Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA – Principal Components Analysis)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ανάλυση παραγόντων (FA) & Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)

Δυνατότητα μείωσης των δεδομένων μας σε λιγότερες παραμέτρους

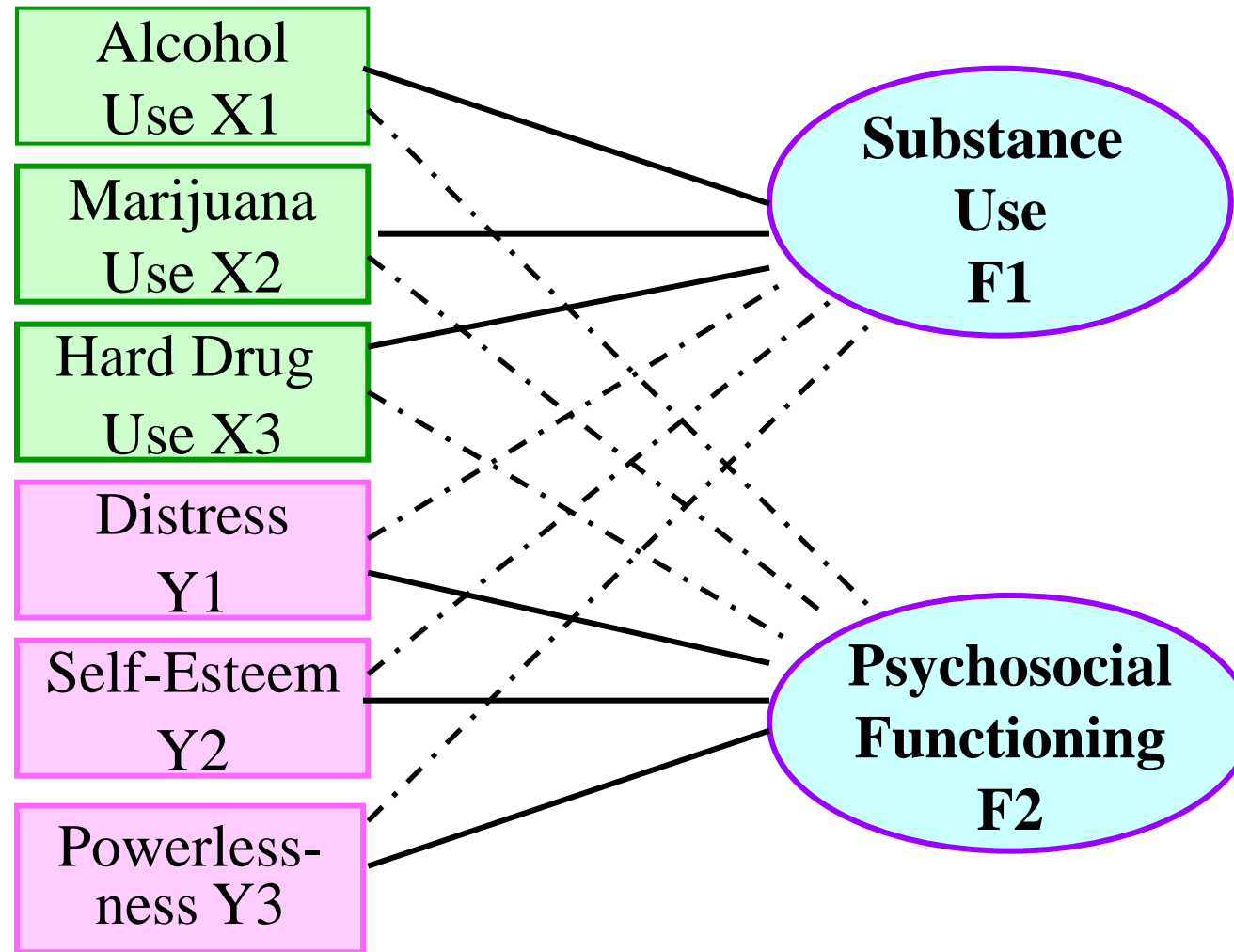
- Ειδικά στην ψυχολογία, έχουμε συχνά φαινόμενα ή εννοιολογικές κατασκευές που δε μετριοούνται άμεσα
- Χρήση πολλών διαφορετικών μετρήσεων (π.χ. ερωτήσεις ενός ερωτηματολογίου)
 - Τα διάφορα μέρη είναι κομμάτι ενός κοινού παράγοντα, που μπορεί να κρύβεται από κάτω
- *Εναλλακτικά*: περιγραφή σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών και επιβεβαίωση θεωρίας για τέτοιες σχέσεις
- **Σκοπός**: Η εύρεση αυτών των κοινών προτύπων, των υποβόσκοντων (κρυφών) παραγόντων που εκφράζουν τις διάφορες μετρήσεις μας
- Να βρούμε το μικρότερο αριθμό παραγόντων που εκφράζουν ένα μεγάλο ποσοστό της αρχικής διακύμανσης



Βασικές Ιδέες

- Δυο μεταβλητές με ισχυρή συσχέτιση αντιπροσωπεύουν πιθανώς το ίδιο φαινόμενο
- Ο συνδυασμός τους σε ένα παράγοντα θα απλοποιήσει το φαινόμενο που μελετάμε, αλλά και θα μειώσει το σφάλμα
 - Π.χ. χρόνια υπηρεσίας σε μια δουλειά (π.χ. ταχυδρόμος) και αριθμός γραμμάτων που έχουν παραδοθεί
 - → Εργασιακή εμπειρία: Το είδος του «παράγοντα» ή «κύριας συνιστώσας» στο οποίο θέλουμε να φτάσουμε
- Διαφορετική διατύπωση του σκοπού:
 - Να **συνοψίσουμε** τις σχέσεις ανάμεσα σε ένα μεγάλο αριθμό μεταβλητών με έναν περιεκτικό και ακριβή τρόπο, ώστε να **γίνει αντιληπτή μια έννοια ή ιδιότητα**





Παράδειγμα PCA-FA με 3 κύριες φορτίσεις (συνεχής γραμμή) και 3 μη σημαντικές (διακεκομμένη γραμμή) φορτίσεις

Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA)

- ❑ Αναλύει το σύνολο της διακύμανσης στα δεδομένα μας (κοινή, μοναδική, & σφάλμα)
 - Εξάγει το *μεγαλύτερο* δυνατό ποσοστό διακύμανσης από το *μικρότερο* δυνατό αριθμό συνιστωσών
 - Καλή μέθοδος για να μειώσουμε τον αριθμό μεταβλητών
 - Οι κύριες συνιστώσες είναι γραμμικοί συνδυασμοί των αρχικών μεταβλητών και μπορούν να θεωρηθούν ως "νέες" μεταβλητές.
 - Οι αρχικές μεταβλητές πρέπει να είναι συσχετισμένες και να έχουν παρόμοιες διακυμάνσεις.
- Η πρώτη συνιστώσα απορροφά το μεγαλύτερο ποσοστό της διακύμανσης
- Κάθε επόμενη συνιστώσα απορροφά όσο δυνατόν περισσότερη από την υπολοιπούμενη διακύμανση
- Στο τέλος απορροφάται πλήρως η διακύμανση, αν διατηρηθούν όλες οι συνιστώσες



Προϋποθέσεις PCA

- Πρέπει να υπάρχει **γραμμική σχέση μεταξύ όλων των μεταβλητών**.
 - Ο λόγος για αυτήν την υπόθεση είναι ότι η PCA βασίζεται στους συντελεστές συσχέτισης Pearson, και συνεπώς πρέπει να υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών.
- Πρέπει να υπάρχει **επαρκής δειγματοληψία**
 - Για αξιόπιστο αποτέλεσμα της PCA, χρειάζεται επαρκές μέγεθος δείγματος.
- Τα δεδομένα πρέπει να είναι **κατάλληλα για τη μείωση/σύνοψη**.
 - Πρακτικά, απαιτείται επαρκής συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών ώστε να είναι εφικτό να μειωθούν σε ένα μικρότερο αριθμό συνιστωσών.
- Δεν πρέπει να υπάρχουν **ακραίες τιμές**.



Ανεξαρτησία Μεταξύ Των Παραγόντων

- Σημ: Οι παράγοντες **δεν συσχετίζονται** μεταξύ τους
- Θέλουμε οι παράγοντες να είναι ανεξάρτητοι ο ένας από τον άλλον
 - π.β έλεγχος πίνακα συσχετίσεων (correlation matrix)
- Η μη συσχέτιση ταυτίζεται με την ανεξαρτησία μόνο όταν τα δεδομένα ακολουθούν κανονική κατανομή



Χαρακτηριστικά Κυρίων Συνιστωσών

- Communalities (βασίζεται σε Eigenvalues: Ιδιο-τιμές): Ποσοστό της διακύμανσης που εξηγείται από όλους τους παράγοντες
 - Κάτι σαν το R^2 στην ανάλυση διακύμανσης
- Loadings (βάρη): Ποσοστό της διακύμανσης κάθε (αρχικής) μεταβλητής την οποία εξηγεί ο κάθε παράγοντας
 - Κάτι σαν τις τιμές β
 - $> .5 \rightarrow$ πολύ
 - $> .3 \rightarrow$ αρκετό
 - $< .3 \rightarrow$ λίγο



Rotated Component matrix

	Component					
	1	2	3	4	5	6
ghq25	.824	-.002	.157	.050	-.011	.142
ghq27	.779	.131	.194	.034	.137	.162
ghq28	.768	.208	.120	.011	.076	.203
ghq24	.722	.244	.089	.169	.220	.126
ghq23	.588	.362	.146	.309	.214	.003
ghq22	.531	.340	.227	.350	.188	-.092
ghq26	.463	.283	.264	.317	.140	-.143
ghq18	.127	.734	.246	-.040	.062	.183
ghq19	.287	.705	-.054	.171	.135	-.025
ghq20	.203	.686	.129	.024	.228	.035
ghq17	.128	.685	.261	.133	-.025	.127
ghq15	.104	.577	.012	.284	.050	-.052
ghq16	.020	.535	.110	-.022	.159	.280
ghq2	.154	.059	.681	.150	.188	-.217
ghq1	.153	.209	.658	.011	.126	.066
ghq3	.187	.055	.657	.180	.244	.177
ghq21	.120	.319	.534	.014	-.026	.261
ghq10	.116	.051	.470	.370	.100	.173
ghq12	.179	.141	-.004	.759	.147	.042
ghq14	.087	.130	.369	.612	.136	.146
ghq11	.030	.027	.174	.608	.010	.409
ghq13	.176	.170	.462	.465	.152	.126
ghq5	.102	.175	.174	.062	.854	.055
ghq6	.202	.170	.235	.167	.768	.077
ghq7	.142	.192	.104	.146	.440	.438
ghq4	.297	.032	.350	.230	.426	.135
ghq8	.273	.094	.156	.205	.204	.656
ghq9	.259	.330	.042	.274	-.015	.501

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 7 iterations.

Ιωάννης Ισαούσης, Παν



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



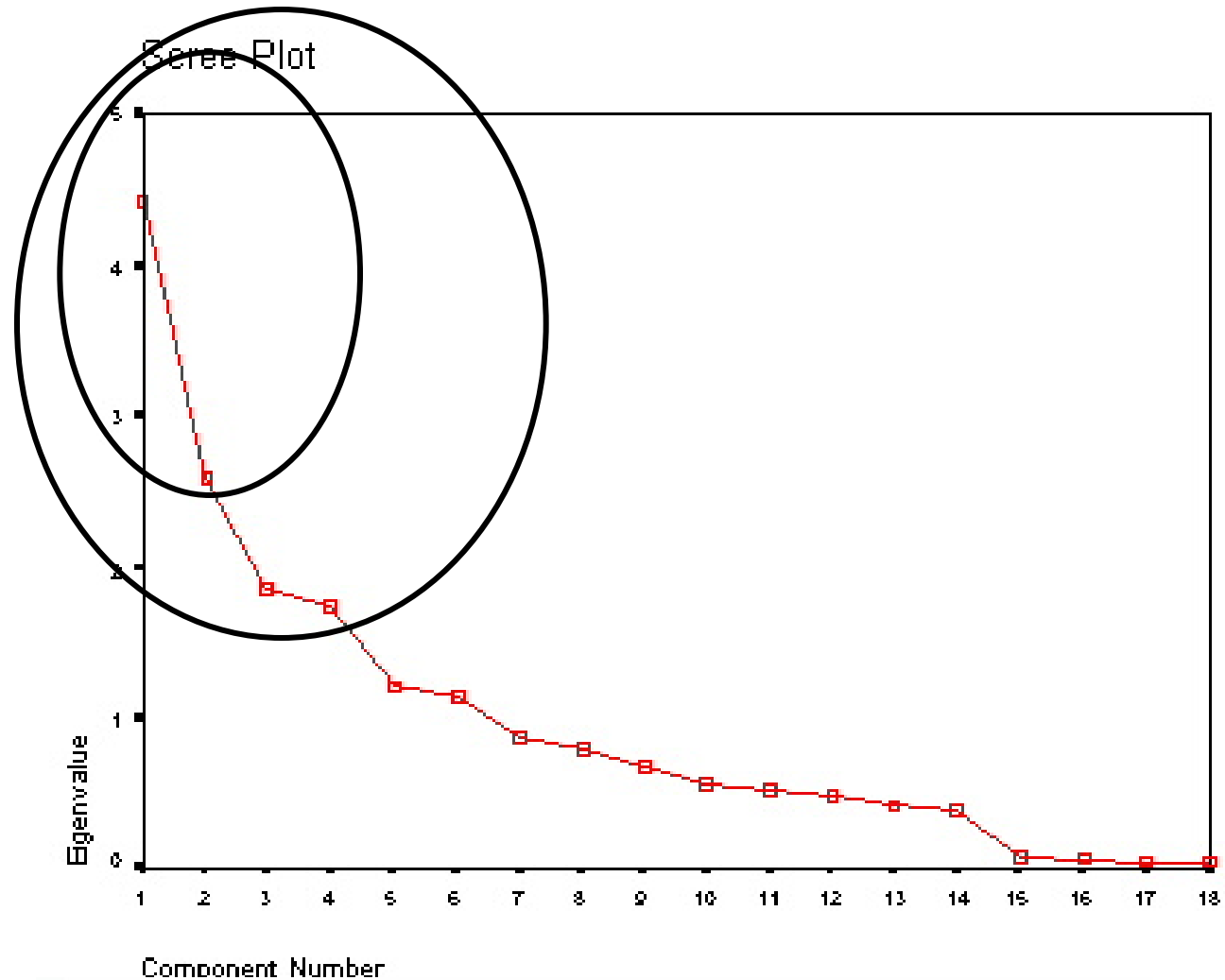
Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

1^ο σημαντικό Ερώτημα: Πόσους Παράγοντες Χρειαζόμαστε;

- Αν κρατήσουμε όλες τις μεταβλητές (π.χ. 12 ξεχωριστές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου) θα συνόψιζε τέλεια τα δεδομένα μας, αλλά δε θα αποτελούσε σύνοψη των δεδομένων μας!
- Με πολύ λίγες μεταβλητές (π.χ. 1) πιθανώς να χάσουμε σημαντικές πληροφορίες που βρίσκονται στη διακύμανση
- Άρα ποιος είναι ο βέλτιστος αριθμός για να εκφράσουμε τα δεδομένα μας;
 - Kaiser criterion: Στατιστικό τεστ (eigenvalues > 1)
 - Scree Plot: Εκεί που σταματάει να αλλάζει απότομα το διάγραμμα
 - Όσους χρειάζεται για να ερμηνευτεί 70-80% της διακύμανσης

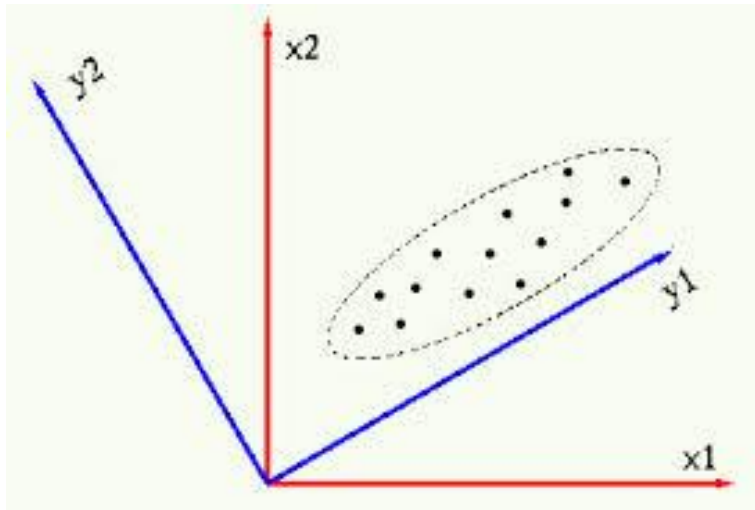


Scree Plot: Μεθοδος Επιλογης Του Αριθμου των Κυριων Συνιστωσων



2^ο σημαντικό Ερώτημα: Ερμηνεία Κύριων Συνιστωσών

- Συχνά το επόμενο βήμα είναι η **περιστροφή** των κύριων συνιστωσών
 - Μετατόπιση αξόνων XY
- Μπορεί να κάνει την ερμηνεία ευκολότερη



- Δεν αλλάζουν το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται
- ΑΛΛΆ αλλάζουν το ποσοστό της διακύμανσης που εξηγείται από κάθε παράγοντα, άρα και τη φύση του κάθε παράγοντα

Τυπικές Μέθοδοι Περιστροφής

- **Καμία περιστροφή**
 - Αν και είναι το default στο SPSS, σπάνια είναι η καλύτερη λύση. Καλό είναι να περιλάβουμε περιστροφή.
- **Περιστροφή Varimax**
 - Απλοποιεί τους παράγοντες, μεγιστοποιεί την διακύμανση των βαρών (loadings).
 - Η πιο συχνή επιλογή.
- **Περιστροφή Quartimax**
 - Απλοποιεί τις μεταβλητές, ελαχιστοποιεί τον αριθμό των αναγκαίων παραγόντων για την εξήγηση κάθε μεταβλητής.
- **Περιστροφή Equimax**
 - Μεταξύ Varimax και Quartimax.
- Μη ορθογώνιες (πλάγιες) περιστροφές... (π.χ. “Direct Oblimin”, “Promax”)
 - Πιο πολύπλοκες
 - Παράγοντες δεν είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους, συσχετίζονται



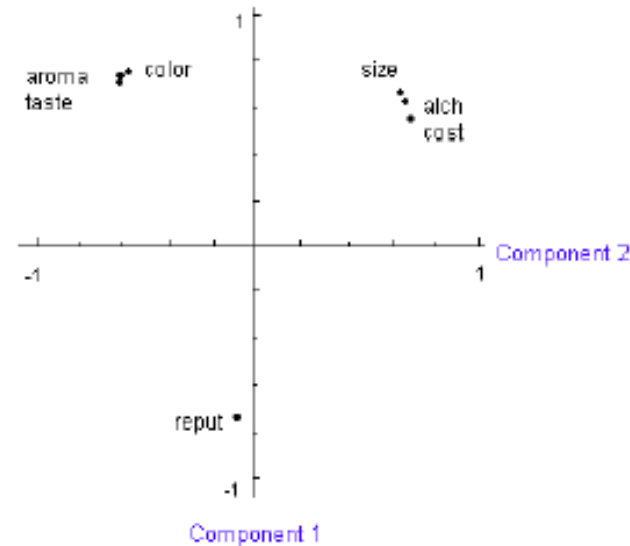


Παράδειγμα: Χωρίς περιστροφή

Component Matrix

	Component	
	1	2
COLOR	.760	-.576
AROMA	.736	-.614
REPUTA	-.735	-.071
TASTE	.710	-.646
COST	.550	.734
ALCOHO	.632	.699
SIZE	.667	.675

Extraction Method: Principal Component Analysis
a.2 components extracted.



Ιωάννης Τσαούσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης – Τμήμα Ψυχολογίας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

Παράδειγμα: Με περιστροφή

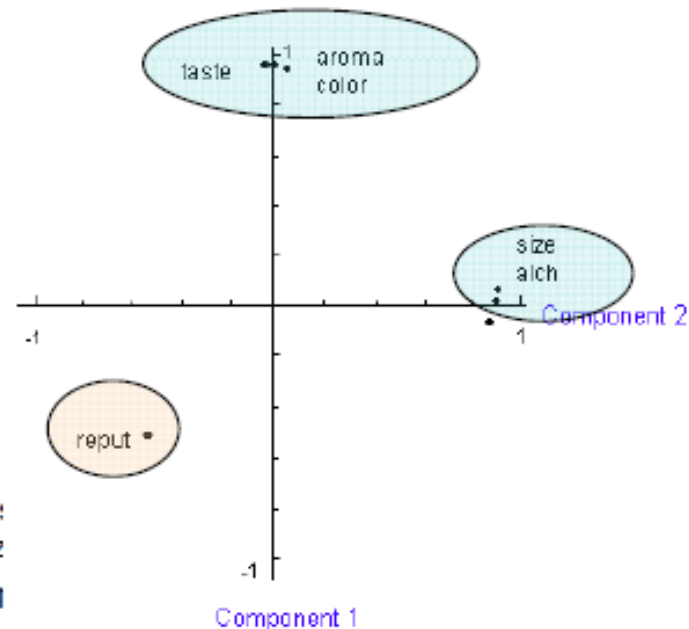


Rotated Component Matrix

	Component	
	1	2
TASTE	.960	-.028
AROMA	.958	1.E-02
COLOR	.952	6.E-02
SIZE	7.E-02	.947
ALCOHOL	2.E-02	.942
COST	-.061	.916
REPUTAT	-.512	-.533

Extraction Method: Principal Component Analysis
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization

a. Rotation converged in 3 iterations



Ιωάννης Ισαούσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης – Τμήμα Ψυχολογίας



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Περιστροφές: Κύρια Σημεία

- Καμία περιστροφή αν έχετε ένα μόνο παράγοντα
- Οι ορθογώνιες περιστροφές είναι όλες παρόμοιες μεταξύ τους από μαθηματική σκοπιά, κάποιες είναι πιο εύκολα κατανοητές
- Varimax: συνήθως η πιο κατανοητή, για αυτό και η πιο ευρέως διαδεδομένη



Βήματα PCA

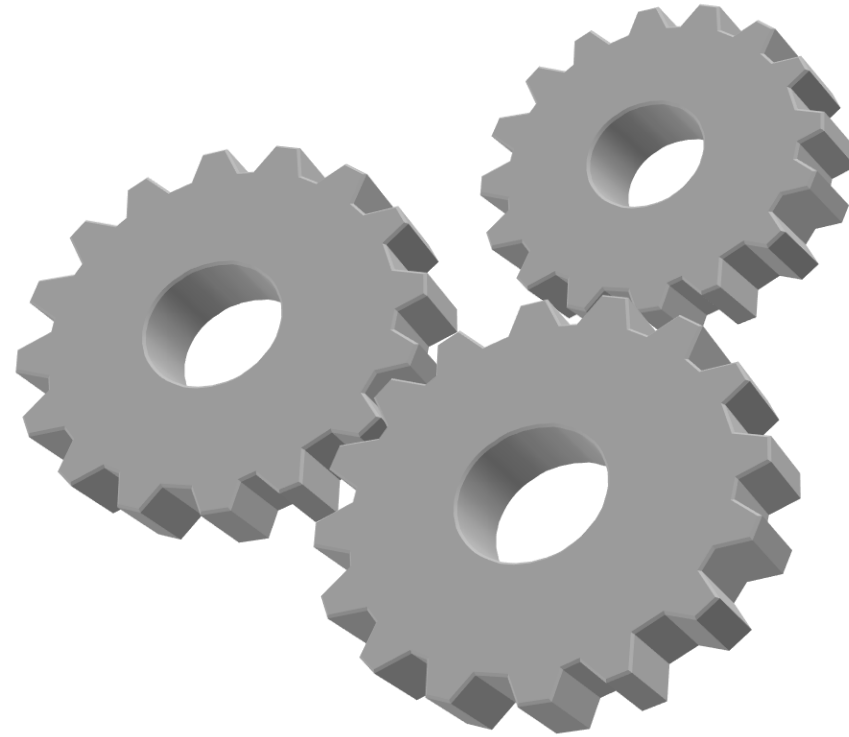
1. Υπολογισμός πίνακα συσχετίσεων
2. Δημιουργία πλήρους μοντέλου με όλους τους παράγοντες
3. Απόφαση για τον αριθμό των παραγόντων που θέλουμε να κρατήσουμε
 - Συνολική διακύμανση που εξηγείται
 - Ποσοστό διακύμανσης που εξηγείται για κάθε μεταβλητή
 - Ευκολία ερμηνείας
 - Επανάληψη ευρημάτων (Replicability)
4. “Περιστροφή” των παραγόντων και ονομασία (ερμηνεία) τους (ονομασία μπορεί να είναι αρκετά δύσκολη κάποτε)
5. Υπολογισμός “scores παραγόντων” (μετατροπή αρχικών δεδομένων σε νέα δεδομένα μειωμένων παραγόντων)
6. “Εφαρμογή” επιλεγθείσας λύσης (αριθμός παραγόντων)
 - Θεωρητική σημασία – κατανόηση της συνοπτικής μορφής των δεδομένων
 - Στατιστική σημασία – μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα σκορ των παραγόντων για επιπλέον στατιστικές αναλύσεις



Συμπερασματικά

- Συχνά έχουμε περισσότερες και πλουσιότερες μετρήσεις από ότι μπορούμε να καταλάβουμε
- Η FA και η PCA συνοψίζουν τα δεδομένα μας
- Αυτό μπορεί να μας είναι χρήσιμο με πολλούς τρόπους, ιδιαίτερα κάνοντας τα πιο κατανοητά





Στατιστική

Ανάλυση παραγόντων (ΑΠ) (FA: Factor Analysis)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Ανάλυση παραγόντων (FA) & Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA)

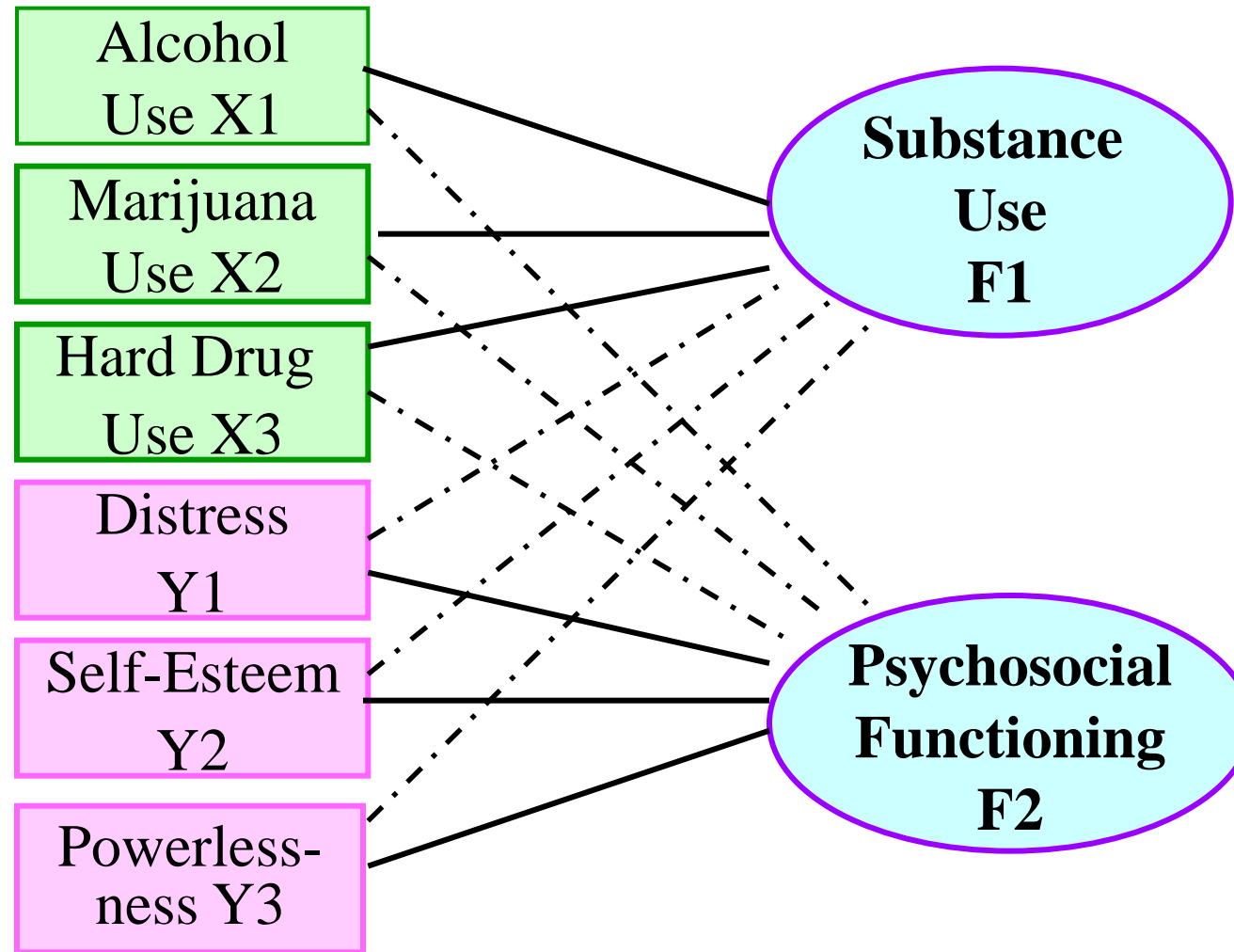
Δυνατότητα μείωσης των δεδομένων μας σε λιγότερες παραμέτρους

- Ειδικά στην ψυχολογία, έχουμε συχνά φαινόμενα ή εννοιολογικές κατασκευές που δε μετριοούνται άμεσα
- Χρήση πολλών διαφορετικών μετρήσεων (π.χ. ερωτήσεις ενός ερωτηματολογίου)
 - Τα διάφορα μέρη είναι κομμάτι ενός κοινού παράγοντα, που μπορεί να κρύβεται από κάτω
- *Εναλλακτικά*: περιγραφή σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών και επιβεβαίωση θεωρίας για τέτοιες σχέσεις
- **Σκοπός**: Η εύρεση αυτών των κοινών προτύπων, των υποβοσκομένων (κρυφών) παραγόντων που εκφράζουν τις διάφορες μετρήσεις μας
- Να βρούμε το μικρότερο αριθμό παραγόντων που εκφράζουν ένα μεγάλο ποσοστό της αρχικής διακύμανσης

Βασικές Ιδέες

- Δυο μεταβλητές με ισχυρή συσχέτιση αντιπροσωπεύουν πιθανώς το ίδιο φαινόμενο
- Ο συνδυασμός τους σε ένα παράγοντα θα απλοποιήσει το φαινόμενο που μελετάμε, αλλά και θα μειώσει το σφάλμα
 - Π.χ. χρόνια υπηρεσίας σε μια δουλειά (π.χ. ταχυδρόμος) και αριθμός γραμμάτων που έχουν παραδοθεί
 - → εργασιακή εμπειρία: Το είδος του «παράγοντα» ή «κύριας συνιστώσας» στο οποίο θέλουμε να φτάσουμε
- Διαφορετική διατύπωση του σκοπού:
 - Να **συνοψίσουμε** τις σχέσεις ανάμεσα σε ένα μεγάλο αριθμό μεταβλητών με έναν περιεκτικό και ακριβή τρόπο, ώστε να **να γίνει αντιληπτή μια έννοια ή ιδιότητα**





Example of PCA-FA each with 3 main (bold-faced) loadings and each with 3 inconsequential (dashed-line) loadings

Ανάλυση Παραγόντων (Factor Analysis)

□ Είδη:

- Διερευνητική ανάλυση παραγόντων (EFA)
- Επιβεβαιωτική ανάλυση παραγόντων (CFA)

- Προϋποθέσεις
 - Κανονική κατανομή δεδομένων
 - Μεταβλητές σε αναλογική κλίμακα
 - Μεταβλητές συσχετίζονται επαρκώς ($r > .20$) αλλά όχι υπερβολικά ($r < .80$)
 - Ευθύγραμμες σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών (linearity)
 - Δεν υπάρχουν ακραίες τιμές

- Χρειάζεται μεγάλο δείγμα (Comrey & Lee, 1992)
 - 50 cases is very poor, 100 is poor, 200 is fair, 300 is good, 500 is very good, and 1000 or more is excellent.
 - As a rule of thumb, a bare minimum of 10 observations per variable is necessary to avoid computational difficulties.

- Μεταβλητές = (3 με 5) × Παράγοντες

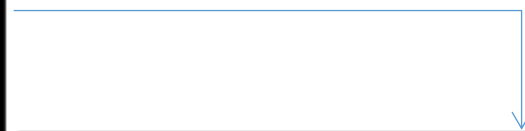
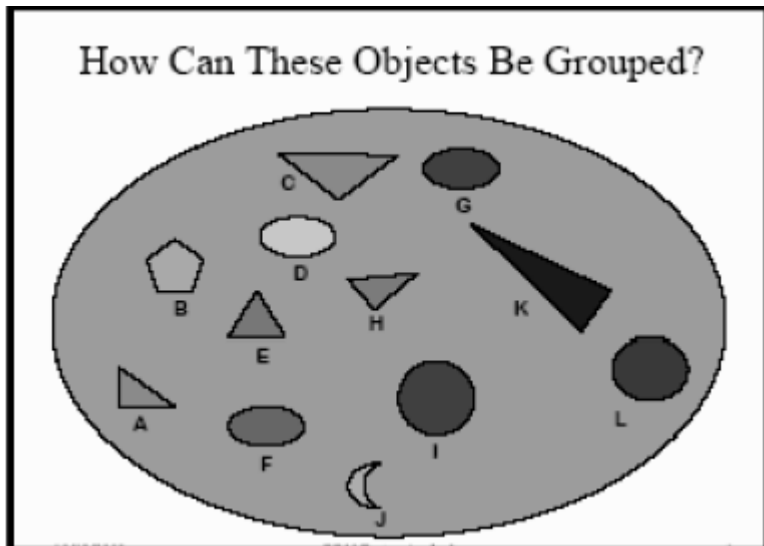


Διερευνητική ανάλυση παραγόντων (EFA)

- Χρησιμοποιείται για την αρχική διερεύνηση και τη συνοπτική περιγραφή ενός σετ μεταβλητών μέσα από την ομαδοποίησή τους
 - Στόχος η ανάλυση μόνο του κοινού ποσοστού διακύμανσης
 - Χρήσιμη όταν θέλουμε να κατασκευάσουμε παράγοντες
- Δημιουργήθηκε από τον Charles Spearman στις αρχές του προηγούμενου αιώνα



Παράδειγμα



	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
	●	▽		
	●	▽		
	○	▲	☾	⬠
	●	▲		
	●	▲		

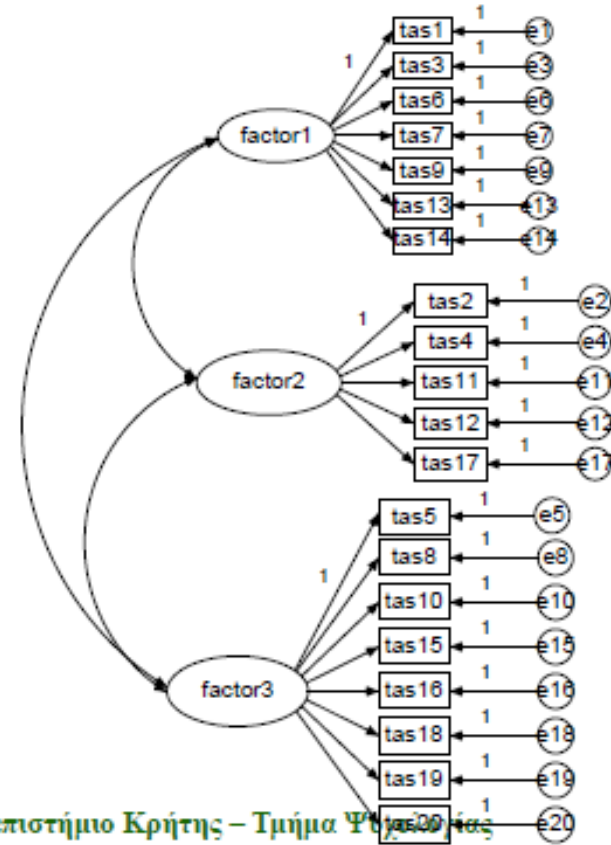
Επιβεβαιωτική ανάλυση παραγόντων (CFA)

- Έλεγχος θεωρητικών υποθέσεων
- Χρησιμοποιείται για να διαπιστώσει κατά πόσο ένα **προκαθορισμένο πλαίσιο σχέσεων** ανάμεσα σε κάποιες μεταβλητές (σχέσεις) **επιβεβαιώνεται** και στην πράξη (από τα δεδομένα)
- Παράδειγμα...





Παράδειγμα



Ιωάννης Τσαούσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης – Τμήμα Ψυχολογίας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

Βήματα FA (Παρόμοια Με PCA)

1. Υπολογισμός πίνακα συσχετίσεων (correlation matrix)
 - Σημ: Η διαφορά έγκειται στο ότι αναλύουμε την κοινή διακύμανση μεταξύ των παραγόντων μόνο
2. Επιλογή μεθόδου εξαγωγής
 - Principal factor analysis ή αλλιώς Principal axis FA, maximum likelihood, generalized least squares, unweighted least squares)
3. Απόφαση για τον αριθμό των παραγόντων που θέλουμε να κρατήσουμε
 - Συνολική διακύμανση που εξηγείται
 - Ποσοστό διακύμανσης που εξηγείται για κάθε μεταβλητή
 - Ευκολία ερμηνείας
 - Επανάληψη ευρημάτων (Replicability)
4. “Περιστροφή” των παραγόντων και ερμηνεία τους
5. Υπολογισμός “scores παραγόντων” (μετατροπή αρχικών δεδομένων σε νέα δεδομένα μειωμένων παραγόντων)
6. “Εφαρμογή” επιλεγείσας λύσης (αριθμός παραγόντων)
 - Θεωρητική σημασία – κατανόηση της συνοπτικής μορφής των δεδομένων
 - Στατιστική σημασία – μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα σκορ των παραγόντων για επιπλέον στατιστικές αναλύσεις



FA Στο SPSS – Βήμα 1^ο

- Η ποιότητα των δεδομένων (που σχετίζεται με την ικανοποίηση των προϋποθέσεων που αναφέραμε προηγουμένως) ελέγχεται στο SPSS με:
 - Δείκτη **Keiser-Meyer-Olkin**
 - επάρκεια του δείγματος ($>.50$), καλύτερο όσο πλησιάζει το 1
 - Δείκτη **Bartlett's Test of Sphericity**
 - Επιτρέπουν συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών την εφαρμογή της ανάλυσης παραγόντων; ($p < 0.05$)

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,951
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	44323,516
	df	1540
	Sig.	,000

FA Στο SPSS – Βήμα 2^ο

- Πίνακας ενδοσυναφειών (Correlation Matrix)

	1	2	3	4	5
1	1.00				
2	0.87	1.00			
3	0.04	0.11	1.00		
4	0.06	0.10	0.51	1.00	
5	0.14	0.08	0.61	0.49	1.00

Ανάλυση Παραγόντων & Διαφορές Από Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών

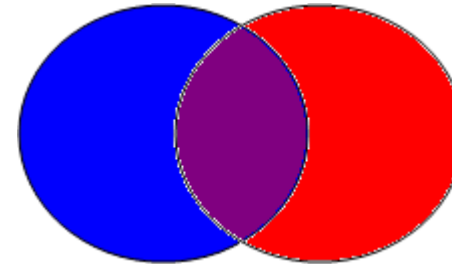
- Σε πολλά βιβλία / άρθρα, οι PCA και EFA (exploratory factor analysis) περιγράφονται μαζί
- Ακόμα και στο SPSS περιλαμβάνονται κάτω από τον τομέα Factor Analysis
- Δεν είναι όμως το ίδιο, είναι διαφορετική η λογική τους:
 - **PCA:** προσπαθεί να εξηγήσει όλη τη διακύμανση
 - **EFA:** Εξηγεί μόνο τη διακύμανση που είναι κοινή σε όλες τις μεταβλητές



PCA vs. EFA

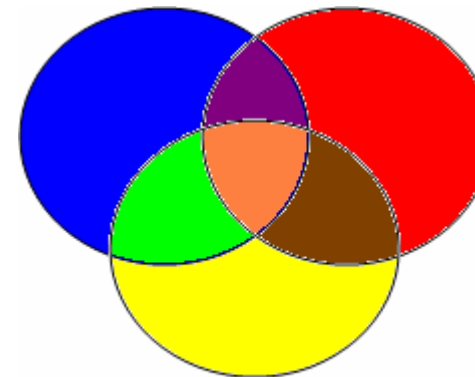
- PCA

- data = variance (+error)
- Το σφάλμα θεωρείται κοινό (ίσο) για όλες τις μετρήσεις



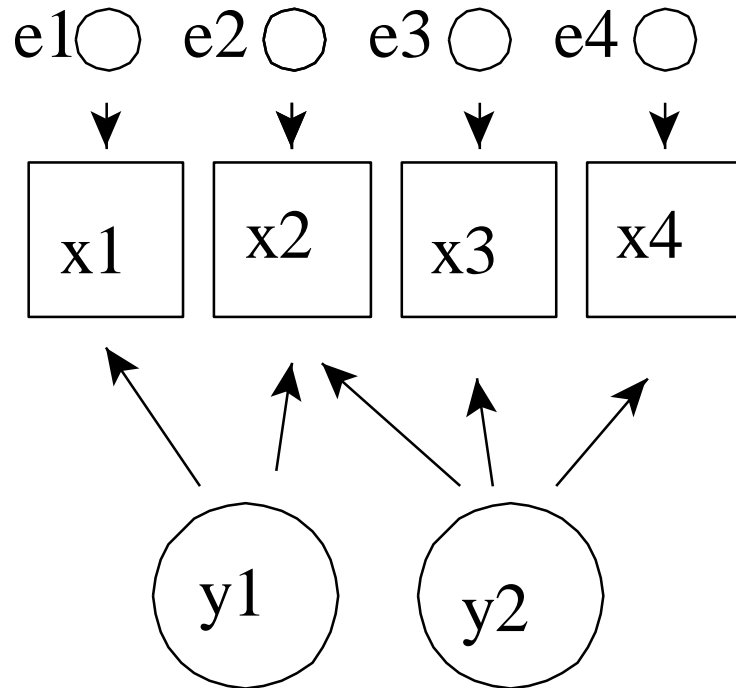
- EFA

- data = common variance + specific variance + error
- Η εξατομικευμένη διακύμανση (specific variance: η διακύμανση η οποία δεν είναι κοινή με τις άλλες μεταβλητές) μπορεί να διαφέρει από μεταβλητή σε μεταβλητή

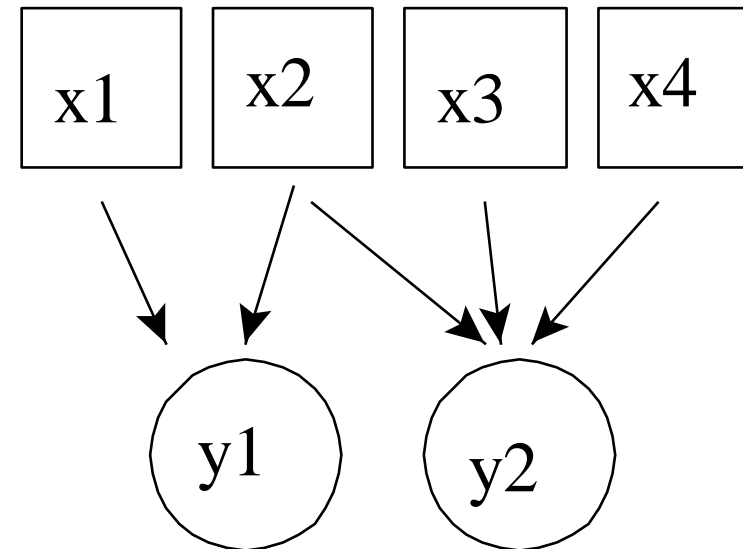


PCA vs. EFA Path Diagram: Exploratory factor analysis

EFA



PCA



Παράγοντες VS. Συνιστώσες

- Οι **παράγοντες** είναι πραγματικές **λανθάνουσες μεταβλητές**, οι οποίες προκαλούν τη συνδιακύμανση μεταξύ των μεταβλητών
- Οι **συνιστώσες** είναι **εμπειρικά καθορισμένα αθροίσματα μεταβλητών**, χωρίς απαραίτητα να υπάρχει θεωρητική τεκμηρίωση της εμφάνισής τους.



PCA και EFA

- EFA ή PCA;
- Αν η διακύμανση είναι παρόμοια για όλες τις μεταβλητές θα έχουμε παρόμοια αποτελέσματα και με τις δυο μεθόδους
- Αν υπάρχουν πολλές μεταβλητές, θα έχουμε παρόμοια αποτελέσματα και με τις δυο μεθόδους
- Αν κάθε μεταβλητή έχει διαφορετικό ποσοστό θορύβου (**άνισες διακυμάνσεις**) προτιμότερη είναι η **ανάλυση παραγόντων (EFA)**



FA Στο SPSS

- Επιλογή:
 - Analyze → Data reduction → Factor
- Καταχώρηση των μεταβλητών που μας ενδιαφέρουν
 - Extraction method: Principal Components
 - Καταχώρηση αριθμού παραγόντων
 - Επιλογή: Correlation matrix, scree plot
 - Επιλογή μεθόδου περιστροφής (κυρίως Varimax)



Παράδειγμα

- Πόσο σας αρέσουν τα διάφορα είδη μουσικής;
 - Country
 - Blues
 - Κλασική
 - Παραδοσιακή
 - Jazz
 - Όπερα
 - Rap
 - Heavy Metal



Correlation matrix

Correlation Matrix

		Country Western Music	Blues or R & B Music	Classical Music	Folk Music	Jazz Music	Opera	Rap Music	Heavy Metal Music
Correlation	Country Western Music	1.000	.035	-.096	.215	-.107	-.014	-.034	-.070
	Blues or R & B Music	.035	1.000	.209	.167	.556	.217	.177	.107
	Classical Music	-.096	.209	1.000	.410	.283	.600	.016	.002
	Folk Music	.215	.167	.410	1.000	.111	.324	-.058	-.048
	Jazz Music	-.107	.556	.283	.111	1.000	.246	.176	.098
	Opera	-.014	.217	.600	.324	.246	1.000	.104	-.005
	Rap Music	-.034	.177	.016	-.058	.176	.104	1.000	.346
	Heavy Metal Music	-.070	.107	.002	-.048	.098	-.005	.346	1.000
Sig. (1-tailed)	Country Western Music		.110	.000	.000	.000	.315	.112	.007
	Blues or R & B Music	.110		.000	.000	.000	.000	.000	.000
	Classical Music	.000	.000		.000	.000	.000	.282	.469
	Folk Music	.000	.000	.000		.000	.000	.020	.046
	Jazz Music	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	Opera	.315	.000	.000	.000	.000		.000	.423
	Rap Music	.112	.000	.282	.020	.000	.000		.000
	Heavy Metal Music	.007	.000	.469	.046	.000	.423	.000	

Commonalities

Communalities

	Initial	Extraction
Country Western Music	.105	.381
Blues or R & B Music	.337	.565
Classical Music	.449	.841
Folk Music	.251	.384
Jazz Music	.358	.602
Opera	.386	.448
Rap Music	.162	.515
Heavy Metal Music	.129	.232

Extraction Method: Principal Axis Factoring.



Variance explained

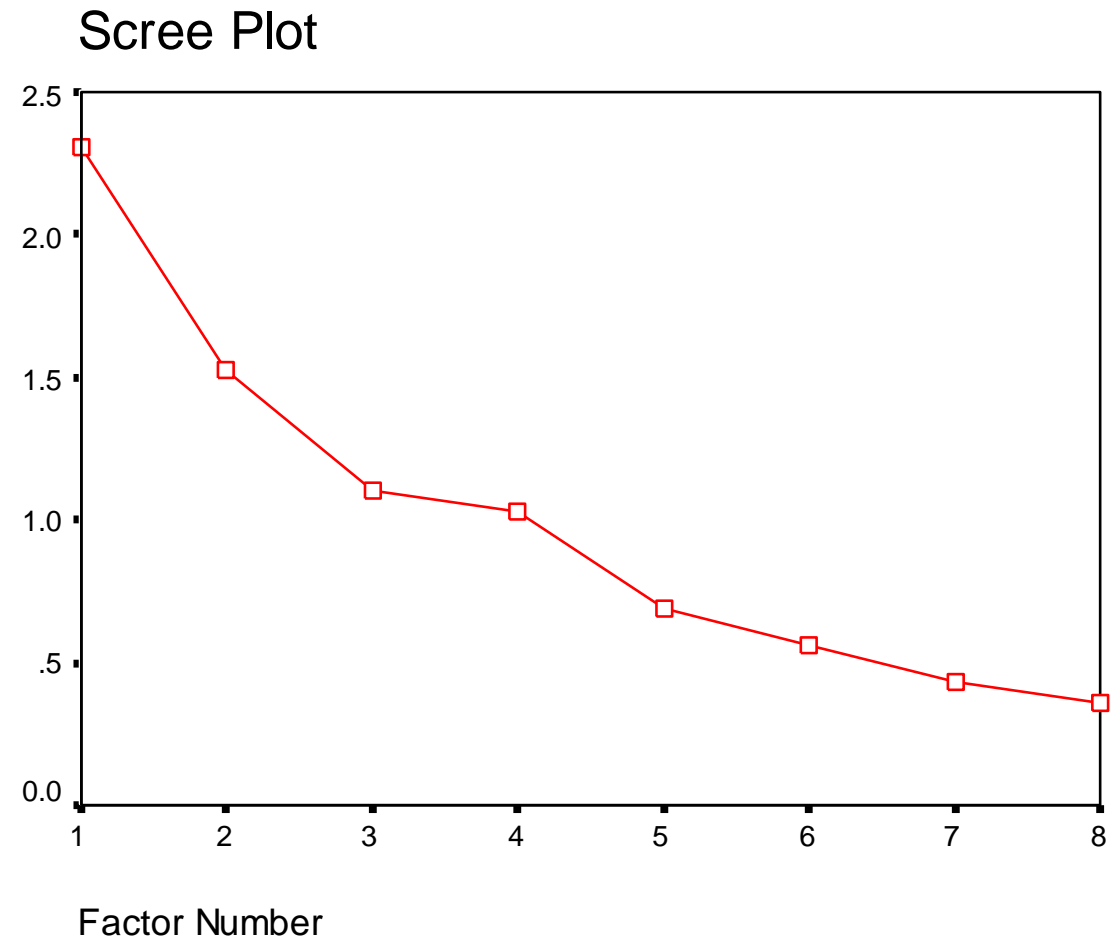
Total Variance Explained

Factor	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2.308	28.854	28.854	1.909	23.868	23.868	1.514	18.930	18.930
2	1.522	19.027	47.881	.997	12.461	36.329	1.131	14.139	33.069
3	1.099	13.742	61.623	.571	7.140	43.469	.772	9.647	42.716
4	1.029	12.867	74.490	.493	6.159	49.627	.553	6.911	49.627
5	.688	8.594	83.084						
6	.564	7.055	90.139						
7	.428	5.353	95.492						
8	.361	4.508	100.000						

Extraction Method: Principal Axis Factoring.



Scree Plot



The raw factors extracted

Factor Matrix^a

	Factor			
	1	2	3	4
Country Western Music	-.033	-.170	.427	.412
Blues or R & B Music	.558	.351	.350	-.089
Classical Music	.786	-.377	-.284	-.030
Folk Music	.432	-.338	.184	.223
Jazz Music	.599	.370	.196	-.262
Opera	.617	-.208	-.137	.074
Rap Music	.209	.520	-.240	.379
Heavy Metal Music	.102	.371	-.193	.217

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

- a. Attempted to extract 4 factors. More than 25 iterations required.
(Convergence=.006). Extraction was terminated.



And when they have been tidied up by varimax

Rotated Factor Matrix^a

	Factor			
	1	2	3	4
Country Western Music	-.019	-.028	-.046	.615
Blues or R & B Music	.139	.719	.134	.103
Classical Music	.898	.139	-.021	-.123
Folk Music	.485	.104	-.094	.360
Jazz Music	.187	.734	.113	-.126
Opera	.646	.162	.066	.011
Rap Music	.025	.118	.708	-.009
Heavy Metal Music	-.019	.064	.474	-.058

Extraction Method: Principal Axis Factoring.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 5 iterations.



And how you convert between raw and cleaned up factors

Factor Transformation Matrix

Factor	1	2	3	4
1	.789	.590	.169	.010
2	-.511	.495	.669	-.218
3	-.314	.525	-.407	.678
4	.133	-.362	.599	.702

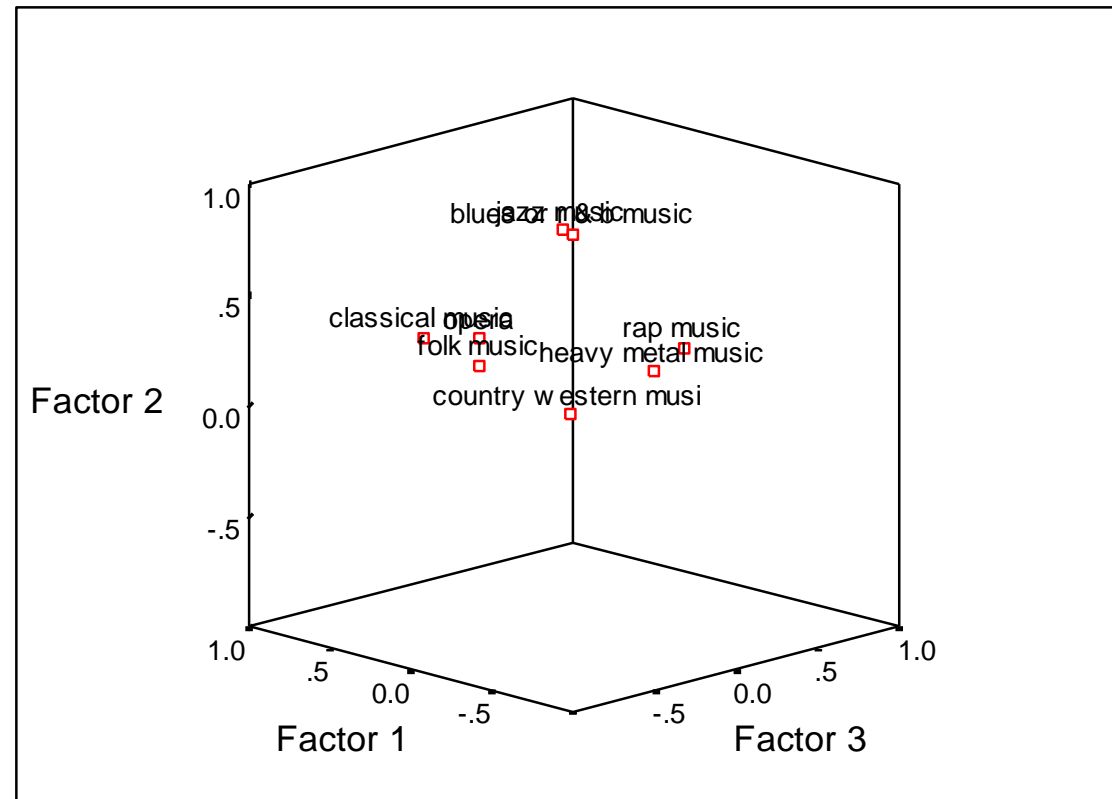
Extraction Method: Principal Axis Factoring.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.



Γράφημα Παραγόντων (?? ...but can be rotated)

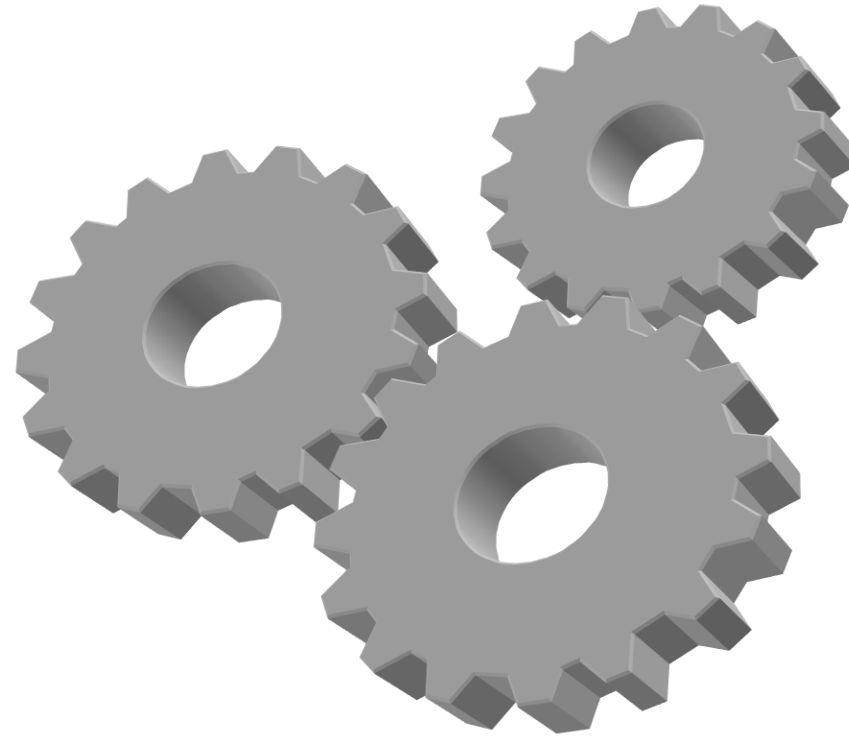
Factor Plot in Rotated Factor Space



Συμπερασματικά

- Συχνά έχουμε περισσότερες και πλουσιότερες μετρήσεις από ότι μπορούμε να καταλάβουμε
- Η FA και η PCA συνοψίζουν τα δεδομένα μας
 - Σημαντικές ομοιότητες αλλά και διαφορές μεταξύ των δύο μεθόδων
 - Επιλογή καταλληλότερης μεθόδου με βάση τους στόχους μας
 - Οι διαφορές ελαχιστοποιούνται όταν έχουμε μεγάλες και αξιόπιστες βάσεις δεδομένων και πολλές μεταβλητές
- Αυτό μπορεί να μας είναι χρήσιμο με πολλούς τρόπους, ιδιαίτερα κάνοντας τα πιο κατανοητά





Στατιστική

Cluster Analysis (CA)



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης

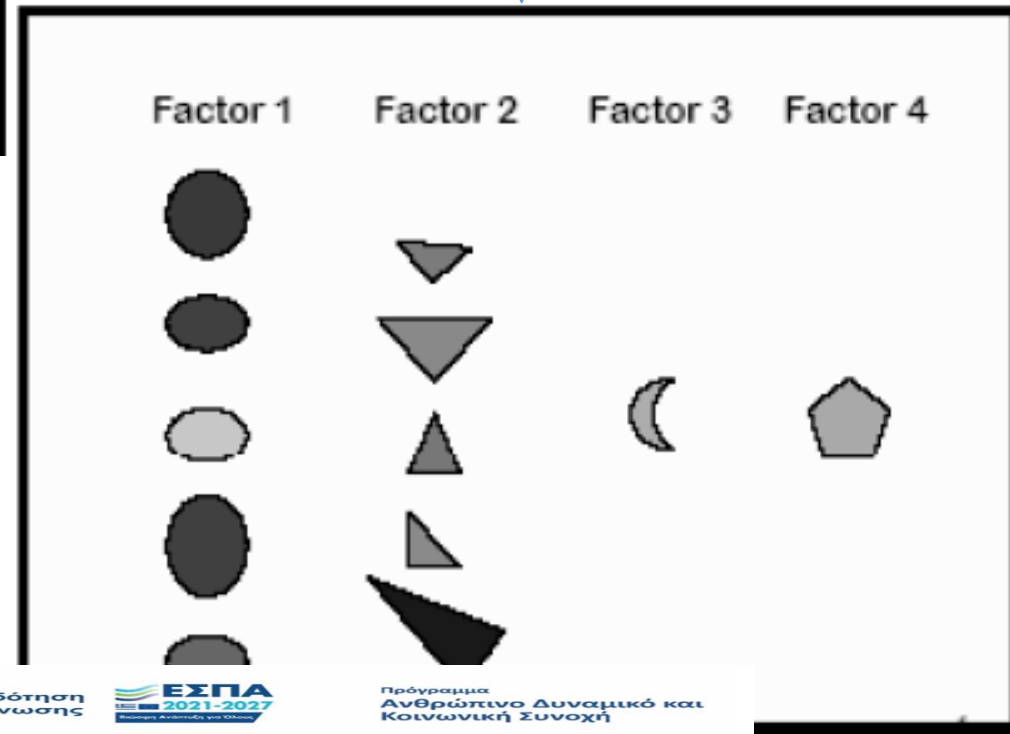
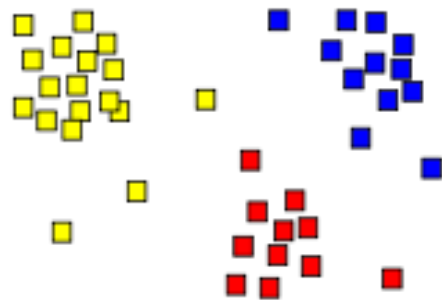
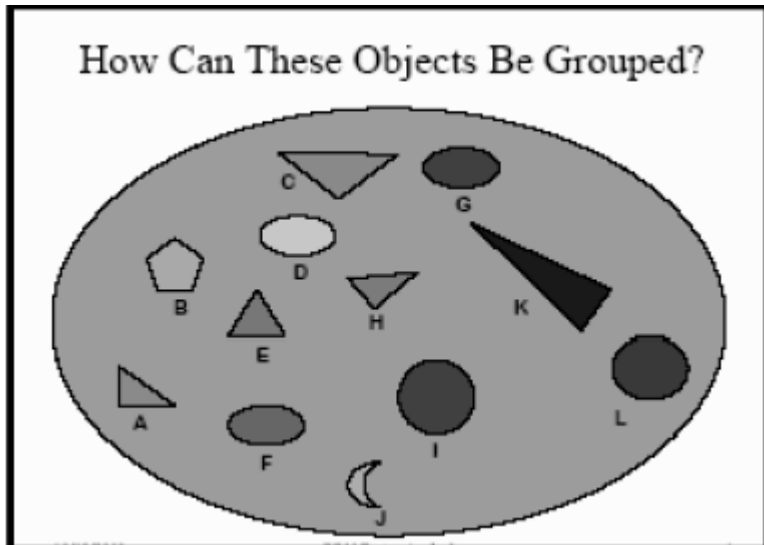


Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Τι Είναι η Ανάλυση Συστάδων (Cluster Analysis / CA)?

- Μια άλλη διερευνητική μέθοδος που στοχεύει στο να εντοπίσει ομογενείς ομάδες περιπτώσεων, για ομαδοποιήσεις που δεν είναι γνωστές εκ των προτέρων (εκ των υστέρων ομαδοποίηση, με βάση τον βαθμό εγγύτητας/σχέσης τους).
 - Συνήθως χρησιμοποιείται όταν δεν υπάρχει καμία υπόθεση για τις πιθανές σχέσεις στα δεδομένα.
 - Μπορεί να χειριστεί δυαδικά δεδομένα, ονομαστικής, ιεραρχικής, ίσων διαστημάτων και αναλογικής κλίμακας.
 - Συχνά χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλες αναλύσεις (όπως discriminant analysis).
 - Στις μέρες μας χρησιμοποιείται συχνά στη μηχανική μάθηση, ανάλυση δεδομένων και ανάλυση μεγάλων δεδομένων (big data).
- Η βασική αξία της ανάλυσης ομάδων βρίσκεται στην ταξινόμηση των δεδομένων, όπως προκύπτει από τη "φυσική" ομαδοποίηση των ίδιων των δεδομένων.
 - Η CA είναι συγκρίσιμη με την ανάλυση παραγόντων ως προς τον στόχο της αξιολόγησης της δομής των δεδομένων. Διαφέρει από την ανάλυση παραγόντων διότι η CA ομαδοποιεί αντικείμενα, ενώ η ανάλυση παραγόντων ασχολείται κυρίως με την ομαδοποίηση των μεταβλητών.

Παραδειγματα



Χρήση / Ερμηνεία της CA

- Η ερμηνεία του ερευνητή είναι σημαντικό μέρος, απόφαση εάν το αποτέλεσμα έχει νόημα. Είναι μια διαδικασία ανακάλυψης γνώσης ή διαδραστικής βελτιστοποίησης που προκύπτει μέσω «δοκιμής και λάθους».
 - “Clustering is in the eye of the beholder” (Estivill-Castro, V., 2002)
- Τυπικές εφαρμογές:
 - Ως αυτόνομο εργαλείο για την κατανόηση της διακύμανση των δεδομένων
 - Ως βήμα προ-επεξεργασίας για άλλους αλγορίθμους



Εφαρμογες CA Στις Κοινωνικές Επιστημες

- Η ανάλυση συστάδων (Cluster Analysis) προήλθε αρχικά από την ανθρωπολογία. Προτάθηκε από τους Driver και Kroeber το 1932 και εισήχθη στη ψυχολογία από τους Joseph Zubin το 1938 και Robert Tryon το 1939. Χρησιμοποιήθηκε επίσης από τον Cattell το 1943, στις περίφημες έρευνές του για την κατηγοριοποίηση της προσωπικότητας (Πηγή: Wikipedia)
- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Εντοπισμός ομάδων μαθητών που χρειάζονται ειδική προσοχή
 - Οι ερευνητές μπορεί να μετρήσουν ψυχολογικά / νοητικά χαρακτηριστικά και επίδοση. Μια CA μπορεί να αναγνωρίσει ποιες ομοιόμορφες ομάδες υπάρχουν μεταξύ των μαθητών.
- Πιθανές Ομάδες:
 - Μαθητές που έχουν καλή επίδοση σε όλα τα μαθήματα
 - Μαθητές που τα πηγαίνουν καλά σε κάποια μαθήματα αλλά αποτυγχάνουν σε άλλα



Διαφορετικά Είδη (μέθοδοι) για CA

- 3 μέθοδοι για CA:
 - **K-means cluster** - Αναγνωρίζει γρήγορα συστάδες σε μεγάλα σύνολα δεδομένων. Καθορίζεται ο αριθμός των συστάδων εκ των προτέρων. Χρήσιμο για δοκιμή διαφόρων μοντέλων με διαφορετικό προκαθορισμένο αριθμό συστάδων.
 - **Ιεραρχική Ανάλυση** - Η πιο κοινή μέθοδος. Σειρά μοντέλων: 1 (όλες οι περιπτώσεις σε ένα σύνολο) έως n (κάθε περίπτωση είναι μια μοναδική συστάδα). Μπορεί επίσης να ομαδοποιήσει και μεταβλητές, όπως και η Παραγοντική Ανάλυση. Μπορεί να χειριστεί ονοματικά, ιεραρχικά, ίσων διαδ\στημάτων και αναλογικά δεδομένα, αλλά δεν συνιστάται η ανάμιξη διαφορετικών επιπέδων μέτρησης.
 - **Ανάλυση Δύο Βημάτων** - 1) προκαταρκτική ομαδοποίηση και 2) ιεραρχικές μέθοδοι. Συνδυασμός των παραπάνω δύο μεθόδων. Μπορεί να χειριστεί μεγάλα σύνολα δεδομένων που θα απαιτούσαν πολύ χρόνο για υπολογισμό με τις ιεραρχικές μεθόδους. Μπορεί να χειριστεί δεδομένα ονομαστικά και αριθμητικά στο ίδιο μοντέλο, και επιλέγει αυτόματα τον αριθμό των συστάδων.



Αρχές Οργάνωσης των Διαφορετικών Ειδών (Μεθόδων) της CA

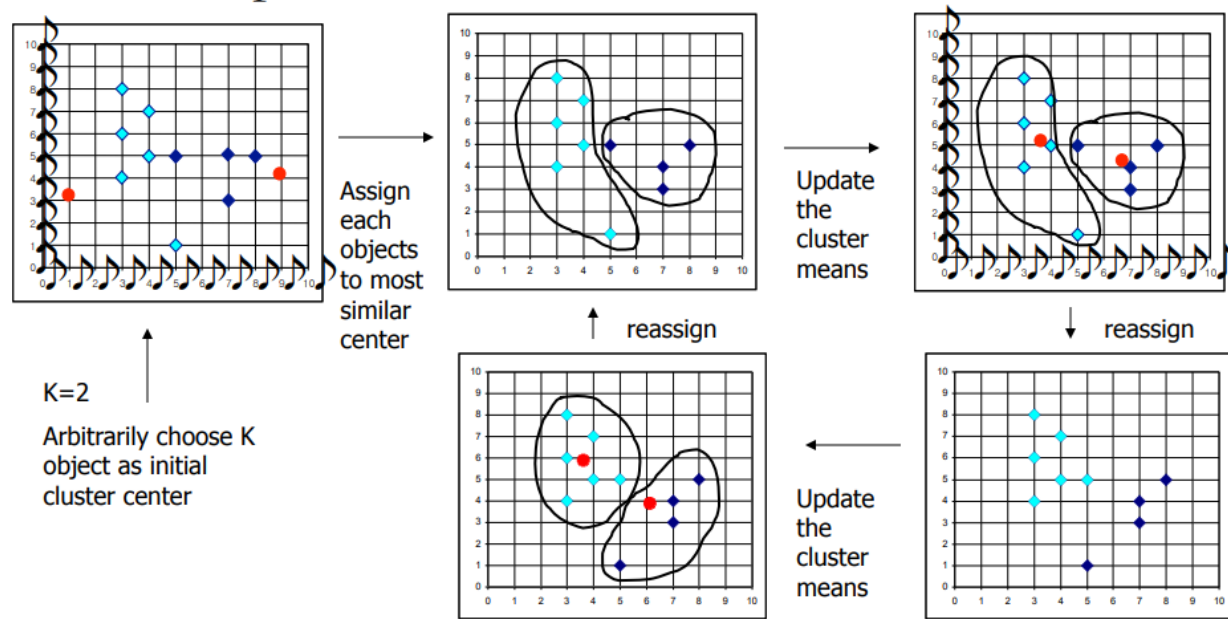
- 3 μέθοδοι για CA:
 - ***K-means cluster.***
 - Κεντροειδής συσταδοποίηση: Κάθε συστάδα αντιπροσωπεύεται από ένα κεντρικό διάνυσμα, το οποίο δεν είναι απαραίτητα μέλος του συνόλου δεδομένων.
 - Υπάρχει k αριθμός συστάδων, και ελαχιστοποιούνται οι τετραγωνικές αποστάσεις από το κέντρο της συστάδας.
 - Συνήθως απαιτείται προκαθορισμός της τιμής του k (πόσες συστάδες). Προτιμώνται συστάδες περίπου ίδιου μεγέθους, αλλά μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στην περιφέρεια των συστάδων - πχ. εσφαλμένος διαχωρισμός στα όρια τους (κάτι που δεν αποτελεί έκπληξη, καθώς ο αλγόριθμος βελτιστοποιεί τα κέντρα των συστάδων, όχι τα σύνορα τους).
 - ***Ιεραρχική Συσταδοποίηση.***
 - Συσταδοποίηση βασισμένη στη συνδεσιμότητα: Τα αντικείμενα σχετίζονται περισσότερο με τα κοντινά αντικείμενα παρά με αυτά που βρίσκονται μακριά.
 - Δημιουργείται ένα εκτεταμένο ιεραρχικό σύστημα συστάδων που συγχωνεύονται μεταξύ τους σε συγκεκριμένες αποστάσεις.
 - Υπάρχει πιθανότητα για "φαινόμενο αλυσίδων": οι εκτός περιοχής ακραίες τιμές είτε εμφανίζονται ως επιπλέον συστάδες είτε ακόμα μπορούν να προκαλέσουν τη συγχώνευση άλλων συστάδων.
 - ***Συσταδοποίηση Δύο Βημάτων***
 - Συνδυασμός των 2 παραπάνω μεθόδων.



K-Means Clustering

The *K-Means* Clustering Method

- Example



K-means cluster.

+

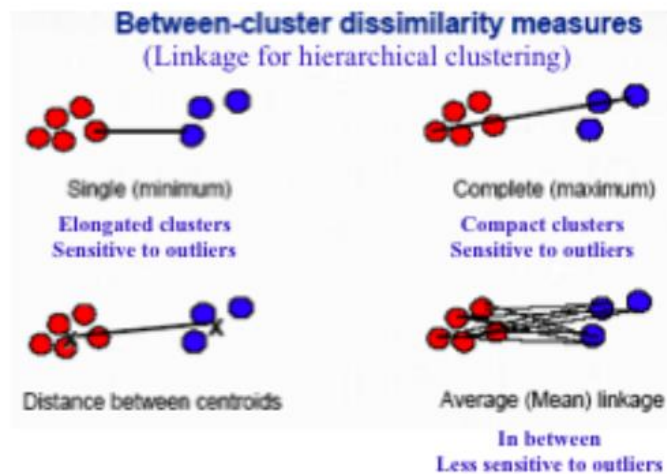
- Σχετικά εύκολο και αποδοτικό

-

- Ακατάλληλο για Κατηγορικά Δεδομένα
- Πρέπει να καθοριστεί το k εκ των προτέρων
- Μη ανεκτικό σε θόρυβο / ακραίες τιμές

Ιεραρχική Συσταδοποίηση

Distance Between Clusters



- Οι ιεραρχικοί αλγόριθμοι μπορούν να είναι συγχωνευτικοί (από κάτω προς τα πάνω) ή διαιρετικοί (από πάνω προς τα κάτω). Οι συγχωνευτικοί αλγόριθμοι ξεκινούν με κάθε στοιχείο ως ξεχωριστή συστάδα και τις συγχωνεύουν σε σταδιακά μεγαλύτερες συστάδες. Οι διαιρετικοί αλγόριθμοι ξεκινούν με το σύνολο των στοιχείων και συνεχίζουν να το διαιρούν σε σταδιακά μικρότερες συστάδες.

➤ Κυκλική διαδικασία

1. Τυχαία δημιουργία k συστάδων και καθορισμός των κέντρων τους, ή απευθείας δημιουργία k σημείων ως κέντρα των συστάδων.
2. Ανάθεση κάθε σημείου στην πλησιέστερη συστάδα.
3. Επανυπολογισμός των νέων κέντρων των συστάδων.
4. Επανάληψη μέχρι να επιτευχθεί κάποιο κριτήριο σύγκλισης (συνήθως ότι η ανάθεση δεν αλλάζει).

Μέθοδος Ενός Σημείου Σύνδεσης: Εγγύτερος Γείτονας

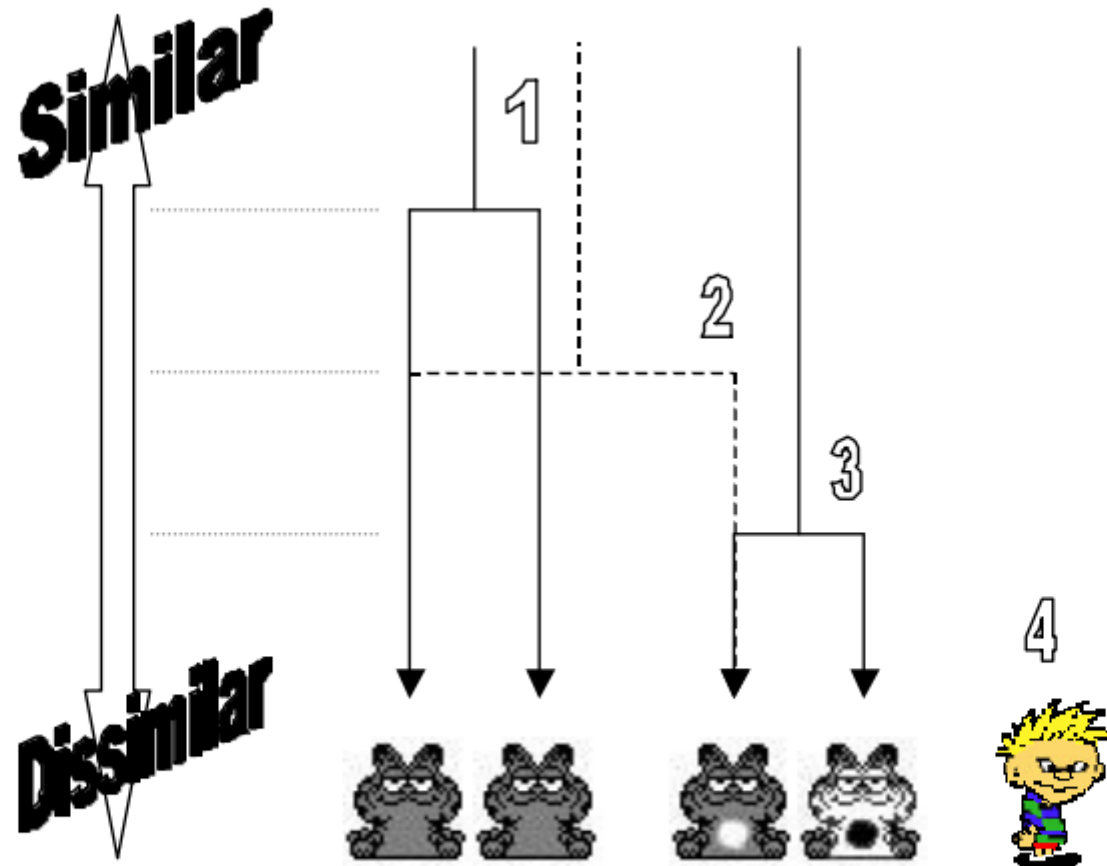


Figure 3

Figure 3 shows how the simple linkage method works. If we measured 5 animals on their physical characteristics (colour, number of legs, eyes etc.) and wanted to cluster these animals based on these



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης

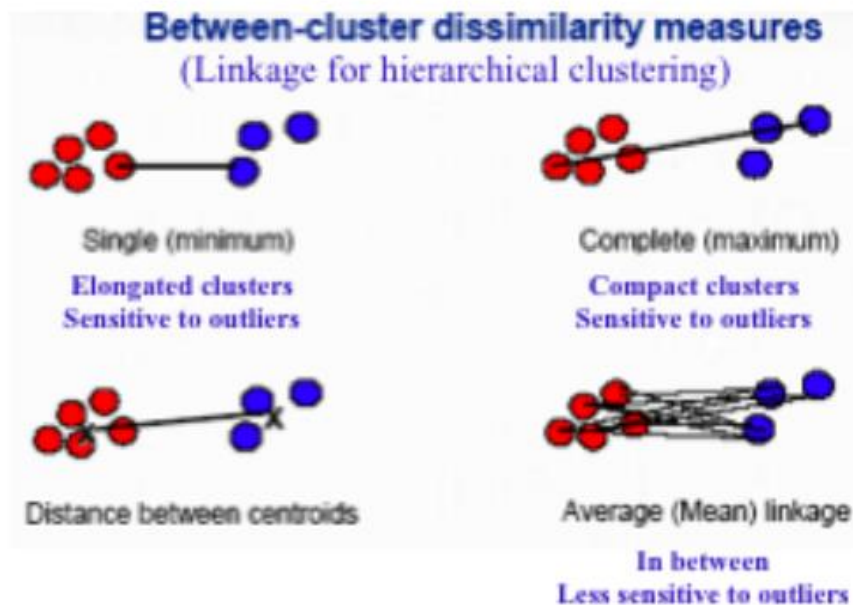


Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

First, imagine

Ιεραρχική Συσταδοποίηση

Distance Between Clusters



Hierarchical cluster.

- +
 - Απλή και γρήγορη
 - Μπορεί να χειριστεί ονομαστικά, ιεραρχικά, ίσων διαστημάτων και αναλογικά δεδομένα
 - Εκτός από τις παρατηρήσεις μπορεί να ομαδοποιήσει και μεταβλητές, όπως η FA.
- - Δεν καταλήγει πάντα στο ίδιο αποτέλεσμα, καθώς κάθε φορά οι συστάδες που θα δημιουργηθούν επηρεάζονται από την πρώτη τυχαία ανάθεση.

CA στο SPSS

- Επιλέξτε:
 - Analyze → Classify →
 - Two-step cluster
 - K-Means Cluster
 - Hierarchical Cluster



Παραδειγμα

- Συστάδες μαθητών που προκύπτουν από τυποποιημένα σκορ εξετάσεων στα μαθηματικά, την ανάγνωση, και την γραφή.
- Χρήση ανάλυσης ιεραρχικών συστάδων.
- 3 βασικά βήματα:
 1. Υπολογισμός αποστάσεων,
 2. Σύνδεση συστάδων, και
 3. Επιλογή λύσης με καθορισμό του ορθού αριθμού συστάδων.



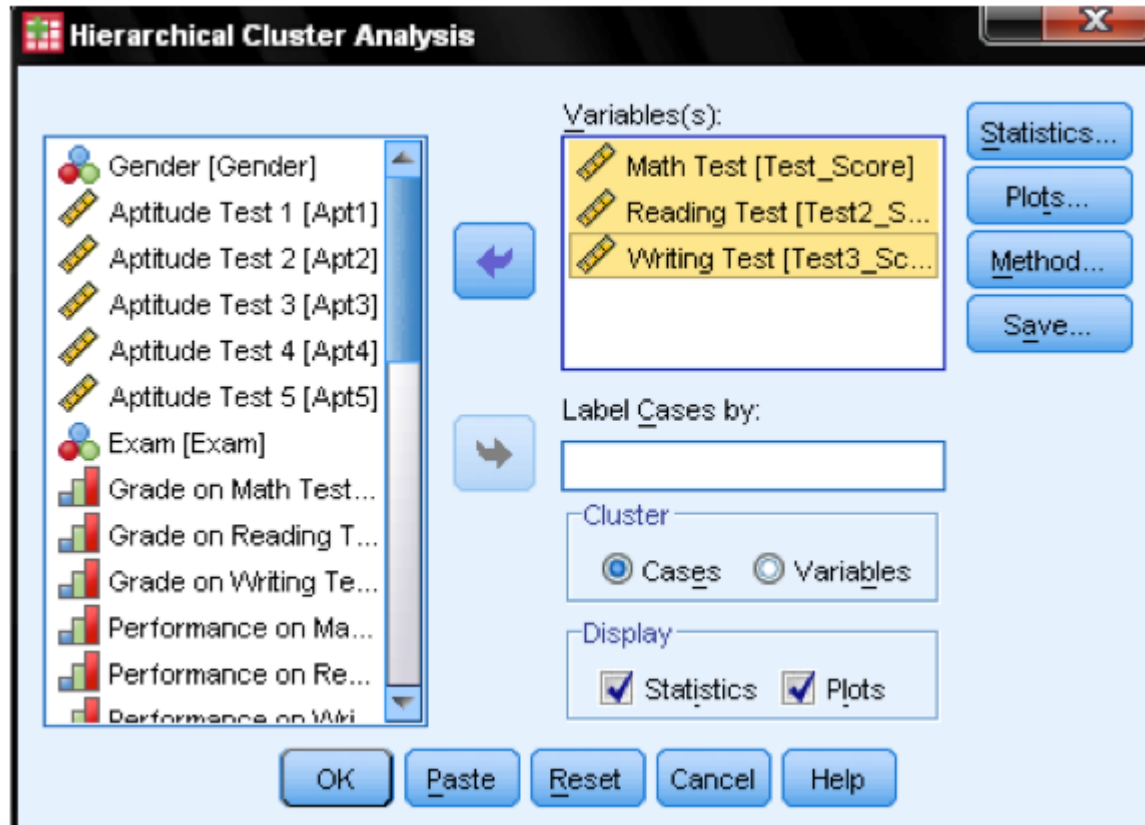
CA στο SPSS

The screenshot shows the SPSS Statistics Data Editor interface. The 'Analyze' menu is open, and the 'Classify' option is selected. The 'Hierarchical Cluster...' option is highlighted. The data editor shows a list of variables with their names, types, and roles.

Name	Type	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
Test_Score	Numeric	1st Test	None	None	8	Right	Scale	Input
Test2_Score	Numeric	Reading Test	None	None	5	Right	Scale	Input
Test3_Score	Numeric	Writing Test	None	None	5	Right	Scale	Input
Gender	Numeric	Gender	{0, Male}...	None	8	Right	Nominal	Input
Apt1	Numeric	Attitude Test 1	None	None	5	Right	Scale	Input
Apt2	Numeric	Attitude Test 2	None	None	5	Right	Scale	Input
Apt3	Numeric	Attitude Test 3	None	None	5	Right	Scale	Input
Apt4	Numeric		None	None	5	Right	Scale	Input
Apt5	Numeric		None	None	5	Right	Scale	Input
Exam	Numeric		None	None	10	Right	Nominal	Input
Grade1	Numeric		None	None	10	Right	Ordinal	Input
Grade2	Numeric		None	None	10	Right	Ordinal	Input
Grade3	Numeric		None	None	10	Right	Ordinal	Input
Good1	Numeric	Performance on... (0, Not goo...	None	None	8	Right	Ordinal	Input
Good2	Numeric	Performance on... (0, Not goo...	None	None	8	Right	Ordinal	Input
Good3	Numeric	Performance on... (0, Not goo...	None	None	8	Right	Ordinal	Input
Age	Numeric	Age	None	None	10	Right	Scale	Input
Final_exam	Numeric	Final Exam Sc... (1.00, Fail)...	None	None	12	Right	Ordinal	Input
Ex1	Numeric	Grade on Mid-T... (1.00, A)...	None	None	10	Right	Ordinal	Input
Ex2	Numeric	Grade on Mid-T... (1.00, A)...	None	None	10	Right	Ordinal	Input
Treatment	Numeric	Teaching Meth... (1.00, Front...	None	None	11	Right	Ordinal	Input
Gift	Numeric	Gift chosen by ... (1.00, Super...	None	None	10	Right	Nominal	Input
Test1_1	Numeric		None	None	8	Right	Scale	Input
Test1_2	Numeric		None	None	8	Right	Scale	Input
Test1_3	Numeric		None	None	8	Right	Scale	Input
Test2_1	Numeric		None	None	8	Right	Scale	Input

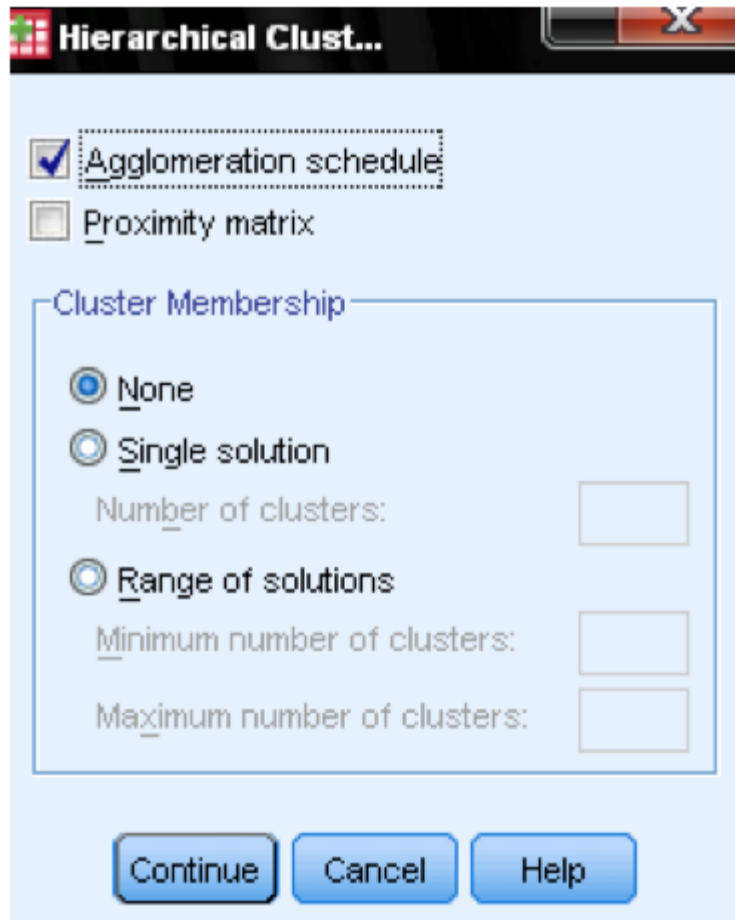


Καταχώρηση Μεταβλητών Ενδιαφέροντος



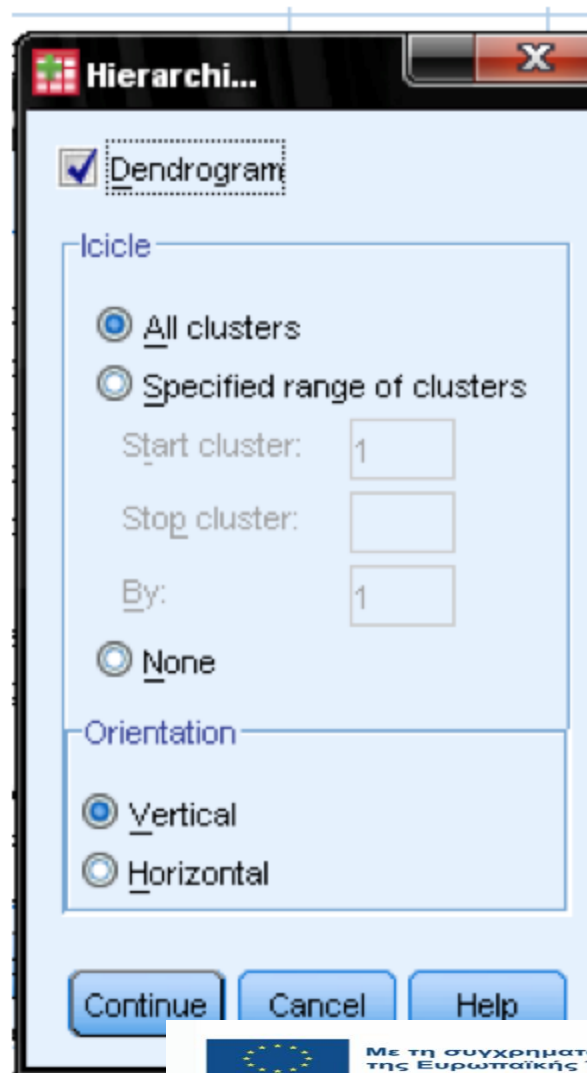
- Προσοχή
- Επιλογή Στόχου Συσταδοποίησης:
 - Τιμές (cases)
 - Μεταβλητές (variables)

Επιμερους Μενου: Statistics



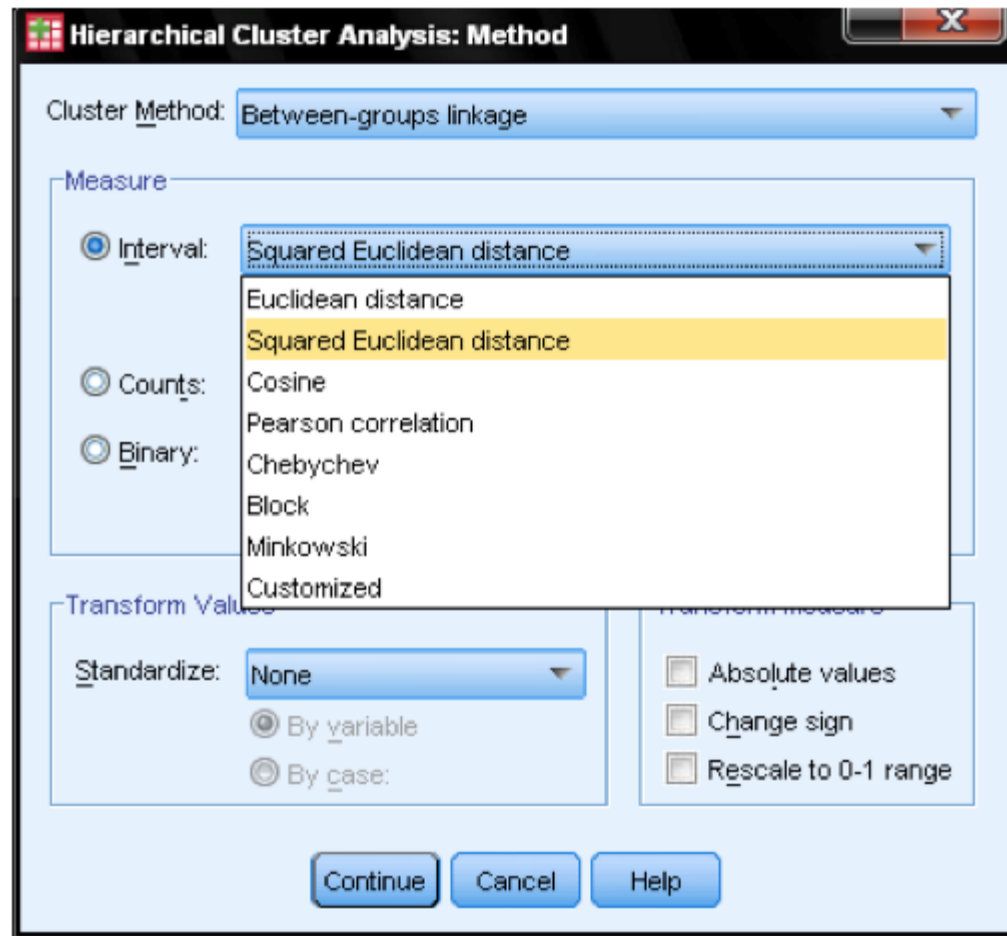
- Proximity matrix = οι αποστάσεις που υπολογίζονται στο πρώτο βήμα της ανάλυσης
- Πρόβλεψη για τον αριθμό συστάδων όπου θα ομαδοποιηθούν οι παρατηρήσεις.
- Μπορεί ο ερευνητής να ζητήσει συγκεκριμένο αριθμό συστάδων ή ένα εύρος λύσεων

Επιμερους Μενου: Plots



- Επιλογή *Dendrogram*
 - Απεικονίζει γραφικά τις συστάδες και το πώς αυτές συγκλίνουν
 - Μας επιτρέπει να αναγνωρίσουμε τον κατάλληλο αριθμό συστάδων (k)

Επιμερους Μενου: Method I



- Επιλογή κλίμακας
 - *Interval* (αναλογική)
 - *Counts* (ιεραρχική)
 - *Binary* (ονομαστική)
- Και μέθοδος εκτίμησης
 - Squared Euclidean is a popular choice for interval and binary data
 - Chi-squared / Phi-Squared (standardized version of Chi-Squared) is a popular choice for counts data

Επιμερους Μενου: Method II

Hierarchical Cluster Analysis: Method

Cluster Method: **Between-groups linkage**

Measure: **Between-groups linkage**

Interval: Nearest neighbor
Furthest neighbor
Centroid clustering

Counts: Median clustering
Ward's method

Binary: Squared Euclidean distance

Present: Absent:

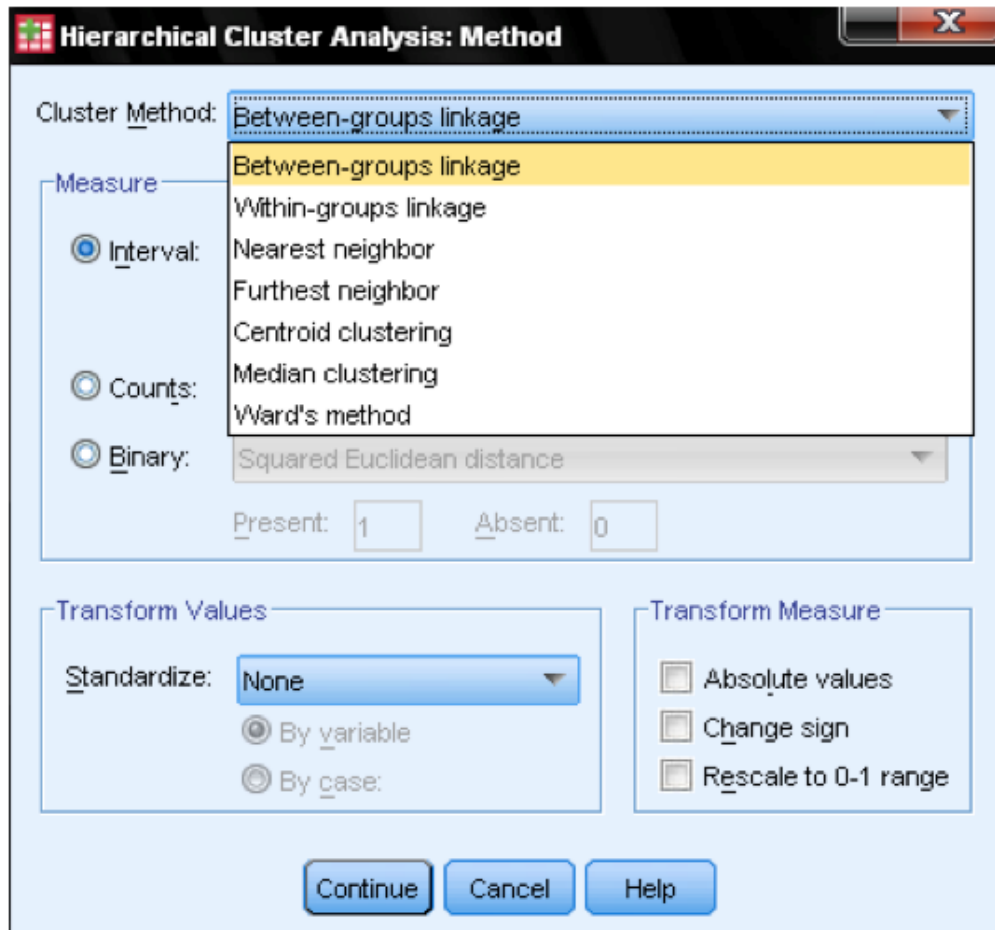
Transform Values: Standardize: **None**
 By variable
 By case:

Transform Measure: Absolute values
 Change sign
 Rescale to 0-1 range

Επιλογή μεθόδου συσταδοποίησης. Συνήθεις επιλογές:

- Σύνδεση μεταξύ ομάδων (χρησιμοποιεί τη μέση απόσταση όλων των σημείων δεδομένων εντός αυτών των συστάδων),
- Εγγύτερος γείτονας (μοναδική σύνδεση: χρησιμοποιεί τη μικρότερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων δεδομένων στις συστάδες),
- Μακρινότερος γείτονας (πλήρης σύνδεση: χρησιμοποιεί τη μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων δεδομένων στις συστάδες),
- Μέθοδος Ward (απόσταση όλων των συστάδων από τον γενικό μέσο όρο του δείγματος).

Επιμερους Μενου: Method III



- Η μέθοδος μοναδικής σύνδεσης (single linkage) λειτουργεί καλύτερα με μακριές αλυσίδες συστάδων,
- Η μέθοδος πλήρους σύνδεσης (complete linkage) λειτουργεί καλύτερα με πυκνές ομαδοποιήσεις συστάδων.
- Η μέθοδος μεταξύ-ομάδων σύνδεσης λειτουργεί και με τα δύο είδη συστάδων.
 1. Χρησιμοποιούμε πρώτα τη μέθοδο μοναδικής σύνδεσης - βοηθά στον εντοπισμό ακραίων τιμών.
 2. Αφαιρούμε αυτές τις ακραίες τιμές.
 3. Στη συνέχεια, χρησιμοποιούμε τη μέθοδο Ward - χρησιμοποιεί την τιμή F (όπως στην ANOVA) για να μεγιστοποιήσει τη σημαντικότητα των διαφορών μεταξύ των συστάδων.

Τυποποίηση: σε τιμές Z ή μέσω κεντραρίσματος (centering).

Μπορούμε επ



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης

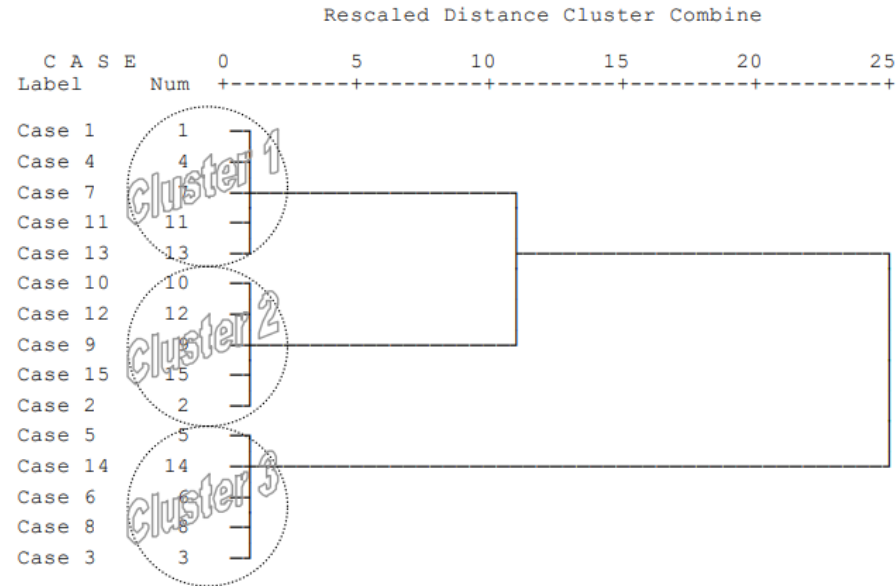


Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

SPSS Output – Παράδειγμα Ομαδοποίησης Συμπτωμάτων, Andy Field

***** H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S *****

Dendrogram using Ward Method



Case Summaries^a

	DSMIV Classification	Ward Method
1	GAD	1
2	Depression	2
3	OCD	3
4	GAD	1
5	OCD	3
6	OCD	3
7	GAD	1
8	OCD	3
9	Depression	2
10	Depression	2
11	GAD	1
12	Depression	2
13	GAD	1
14	OCD	3
15	Depression	2
Total	N	15

a. Limited to first 100 cases.

- Αφού έχουμε εξετάσει το δενδρόγραμμα και αποφασίσει πόσες συστάδες υπάρχουν, επαναλαμβάνουμε την ανάλυση, ζητώντας από το SPSS να αποθηκεύσει μια νέα μεταβλητή στην οποία οι κωδικοί των συστάδων ανατίθενται στις παρατηρήσεις (με τον ερευνητή να καθορίζει τον αριθμό των συστάδων στα δεδομένα).
- Εδώ, ζητάμε κωδικοποίηση για τρεις συστάδες. Οι κωδικοί που προκύπτουν σε αυτήν την ανάλυση αντιστοιχούν επακριβώς στις κατηγορίες του DSM-IV.
- Παρόλο που αυτό το παράδειγμα είναι πολύ απλό, μας δείχνει πόσο χρήσιμη μπορεί να είναι η ανάλυση συστάδων στην ανάπτυξη και επικύρωση εργαλείων διάγνωσης ή στην είσοδο φυσικών συστημάτων.



Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

Άλλα Παραδείματα

- K-Means Cluster Analysis
 - <https://www.youtube.com/watch?v=e27G-UCju0E>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=yWwHi8RTYnQ>
- 2 step Cluster Analysis
 - <https://www.youtube.com/watch?v=DpucueFsigA&list=PLnMJlbz3seflgZdXeXxL8QgKiDLyH6Q-w>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=BrmfYtT98W0>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=Odk0kLuUGvY>
- Άλλες Πηγές
 - <http://calcnet.mth.cmich.edu/org/spss/staprocclassification.htm>



Περιορισμοί CA

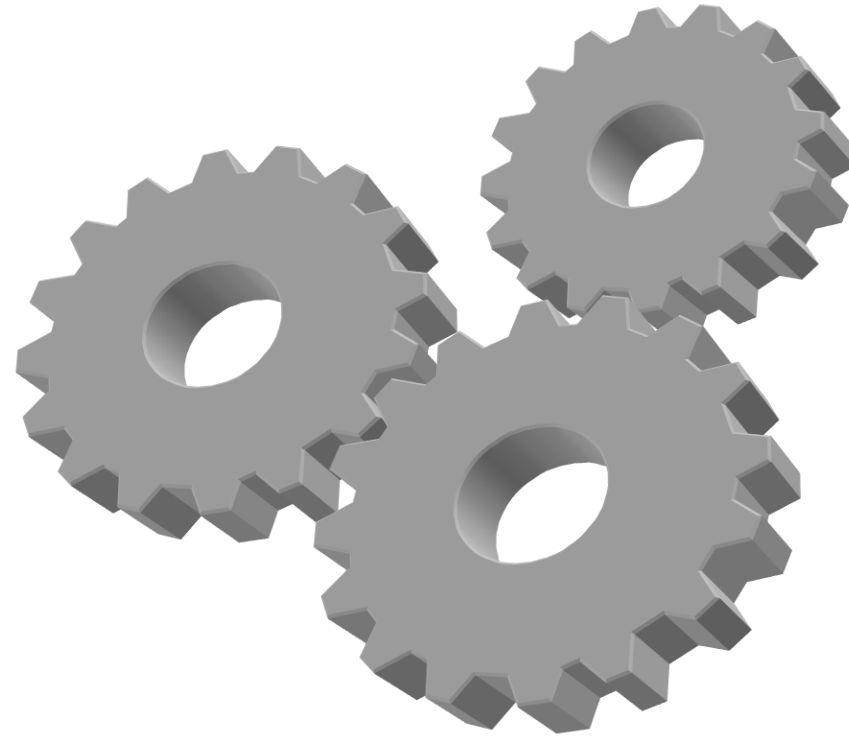
- Υπάρχουν αρκετά πράγματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διεξαγωγή ανάλυσης συστάδων:
 1. Οι διάφορες μέθοδοι συσταδοποίησης συνήθως παρέχουν πολύ διαφορετικά αποτελέσματα. Αυτό συμβαίνει λόγω των διαφορετικών κριτηρίων για τη συγχώνευση συστάδων (συμπεριλαμβανομένων των παρατηρήσεων). Είναι σημαντικό να σκεφτείτε προσεκτικά ποια μέθοδος είναι η καλύτερη για το αντικείμενο που σας ενδιαφέρει να εξετάσετε.
 2. Με εξαίρεση τη μέθοδο απλής σύνδεσης, τα αποτελέσματα του CA θα επηρεαστούν από τη σειρά εισαγωγής των μεταβλητών.
 3. Η ανάλυση δεν είναι σταθερή όταν αφαιρούνται παρατηρήσεις: αυτό συμβαίνει επειδή η επιλογή μιας παρατήρησης (ή η σύνδεση συστάδων) εξαρτάται από την ομοιότητα της παρατήρησης με τη συστάδα. Η αφαίρεση μιας παρατήρησης μπορεί να επηρεάσει δραματικά την πορεία της ανάλυσης.
 4. Η ιεραρχική φύση της ανάλυσης σημαίνει ότι δεν μπορούν να διορθωθούν προκαταρκτικές επιλογές "κακής κρίσης".



Συμπερασματικά

- Συχνά έχουμε περισσότερη ποσότητα και βάθος στα δεδομένα μας από ό,τι μπορούμε να κατανοήσουμε ενστικτωδώς.
- Σε αυτές τις περιπτώσεις, είναι χρήσιμο να ανακαλύπτουμε συστάδες στα δεδομένα μας χωρίς απαραίτητα να έχουμε προκαθορισμένες προσδοκίες για το πόσες ή ποιες συστάδες θα ανακαλυφθούν (ομαδοποίηση βασισμένη στα δεδομένα).
- CA, FA και PCA ομαδοποιούν τα δεδομένα μας
 - Υπάρχουν σημαντικές ομοιότητες αλλά και διαφορές μεταξύ των τριών μεθόδων.
 - Η Ανάλυση Συστάδων (CA) αλλά και οι FA/PCA μπορούν να συνδυαστούν, π.χ. πραγματοποιώντας πρώτα FA και στη συνέχεια CA. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να μειώσουμε το θόρυβο και την πολυπλοκότητα στα δεδομένα μας και να φτάσουμε γρηγορότερα σε έναν διαχειρίσιμο αριθμό συστάδων.





Στατιστική

Ανάλυση παλινδρόμησης - Regression



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Αναλυση Παλινδρόμησης (Regression)

- **Ανάλυση παλινδρόμησης**

Η πρόβλεψη των τιμών μιας μεταβλητής από τις τιμές μίας (απλή παλινδρόμηση) ή πολλών άλλων (πολλαπλή παλινδρόμηση) γνωστών μεταβλητών

- Επέκταση συσχέτισης (r) και ANOVA
- Στατιστικό μοντέλο της σχέσης των μεταβλητών
- Πρόβλεψη: ένας από τους βασικούς στόχους της επιστήμης

- Ανεξάρτητη / προβλεπτική μεταβλητή

- Εξαρτημένη μεταβλητή / Μεταβλητή κριτήριο

- **Είδη παλινδρόμησης**

- Απλή / Πολλαπλή
- Γραμμική / Μη γραμμική
π.χ. καμπυλόγραμη, σιγμοειδής, λογαριθμική (logistic regression)...



Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση

- Προϋποθέσεις:
 - Ικανοποιητική συσχέτιση μεταξύ των 2 μεταβλητών
 - Γραμμική σχέση
- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Πρόβλεψη επαγγελματικής ικανοποίησης (Y) με βάση ευσυνειδησία (X) (χαρακτηριστικό προσωπικότητας)

Οι επιδόσεις των εργαζομένων στην κλίμακα ευσυνειδησίας και στο τεστ επαγγελματικής ικανοποίησης

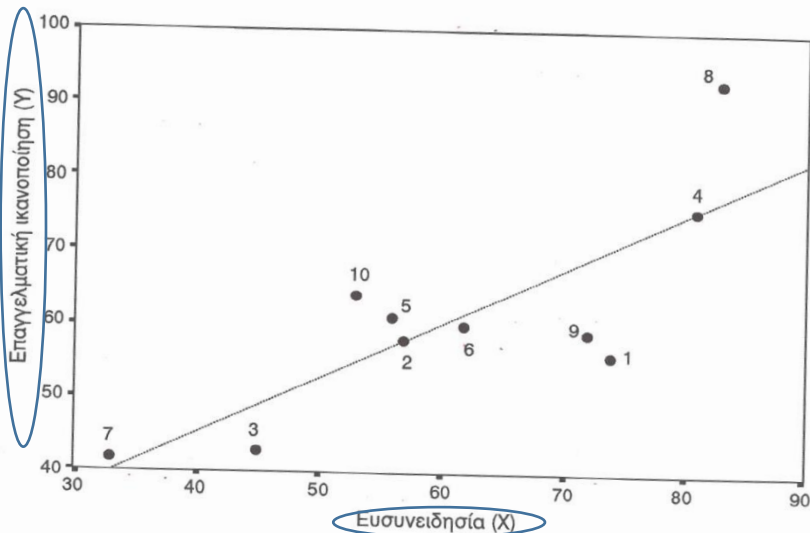
Άτομο	Ευσυνειδησία	Επαγγελματική ικανοποίηση
1	74	56
2	57	58
3	45	43
4	81	75
5	56	61
6	62	60
7	33	42
8	83	93
9	72	59
10	53	64
Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες για το δείγμα		
\bar{X}	61,6	61,1
s	16,04	14,73
COV	189,27	
N	10	10

$$r = \frac{COV_{XY}}{s_X s_Y} = \frac{189,27}{236,27} = 0,80$$

- Έλεγχος συσχέτισης →

Περιγραφική Ανάλυση

- Πριν τη στατιστική ανάλυση μπορούμε να φτιάξουμε ένα διάγραμμα σκεδασμού (scatterplot) για να ελέγξουμε τη σχέση των μεταβλητών

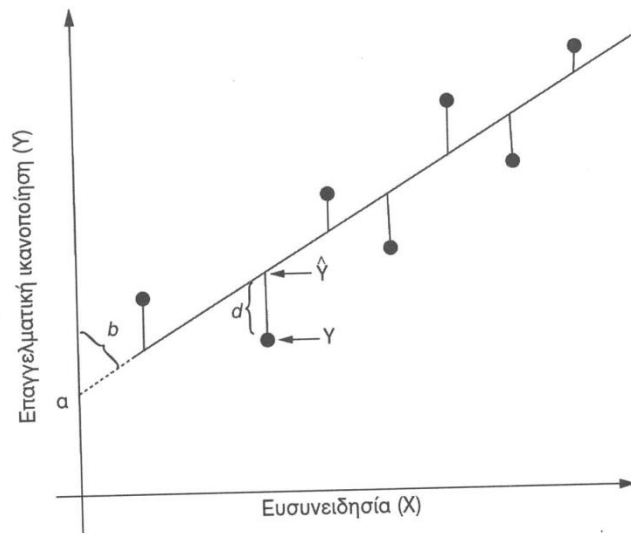


Σχήμα 10.1. Το διάγραμμα σκεδασμού και η γραμμή παλινδρόμησης για τις μεταβλητές της ευσυνειδησίας (X) και της επαγγελματικής ικανοποίησης (Y).

- Γραμμή παλινδρόμησης: περνά όσο το δυνατόν πιο κοντά από το σύνολο των σημείων
- Αναγκαίοι συντελεστές παλινδρόμησης
 - a: τιμή όπου τέμνει τον άξονα X (σταθερά)
 - b: κλίση γραμμής (σημαντικό το πρόσημο)
- $Y = a + bX + \text{error}$
 - Είναι το στατιστικό μας μοντέλο

Υπολογισμός Γραμμής Παλινδρόμησης (Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων)

- Διαφορά (d) μεταξύ πραγματικής τιμής (Y) και τιμής πρόβλεψης (\hat{Y}):
Σφάλμα εκτίμησης
 - Μαθηματικός τύπος ελαχιστοποίησης του (τετραγωνισμένου) αθροίσματος αυτών των σφαλμάτων



Σχήμα 10.3. Η γραμμή παλινδρόμησης για τις επιδόσεις των εργαζομένων στην κλίμακα ευσυνειδησίας (X) και στο τεστ επαγγελματικής ικανοποίησης (Y).

$$\hat{Y} = \alpha + bX,$$

όπου

\hat{Y} = η προβλεπόμενη τιμή Y ,

α = η τιμή του Y όταν το $X=0$,

b = η κλίση της ευθείας, δηλαδή η γωνία που σχηματίζει η ευθεία με τον άξονα των X , και

X = κάθε τιμή του X .

$$b = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2},$$

όπου

N = ο αριθμός των ατόμων του δείγματος,

X = οι τιμές της μεταβλητής X ,

Y = οι τιμές της μεταβλητής Y , και

Σ = το άθροισμα των...

$$a = \bar{Y} - b\bar{X},$$

όπου

\bar{X} = ο μέσος όρος των τιμών της μεταβλητής X ,

\bar{Y} = ο μέσος όρος των τιμών της μεταβλητής Y , και

b = η κλίση της ευθείας.

Αξιολογηση Της Προβλεπτικής Αξίας Της Παλινδρόμησης

- Η προβλεπτική αξία του κάθε μοντέλου εκφράζεται με τον συντελεστή προσδιορισμού (R^2)
 - Ποσοστό της διακύμανσης της μεταβλητής Y που εξηγείται από τη μεταβλητή X (απλή παλινδρόμηση)
 - Ποσοστό της συνολικής διακύμανσης της Εξαρτημένης Μεταβλητής (EM) που ερμηνεύεται από την ομάδα των Ανεξάρτητων Μεταβλητών (AM) (πολλαπλή παλινδρόμηση)
- Απλή γραμμική παλινδρόμηση
 - $Y = \alpha + \beta X + \varepsilon$
- Πολλαπλή Παλινδρόμηση
 - $Y = \alpha + \beta X + \beta_2 Z + \dots + \beta_i \Omega + \varepsilon$
 - $\beta \dots \beta_i$: συντελεστές βήτα
 - Στην πολλαπλή παλινδρόμηση, η υψηλή συσχέτιση μεταξύ των προβλεπτικών μεταβλητών είναι **ανεπιθύμητη** (πολυσυγγραμικότητα – multicollinearity)



Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση

$$b = \frac{10(39341) - (616)(611)}{10(40262) - (379456)} = \mathbf{0.74}$$

$$a = 61.1 - (0.74 \times 61.6) = 61.1 - 45.6 = \mathbf{15.5}$$

- $\hat{Y} = 15.5 + 0.74 \times X$
- Για να δημιουργήσουμε τη γραμμή σκεδασμού χρειαζόμαστε τουλάχιστον 2 ζεύγη τιμών.
 - Π.χ. (40, 45.1), (50, 52.5)
 - (10, ?)
- Συντελεστής προσδιορισμού (r^2)
 - Το κοινό ποσοστό διακύμανσης που ερμηνεύουν οι 2 μεταβλητές
 - $r^2 = \frac{\sum(\hat{Y} - Y)}{\sum(Y - Y)}$

$$b = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2},$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X},$$

όπου
 \bar{X} = ο μέσος όρος των τιμών της μεταβλητής X,
 \bar{Y} = ο μέσος όρος των τιμών της μεταβλητής Y, και
 b = η κλίση της ευθείας.

Οι επιδόσεις των εργαζομένων στην κλίμακα ευσυνειδησίας και στο τεστ επαγγελματικής ικανοποίησης

Άτομο	Ευσυνειδησία	Επαγγελματική ικανοποίηση
1	74	56
2	57	58
3	45	43
4	81	75
5	56	61
6	62	60
7	33	42
8	83	93
9	72	59
10	53	64
Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες για το δείγμα		
\bar{X}	61,6	61,1
s	16,04	14,73
COV	189,27	
		10



Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση

- Προϋποθέσεις:
 - 2 ή παραπάνω ανεξάρτητες μεταβλητές
 - Ικανοποιητική συσχέτιση μεταξύ της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής και της εξαρτημένης μεταβλητής
 - ΑΛΛΑ όχι μεταξύ των ανεξάρτητων (πολυσυγγραμικότητα - multicollinearity)
 - Γραμμική σχέση
- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Πρόβλεψη επαγγελματικής επιτυχίας (Y) με βάση ηλικία (X_1), εκπαίδευση (X_2), και εργασιακή εμπειρία (X_3)

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n,$$

όπου

\hat{Y} = η προβλεπόμενη τιμή Y,

a = η τιμή του Y όταν το $X=0$,

$b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$ = η κλίση της ευθείας για κάθε προβλεπτική μεταβλητή X_1, X_2, X_3, X_n , και

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ = η τιμή της κάθε προβλεπτικής μεταβλητής.

- **Συντελεστής πολλαπλής συσχέτισης (R)**: συσχέτιση EM με όλες τις AM ταυτόχρονα
- $R = \text{COV}(Y, \hat{Y}) / s_Y s_{\hat{Y}}$
 - COV = συνδιακύμανση
 - s = τυπική απόκλιση
- **R²**: ποσοστό συνολικής διακύμανσης της EM που εξηγείται από τις AM



Συντελεστές Παλινδρόμησης Στην Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση

- Συντελεστές παλινδρόμησης (b) για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή
 - Υπολογίζονται ανεξάρτητα, όπως και στην απλή παλινδρόμηση
- Αξιολόγηση προβλεπτικής αξίας κάθε μεταβλητής μέσω του b
- **Τυποποιημένος συντελεστής παλινδρόμησης (β)**
 - Προκύπτει από μετατροπή σε z-τιμές, ώστε να εξισωθούν οι διακυμάνσεις όλων των συντελεστών
 - Κάνει τη σύγκριση πιο «δίκαιη»
 - R^2 επίσης υπολογίζεται για κάθε β ξεχωριστά

$$\beta = b \left(\frac{s_x}{s_y} \right),$$

όπου

- $\beta =$ ο τυποποιημένος συντελεστής παλινδρόμησης,
- $b =$ ο απλός συντελεστής παλινδρόμησης,
- $s_x =$ η τυπική απόκλιση των προβλεπτικών μεταβλητών, και
- $s_y =$ η τυπική απόκλιση της μεταβλητής κριτηρίου.



Αναφορά Παλινδρομησης

- ο Το μοντέλο που δημιουργήσαμε περιγράφει τους παράγοντες που προβλέπουν , σε στατιστικά σημαντικό βαθμό ($R^2 = .82$), την επαγγελματική επιτυχία. Η επαγγελματική επιτυχία επηρεάζεται από την εργασιακή εμπειρία [$t(196) = 12.26, p < .001$], την εκπαίδευση [$t(196) = 12.12, p < .001$], και την ηλικία του υπαλλήλου [$t(196) = 4.55, p < .001$]. Η εργασιακή εμπειρία εξηγεί το 51% της διακύμανσης στη μέτρηση της επαγγελματικής επιτυχίας, η εκπαίδευση εξηγεί το 51%, και η ηλικία του υπαλλήλου εξηγεί το 19% της διακύμανσης.



Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση Στο SPSS

- ο Πρόβλεψη επιπέδου υγείας (Y) με βάση το βαθμό αισιοδοξίας (X)
- ο Analyze → Regression → Linear

Correlations

		health	optimism
health	Pearson Correlation	1	,756**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	179	179
optimism	Pearson Correlation	,756**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	179	179

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Εικόνα 10.1. Πίνακας συντελεστών συσχέτισης των μεταβλητών «health» και «optimism»

Ελέγχει υπόθεση γραμμικής σχέσης

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	12347,875	1	12347,875	235,997	,000 ^d
	Residual	9261,030	177	52,322		
	Total	21608,905	178			

a. Predictors: (Constant), optimism
b. Dependent Variable: health

Εικόνα 10.4. Πίνακας ANOVA στην ανάλυση απλής παλινδρόμησης

Προσαρμογή στο μέγεθος δείγματος

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,756 ^d	,571	,569	7,233

a. Predictors: (Constant), optimism

Εικόνα 10.3. Σύνοψη μοντέλου της ανάλυσης απλής παλινδρόμησης

Ερμηνευτική επιτυχία μοντέλου

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-14,751	4,707		-3,134	,002
	optimism	,359	,023	,756	15,362	,000

a. Dependent Variable: health

Εικόνα 10.5. Πίνακας συντελεστών του μοντέλου στην ανάλυση απλής παλινδρόμησης

b

Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση Στο SPSS

- Πρόβλεψη επιπέδου ευτυχίας (Y) με βάση κλίμακα συναισθηματικής νοημοσύνης και κλίμακα έκφρασης συναισθημάτων (αναγνώριση συναισθήματος, χρήση συν., έλεγχος συν., κατανόηση συν., θετική & αρνητική έκφραση: X_1 - X_6)
- Analyze → Regression → Linear
 - Method: ?
 - ΠΡΟΣΟΧΗ! (σε κάποιες μεθόδους παίζει ρόλο η σειρά καταχώρησης)
 - Statistics, Plots (ZRESID * ZPRED) κ.α. επιλογές



Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση Στο SPSS

o Analyze → Regression → Linear

Model Summary^e

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,661 ^a	,437	,434	13,358	,437	137,378	1	177	,000
2	,715 ^b	,511	,506	12,481	,074	26,764	1	176	,000
3	,755 ^c	,570	,562	11,744	,058	23,791	1	175	,000
4	,768 ^d	,589	,580	11,506	,020	8,295	1	174	,004

a. Predictors: (Constant), eq_use
 b. Predictors: (Constant), eq_use, emot_po
 c. Predictors: (Constant), eq_use, emot_po, emot_ne
 d. Predictors: (Constant), eq_use, emot_po, emot_ne, eq_perc
 e. Dependent Variable: happiness

Ερμηνευτική επιτυχία μοντέλου

Ποσό βελτίωσης μοντέλου (από προηγούμενο)

Σημαντικότητα βελτίωσης

Εικόνα 10.9. Σύνοψη μοντέλου στην ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	64,999	5,282		12,305	,000	1,000	1,000
	eq_use	1,065	,091	,661	11,721	,000		
2	(Constant)	43,259	6,482		6,674	,000	,656	1,524
	eq_use	,747	,105	,464	7,131	,000		
	emot_po	1,069	,207	,336	5,173	,000		
3	(Constant)	68,272	7,968		8,568	,000	,547	1,829
	eq_use	,532	,108	,330	4,925	,000		
	emot_po	1,178	,196	,371	6,020	,000		
	emot_ne	-,763	,156	-,269	-4,878	,000		
4	(Constant)	56,167	8,867		6,335	,000	,540	1,853
	eq_use	,567	,107	,352	5,326	,000		
	emot_po	1,057	,196	,333	5,383	,000		
	emot_ne	-,661	,157	-,233	-4,206	,000		
	eq_perc	,327	,114	,147	2,880	,004		

a. Dependent Variable: happiness

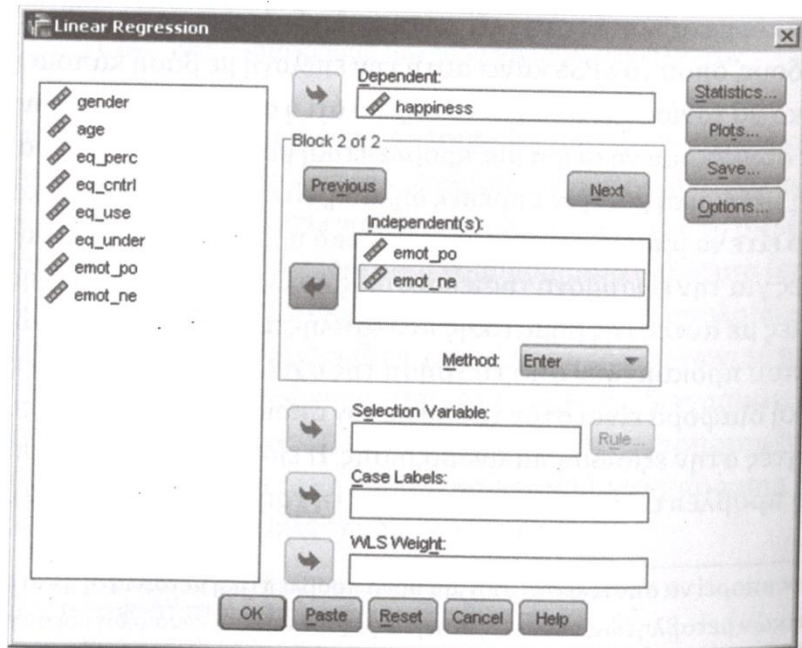
Σύγκριση με τυποποιημένες τιμές (β)

Εικόνα 10.10. Πίνακας



Ιεραρχική Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση Στο SPSS

- Απόφαση ερευνητή για τη σειρά με την οποία θα εισαχθούν οι ανεξάρτητες μεταβλητές (βάσει θεωρητικής / εμπειρικής βάσης)
- Analyze → Regression → Linear
- Block...



Εικόνα 10.14. Πλαίσιο διαλόγου Linear Regression

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.705 ^a	.496	.485	12,742	.496	42,880	4	174	.000
2	.769 ^b	.592	.578	11,535	.096	20,159	2	172	.000

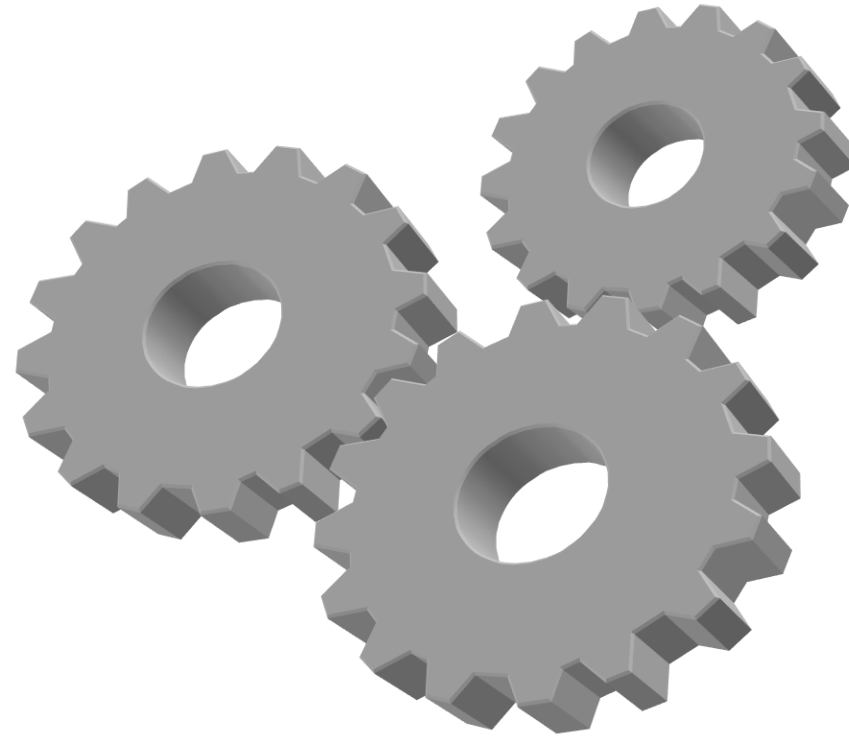
a. Predictors: (Constant), eq_under, eq_cntrl, eq_perc, eq_use
b. Predictors: (Constant), eq_under, eq_cntrl, eq_perc, eq_use, emot_ne, emot_po

Εικόνα 10.15. Σύνοψη μοντέλου στην ιεραρχική πολλαπλή παλινδρόμηση

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	41,477	9,450		4,389	.000
	eq_perc	.512	.126	.230	4,055	.000
	eq_cntrl	-.014	.108	-.008	-.130	.897
	eq_use	1,006	.098	.624	10,265	.000
	eq_under	.133	.142	.054	.937	.350
2	(Constant)	59,174	12,176		4,860	.000
	eq_perc	.337	.118	.151	2,862	.005
	eq_cntrl	-.102	.108	-.056	-.938	.349
	eq_use	.588	.112	.365	5,245	.000
	eq_under	.043	.129	.018	.334	.739
	emot_po	1,020	.200	.321	5,101	.000
	emot_ne	-.723	.172	-.255	-4,205	.000

a. Dependent Variable: happiness

Εικόνα 10.16. Πίνακας συντελεστών του μοντέλου στην ιεραρχική πολλαπλή παλινδρόμηση



Μεικτά Μοντέλα



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Πλεονεκτήματα Μεικτών Μοντέλων

- Σε απλά γραμμικά μοντέλα: $Y = a + bX + \text{error}$
- Η άσχετη με την/τις ανεξάρτητη/-ες μεταβλητή/-ές διακύμανση εξηγείται από το σφάλμα
- Στα μικτά μοντέλα έχουμε 1 ή περισσότερες σημαντικές μεταβλητές άσχετες με τον πειραματικό χειρισμό (π.χ. είδος λέξης, εικόνα, γραμματικός τύπος, συνθήκη κ.ο.κ.) που εξηγούν μέρος της υπολειπόμενης διακύμανσης
 - Άρα στην ουσία το μοντέλο μας ερμηνεύει καλύτερα τα δεδομένα, ελαχιστοποιώντας την υπολειπόμενη διακύμανση λόγω σφάλματος



Πλεονεκτήματα Μεικτών Μοντέλων II

- Το μικτό μοντέλο:
 - Μπορεί να χειριστεί περιπτώσεις συσχετισμένων μεταβλητών ή παραβίαση της ανεξαρτησίας των μετρήσεων (π.χ. ομοιότητες στις μαθηματικές ικανότητες των μαθητών μιας τάξης, πολλαπλές μετρήσεις από κάθε συμμετέχοντα – π.χ. επίδοση σε video game)
 - Μπορεί να χειριστεί ανόμοιες διακυμάνσεις ML / REML (maximum likelihood) vs ANOVA
 - Μπορεί να χειριστεί ιεραρχικά δεδομένα (π.χ. ομάδα φοιτητών που επιλέχθηκε από ομάδα των επιλεγμένων σχολείων)



Προβλεπτικές Μεταβλητές Στα Μεικτά Μοντέλα

- Σταθερές επιδράσεις (fixed effects)
 - Ανεξάρτητες μεταβλητές όπως η ηλικία, φύλο, χρόνια εμπειρίας κ.ο.κ.
- Τυχαίες επιδράσεις (random effects)
 - Μεταβλητές σχετικές με το δείγμα και τα δεδομένα μας (συμμετέχοντας, λέξη σε μια λίστα, εικόνα στο σύνολο των πειραματικών εικόνων, τάξη σχολείου κ.ο.κ.)
- Μοντέλο:
 - $EM = AM_1 + AM_2 + \dots + AM_v + TM_1 + \dots + TM_v + \Sigma\Phi$



Παράδειγμα

- Winter & Grawunder (2012)
- Πρόβλεψη του τόνου (pitch) της φωνής με βάση την ευγένεια της συνθήκης (ευγενική vs. ανεπίσημη, π.χ. ζητάω χάρη από τον καθηγητή μου ή ένα φίλο μου).
- EM = ένταση φωνής (συνεχόμενη)
- AM₁ = απαιτούμενη ευγένεια (2 επίπεδα)
- AM₂ = φύλο (άντρες < γυναίκες)
- TM₁ = ατομικές διαφορές (subject)
- TM₂ = διαφορές σεναρίων (items)
- http://www.bodowinter.com/tutorial/bw_LME_tutorial2.pdf



Το Είδος Ανάλυσης Διακύμανσης Εξαρτάται από την Κλίμακα της Εξαρτημένης Μεταβλητής

- Εξαρτημένη μεταβλητή συνεχής:
 - Γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης με μικτές επιδράσεις (linear model with mixed effects)
- Εξαρτημένη μεταβλητή δυαδική (π.χ. 0-1)
 - Λογιστική ανάλυση παλινδρόμησης με μικτές επιδράσεις (logistic regression model with mixed effects)



Διεξαγωγή Αναλύσεων

- SPSS (χρήση Syntax)
 - [Linear Mixed-Effects Modeling in SPSS: An introduction to the mixed procedure](#)
 - [Mixed models in SPSS short guide](#)
- Χρήση open access προγράμματος R
 - <http://www.r-project.org/>
 - Χρειάζεται εξοικείωση / βασικές ικανότητες προγραμματισμού, αλλά δεν είναι τόσο τρομακτικό ή δύσκολο...
 - Πακέτο lme4 για μικτά μοντέλα
 - [Mixed Effects Models in R](#)



Q & A



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή

Πρόσθετοι πόροι

- Βρείτε δραστηριότητες, συμπληρωματικό υλικό, βίντεο και ιστοσελίδες στο e-class!



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή



UNIVERSITY OF
WESTERN MACEDONIA

Τμήμα Ψυχολογίας
Πρόγραμμα διδακτορικών σπουδών

Σας ευχαριστώ!



Με τη συγχρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και
Κοινωνική Συνοχή