Οδηγός επιβίωσης

Στατιστική με το *OpenOffice*

(καλύπτει την έκδοση 3)

Επαμεινώνδας Διαμαντόπουλος

Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2009

1η έκδοση

Η συγγραφή και η μορφοποίηση του βιβλίου αυτού έγινε με το OpenOffice Writer έκδοση 3.0

Οι πίνακες που εμφανίζονται σε διάφορα σημεία του βιβλίου είναι από το OpenOffice Calc έκδοση 3.0

Ο συγγραφέας χρωστά πολλά στα εξ' αποστάσεως σεμινάρια στο OpenOffice που προσέφερε η βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου Μακεδονίας διάφορες χρονικές στιγμές τα έτη 2007 και 2008 τα οποία παρακολούθησε με την μεγαλύτερη δυνατή επιμέλεια και τα οποία στάθηκαν η αφορμή να εξερευνήσει τον κόσμο του ανοικτού λογισμικού.

Το ταξίδι στο χώρο συνεχίζεται και είναι γοητευτική η ιδέα να προσελκύεις ανθρώπους σε μέρη που νομίζεις ότι αξίζει να επισκεφτεί κάποιος.

Αν θέλετε να βρείτε τον συγγραφέα για συνέντευξη, χρηματοδότηση για την επόμενη έκδοση του βιβλίου του, προσφορά εργασίας, σχόλια για το βιβλίο του, διορθώσεις και ιδέες για το τι θα μπορούσε να περιέχει η επόμενη έκδοση του βιβλίου, μπορείτε να επικοινωνήσετε μαζί του στο **epdiamantopoulos@yahoo.gr**

Καλή αρχή στο ταξίδι σας στο ανοιχτό λογισμικό αλλά

και στη μελέτη της στατιστικής!

*

Οι έξυπνοι άνθρωποι συλλέγουν πλούτο ενώ οι πολύ έξυπνοι άνθρωποι δημιουργούν και μοιράζουν πλούτο. Γνωρίζουν πως μακροπρόθεσμα τα πλούτη που προσφέρουν θα γυρίσουν σε αυτούς!

*

Κατάλογος περιεχομένων

Κεφάλαιο 5

Εισαγωγή

Συγχαρητήρια! Αποφάσισες να χρησιμοποιήσεις το OpenOffice (έκδοση 3.0 ή παλαιότερη). Η απόφαση σου είναι αξιέπαινη, είσαι ένα ακόμα μέλος αυτής της μεγάλης κοινότητας χρηστών. Αν χρησιμοποιούσες έως τώρα το Microsoft Office, απαιτείται μικρή προσπάθεια για το πέρασμα από τη μία εφαρμογή στην άλλη αλλά μπορείς να νιώθεις σιγουριά πως η ενέργεια σου δεν θα πάει χαμένη!

Τα τελευταία λίγα χρόνια το λογισμικό ανοικτού κώδικα OpenOffice απέκτησε πολλούς νέους φίλους. Ένας κύριος λόγος είναι πως η νέα κατηγορία υπολογιστών μικρού κόστους όπως οι notebooks ή τα κινητά τηλέφωνα τρίτης γενιάς έγιναν ιδιαίτερα δημοφιλή και απόκτησαν το δικό τους κοινό. Στην προσπάθεια των εταιρειών που εμπορεύονται τα προϊόντα αυτά να κρατήσουν την τελική τιμή διάθεσης όσο το δυνατόν χαμηλότερη, αποφεύγουν τη διανομή του Microsoft Office μαζί με τον υπολογιστή και τον εφοδιάζουν με το δωρεάν διαθέσιμο OpenOffice το οποίο σήμερα (Φεβρουάριος 2009) βρίσκεται στην τρίτη του έκδοση. Οι χρήστες αυτοί προστέθηκαν στους (μάλλον λίγους στην Ελλάδα) μονίμους χρήστες του λογισμικού OpenOffice, χρήστες οι οποίοι για τους δικούς τους λόγους καλύπτουν τις καθημερινές τους ανάγκες με αυτό το λογισμικό είτε έχοντας το εγκατεστημένο παράλληλα με το Microsoft Office είτε χρησιμοποιώντας αποκλειστικά το OpenOffice για επεξεργασία κειμένου, διαχείριση λογιστικού φύλλου και δημιουργία παρουσιάσεων (ο συγγραφέας ανήκει στην τελευταία κατηγορία)

Ο οδηγός αυτός απευθύνεται σε χρήστες υπολογιστή που έχουν μία μικρή εμπειρία χρήσης κάποιου αντίστοιχου λογισμικού όπως το Microsoft Office. Ο πρώτος στόχος αυτού του βιβλίου είναι ο βασικός προσανατολισμός ενός νέου χρήστη στο λογισμικό OpenOffice περιγράφοντας τις απαραίτητες παραμετροποιήσεις που πρέπει να κάνει κάποιος για να έχει ένα πλήρως λειτουργικό λογισμικό OpenOffice στον υπολογιστή του. Επιπλέον, λόγω και της ιδιότητας του συγγραφέα ως μαθηματικού – στατιστικού έχει δύο αρκετά ανεπτυγμένα κεφάλαια για το πως μπορεί να γίνει στατιστική ανάλυση δεδομένων με χρήση του Calc, κάτι που αποτελεί και την βασική πρωτοτυπία του βιβλίου και (μάλλον) ένα σημαντικό κίνητρο για ένα φοιτητή ή επαγγελματία να εγκαταστήσει και κυρίως να χρησιμοποιήσει το OpenOffice.

Επιπλέον θα ήταν στρατηγικό λάθος να αποτελεί σκοπό αυτού του βιβλίου η αναλυτική περιγραφή χρήσης όλων των λειτουργιών του OpenOffice καθώς κάτι τέτοιο μπορεί να καλυφθεί από οδηγούς που ήδη υπάρχουν και διατίθενται δωρεάν στην ιστοσελίδα http://el.openoffice.org/about-documentation.html

Το βιβλίο αυτό γράφτηκε βάσει της έκδοσης 3.0 του OpenOffice ωστόσο σχεδόν το σύνολο των διεργασιών που περιγράφονται εφαρμόζονται ανάλογα και στην προηγούμενη σταθερή έκδοση 2.3. Στις λίγες περιπτώσεις όπου κάποια διεργασία δεν βρίσκει εφαρμογή στις προηγούμενες εκδόσεις ή υπάρχει διαφορετική υλοποίηση εκεί, τότε αυτό θα αναφέρεται ξεκάθαρα!

Καλή ανάγνωση! Για οποιαδήποτε σχόλιο, παρατήρηση κλπ στη διάθεση σας στο epdiamantopoulos@yahoo.gr

Λίγα λόγια για το OpenOffice

Το OpenOffice είναι το κορυφαίο λογισμικό ανοικτού κώδικα για εφαρμογές γραφείου. Είναι επιπλέον, το πληρέστερο λογισμικό εφαρμογών γραφείου (ανεξαρτήτως κόστους) στην ομάδα των λογισμικών που χρησιμοποιούν το Open Document Format. (ODF). Το πρότυπο ODF είναι ένα πρότυπο αρχείου το οποίο υποστηρίζει όλα τα συνηθισμένα αρχεία κειμένου, λογιστικού φύλλου, παρουσιάσεων, βάσεων δεδομένων και γραφικών ενώ επιπλέον υλοποιεί αρχεία τύπου XML. Το πρότυπο ODF έχει υιοθετηθεί από πλήθος δημοσίων οργανισμών και μεγάλων επιχειρήσεων ιδιωτών σε όλο τον κόσμο ως το πρότυπο στο οποίο θα αναπτυχθεί και θα υλοποιηθεί η παρούσα και η μελλοντική τους μηχανογράφηση. Για μια περιγραφή της διάδοσης του στις χώρες της Ευρώπης μπορείτε να επισκεφθείτε την ιστοσελίδα http://www.eionet.europa.eu/software/opendocument. Στην Ελλάδα, το πρότυπο ODF δεν είναι ευρέως γνωστό γιατί η μεγάλη πλειοψηφία των κατόχων υπολογιστή χρησιμοποιεί (πολλοί πειρατικά;) την εμπορική εφαρμογή Microsoft Office της οποία η παραγωγός εταιρία Microsoft δεν υποστηρίζει το πρότυπο ODF γιατί προωθεί την δική της δημιουργία πρότυπου, γνωστότερη ως OOXML η οποία ωστόσο δεν έχει βρει ακόμα υλοποίηση σε κάποιο προϊόν λογισμικού σε αντίθεση με το ODF το οποίο εκτός από το OpenOffice το οποίο είναι ο κυριότερος φορέας και υποστηρικτής του προτύπου, χρησιμοποιείται στο GoogleDocs, στο AbiWord και αλλού.

Η τελευταία έκδοση 3.0 του OpenOffice η οποία διατέθηκε για μεταφόρτωση στην ιστοσελίδα www.openoffice.org στις 13 Οκτωβρίου 2008, είναι σταθερή και πλήρως εξελληνισμένη καθώς ακόμα και τα αρχεία βοηθείας είναι μεταφρασμένα στα ελληνικά. Καθώς είναι νέα έκδοση είναι ενδεχόμενο σε ορισμένους υπολογιστές να εμφανίσει ορισμένες δυσλειτουργίες όπως για παράδειγμα κάποιο “πάγωμα” ή και αναίτιο τερματισμό λειτουργίας. Καθώς η κοινότητα του OpenOffice είναι ιδιαίτερα δραστήρια, είναι θέμα λίγου χρόνου να εντοπιστούν οι ατέλειες αυτές και να διορθωθούν στην επόμενη έκδοση του λογισμικού. Αν οι καταστάσεις αυτές στον υπολογιστή σας εμφανιστούν σε ενοχλητικό βαθμό (απίθανο ενδεχόμενο) τότε μπορείτε να δοκιμάσετε να εγκαταστήσετε το λογισμικό με επιλογή “Μόνο για μένα” και όχι “Για όλους τους χρήστες” (παρατηρήθηκε πως η χρήση του είναι περισσότερο σταθερή) ή ακόμα να μεταφορτώστε από την ιστοσελίδα www.openoffice.org την σταθερή έκδοση 2.3 την οποία μπορείτε να εγκαταστήστε παράλληλα με την έκδοση 3.0. Τα παραπάνω σχόλια βέβαια ισχύουν μέχρι να διατεθεί η ελληνική διορθωμένη έκδοση 3.0.1 η οποία διατέθηκε στα αγγλικά μόλις στα τέλη Ιανουαρίου!

Τέλος, για την καλύτερη λειτουργία του υπολογιστή σας συνιστάται να καθαρίζετε το μητρώο του υπολογιστή μετά από κάθε εγκατάσταση ή απεγκατάσταση οποιουδήποτε λογισμικού. Μία εφαρμογή που είναι δωρεάν διαθέσιμη, ιδιαίτερα λειτουργική και μπορείτε να τη χρησιμοποιήσετε για το σκοπό αυτόν, είναι η CCleaner (δωρεάν διαθέσιμη από την ιστοσελίδα www.ccleaner.com)

Τα μέρη του OpenOffice

Το OpenOffice αποτελείται από τις παρακάτω εφαρμογές

- **OpenOffice Writer**: Επεξεργαστής κειμένου. Όμοιο στη χρήση και στις δυνατότητες επεξεργασίες με το Microsoft Word. Έχει την δυνατότητα να διαβάζει και να γράφει αρχεία Word.
- **OpenOffice Calc**: Λογιστικό φύλλο. Όμοιο με το Microsoft Excel. Έχει την δυνατότητα να διαβάζει και να γράφει αρχεία Excel.
- **OpenOffice Impress**: Δημιουργία παρουσιάσεων. Όμοιο με το Microsoft PowerPoint. Έχει την δυνατότητα να διαβάζει και να γράφει αρχεία PowerPoint – ενδεχομένως να απαιτείται ορισμένη μορφοποίηση.
- **OpenOffice Draw**: Πρόγραμμα σχεδίασης. Όμοιο στη χρήση και στις δυνατότητες με το Microsoft Paint.
- **OpenOffice Base**: Βάση δεδομένων με δομή Adabas D, ένα πρόγραμμα παρόμοιας λειτουργικότητας με το Microsoft Access. Ικανό για πρόσβαση βάσεων Oracle, Informix, Sybase και άλλες..

Το OpenOffice έχει κάποια πλεονεκτήματα έναντι του Microsoft Office που το κάνει ελκυστικό για χρήση από τους χρήστες Windows.

- **Αντίσταση σε Ιούς**: Το Microsoft Word και το Excel είναι κύριοι στόχοι των επιθέσεων με υιούς. Το OpenOffice απενεργοποιεί άμεσα τους ιούς αυτούς καθιστώντας το πολύ ασφαλέστερο από το Microsoft Office.

- **Μηδενικό κόστος απόκτησης** : Το OpenOffice είναι δωρεάν ενώ το κόστος απόκτησης του Microsoft Office συνεχώς αυξάνεται ενώ οι όροι εγκατάστασης συνεχώς γίνονται περισσότερο περιοριστικοί. Μονοπώλιο στην πράξη!

- **Σταθερότητα**. Ακόμα και σε λειτουργικό σύστημα Windows το OpenOffice είναι περισσότερο σταθερό από το Microsoft Office. Σε άλλα λειτουργικά συστήματα όπως το Linux σπανίως το OpenOffice σταματά να λειτουργεί. Μεγαλύτερη σταθερότητα σημαίνει μεγαλύτερη παραγωγικότητα!

- **Επίδοση**. Δεν υπάρχει λόγος για την συνεχή αναβάθμιση του υπολογιστή μόνο και μόνο για να φιλοξενεί την επόμενη έκδοση του Office!
- **Ελευθερία επιλογής**. Το Microsoft Office έχει σχεδιαστεί για να αποτρέπει τον χρήστη από το χρησιμοποιεί λογισμικό που δεν είναι της Microsoft ή ακόμα και παλαιότερες εκδόσεις προϊόντων της Microsoft ακόμα και αν προσαρμόζονται καλύτερα στις ανάγκες του χρήστη.
- **Το OpenOffice επικοινωνεί με το MS Office**. Το OpenOffice έχει τη δυνατότητα πολύ καλής ποιότητας εισαγωγής/εξαγωγής αρχείων του Microsoft Office.
- **Δεν υπάρχει"Μανία Αναβάθμισης"**. Το OpenOffice είναι συμβατό μεταξύ στις διάφορες εκδόσεις του. Ο στόχος της Microsoft είναι να χρησιμοποιεί την έλλειψη συμβατότητας για να αναγκάζει το μέσο χρήστη να αναβαθμίζει κάθε δύο με τρία χρόνια το λογισμικό που χρησιμοποιεί κάτι που συνήθως συνοδεύεται και με αναβάθμιση του υπολογιστή που χρησιμοποιεί.

Μειονεκτήματα του OpenOffice έναντι του Microsoft Office

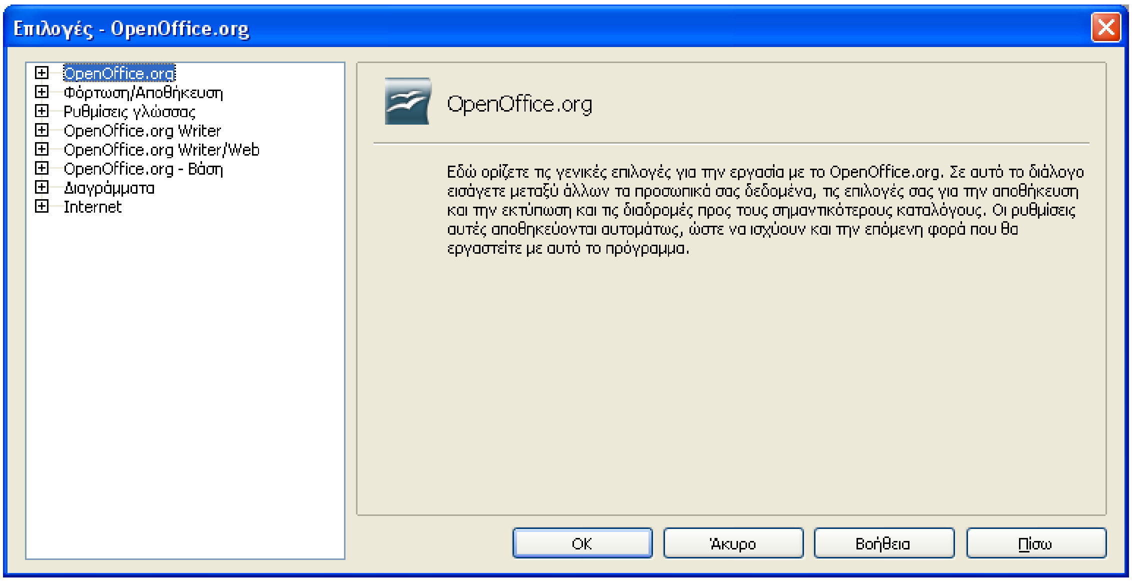
- Η εισαγωγή/εξαγωγή των αρχείων ποτέ δεν είναι 100% τέλεια ιδιαίτερα για τις περισσότερο πολύπλοκες δομές και στοιχεία του Microsoft Office. Η Microsoft αλλάζει συχνά τον τρόπο αποθήκευσης αρκετών στοιχείων πιέζοντας εμμέσως τον χρήστη να προχωρήσει σε αναβάθμιση.
- Οι μακροεντολές και άλλες αυτοματοποιήσεις δεν λειτουργούν άμεσα, ενώ κάποιες δεν λειτουργούν εντελώς. Αν και αυτή η επιλογή αλλάζει, δεν συνιστάται γιατί τότε το λογισμικό θα γίνει περισσότερο τρωτό σε υιούς
- Δεν είναι Microsoft.!

Κεφάλαιο 1

Βασική Παραμετροποίηση του OpenOffice

1.1 Κεντρική διαχείριση

Στο OpenOffice οι περισσότερες βασικές επιλογές λειτουργίας εύκολα εντοπίζονται με την επιλογή ***Εργαλεία → Επιλογές...*** Στο αριστερό μέρος του παραθύρου που εμφανίζεται (*Εικόνα 1*) υπάρχουν όλες οι διαθέσιμες επιλογές ομαδοποιημένες σε θεματικές κατηγορίες οι οποίες αναπτύσσονται πατώντας το σταυρό (⊞) και παρουσιάζουν όλες τις διαθέσιμες υποεπιλογές.



Εικόνα 1: Το παράθυρο της διεργασίας ***Εργαλεία → Επιλογές***

1.2 Εισαγωγή προσωπικών στοιχείων

Ξεκινώντας, είναι καλό να εισάγετε τα προσωπικά σας στοιχεία, τα οποία θα αποθηκευτούν στη μνήμη του OpenOffice (δηλαδή σε κατάλληλο αρχείο στον σκληρό δίσκο) και θα συνοδεύουν κάθε αρχείο OpenOffice το οποίο θα δημιουργείτε. Η καταχώρηση των προσωπικών στοιχείων υλοποιείται με την επιλογή ***Εργαλεία → Επιλογές...*** Στο επόμενο βήμα αναπτύσσοντας την επιλογή **OpenOffice.org** πατώντας το σταυρό (⊞) εμφανίζονται περαιτέρω επιλογές από τις οποίες η κατάλληλη είναι η επιλογή **Προσωπικά δεδομένα**.

Τα στοιχεία που θα εισάγετε στη φόρμα αυτή θα χρησιμοποιηθούν για όλα τα είδη αρχείων του OpenOffice (Writer, Calc, Impress κ.α) ανεξάρτητα από την εφαρμογή του OpenOffice που χρησιμοποιήσατε για την καταχώρηση των στοιχείων. Η λειτουργία αυτή είναι χαρακτηριστική της φύσης του λογισμικού ως ένα μοναδικό “κομμάτι” με πολλά διαφορετικά “πρόσωπα” κάτι που του δίνει ιδιαίτερη ευελιξία στην δημιουργία συνδέσεων μεταξύ των επιμέρους εφαρμογών και το καθιστά μοναδικό στο χώρο των αντίστοιχων λογισμικών, ακόμα και σε σύγκριση με εμπορικά προϊόντα όπως το Microsoft Office.

1.3 Εγκατάσταση και χρήση ελληνικού λεξικού.

1.3.1 Εγκατάσταση ελληνικού λεξικού

Το OpenOffice στην έκδοση 3.0 είναι εφοδιασμένο με λεξικά για την αγγλική, γαλλική και ισπανική γλώσσα. Για την εύκολη εγκατάσταση πρόσθετων λεξικών είναι απαραίτητη μια σύνδεση στο διαδίκτυο! Τα βήματα που πρέπει να εφαρμοστούν διαφέρουν ανάλογα με την έκδοση του OpenOffice.

Στην έκδοση 2.3 του OpenOffice υπάρχει η επιλογή
Αρχείο → Αυτόματοι Πιλότοι → Εγκατάσταση νέων λεξικών με την οποία ανοίγει το αρχείο κειμένου **DicOOo.odt** στο οποίο αφού επιλεγεί με Ctrl και κλικ η γλώσσα εργασίας στην πρώτη σελίδα ως ένας εσωτερικός υπερσύνδεσμος παρουσιάζει την αντίστοιχη σελίδα του εγγράφου στην οποία επιλέγοντας το (μοναδικό!) πλήκτρο

ενεργοποιούνται μακροεντολές οι οποίες αναζητούν και εντοπίζουν σε κατάλληλες ιστοσελίδες όλα τα διαθέσιμα λεξικά για το OpenOffice και από τον κατάλογο που θα εμφανιστεί, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταφορτώσει όσα επιθυμεί.

Στην έκδοση 3.0 η επιλογή αυτή δεν υπάρχει με την ίδια μορφή αλλά υπάρχει η επιλογή ***Εργαλεία → Γλώσσα → Λήψη περισσότερων λεξικών...*** η οποία οδηγεί στην ιστοσελίδα με τα πρόσθετα γλώσσας του OpenOffice. Με μια απλή αναζήτηση με τη λέξη Greek (αριστερά στο πεδίο αναζήτησης) παρουσιάζονται τα διαθέσιμα πρόσθετα για την ελληνική γλώσσα.

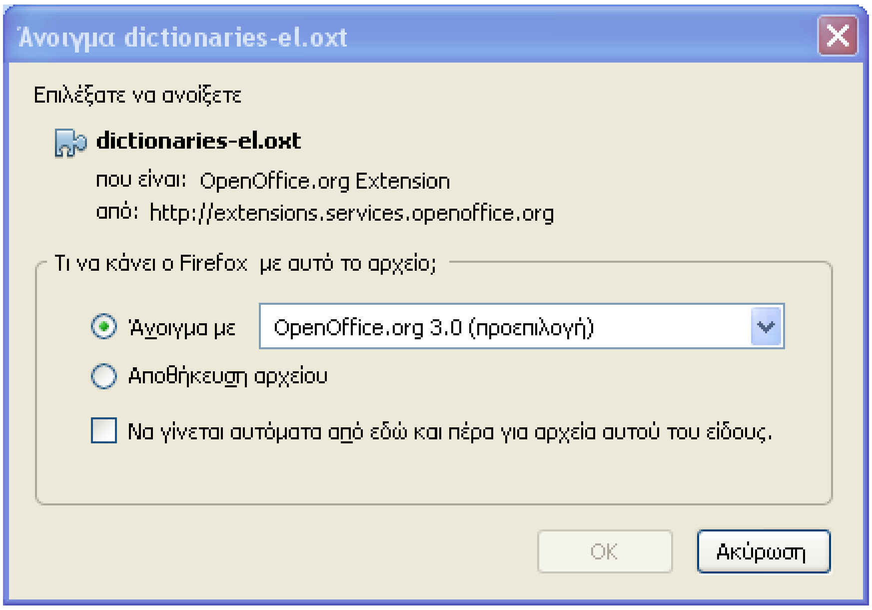
Αν βιάζεστε ανοίξτε απευθείας από έναν φυλλομετρητή την ιστοσελίδα

http://extensions.services.openoffice.org/node/1412

όπου υπάρχει το ελληνικό λεξικό ή την ιστοσελίδα

http://extensions.services.openoffice.org/project/Greek_Caps_English_US

όπου υπάρχει ελληνικό και αγγλικό λεξικό μαζί στο ίδιο αρχείο – ιδανικό για αυτούς που συνήθως γράφουν δίγλωσσα κείμενα. Μετά τη μεταφόρτωση των επιθυμητών λεξικών, ο διαχειριστής προσθέτων του OpenOffice αναλαμβάνει αυτόματα την εγκατάσταση του λογισμικού. (*Εικόνα 2*)



Εικόνα 2: Εγκατάσταση ελληνικού λεξικού (OOo 3.0)

Η επιβεβαίωση της εγκατάστασης του πρόσθετου λεξικού γίνεται επιλέγοντας ***Εργαλεία → Διαχειριστής επεκτάσεων*** όπου εμφανίζονται όλα τα πρόσθετα του OpenOffice μαζί με το νέο λεξικό!

1.3.2 Χρήση λεξικού για συμπλήρωση λέξεων

Η ενεργοποίηση ενός λεξικού που έχει εγκατασταθεί γίνεται με χρήση της επιλογής ***Εργαλεία → Επιλογές...*** Στο παράθυρο που εμφανίζεται αναπτύσσουμε πατώντας το σταυρό (⊞) τον κατάλογο με τίτλο **Ρυθμίσεις Γλώσσας** και επιλέγουμε **Γλώσσες.** Αν η εγκατάσταση του ελληνικού λεξικού όπως περιγράφεται στην προηγούμενη παράγραφο ολοκληρώθηκε επιτυχώς τότε δίπλα στη λέξη **Ελληνικά** πρέπει να εμφανίζεται το σύμβολο . Αν αυτό το σύμβολο δεν εμφανίζεται τότε πρέπει να επαναληφθεί η διαδικασία "χειροκίνητα" κάτι που σημαίνει πως πρέπει να γίνουν οι παρακάτω ενέργειες :

1. Ανοίγουμε τον φάκελλο ***C:\Program Files\OpenOffice.org 3\share\dict\ooo*** (Αν δεν υπάρχει ο φάκελλος ***\dict\ooo*** τότε τον δημιουργούμε!)

2. Από τη σελίδα

   http://wiki.services.openoffice.org/wiki/Dictionaries#Greek_.28Greece.29

   μεταφορτώνουμε τα τέσσερα διαθέσιμα αρχεία για την ελληνική γλώσσα, τα αποσυμπιέζουμε και τα τοποθετούμε στον παραπάνω φάκελο.

3. Χρησιμοποιώντας έναν επεξεργαστή κειμένου (π.χ. το Writer, το Wordpad ή το σημειωματάριο) ανοίγουμε το αρχείο **dictionary.lst** το οποίο βρίσκεται στον φάκελο ***\dict\ooo*** (αν δεν υπάρχει το δημιουργούμε) και προσθέτουμε στο κείμενο τις γραμμές

```
DICT el GR el_GR
HYPH el GR hyph_el_GR
THES el GR th_el_GR_v2
```

4. Σώζουμε όλα τα αρχεία και επανεκκινούμε τον υπολογιστή. Στην επόμενη χρήση του OpenOffice θα είναι ενεργοποιημένη η ελληνική ορθογραφία.

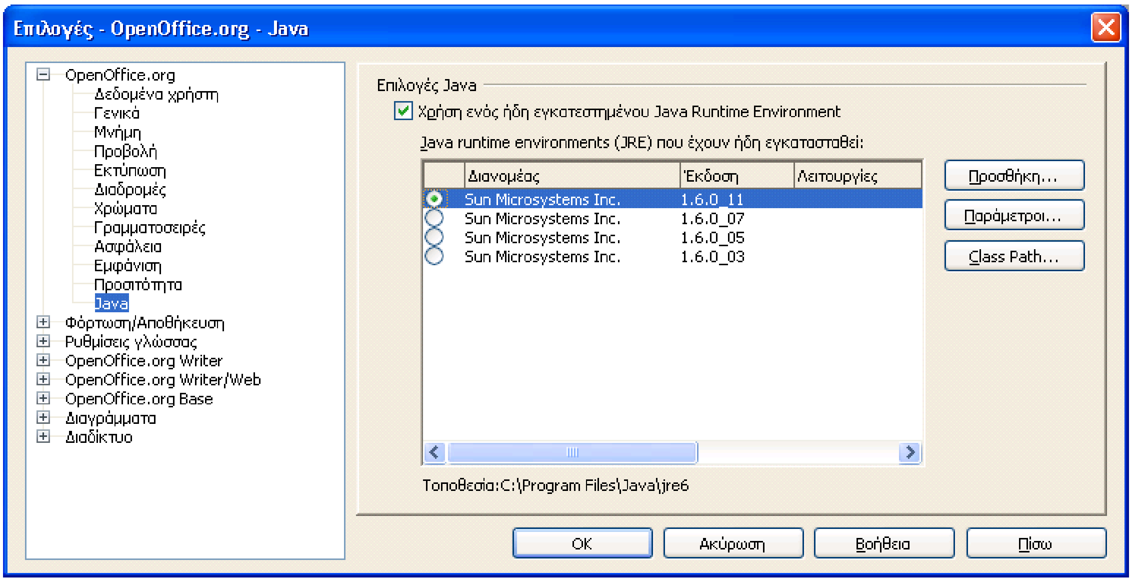
1.4 Εγκατάσταση JVR (Java Runtime Environment)

Το Java Runtime Environment είναι απαραίτητο για να αποκτήσει το OpenOffice πλήρη λειτουργικότητα. Ειδικότερα, είναι απαραίτητο για τη σωστή λειτουργία του OpenOffice Base, εργαλείο δημιουργίας και διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Ο επεξεργαστής κειμένου (Writer) και το λογιστικό φύλλο (Calc) δεν το χρειάζονται άμεσα για τη λειτουργία τους αλλά είναι απαραίτητο για την εγκατάσταση και εκτέλεση κάποιων πρόσθετων λειτουργιών όπως για παράδειγμα την επικοινωνία με το GoogleDocs που περιγράφεται στην παράγραφο 21. Σε κάθε περίπτωση δεν υπάρχει λόγος να μην το εγκαταστήσετε, ιδιαίτερα από τη στιγμή που είναι και αυτό δωρεάν διαθέσιμο από τη Sun Microsystems!

Για να ελέγξετε αν έχει ήδη εγκατασταθεί κάποια έκδοση JVR αρκεί να επιλέξετε ***Εργαλεία → Επιλογές...*** Στο (γνώριμο) παράθυρό που ανοίγει αναπτύσσετε (επιλέγοντας ⊞) την επιλογή **OpenOffice.org** και επιλέγετε **Java** (*Εικόνα 3*).

Αν στο δεξί παράθυρο της Εικόνας 3 δεν υπάρχει καμιά έκδοση JRE εγκατεστημένη τότε αυτό μπορεί να γίνει με μια επίσκεψη στην ιστοσελίδα http://java.com/en/download/index.jsp επιλέγοντας

Αν πιέσετε το παραπάνω πλήκτρο τότε θα ξεκινήσει η διαδικασία μεταφόρτωσης στον υπολογιστή του αρχείου εγκατάστασης το οποίο εκτελείτε και το JRE εγκαθίσταται στον υπολογιστή.



Εικόνα 3: Αναγνώριση εγκατάστασης Java

1.5 Μεταφόρτωση – Εγκατάσταση προτύπων (templates)

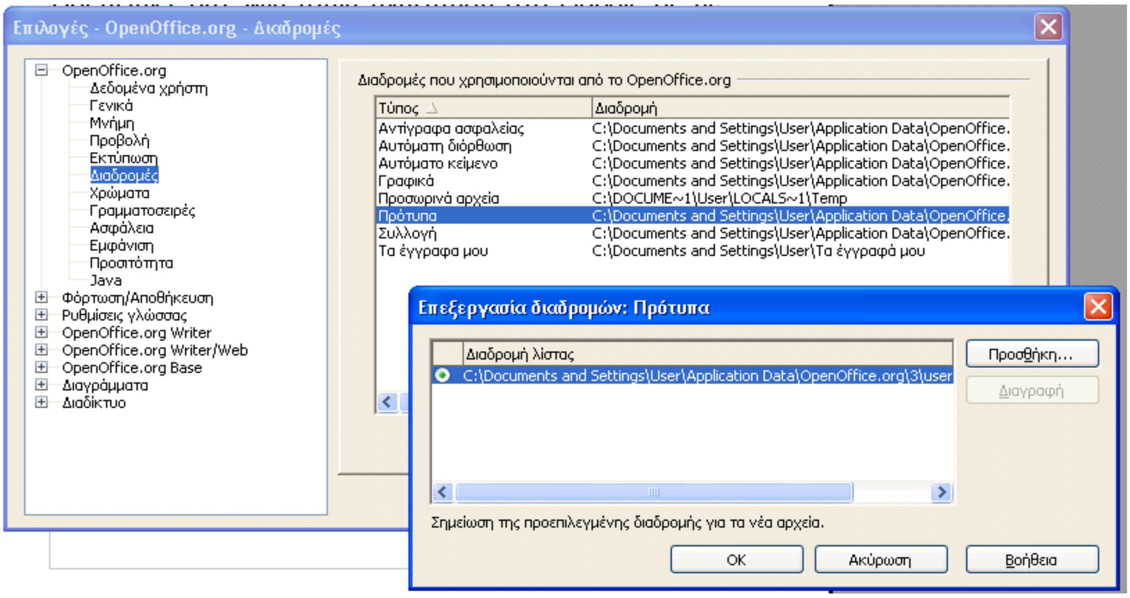
1.5.1 Μεταφόρτωση προτύπων

Τα πρότυπα είναι τυποποιημένα υπόβαθρα αρχείων κειμένου, λογιστικών φύλλων και παρουσιάσεων τα οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποιος για να έχει έτοιμη μορφοποίηση στην εργασία του. Η έκδοση 3.0 του OpenOffice έχει αρκετά προεγκαταστημένα πρότυπα ωστόσο, αν είναι επιθυμητό, είναι εύκολος ο επιπλέον εμπλουτισμός της βιβλιοθήκης των προτύπων με πολλά ακόμα τα οποία είναι διαθέσιμα στο δίκτυο για κάθε μια εφαρμογή του OpenOffice. Μια απλή αναζήτηση στο Google με την πρόταση “OpenOffice.org templates” θα φανερώσει αρκετές επιλογές, άλλες δωρεάν και άλλες επ' αμοιβή. Ενδεικτικά, μία ιστοσελίδα που (Ιανουάριος 2009) προσφέρει ελεύθερα αρκετά πρότυπα για παρουσιάσεις και λογιστικά φύλλα είναι η

http://www.presentationhelper.co.uk/free-open-office-impress-templates-91.htm

1.5.2 Εγκατάσταση νέων προτύπων

Αντιγράφετε το φάκελο με τα πρότυπα οπουδήποτε στο σκληρό δίσκο (κατά προτίμηση στον ίδιο φάκελο με το OpenOffice) και μετά ενημερώνετε το OpenOffice για την τοποθεσία όπου αυτά βρίσκονται επιλέγοντας ***Εργαλεία*** → ***Επιλογές...*** Στο (γνώριμο) παράθυρό που εμφανίζεται αναπτύσσετε (επιλέγοντας ⊞) την επιλογή **OpenOffice.org** και επιλέγετε **Διαδρομές** ώστε να παρουσιαστεί η λίστα με τις επιλογές διαδρομών στο δεξί παράθυρο. (*Εικόνα 4*)



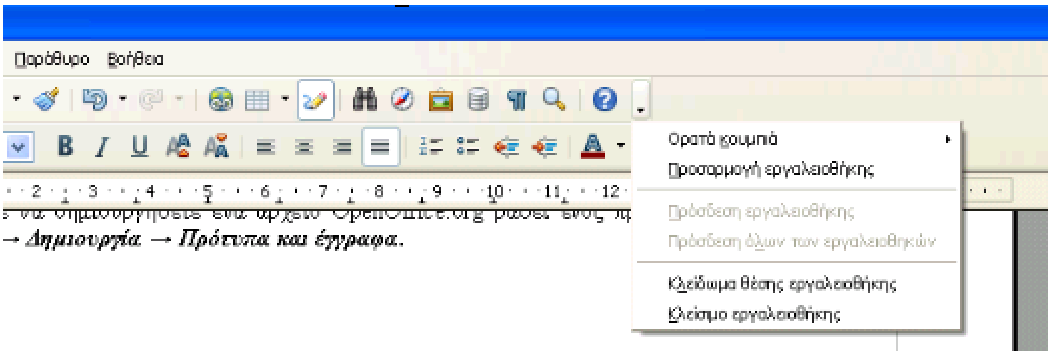
Εικόνα 4: Ενημέρωση διαδρομών προτύπων (templates)

Επιλέγετε **Πρότυπα** και μετά Επεξεργασία... . Στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγετε Προσθήκη... και από το νέο παράθυρο που ανοίγει εντοπίζετε το φάκελλο και καταχωρείτε τη διαδρομή όπου βρίσκονται τα πρότυπα σας. Η νέα διαδρομή θα πρέπει να εμφανιστεί στο παράθυρο με τις διαδρομές προτύπων.

Την επόμενη φορά που θα ξεκινήσει το OpenOffice τα πρότυπα θα είναι στη διάθεση σας και μπορείτε να δημιουργήσετε ένα αρχείο OpenOffice βάσει ενός προτύπου απλά επιλέγοντας ***Αρχείο → Δημιουργία → Πρότυπα και έγγραφα.***

1.6 Προσαρμογή εργαλειοθήκης

Στην εργαλειοθήκη βρίσκονται χρήσιμα εικονίδια που αντιστοιχούν σε συνηθισμένες ενέργειες του OpenOffice. Υπάρχει πολύ μεγάλο πλήθος διαθεσίμων πλήκτρων και αν κάποιος αποφασίσει να τα εμφανίσει όλα τότε πολύ δύσκολα θα μπορεί να κάνει οτιδήποτε άλλο καθώς απλά όλη η οθόνη θα καλύπτεται από πλήκτρα! Το OpenOffice εγκαθίσταται με ένα προκαθορισμένο σύνολο πλήκτρων που αντιπροσωπεύουν τις ανάγκες του συνηθισμένου χρήστη, ωστόσο μπορεί ο καθένας να προσθέσει ή να αφαιρέσει οποιοδήποτε από τα πλήκτρα απλά αναπτύσσοντας τον κατάλογο διαχείρισης της εργαλειοθήκης (Εικόνα 5) και επιλέγοντας / αποεπιλέγοντας τα επιθυμητά πλήκτρα από τον κατάλογο **Ορατά κουμπιά**. Η επιλογή **Προσαρμογή εργαλειοθήκης** προσφέρει τη δυνατότητα ισχυρότερης διαχείρισης με δυνατότητα σύνδεσης καθορισμένων από το χρήστη μακροεντολών σε ορισμένα πλήκτρα αλλά αυτό είναι θέμα άλλης παραγράφου!



Εικόνα 5: Μεταβολή εργαλειοθήκης

1.7 Cloud Computing (μόνο για την έκδοση OOo 3.0)

Για την έκδοση 3.0 του OpenOffice έχει αναπτυχθεί από την Google μια πρόσθετη λειτουργία η οποία δίνει το δικαίωμα στον χρήστη του OpenOffice να χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες Google Docs, Zoho και WebDAV για να αποθηκεύει στα "σύννεφα" του διαδικτύου αρχεία τύπου .odt, .ods. odp. Για τη χρήση της υπηρεσίας απαιτείται ένας λογαριασμός email στην Google ή αντίστοιχος λογαριασμός στους άλλους παρόχους της υπηρεσίας αυτής. Μετά, αρκεί η εγκατάσταση του πρόσθετου OpenOffice.org2GoogleDocs το οποίο είναι διαθέσιμο από την ιστοσελίδα

http://extensions.services.openoffice.org/project/ooo2gd

Η εγκατάσταση αυτού του προσθέτου εφοδιάζει το OpenOffice με μια ακόμα εργαλειοθήκη ενώ παράλληλα προσθέτεται μια ακόμα επιλογή στον κατάλογο **Αρχείο**.

Η χρήση αυτής της υπηρεσίας είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε αυτούς που χρησιμοποιούν περισσότερους από έναν υπολογιστές για να επεξεργάζονται τα ίδια αρχεία. Θέλει όμως και λίγη προσοχή διότι μερικές φορές μπορεί η μορφοποίηση της σελίδας να χαθεί κατά τη μεταφορά από το OOo στο GoogleDocs (όπως π.χ. το μέγεθος της σελίδας ή το μέγεθος των εικόνων)

1.8 Διαχείριση αρχείων PDF (Portable Document Format)

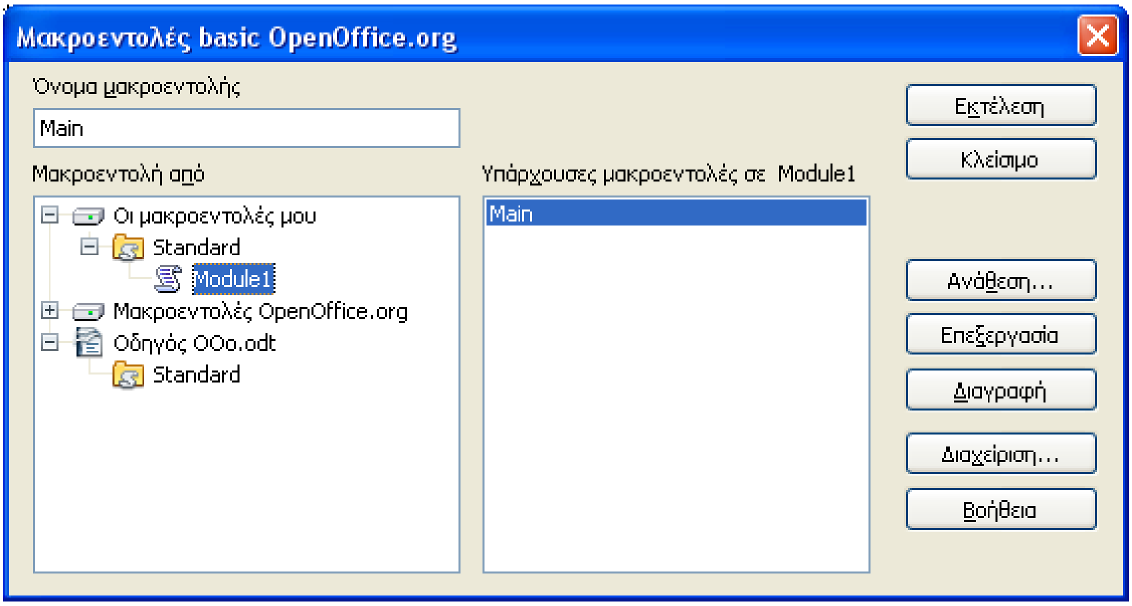
Το OOo είναι ικανό να δημιουργεί άμεσα σε pdf κάθε αρχείο που επεξεργάζεται και αυτό μπορεί να γίνει απλά επιλέγοντας το εικονίδιο  στην εργαλειοθήκη ή με ***Αρχείο → Εξαγωγή ως PDF...***

Επιπλέον, είναι δυνατόν να ανοίξει και να επεξεργαστεί κάθε αρχείο PDF με την εγκατάσταση του πρόσθετου Sun PDF Import Extension που αναπτύχθηκε από την Sun για χρήση από το Star Office και το Open Office και που είναι διαθέσιμο στην ιστοσελίδα http://extensions.services.openoffice.org/project/pdfimport

Με την εγκατάσταση του πρόσθετου είναι δυνατό το άνοιγμα και η περιορισμένη επεξεργασία (ένα γράμμα κάθε φορά!) ενός pdf αρχείου από το Draw και το Impress.

1.9 Μακροεντολές

Οι μακροεντολές είναι μικρά μέρη λογισμικού οι οποίες εκτελούν λειτουργίες που δεν υπάρχουν εξ'αρχής στο OpenOffice. Μια μακροεντολή μπορεί να γραφεί στις γλώσσες OpenOffice Basic, Java, Beanshell και Python. Η OpenOffice Basic είναι παρόμοια με την Star Basic η οποία είναι μια διάλεκτος της Basic που αναπτύχθηκε και υποστηρίζεται από τη Sun Microsystems αποκλειστικά για χρήση με το Star Office και το OpenOffice. Το OpenOffice έχει προεγκατεστημένη την Basic και διαθέτει κατάλληλο περιβάλλον εργασίας για την ανάπτυξη προγραμμάτων στη γλώσσα αυτή.



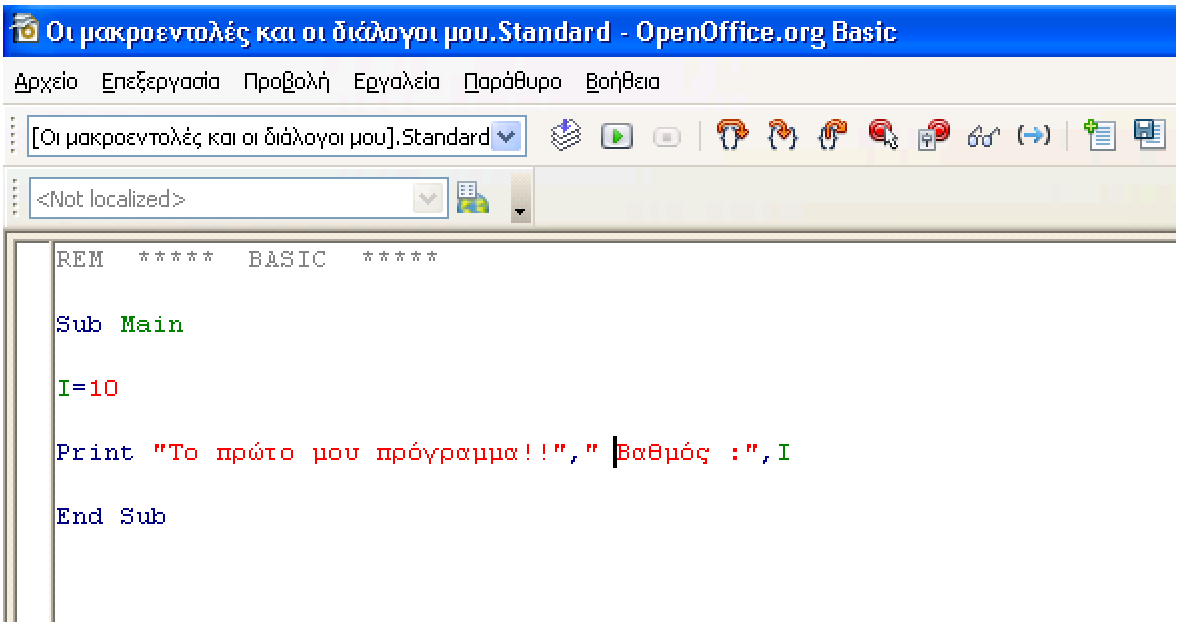
Εικόνα 6: Μακροεντολές Basic

Οι μακροεντολές είναι παντού. Κάθε μία λειτουργία του OpenOffice αντιστοιχεί σε μία μακροεντολή. Για να δείτε τις διαθέσιμες μακροεντολές του OOo στην γλώσσα προγραμματισμού Basic αρκεί να επιλέξετε ***Εργαλεία*** → ***Μακροεντολές*** → ***Διαχείριση μακροεντολών*** → ***OpenOffice.org Basic.*** (Εικόνα 6) Οι μακροεντολές είναι αποθηκευμένες σε ενότητες (Modules) και κάθε ενότητα μπορεί να έχει πολλές μακροεντολές. Οι ενότητες (Modules) είναι ταξινομημένες σε τρεις κατηγορίες. Η πρώτη είναι "**Οι μακροεντολές μου**" όπου υπάρχουν οι μακροεντολές που εμείς έχουμε προγραμματίσει. Η δεύτερη είναι η κατηγορία "**Μακροεντολές OpenOffice.org**" η οποία περιέχει τις έτοιμες μακροεντολές με τις οποίες είναι εφοδιασμένο το OpenOffice και η τρίτη είναι η κατηγορία με όνομα το όνομα του αρχείου που περιέχει τις μακροεντολές οι οποίες δημιουργήθηκαν από το χρήστη αποκλειστικά για το αρχείο εργασίας. Επιλέγοντας το Main (όπως στην εικόνα 6) και πατώντας Επεξεργασία... φορτώνεται ο μεταφραστής (interpreter) της Basic (Εικόνα 7) και μπορούμε να γράψουμε το πρώτο μας πρόγραμμα!

Ένα απλό κομμάτι κώδικα είναι αυτό που αποτελείται από τις γραμμές

Sub Main
I=10
Print "Το πρώτο μου πρόγραμμα!!"," Βαθμός :",I
End Sub

Παρατηρήστε πως η πρώτη και η τελευταία γραμμή υπάρχει ήδη στο παράθυρο που εμφανίστηκε άρα αρκεί να πληκτρολογήσετε τις δύο μεσαίες.



Εικόνα 7: Ο διερμηνευτής της Basic

Για να εκτελεστεί το πρόγραμμα επιλέγουμε το εικονίδιο οπότε το πρόγραμμα εκτελείται και μας εμφανίζει ένα παράθυρο το οποίο μας ενημερώνει πως το πρώτο μας πρόγραμμα βαθμολογήθηκε με 10!

Με τον ίδιο τρόπο και ακολουθώντας τη γραμματική της γλώσσας Basic μπορούμε να δημιουργήσουμε προγράμματα που θα εκτελούνται σε νέο παράθυρο.

Η διαδικασία προγραμματισμού είναι διαφορετική αν θέλουμε να αλληλεπιδράσουμε με το περιβάλλον του OpenOffice. Στο OpenOffice αυτό κάθε ένα αντικείμενο (όπως π.χ. ένα παράθυρο Writer, ένα κελί στο Calc, μια ράβδος ενός διαγράμματος κλπ) θεωρείται ως ξεχωριστή οντότητα και συνοδεύεται από ένα ιδιαίτερο όνομα και ένα σύνολο από μεθόδους οι οποίες αλληλεπιδρούν με αυτό εκτελώντας κάποιες διεργασίες πάνω σε αυτό. Η φιλοσοφία αυτή του προγραμματισμού είναι ευρύτερα γνωστή ως Αντικειμενοστραφής Προγραμματισμός (Object Oriented Programming) Αν κάποιος θέλει να χρησιμοποιήσει τα αντικείμενα αυτά είναι αναγκασμένος να ρωτήσει τη Sun Microsystems για το όνομα που έχει το αντικείμενο με το οποίο θέλει να ασχοληθεί και ποιες είναι οι μέθοδοι που το συνοδεύουν. Ευτυχώς, η Sun Microsystems τα έχει όλα στο φως του διαδικτύου και μπορεί να τα βρει ο καθένας σε κατάλληλες ιστοσελίδες όπως η

http://wiki.services.openoffice.org/wiki/Documentation/BASIC_Guide

στην οποία υπάρχει πλήρης εξήγηση για όλες τις μεθόδους και τα αντικείμενα που συνοδεύουν το OpenOffice. Επιπλέον, αξίζει μια επίσκεψη στην ιστοσελίδα

http://www.pitonyak.org/oo.php

στην οποία βρίσκεται ένας οδηγός χρήσης για τις μακροεντολές του OOo ο οποίος κυκλοφορεί και σε βιβλίο σε πιο προσεγμένη μορφή (δυστυχώς όλα τα παραπάνω είναι στα αγγλικά!)

Από εκεί και πέρα απαιτείται μια καλή ιδέα για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής και αρκετός κόπος!

1.10 Συμβατότητα με το Microsoft Office

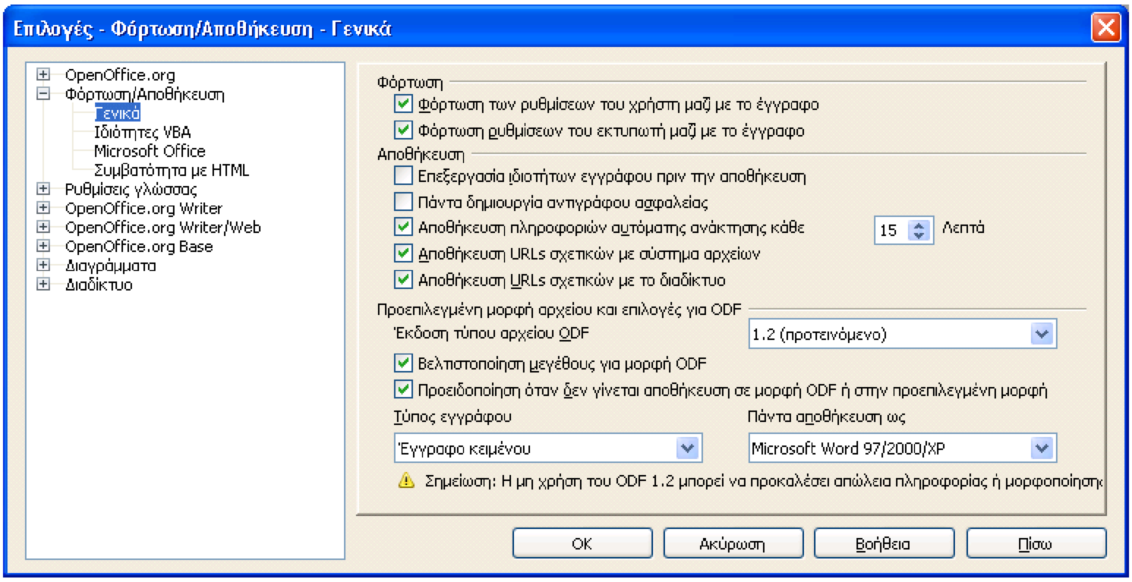
Το OpenOffice χρησιμοποιεί το πρότυπο αποθήκευσης OpenDocument για την αποθήκευση των αρχείων του, τα οποία μπορεί να περιέχουν κείμενο, παρουσίαση και λογιστικό φύλλο την ίδια στιγμή. Η Microsoft χρησιμοποιεί το δικό της πρότυπο αποθήκευσης στο λογισμικό Microsoft Office.

Το OpenOffice μπορεί να διαβάσει και να αποθηκεύσει αρχεία του Microsoft Office ωστόσο είναι πιθανό όταν το αρχείο είναι ιδιαίτερα περίπλοκο, η ανάγνωση ή η αποθήκευση σε μορφή διαφορετική από αυτή του OpenOffice να μην είναι απολύτως ακριβής. Αυτό βέβαια δεν ισχύει για απλά έγγραφα κειμένου αλλά μπορεί να εμφανιστεί σε αρχεία που περιέχουν περίπλοκους πίνακες ή άλλη ιδιαίτερη μορφοποίηση. Επιπλέον, καθώς οι μακροεντολές του OpenOffice είναι γραμμένες στην OpenOffice.org Basic η οποία αναπτύχθηκε από τη Sun Microsystems ενώ οι μακροεντολές του MS Office είναι γραμμένες στην γλώσσα Visual Basic η οποία αναπτύχθηκε από τη Microsoft δεν είναι δυνατόν να εκτελέσει το ένα λογισμικό τις μακροεντολές του άλλου!

Στην πράξη, όταν κάποιο αρχείο τύπου MS Office το οποίο επεξεργάστηκε με το OpenOffice, αποθηκευτεί στο δίσκο τότε το λογισμικό παραπέμπει το χρήστη να αποθηκεύσει αυτό το αρχείο με την μορφή OpenDocument. Επιπλέον, αν ο χρήστης δημιουργήσει κάποιο αρχείο και επιλέξει

Αρχείο → Αποθήκευση τότε αυτό αποθηκεύεται αυτόματα σε μορφή OpenDocument η οποία δεν μπορεί να αναγνωσθεί από το MS Office. Καθώς, η αδυναμία αυτή του MS Office είναι πιθανό να φέρει προβλήματα στην επικοινωνία του χρήστη του OpenOffice με άλλους χρήστες είναι δυνατή η αποθήκευση κάθε αρχείου σε μορφή MS Office χρησιμοποιώντας την επιλογή ***Αρχείο → Αποθήκευση ως...*** Ακόμα, είναι δυνατή η παραμετροποίηση του OpenOffice ώστε να αποθηκεύει πάντα τα αρχεία σε πρότυπο Microsoft. Αυτή η επιλογή μπορεί να γίνει επιλέγοντας ***Εργαλεία → Επιλογές...*** *(Εικόνα 8)* Στο παράθυρο που εμφανίζεται, αναπτύσσουμε (πατώντας το σταυρό ⊞) τον κατάλογο με τίτλο **Φόρτωση/Αποθήκευση** και επιλέγουμε **Γενικά.** Στον κυλιόμενο κατάλογο με τίτλο "**Πάντα αποθήκευση ως**" είναι δυνατό να αλλάξει η προεπιλογή "**Πρότυπο εγγράφου κειμένου ODF**" σε "**Microsoft Word 97/2000/XP**". Τότε, κάθε φορά που θα αποθηκεύετε κάποιο αρχείο, αυτό θα αποθηκεύεται με κατάληξη .doc. Ανάλογες επιλογές μπορεί να γίνουν για τα λογιστικά φύλλα και για τις παρουσιάσεις.

Παρατήρηση : Το πρότυπο OpenDocument είναι τυποποιημένο κατά ISO (ISO/IEC 26300:2006). Η Microsoft χρησιμοποιεί το δικό της πρότυπο αποθήκευσης στο λογισμικό Microsoft Office το οποίο τυποποιήθηκε κατά ISO μερικά χρόνια αργότερα (ISO/IEC DIS 29500) μεταξύ διαφωνιών που εκφράστηκαν από αρκετά μέλη του οργανισμού καθώς και από άλλους υποστηρικτές του OpenDocument όπως η Google και η IBM.



Εικόνα 8: Μόνιμη αποθήκευση με το πρότυπο της Microsoft

Η Microsoft και ο οργανισμός OpenOffice ήρθαν "αντιμέτωποι" στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης όταν η ένωση έπρεπε να επιλέξει ένα πρότυπο για να προτείνει στους ευρωπαϊκούς οργανισμούς για την μεταξύ τους επικοινωνία. Η επιλογή ήταν το OpenDocument το οποίο βρίσκει τη πιο σημαντική του υλοποίηση στο OpenOffice. Σχετικά μπορείτε να δείτε http://ec.europa.eu/idabc/en/document/3197

Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των δύο προτύπων είναι πως το OpenDocument ήδη χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές ενώ το πρότυπο της Microsoft δεν χρησιμοποιείται, ούτε καν στο MS Office 2007, με την εταιρεία να έχει δηλώσει πως θα χρησιμοποιηθεί στο MS Office 12. Μία ευρύτερη σύγκριση των δύο προτύπων μπορείτε να βρείτε στην ιστοσελίδα

http://opendocumentfellowship.com/introduction/odf_vs_oxml.

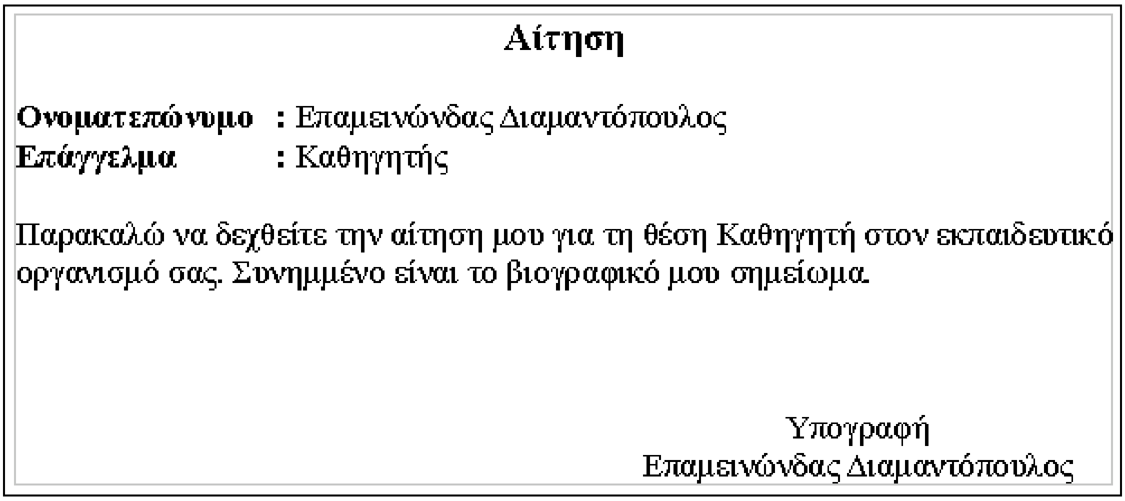
Κεφάλαιο 2

Επεξεργαστής Κειμένου (Writer)

Ο επεξεργαστής κειμένου του OpenOffice είναι ένας πλούσιος επεξεργαστής κειμένου ο οποίος μπορεί να κάνει σχεδόν ότι ζητήσει ένας χρήστης! Στις παρακάτω παραγράφους θα περιγραφούν ορισμένες χρήσιμες σε κάθε χρήστη λειτουργίες του OpenOffice μέσα από συγκεκριμένα παραδείγματα.

2.1 Στοίχιση Κειμένου - Στηλοθέτες

Θα περιγράψουμε την εισαγωγή και τη λειτουργία των στηλοθετών μέσα από το παράδειγμα του κειμένου της Εικόνας 9.



Αίτηση

Ονοματεπώνυμο **:** Επαμεινώνδας Διαμαντόπουλος
Επάγγελμα **:** Καθηγητής

Παρακαλώ να δεχθείτε την αίτηση μου για τη θέση Καθηγητή στον εκπαιδευτικό οργανισμό σας. Συνημμένο είναι το βιογραφικό μου σημείωμα.

Υπογραφή
Επαμεινώνδας Διαμαντόπουλος

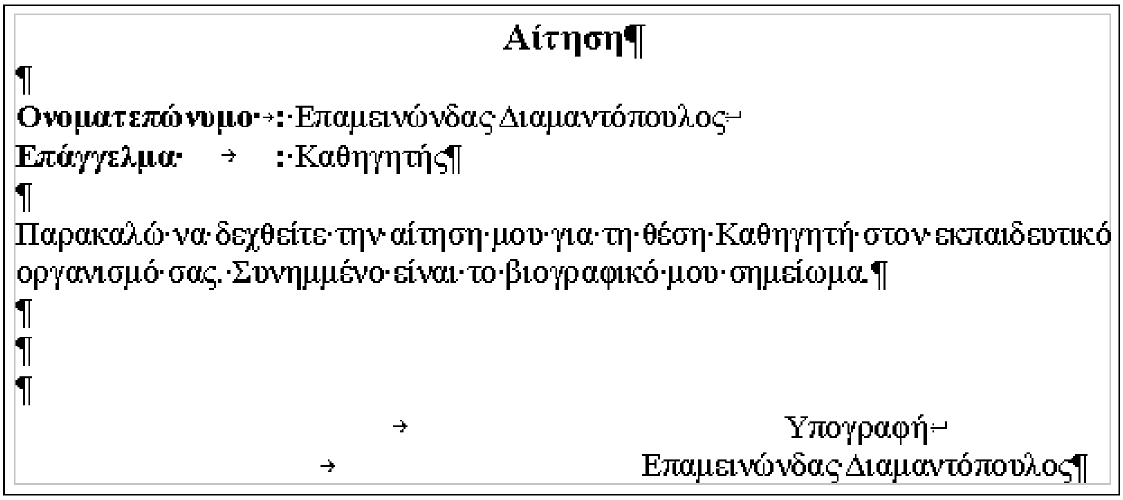
Εικόνα 9: Παράδειγμα κειμένου με στηλοθέτες

Το κείμενο της Εικόνας 9 έχει επεξεργαστεί και παρατηρούμε ότι :

1. Το ονοματεπώνυμο και το επάγγελμα “Καθηγητής” στα στοιχεία αιτούντος είναι στοιχισμένα στον χαρακτήρα “**:**” ο οποίος βρίσκεται στα 2,5 εκατοστά από την αρχή του κειμένου,.

2. Οι λέξεις “Υπογραφή” και το ονοματεπώνυμο είναι τοποθετημένα συμμετρικά γύρω από συγκεκριμένο σημείο το οποίο βρίσκεται στα 10,5 εκατοστά από την αρχή του κειμένου.

Η τρόπος με τον οποίο μορφοποιήθηκε το κείμενο της Εικόνας 9 γίνεται περισσότερο φανερός αν επιλέξουμε ***Προβολή → Μη εκτυπώσιμοι χαρακτήρες.*** Το αποτέλεσμα είναι αυτό που φαίνεται στην Εικόνα 10



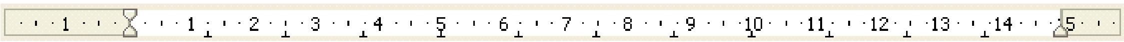
Εικόνα 10: Σημάδια Μορφοποίησης Κειμένου

Στο έγγραφο μας υπάρχουν τρεις μη εκτυπώσιμοι χαρακτήρες :

1. Ο ¶ που τοποθετείται σε κάποιο κείμενο όταν πατηθεί το πλήκτρο **Enter** και δηλώνει αλλαγή παραγράφου.

2. Ο ↵ που τοποθετείται όταν πατηθεί ο συνδυασμός πλήκτρων **Shift** και **Enter** και δηλώνει αλλαγή γραμμής αλλά όχι αλλαγή παραγράφου.

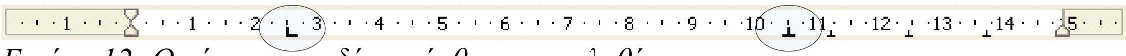
3. Ο χαρακτήρας → που τοποθετείται όταν πατηθεί το πλήκτρο **Tab** και δηλώνει στοίχιση του κειμένου σε στηλοθέτη είτε σε κάποιον προκαθορισμένο είτε σε κάποιον που έχει οριστεί από το χρήστη.



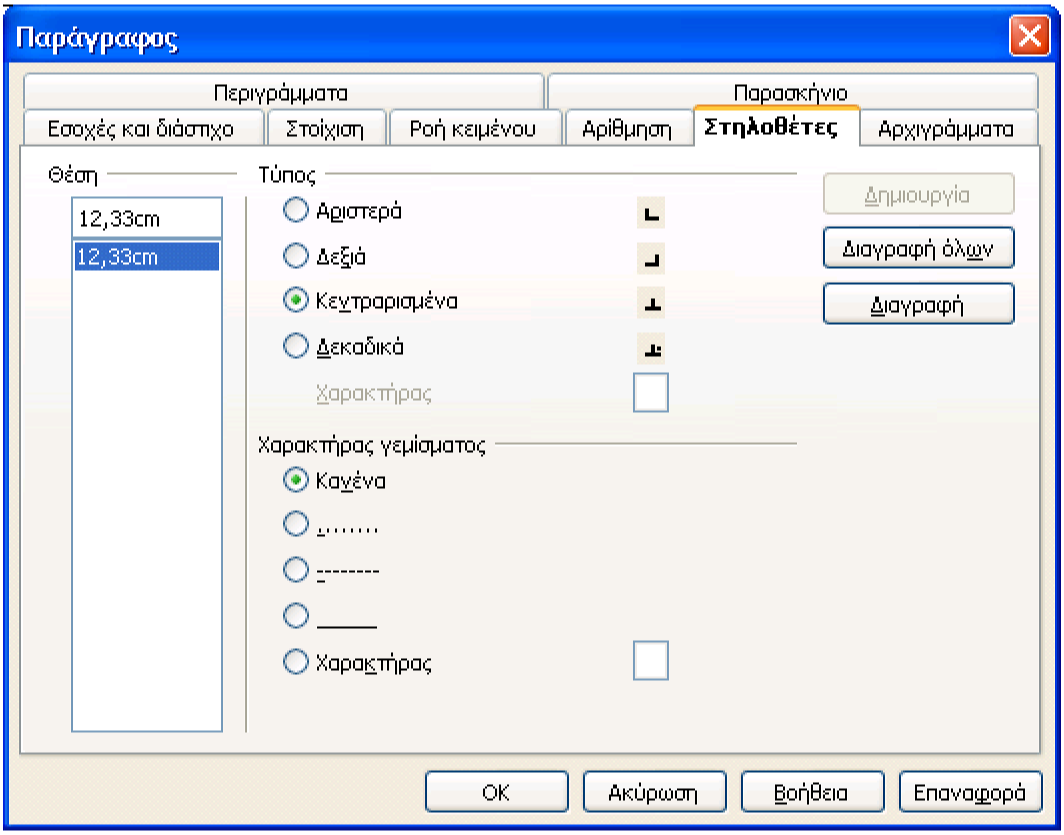
Εικόνα 11: Ο χάρακας του Writer

Οι στηλοθέτες χρησιμοποιούνται για τη στοίχιση του κειμένου. Υπάρχουν έντεκα προκαθορισμένοι στηλοθέτες τοποθετημένοι στον χάρακα του Writer οι οποίοι βρίσκονται σε απόσταση 1,25 εκατοστά ο ένας από τον άλλο και συμβολίζονται με το σύμβολο ⊥ (Εικόνα 11). Ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί από τον έναν στον άλλον πατώντας το πλήκτρο **Tab.** Αν ωστόσο, οι προεπιλεγμένοι στηλοθέτες δεν ικανοποιούν το χρήστη τότε αυτός μπορεί να ορίσει όσους επιπλέον θέλει.

Οι πρόσθετοι στηλοθέτες ορίζονται είτε με ένα απλό κλικ στον χάρακα που βρίσκεται πάνω από κάθε έγγραφο κειμένου είτε με την επιλογή ***Μορφή → Παράγραφος*** επιλέγοντας την ετικέτα **Στηλοθέτες** (Εικόνα 13). Μάλλον ο καλύτερος τρόπος είναι η τοποθέτηση του στηλοθέτη "με το μάτι" κάνοντας κλικ κοντά στο επιθυμητό σημείο και μετά ο ακριβής ορισμός του από το παράθυρο της Εικόνας 13. Στην Εικόνα 12 παρουσιάζεται ο χάρακας του Writer με δύο πρόσθετους στηλοθέτες, έναν αριστερής στοίχισης τοποθετημένο στα 2,5 εκατοστά από την αρχή το κειμένου και έναν τοποθετημένο στα 10,5 εκατοστά συμμετρικής στοίχισης.



Εικόνα 12: Ο χάρακας με δύο πρόσθετους στηλοθέτες



Εικόνα 13: Διαχείριση στηλοθετών παραγράφου

Από την στιγμή που θα οριστεί ένας στηλοθέτης στον χάρακα, αυτός θα είναι ορατός και ενεργοποιημένος μόνο για το κείμενο της ίδιας παραγράφου. Αυτό σημαίνει πως αν θέλουμε να στοιχίσουμε παραπάνω από μία γραμμή στον ίδιο στηλοθέτη πρέπει να αλλάξουμε γραμμή δίχως να αλλάξουμε παράγραφο κάτι που σημαίνει πως πρέπει η αλλαγή γραμμής να γίνει χρησιμοποιώντας **Shift** και **Enter** όχι με απλό **Enter.**

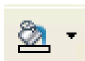
Αυτός είναι ο λόγος που η αλλαγή μεταξύ $3^{ης}$ και $4^{ης}$ γραμμής όπως και αυτή μεταξύ $11^{ης}$ και $12^{ης}$ έγινε με **Shift** και **Enter** στο κείμενο του παραδείγματος.

2.2 **Μορφοποίηση κειμένου**

Ένα κείμενο αποτελείται από λέξεις οι οποίες είναι δομημένες σε παραγράφους. Το Calc αντιλαμβάνεται την αλλαγή παραγράφου με τον μη ορατό χαρακτήρα ¶ που παράγεται κάθε φορά που πιέζουμε το πλήκτρο **Enter**. Η εμφάνιση των μη ορατών χαρακτήρων μπορεί να ενεργοποιηθεί επιλέγοντας ***Προβολή → Μη εκτυπώσιμοι χαρακτήρες***. Αν πρέπει για κάποιο λόγο να αλλάξουμε γραμμή χωρίς να αλλάξουμε παράγραφο (όπως για παράδειγμα όταν θέλουμε να διατηρήσουμε την στοίχιση σε ένα στηλοθέτη ή να διατηρήσουμε την αρίθμηση σε αριθμημένη λίστα) τότε η αλλαγή κάθε γραμμής πρέπει να γίνει με το συνδυασμό πλήκτρων **Shift** και **Enter**.

Ο χρήστης του Writer έχει στη διάθεση του κάθε δυνατότητα μορφοποίησης κειμένου με τις επιλογές του καταλόγου ***Μορφή***. Με την πρώτη επιλογή ***Μορφή → Χαρακτήρας*** γίνονται οι αλλαγές στην εμφάνιση των χαρακτήρων του κειμένου. Στο επόμενο επίπεδο δομής του κειμένου, δηλαδή αυτό της παραγράφου οι αλλαγές είναι δυνατές με την επιλογή ***Μορφή → Παράγραφος***.

Είναι χαρακτηριστικό πως για τις πιο συνηθισμένες λειτουργίες της μορφοποίησης κειμένου ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τα εικονίδια της εργαλειοθήκης **Μορφοποίηση** η οποία είναι τοποθετημένη κάτω από το μενού επιλογών, όταν το OpenOffice εγκαθίσταται ενώ όποτε ο χρήστης επιθυμεί μπορεί να την εμφανίσει ή εξαφανίσει επιλέγοντας ***Προβολή → Γραμμές Εικονιδίων.***

Κάποια εικονίδια που συντομεύουν συνηθισμένες λειτουργίες είναι τα  και  με τα οποία ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το φόντο και το χρώμα της γραμματοσειράς του κειμένου.

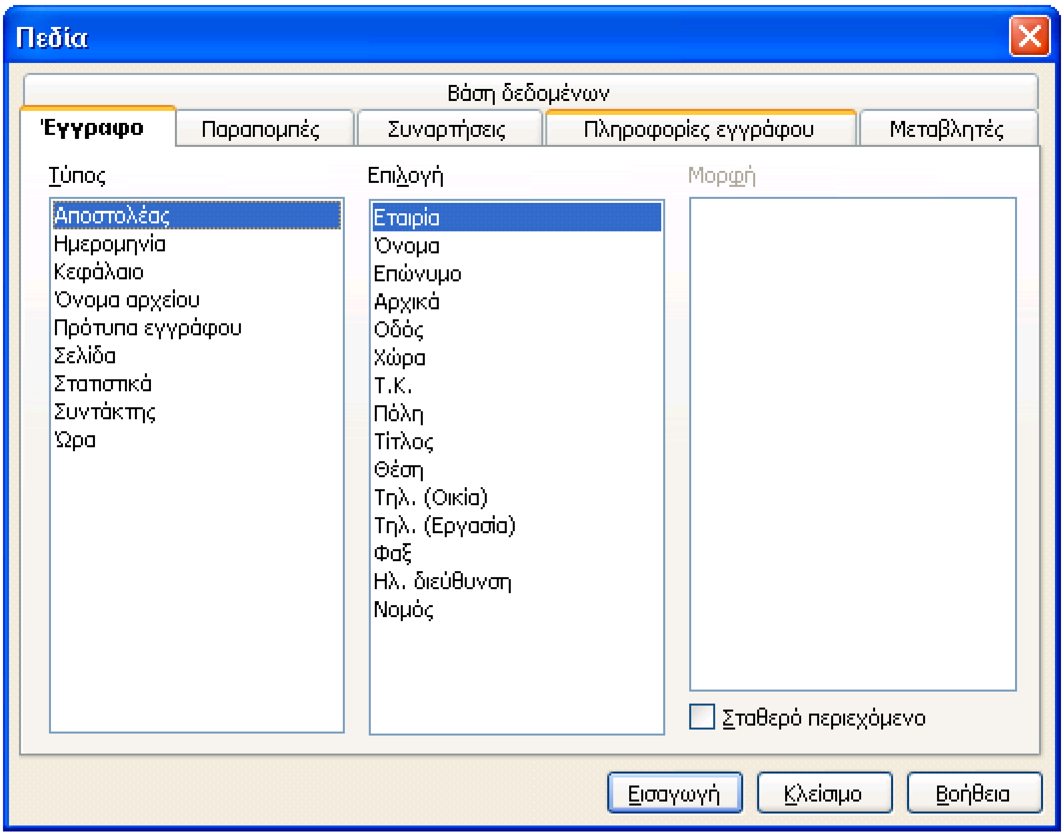
2.3 Εισαγωγή υδατογραφήματος

Το OpenOffice δυστυχώς δεν έχει επιλογή άμεσης εισαγωγής υδατογραφήματος σε έγγραφο κειμένου, ωστόσο το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να προκύψει με την εισαγωγής κειμένου FontWork. Το κείμενο FontWork εισάγεται σε μία σελίδα του κειμένου επιλέγοντας το εικονίδιο  το οποίο βρίσκεται στην εργαλειοθήκη **Σχέδιο**. Μετά την εισαγωγή του και την επιλογή του επιθυμητού στυλ από την συλλογή FontWork, το OpenOffice αντιμετωπίζει το κείμενο αυτό σαν εικόνα. Κάνοντας δεξί κλικ στην εικόνα αυτή εμφανίζεται ο κατάλογος επεξεργασίας. Επιλέγουμε **Αναδίπλωση** "Στο φόντο", **Γραμμή** με **Πρότυπο** "Μη ορατό" και **Επιφάνεια** Διαφάνεια 80%. Με τις επιλογές αυτές το κείμενο γίνεται κατάλληλο για χρήση σαν υδατογράφημα και αρκεί να το αντιγράψουμε και να το επικολλήσουμε σε όσες σελίδες επιθυμούμε!

2.4 Αυτόματη εισαγωγή στοιχείων – Σύνδεση με βάση δεδομένων

2.4.1 Αυτόματη εισαγωγή στοιχείων σε έγγραφο OpenOffice

Σε κάποια έγγραφα απαιτείται η εισαγωγή κάποιων στοιχείων τα οποία υπάρχουν αποθηκευμένα στο σύστημα μας, όπως για παράδειγμα η ώρα και η ημερομηνία που είναι αποθηκευμένες στο BIOS, τα προσωπικά μας στοιχεία που έχουν αποθηκευθεί στο OpenOffice (δες παράγραφο 1.2) και άλλα. Αυτά και άλλα πολλά είναι δυνατό να τοποθετηθούν αυτόματα από το OpenOffice σε κάποιο έγγραφο κειμένου, λογιστικό φύλλο ή παρουσίαση. Στο OpenOffice 3.0 αυτό γίνεται με την επιλογή ***Εισαγωγή*** → ***Πεδία*** με την οποία είναι δυνατή η εισαγωγή ορισμένων στοιχείων του εγγράφου ή του χρήστη. Ένας μεγαλύτερος κατάλογος επιλογών παρουσιάζεται σε νέο παράθυρο επιλέγοντας ***Εισαγωγή*** → ***Πεδία*** → ***Άλλα*** είτε με ***Εισαγωγή*** → ***Παραπομπή*** (*Εικόνα 14*)



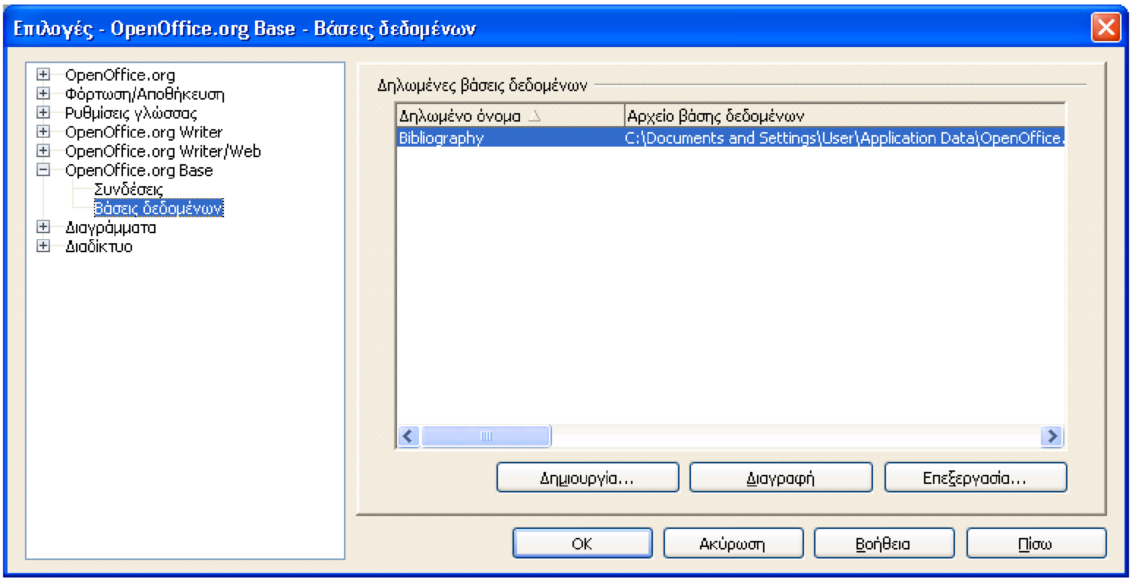
Εικόνα 14: Εισαγωγή στοιχείων σε έγγραφο OpenOffice

2.4.2 Σύνδεση με βάση δεδομένων

Το OpenOffice υποστηρίζει σύνδεση με αρχεία δεδομένων τα οποία μπορεί να είναι αρχεία OpenOffice Base. Ο λόγος για τη σύνδεση με κάποια βάση δεδομένων είναι η δημιουργία συγχωνευμένων αντιγράφων. Περισσότερα στην αντίστοιχη παράγραφο!

2.4.3 Σύναψη σύνδεσης με αρχείο δεδομένων

Για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε δεδομένα από κάποιο αρχείο πρέπει πρώτα να δηλώσουμε στο OpenOffice ποιο είναι το αρχείο και που ακριβώς βρίσκεται. Αυτό το πετυχαίνουμε επιλέγοντας ***Εργαλεία → Επιλογές...*** Στο παράθυρο που εμφανίζεται, αναπτύσσουμε πατώντας το σταυρό (⊞) τον κατάλογο με τίτλο **OpenOffice.org Base** και επιλέγουμε **Βάσεις δεδομένων.** (*Εικόνα 15*)



Εικόνα 15: Διαθέσιμες βάσεις δεδομένων

Αν δεν έχει γίνει κάποια αλλαγή στον κατάλογο με τς διαθέσιμες βάσεις δεδομένων από την εγκατάσταση του OpenOffice, στις δηλωμένες βάσεις δεδομένων θα υπάρχει η **Bibliography** στην οποία είναι καταχωρημένα όλα τα βιβλία που έχουν εκδοθεί στην αγγλική γλώσσα για το OpenOffice. Η βάση αυτή μπορεί να ενημερωθεί από το χρήστη χρησιμοποιώντας την επιλογή ***Εργαλεία → Βάση δεδομένων βιβλιογραφίας.***

Η προσθήκη μιας βάσης δεδομένων μπορεί να γίνει επιλέγοντας 

. Στο νέο παράθυρο που θα ανοίξει εντοπίζουμε το σχετικό αρχείο με κατάληξη .odb και η βάση δεδομένων είναι διαθέσιμη για χρήση από το OpenOffice Writer.

2.5 Συγχώνευση Αλληλογραφίας

Το OpenOffice υποστηρίζει τη λειτουργία συγχώνευσης αλληλογραφίας και τα απαραίτητα δεδομένα μπορούν να προέρχονται από αρχεία των τύπων (κατά σειρά πολυπλοκότητας) αρχεία

CSV, αρχεία OpenOffice Calc, αρχεία OpenOffice Base.

2.5.1 Υποστηριζόμενα αρχεία δεδομένων

2.5.1.1 Αρχεία CSV

Τα αρχεία CSV (Comma Separated Values) είναι η πιο απλή μορφή αρχείου δεδομένων. Πρόκειται για απλά αρχεία κειμένου τα οποία δημιουργούνται και επεξεργάζονται με έναν απλό επεξεργαστή κειμένου όπως το απλό σημειωματάριο, το Wordpad ή (φυσικά!) το OpenOffice Writer, έχουν κατάληξη .csv και μια συγκεκριμένη δομή. Στην πρώτη γραμμή γράφονται τα ονόματα των μεταβλητών ενώ στις επόμενες γράφονται οι τιμές των μεταβλητών. Ο διαχωρισμός μπορεί να γίνεται με κόμμα ",", με απλό κενό χαρακτήρα ή με Tab, είναι δυνατό να περικλείονται οι τιμές σε εισαγωγικά ενώ τα δεκαδικά (αν υπάρχουν) μπορούν να χωρίζονται με κόμμα ή τελεία. Τέλος, πρέπει η αλλαγή μεταξύ των γραμμών να γίνεται με το πλήκτρο **Enter**. Παράδειγμα αρχείου **CSV** είναι το παρακάτω

όνομα,ηλικία,ιδιότητα

Σωτηριάδης,35,Καθηγητής

Παπαδοπούλου,22,Φοιτήτρια

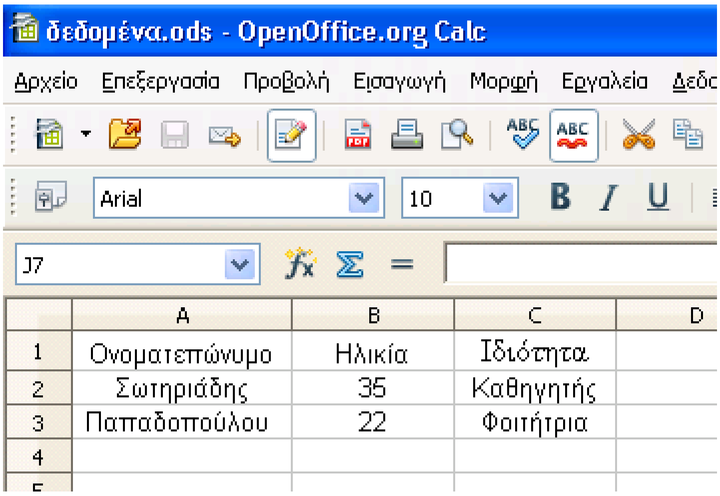
Το αρχείο αυτό αν αποθηκευτεί με κατάληξη .csv είναι ένα αποδεκτό αρχείο δεδομένων για τη συγχώνευση δεδομένων στο OpenOffice Writer.

2.5.1.2 Αρχεία OpenOffice Calc

Αν τα δεδομένα είναι καταχωρημένα σε αρχείο Calc τότε αυτό πρέπει στην πρώτη γραμμή να έχει τα ονόματα των μεταβλητών ενώ στις επόμενες τις τιμές των μεταβλητών. Παράδειγμα αρχείου Calc που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως αρχείο δεδομένων είναι όπως αυτό που φαίνεται στην εικόνα 16

2.5.1.3 Βάσεις δεδομένων OpenOffice Base

Χρησιμοποιώντας το OpenOffice Base είναι δυνατή η δημιουργία ενός απλού πίνακα στον οποίο θα καταχωρηθούν τα στοιχεία. Περισσότερα στο αντίστοιχο κεφάλαιο!



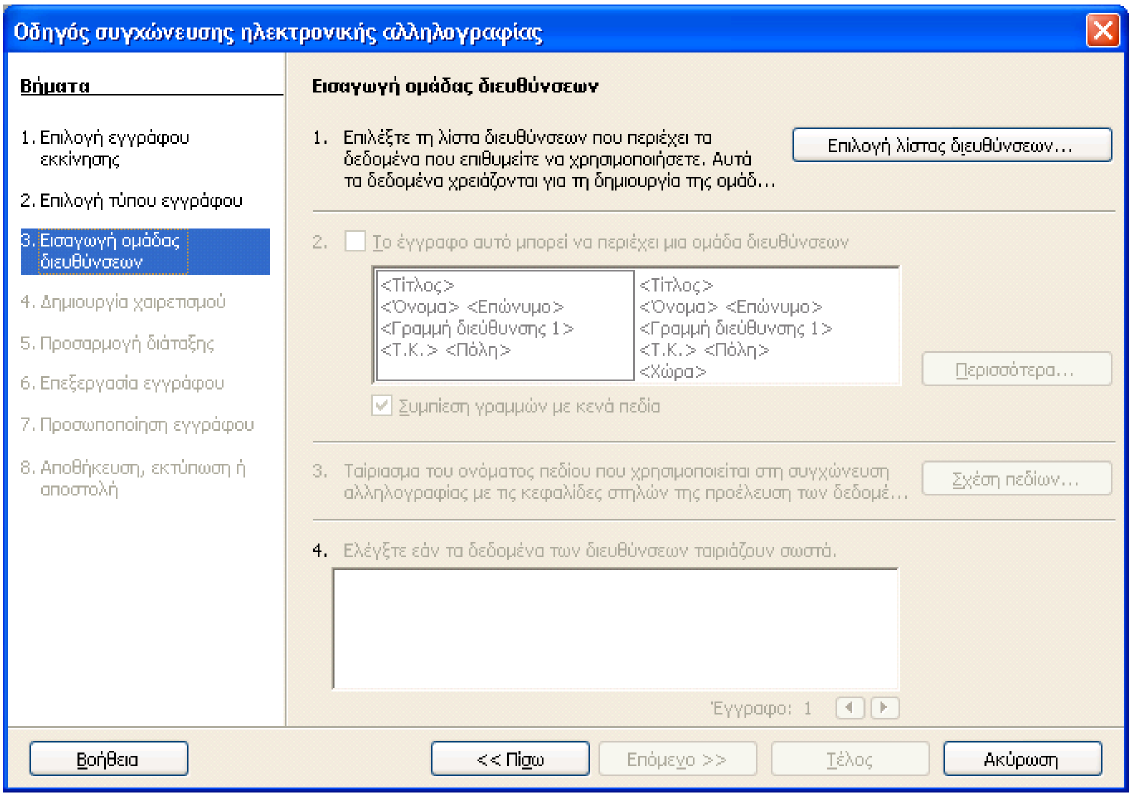
Εικόνα 16: Υπόδειγμα αρχείου δεδομένων Calc

2.5.2 Δημιουργία συγχωνευμένης αλληλογραφίας

Η συγχώνευση της αλληλογραφίας πραγματοποιείται σε τρία κύρια βήματα.

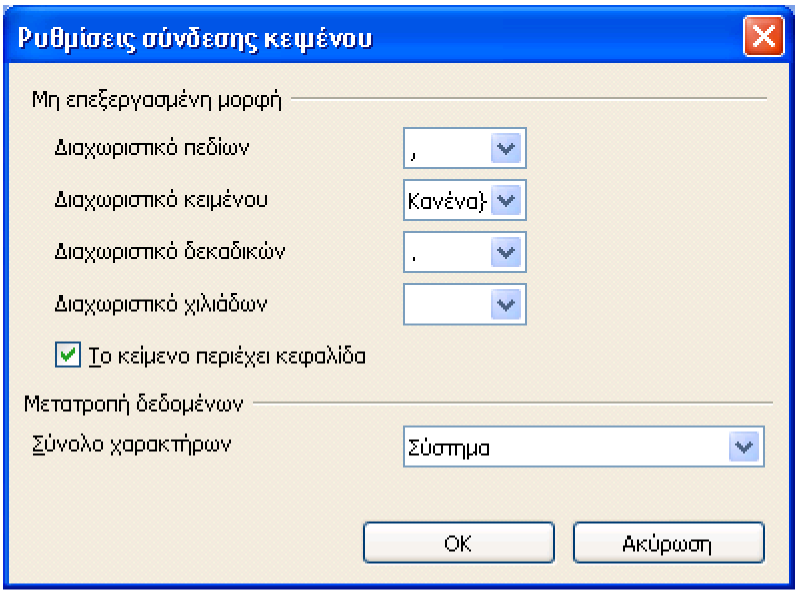
2.5.2.1 1ο βήμα

Ενημερώνουμε το OpenOffice Writer για το αρχείο δεδομένων από το οποίο θα αντληθούν τα απαραίτητα στοιχεία. Αυτό γίνεται επιλέγοντας ***Εργαλεία → Συγχώνευση αλληλογραφίας.*** Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί επιλέγουμε την τρίτη επιλογή **Εισαγωγή ομάδας διευθύνσεων** (*Εικόνα 17*) και συνεχίζουμε επιλέγοντας Επιλογή λίστας διευθύνσεων... . Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί εντοπίζουμε το αρχείο με τα απαραίτητα δεδομένα (CSV, Calc ή Base). Αν το αρχείο που χρησιμοποιούμε είναι τύπου CSV τότε θα εμφανιστεί ένα ακόμα παράθυρο στο οποίο θα αναφέρουμε αν χρησιμοποιούμε εισαγωγικά γύρω από τις τιμές των μεταβλητών και άλλα παρόμοια. (*Εικόνα 18*). Μετά το OK επιλέγουμε Ακύρωση βγαίνοντας προσωρινά από τον οδηγό.



Εικόνα 17: Πρώτο βήμα συγχώνευσης αλληλογραφίας

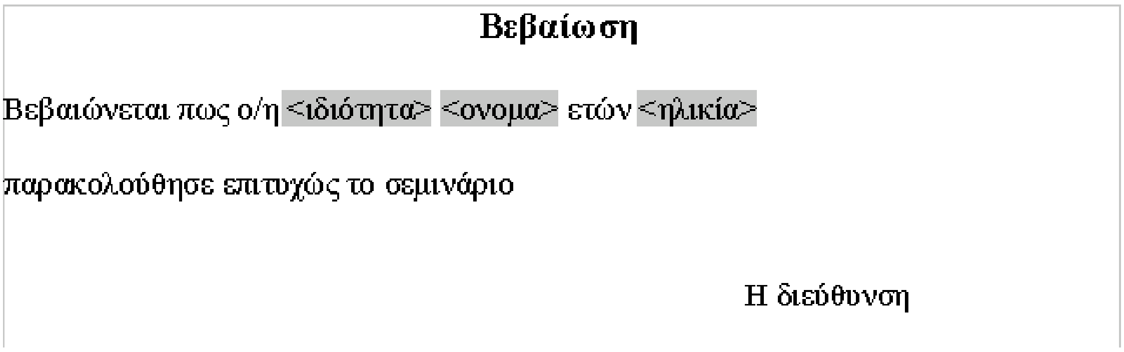
2.5.2.2 2ο βήμα



Εικόνα 18: Η χρήση CSV αρχείου επιβάλλει ορισμένες ακόμα ρυθμίσεις...

Δημιουργούμε το πρότυπο έγγραφο βάσει του οποίου θα δημιουργηθούν όλα τα αντίγραφα. Στα σημεία όπου θα υπάρχουν μεταβαλλόμενες εγγραφές εισάγουμε τις αντίστοιχες ετικέτες των δεδομένων χρησιμοποιώντας τη διεργασία ***Εισαγωγή*** → ***Πεδία*** → ***Άλλα*** είτε με ***Εισαγωγή*** → ***Παραπομπή***. Το παράθυρο που θα ανοίξει είναι αυτό της Εικόνας 14. Στο παράθυρο αυτό επιλέγουμε την ετικέτα **Βάση δεδομένων** και στο νέο παράθυρο που θα εμφανιστεί επιλέγουμε την βάση δεδομένων που εισάγαμε στο OpenOffice στο προηγούμενο βήμα, την αναπτύσσουμε πατώντας το σταυρό (⊞), επιλέγουμε την επιθυμητή ετικέτα, μεταφέρουμε τον κέρσορα στο επιθυμητό σημείο του κειμένου και επιλέγουμε Εισαγωγή . (*Εικόνα 20*)

Για παράδειγμα αν δημιουργούμε μια βεβαίωση συμμετοχής για κάποιο σεμινάριο η οποία θα χρησιμοποιούσε τα δεδομένα των ενδεικτικών αρχείων της προηγούμενης παραγράφου αυτή θα μπορούσε να έχει την παρακάτω μορφή (*Εικόνα 19*)



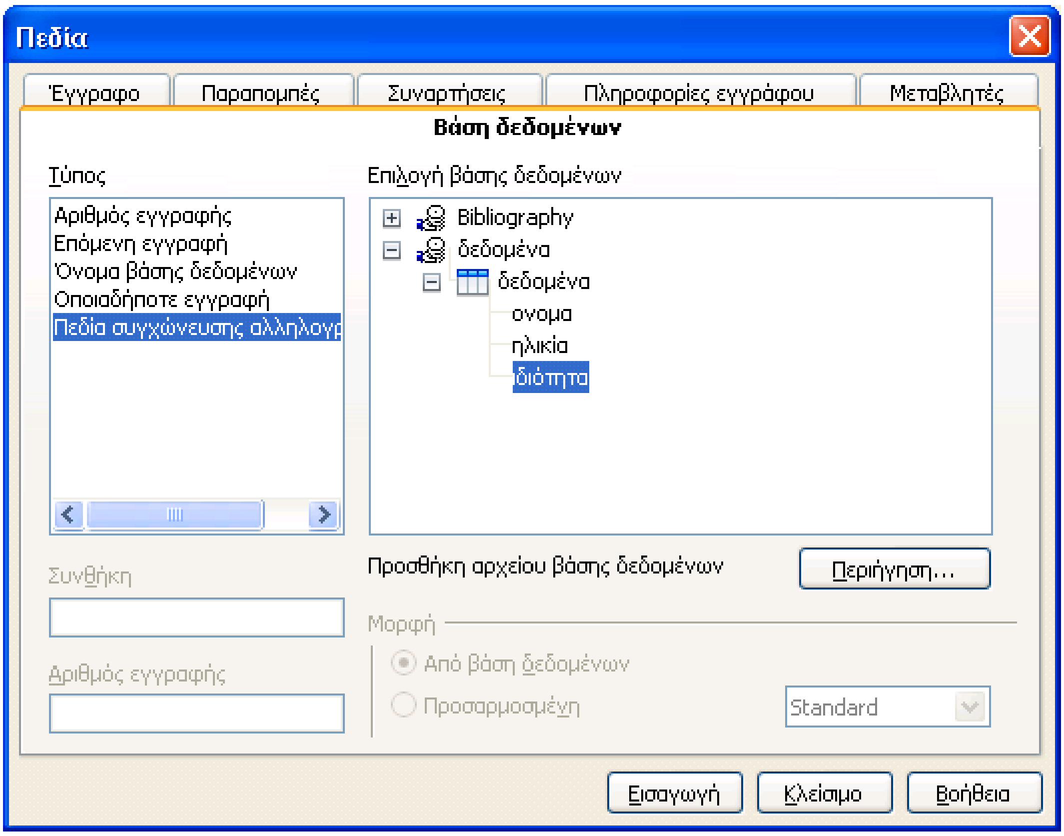
Βεβαίωση

Βεβαιώνεται πως ο/η <ιδιότητα> <ονομα> ετών <ηλικία>

παρακολούθησε επιτυχώς το σεμινάριο

Η διεύθυνση

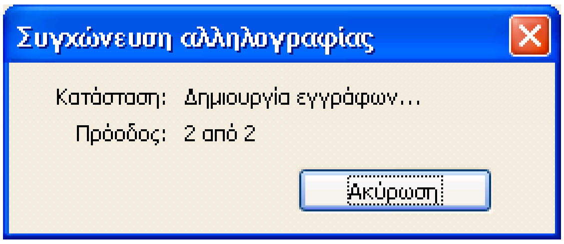
Εικόνα 19: Υπόδειγμα πρότυπου αρχείου συγχώνευσης



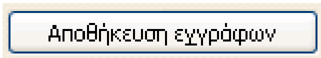
Εικόνα 20: Διαδικασία συγχώνευσης αλληλογραφίας. Εισαγωγή δεδομένων σε πρότυπο έγγραφο

2.5.2.3 3ο βήμα

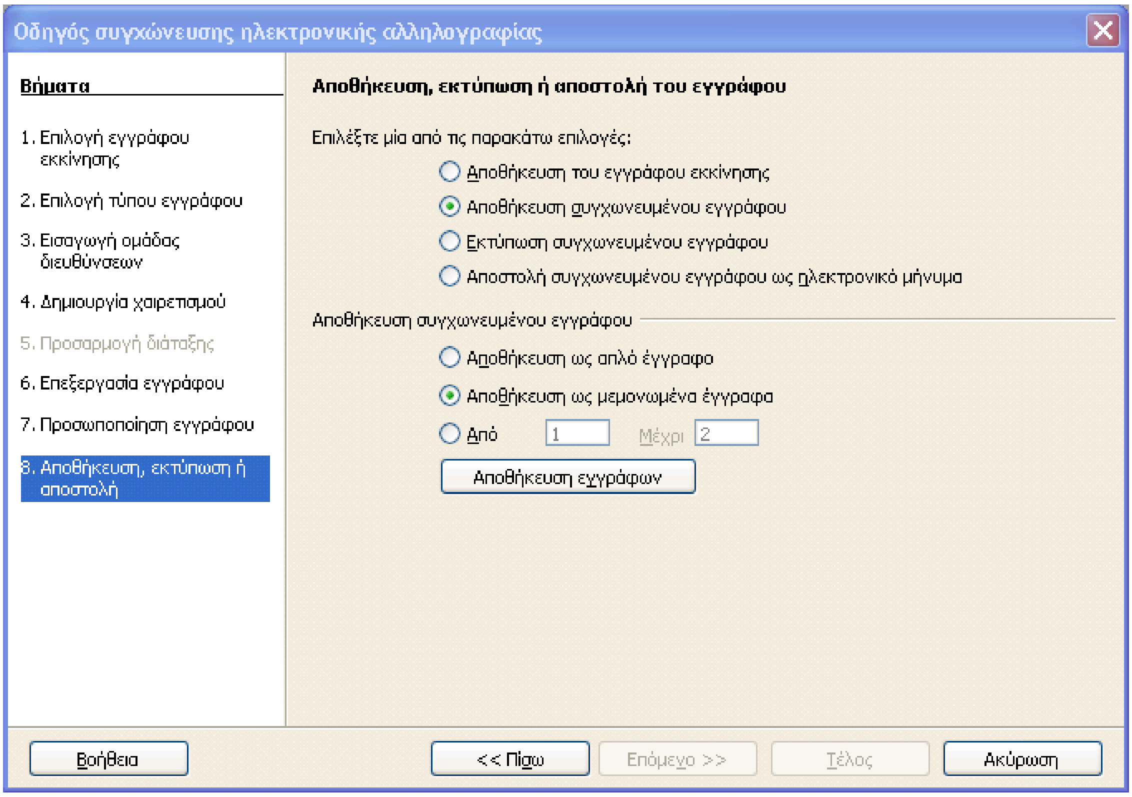
Επιλέγουμε ***Εργαλεία → Συγχώνευση αλληλογραφίας.*** Στο παράθυρο που θα εμφανιστεί επιλέγουμε την τρίτη επιλογή **Αποθήκευση/εκτύπωση ή αποστολή**. Τα συγχωνευμένα έγγραφα θα δημιουργηθούν (*Εικόνα 21*)



Εικόνα 21: Δημιουργία συγχωνευμένων εγγράφων



Τέλος, επιλέγουμε **Αποθήκευση συγχωνευμένου εγγράφου** και πιέζουμε .



Εικόνα 22: Τελευταίο βήμα συγχώνευσης εγγράφου

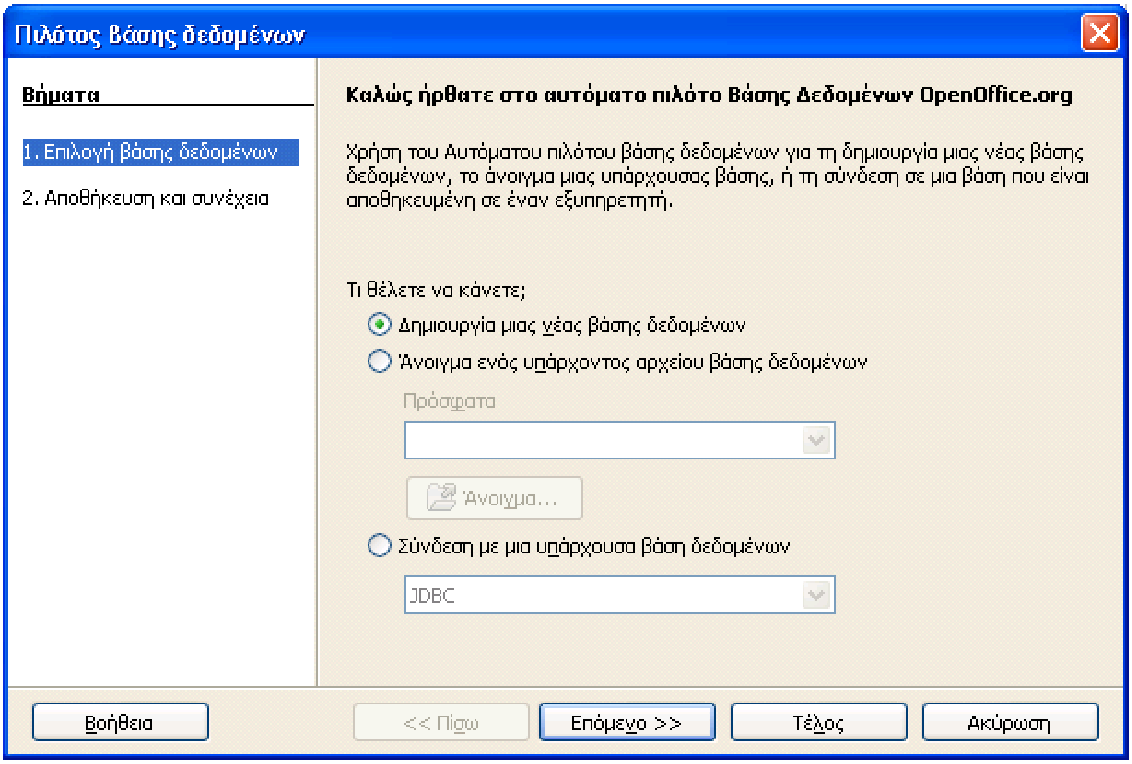
Τα συγχωνευμένα έγγραφα έχουν δημιουργηθεί και αρκεί να τα αποθηκεύσουμε στον επιθυμητό κατάλογο.

Κεφάλαιο 3

Βάσεις Δεδομένων OpenOffice Base

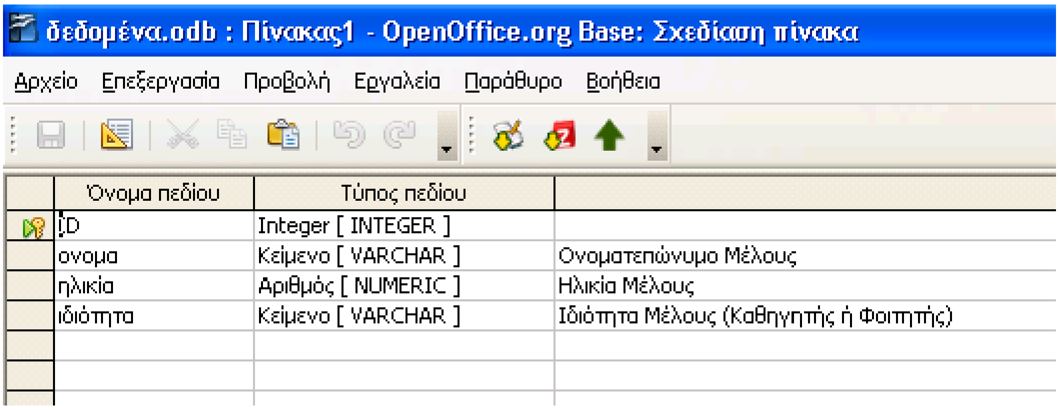
3.1 Δημιουργία και εισαγωγή στοιχείων

Με την έναρξη του OpenOffice Base ενεργοποιείται ένας πιλότος βάσης δεδομένων (Εικόνα 23) τον οποίο μπορούμε να τον ξεπεράσουμε επιλέγοντας Τέλος, επιλογή που θα μας οδηγήσει στο κυρίως παράθυρο του OpenOffice Base αφού πρώτα δώσουμε ένα όνομα στη βάση δεδομένων που θα δημιουργήσουμε.



Εικόνα 23: Πιλότος OpenOffice Base

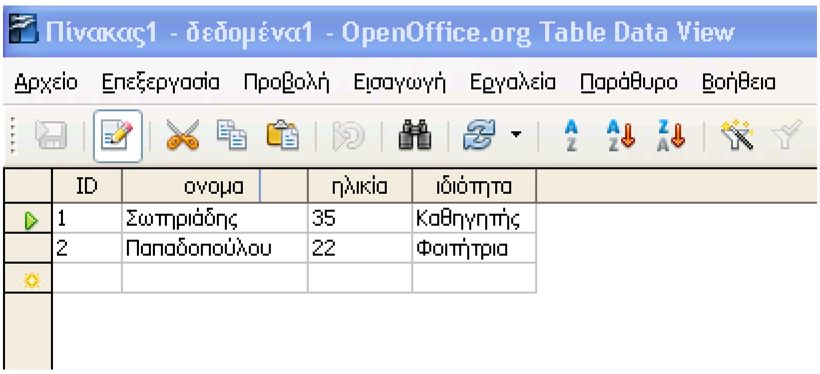
Η βάση δεδομένων έχει δημιουργηθεί! Για να εισάγουμε δεδομένα σε αυτήν πρέπει πρώτα να ορίσουμε έναν ή περισσότερους πίνακες οι οποίοι θα τα φιλοξενήσουν. Η δημιουργία ενός πίνακα γίνεται με την επιλογή ***Εισαγωγή*** **→** ***Σχεδίαση Πίνακα*** ή επιλέγοντας από τις **Εργασίες** την Δημιουργία πίνακα σε προβολή σχεδίασης... . Εισάγουμε για κάθε ένα πεδίο που θα περιέχει ο πίνακας, την ονομασία του πεδίου, τον τύπο του και την περιγραφή του (αν θέλουμε) (Εικόνα 24) και κλείνουμε το παράθυρο.



Εικόνα 24: Παράδειγμα πίνακα στο OpenOffice Base

Προσέξτε την πρώτη μεταβλητή του πίνακα που είναι το κύριο κλειδί της κάθε καταχώρησης. Ακόμα και αν ο χρήστης δεν την εισάγει το OpenOffice Base θα τον παραπέμψει να το κάνει!

Μετά τη δημιουργία του πίνακα, στο κυρίως παράθυρο του OOo Base θα εμφανιστεί ο Πίνακας μας με την ονομασία “Πίνακας1”. Κάνοντας διπλό κλικ πάνω στο όνομα του Πίνακα θα ανοίξει το παράθυρο εισαγωγής στοιχείων στο οποίο μπορούμε να εισάγουμε δεδομένα. (Εικόνα 25)



Εικόνα 25: Εισαγωγή στοιχείων σε πίνακα

Μετά την αποθήκευση όλων των σχετικών αρχείων μπορούμε να κλείσουμε το OpenOffice Base έχοντας στον υπολογιστή μας μία νέα βάση δεδομένων!

Κεφάλαιο 4

Λογιστικό Φύλλο OpenOffice Calc

Οι εφαρμογές λογιστικού φύλλου (πρωτότυπη αγγλική ονομασία spreadsheet η οποία προήλθε από τα μεγάλα φύλλα που χρησιμοποιούσαν οι λογιστές τον προηγούμενο αιώνα) ξεκίνησαν να εμφανίζονται στα τέλη του 1970 (VisiCalc, 1968) και συνέχισαν την ανάπτυξη τους τη δεκαετία του 1980, (Lotus 1-2-3, 1983) ενώ η Microsoft μπήκε στην αγορά το 1985 με το Excel το οποίο κυριάρχησε στην αγορά τα επόμενα χρόνια. Στην αρχή, οι δυνατότητες των λογιστικών φύλλων ήταν μικρές αλλά σήμερα έχουν φτάσει σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα. Το OpenOffice Calc είναι ένα από τα ισχυρά λογιστικά φύλλα που δύσκολα θα αφήσει ακάλυπτο έναν απαιτητικό χρήστη!

4.1 Βασικά στοιχεία

Ένα αρχείο Calc (κατάληξη **.ods OpenDocument Spreadsheet**) περιέχει πληροφορίες οι οποίες μπορεί να είναι

1. κείμενο
2. αριθμοί (π.χ. 1234 ή 1.234 ή 1234,56 κλπ)
3. ημερομηνίες (π.χ. 27/01/2009 ή 27.01.2009 ή Τρίτη 27 Ιανουαρίου 2009 κλπ)

4.1.1 Τα φυσικά όρια του Calc

Οι πληροφορίες είναι καταχωρημένες σε κελιά (cells) τα οποία βρίσκονται σε πίνακες με 65.536 γραμμές και 1.024 στήλες που ονομάζονται φύλλα (sheets). Φυσικά, δεν είναι υποχρεωτικό να γεμίσουν όλα τα κελιά ενός φύλλου για να χρησιμοποιηθεί κάποιο άλλο! Κάθε κενό αρχείο **Calc** έχει τρία φύλλα στα οποία μπορούν να προστεθούν και άλλα μέχρι το πλήθος των 256 φύλλων.

4.1.2 Καταχώρηση στοιχείων / αναφορά σε κελιά

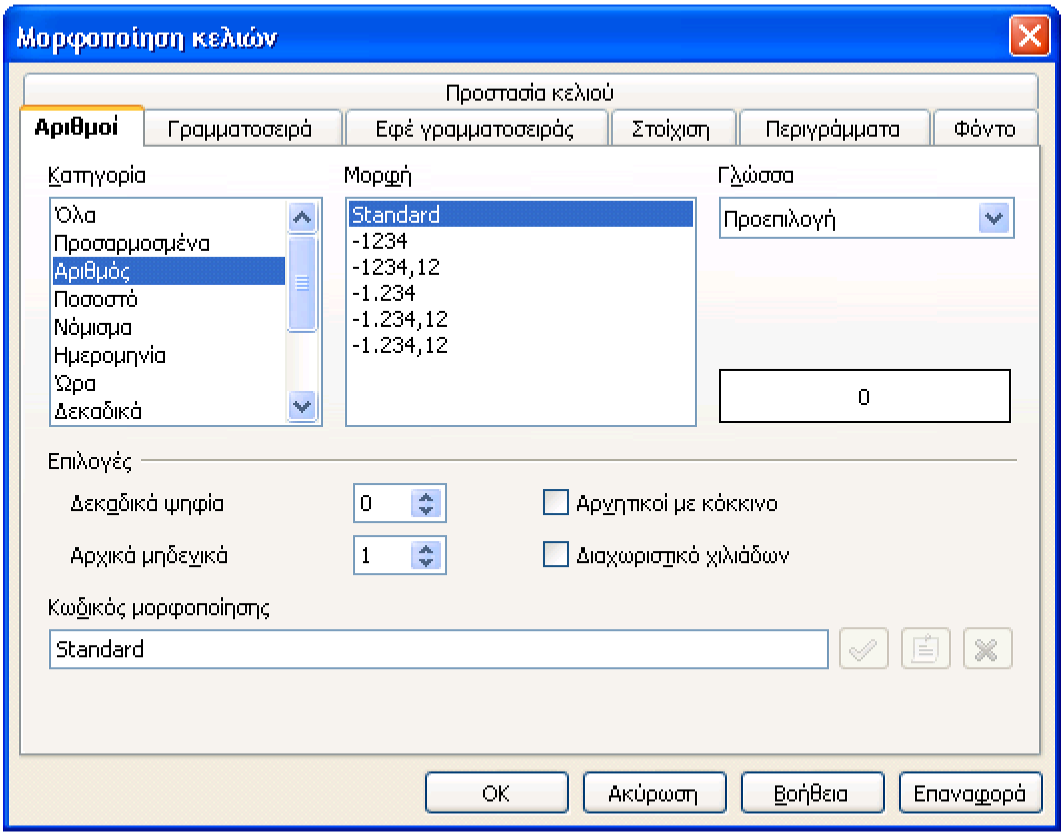
Η καταχώρηση των στοιχείων γίνεται πολύ απλά, επιλέγοντας ένα κελί και γράφοντας την επιθυμητή τιμή είτε κείμενο, είτε αριθμό είτε ημερομηνία.

Στην περίπτωση των αριθμητικών καταχωρήσεων, τα δεκαδικά στοιχεία πρέπει να διαχωρίζονται από τα ακέραια με το κόμμα "**,**"και όχι με την τελεία. Αν σε κάποιο κελί εισαχθεί αριθμός και πρέπει οπωσδήποτε να θεωρηθεί ο αριθμός ως κείμενο τότε πρέπει να τοποθετήσουμε μια απόστροφο "**'**" πριν τον αριθμό.

Η ημερομηνία εισάγεται ως Ημέρα/Μήνας/Ετος ή ως Ημέρα/Μήνας περίπτωση κατά την οποία το έτος θεωρείται το τρέχον. Αντί της πλάγιας "/" μπορεί να χρησιμοποιηθεί τελεία "**.**" αλλά όχι το κόμμα "**,**". Αν μία ημερομηνία εισαχθεί με έτος αποκομμένο (δηλαδή 03 αντί 2003) τότε θα θεωρηθεί πως αυτό ανήκει στη χιλιετία 2000. Για παράδειγμα αν γράψουμε σε ένα τυχαίο κελί την ημερομηνία 12/3/4 αυτή θα καταχωρηθεί ως 12/03/2004.

Κάθε στοιχείο στο **Calc** είναι καταχωρημένο σε ένα κελί το οποίο προσδιορίζεται μονοσήμαντα από τη γραμμή και τη στήλη που αυτό ανήκει. Κάθε αναφορά σε αυτό μπορεί να γίνει με τον συνδυασμό γράμματος της στήλης και αριθμού γραμμής του κελιού, για παράδειγμα το κελί που βρίσκεται στη στήλη με ονομασία **B** και στην τέταρτη γραμμή χαρακτηρίζεται μοναδικά ως **B4**

4.1.3 Διαχείριση περιεχομένου κελιών



Εικόνα 26: Επιλογές διαχείρισης κελιού

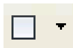
Το **Calc** προσφέρει κάθε δυνατή παραμετροποίηση για τον τρόπο με τον οποίο θα εμφανίζονται τα περιεχόμενα κάθε κελιού. Η επιθυμητή παραμετροποίηση μπορεί να γίνει επιλέγοντας ***Μορφή → Κελιά.*** *(Εικόνα 26)*

Στην ετικέτα **Αριθμοί** είναι διαθέσιμες όλες οι επιλογές που έχουν να κάνουν με το είδος των στοιχείων του ενεργού κελιού (ή της ομάδας κελιών που έχει επιλεχθεί με το ποντίκι) Με την επιλογή αυτή μπορούμε να επιλέξουμε τον τρόπο με τον οποίο θα εμφανίζονται τα στοιχεία του κελιού όπως το πλήθος των δεκαδικών στοιχείων αν πρόκειται για αριθμό, τον τρόπο εμφάνισης της ημερομηνίας (συνοπτικός ή επεκτεταμένος) και άλλα. Ειδικότερα για τους αριθμούς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα τέσσερα εικονίδια  τα οποία βρίσκονται στην εργαλειοθήκη.

Με τις ετικέτες **Γραμματοσειρά** και **Εφέ γραμματοσειράς**, μπορούμε να μεταβάλλουμε την εμφάνιση και το μέγεθος της γραμματοσειράς που χρησιμοποιείται στα περιεχόμενα του ενεργού κελιού ή των κελιών που έχουμε επιλέξει. Την ίδια διαχείριση μπορούμε να πετύχουμε χρησιμοποιώντας τις επιλογές 

της εργαλειοθήκης.

Η επιλογή **Στοίχιση** μας προσφέρει δυνατότητας στοίχισης και στροφής του κειμένου μέσα στο κελί. Η οριζόντια στοίχιση είναι δυνατή και με χρήση των εικονιδίων  της εργαλειοθήκης.

Η επιλογή **Περιγράμματα** μας δίνει τη δυνατότητα να τοποθετήσουμε σε μία ή περισσότερες πλευρές ενός η περισσοτέρων κελιών περίγραμμα και επιπλέον να προσδιορίσουμε και το είδος αυτού. Η επιλογή περιγράμματος είναι δυνατή και με το εικονίδιο  της εργαλειοθήκης.

Η επιλογή **Φόντο** μας επιτρέπει να μεταβάλλουμε το χρώμα του φόντου του κελιού. Η επιλογή φόντου είναι δυνατή και με το εικονίδιο  της εργαλειοθήκης.

4.1.4 Η ημερομηνία ως αριθμητικός τύπος

Η ημερομηνία είναι ένας αριθμητικός τύπος ο οποίος ορίζεται ως το πλήθος των ημερών που πέρασαν από την 30 Δεκεμβρίου του έτους 1899, και ώρα 00:00:00. Η ημερομηνία και ώρα αυτή αντιστοιχεί στον αριθμό 0 (μηδέν). Έτσι, αν τοποθετήσουμε τον αριθμό 2 σε κάποιο κελί και προσδιορίσουμε το συγκεκριμένο κελί ως τύπο ημερομηνίας (δες παράγραφο 44) τότε αυτό θα εμφανίσει την ημερομηνία 1 Ιανουαρίου 1900 ενώ η ημέρα που γράφηκαν αυτές οι γραμμές (6 Ιανουαρίου 2009) θα αποθηκευτεί στη μνήμη ως 39.819. Αν υπάρχει και ώρα (μορφής ΩΩ:ΛΛ:ΔΔ) μαζί με την ημερομηνία τότε αυτή θα αποθηκευτεί ως δεκαδικό κομμάτι της ημέρας. Για παράδειγμα, αν πρέπει να καταχωρήσουμε το χρονικό διάστημα 1 εβδομάδας, 3 ημερών και 5 ωρών και 9 λεπτών τότε ο αριθμός που θα το εκφράσει θα είναι ο 7+3+(5+9:60):24 =10,21458333 ημέρες. (Η επαλήθευση είναι πολύ απλή. Απλά αντιγράψτε τον παραπάνω αριθμό και επικολλήστε τον σε κάποιο κελί το οποίο μετά πρέπει να πάρει το χαρακτήρα ημερομηνίας (δες παράγραφο 44) Τέλος, αν καταχωρούμε ημερομηνίες προγενέστερες της αρχικής ημερομηνίας 30/12/1899 τότε αυτές αποθηκεύονται ως αρνητικοί αριθμοί!

Ανάλογα με το είδος των στοιχείων που περιέχει ένα κελί γίνονται διαθέσιμες ή μη διαθέσιμες κάποιες λειτουργίες του Calc. Για παράδειγμα δεν είναι δυνατόν να υπολογιστεί ο αριθμητικός μέσος για κάποια κελιά που περιέχουν κείμενο.

4.2 Απλές πράξεις με το Calc

4.2.1 Πράξεις με αριθμούς

Οι πιο απλές πράξεις που αναγνωρίζει το Calc είναι οι τέσσερις αριθμητικές πράξεις οι οποίες ορίζονται με τα σύμβολα + (πρόσθεση), - (αφαίρεση), * (πολλαπλασιασμός) και / (διαίρεση). Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα ύψωσης σε δύναμη με τον τελεστή ^.

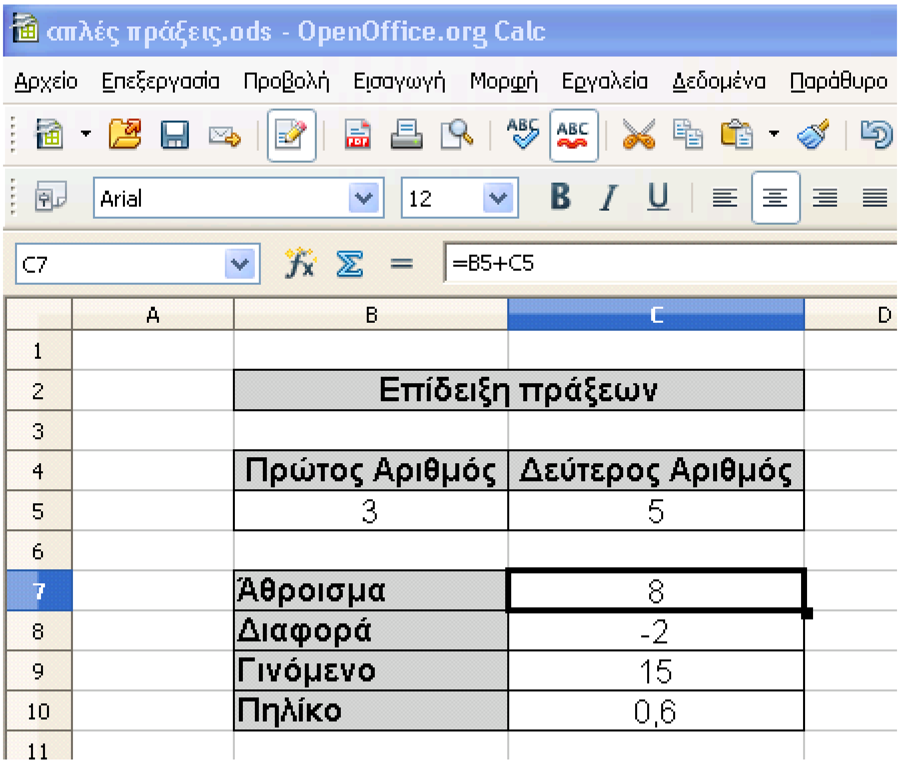
Το αποτέλεσμα μιας πράξης μπορεί να φιλοξενηθεί σε οποιοδήποτε κελί. Πρώτα επιλέγουμε με τον κέρσορα το κελί το οποίο θα υποδεχθεί το αποτέλεσμα της πράξης που θα κάνουμε. Προετοιμάζουμε το Calc να υποδεχθεί αριθμητικό υπολογισμό, πιέζοντας το πλήκτρο με το σύμβολο του ίσον "=". Απομένει ο υπολογισμός ο οποίος μπορεί να γίνει με αριθμούς οι οποίοι θα εισαχθούν από το χρήστη είτε με αριθμούς που ήδη υπάρχουν σε κελιά του Calc. Στα κελιά του Calc μπορούμε να αναφερθούμε είτε γράφοντας άμεσα τη διεύθυνση τους στη γραμμή εισαγωγής είτε με ένα απλό κλικ στο αντίστοιχο κελί, (ενέργεια η οποία ουσιαστικά αντικαθιστά τη συγγραφή της αντίστοιχης διεύθυνσης, γλιτώνοντας μας από τον κόπο να παρατηρήσουμε με ακρίβεια τη διεύθυνση του κελιού!)

Ως μικρή άσκηση μπορείτε να επαναλάβετε τις ενέργειες που οδήγησαν στο αρχείο Calc της εικόνας 27. (*Οδηγίες* : Η συγχώνευση κελιών γίνεται πολύ απλά με την επιλογή ***Μορφή*** → ***Συγχώνευση κελιών*** αφού πρώτα επιλέξουμε με το ποντίκι τα δύο συνεχόμενα κελιά! Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί το εικονίδιο  στην εργαλειοθήκη. Το χρώμα φόντου των κελιών της εικόνας είναι **Γκρι 20%**)

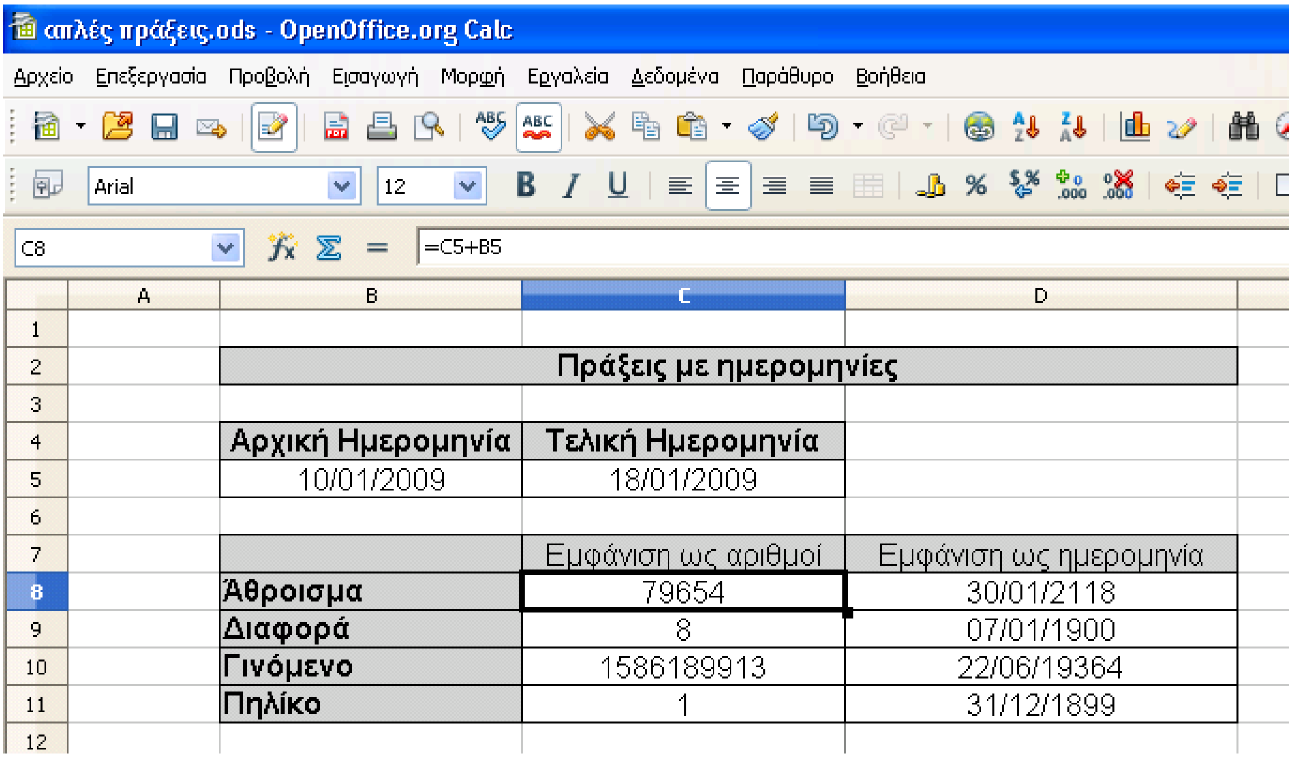
4.2.2 Πράξεις με ημερομηνίες

Οι ημερομηνίες, αν και παρουσιάζονται στην οθόνη με ιδιαίτερο τρόπο δεν παύουν να είναι ένας τύπος αριθμού άρα οι αριθμητικές πράξεις εφαρμόζονται στις ημερομηνίες με τον ίδιο τρόπο που εφαρμόζονται και στους αριθμούς. Ωστόσο, είναι φανερό πως εκτός από την αφαίρεση και την πρόσθεση που ενδεχομένως έχουν νόημα για έναν άνθρωπο οι υπόλοιπες πράξεις αν και γίνονται αποδεκτές από το Calc οδηγούν σε αποτελέσματα αλλόκοτα.

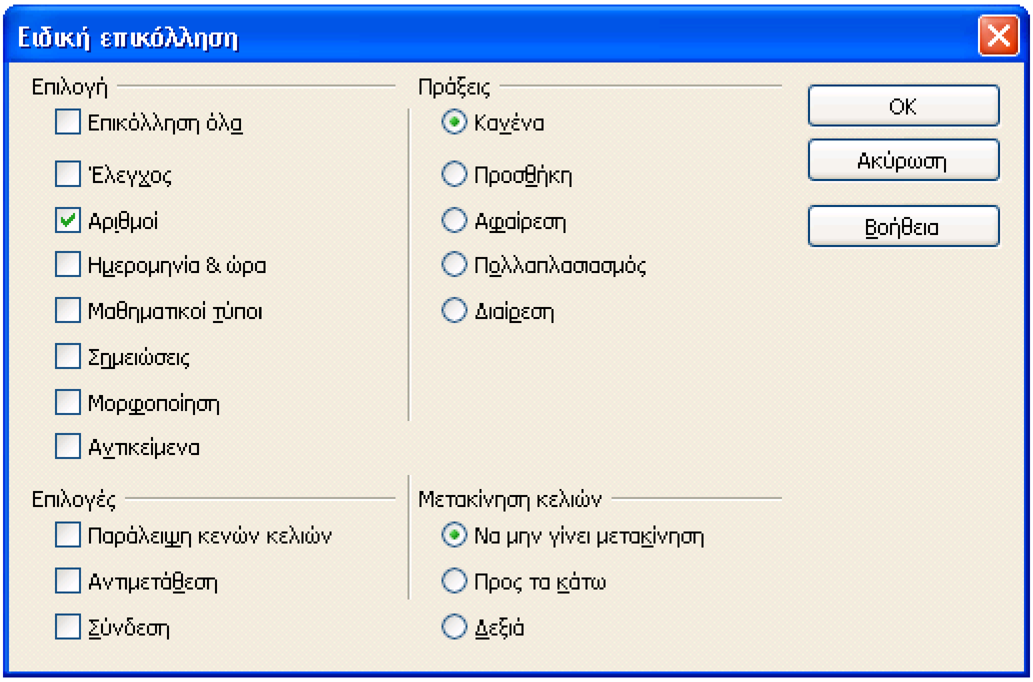
Ως μικρή άσκηση στη διαχείριση ημερομηνιών μπορείτε να επαναλάβετε τις ενέργειες που οδήγησαν στο αρχείο Calc της εικόνας 28. (*Οδηγίες* : Για να παρουσιάζεται στα κελιά **B5**, **C5** το πλήρες έτος αρκεί μετά την εισαγωγή των ημερομηνιών, να επιλεχθούν τα κελιά με το ποντίκι, να επιλεχθεί η διεργασία ***Μορφή*** → ***Κελιά*** και στο παράθυρο που θα εμφανιστεί να επιλεχθεί η ετικέτα **Αριθμοί**. Μετά αρκεί να επιλεχθεί ως κατηγορία η **Ημερομηνία** και ως **Μορφή** η **31/12/1999**. Οι ημερομηνίες στη στήλη **D** θα προέλθουν από τους αριθμούς της στήλης **C** με **Αντιγραφή** και **Ειδική Επικόλληση** κατά την οποία θα επιλεχθεί μόνο το πεδίο **Αριθμοί** αντί του **Επικόλληση όλα** που είναι καθορισμένο να εμφανίζεται στο Calc. Σχετική εικόνα 29)



Εικόνα 27: Επίδειξη αριθμητικών πράξεων



Εικόνα 28: Επίδειξη πράξεων μεταξύ ημερομηνιών

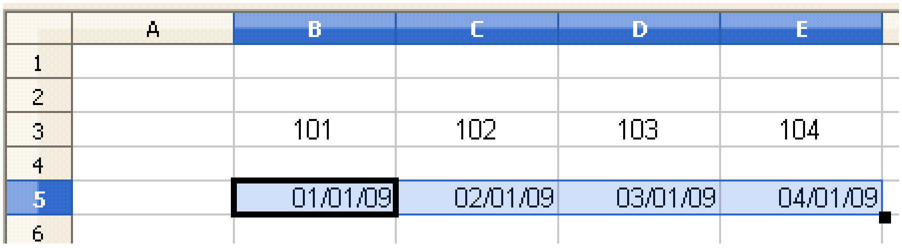


Εικόνα 29: Διαδικασία αντιγραφής αποκλειστικά των αριθμητικών τιμών μιας ομάδας κελιών

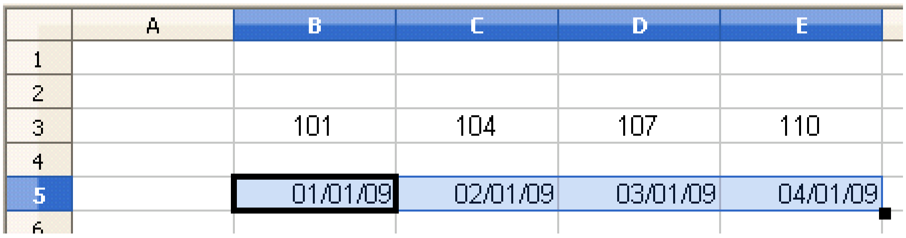
4.3 Συμπλήρωση κελιών με διαδοχικές τιμές.

4.3.1 Συμπλήρωση με αριθμούς ή ημερομηνίες.

Η συμπλήρωση ενός συνόλου διαδοχικών κελιών με αριθμούς ή ημερομηνίες οι οποίες είναι επίσης διαδοχικές είναι πολύ απλή. Απλά συμπληρώνουμε τον πρώτο αριθμό ή την πρώτη ημερομηνία σε κάποιο κελί και μετά χρησιμοποιώντας το ποντίκι μεταφέρουμε στην ίδια στήλη ή στην ίδια γραμμή το κελί αυτό. Το Calc αντιλαμβανόμενο πως το μεταφερόμενο κελί περιέχει αριθμό ή ημερομηνία θεωρεί πως επιθυμούμε να τοποθετήσουμε στα διαδοχικά κελιά τα επόμενα στοιχεία του και αυτό κάνει! (*Εικόνα* 30)



Εικόνα 30: Αυτόματη συμπλήρωση διαδοχικών κελιών

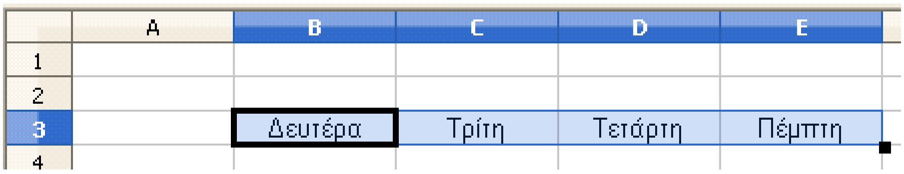


Εικόνα 31: Αυτόματη συμπλήρωση διαδοχικών κελιών με βήμα διαφορετικό της μονάδας

Στην περίπτωση κατά την οποία το βήμα της αλλαγής μεταξύ διαδοχικών κελιών είναι διαφορετικό από τη μονάδα στους αριθμούς ή την μία ημέρα στις ημερομηνίες τότε αυτό πρέπει να το δηλώσουμε στο Calc, εισάγοντας τα δύο πρώτα στοιχεία σε δύο γειτονικά κελιά στην ίδια γραμμή ή στήλη! Επιλέγουμε με το ποντίκι τα δύο κελιά και μεταφέρουμε τα περιεχόμενα τους στην γραμμή ή στήλη όπου αυτά ανήκουν. Τα επόμενα κελιά θα συμπληρώνονται με κελιά της ίδιας μορφής στα οποία όμως το περιεχόμενο θα μεταβάλλεται κατά το βήμα που ορίζεται από τη διαφορά των δύο πρώτων κελιών! Στην Εικόνα 31 παρουσιάζεται μια τέτοια περίπτωση στην οποία οι αριθμοί μεταβάλλονται κατά +3 σε κάθε διαδοχικό κελί ενώ οι ημερομηνίες κατά δέκα ημέρες!

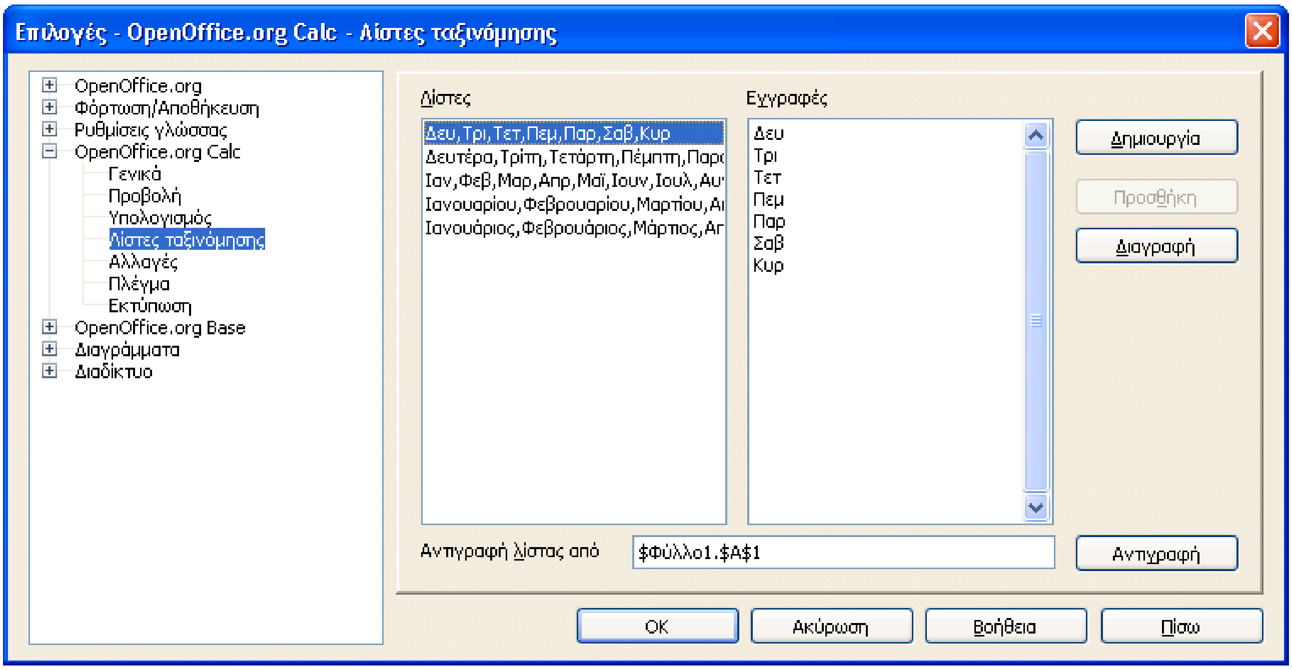
4.3.2 Λίστες Ταξινόμησης στο Calc

Είναι φανερό πως εκτός από τους αριθμούς και τις ημερομηνίες πολλά σύνολα έχουν εσωτερική ταξινόμηση όπως για παράδειγμα το σύνολο των μηνών του χρόνου ή το σύνολο των ημερών της εβδομάδας. Το Calc υποστηρίζει τη συμπλήρωση διαδοχικών κελιών με τις τιμές αυτών των συνόλων και ο τρόπος είναι ο ίδιος με αυτόν που θα χρησιμοποιούσε ο χρήστης στην περίπτωση των αριθμών. Απλά, συμπληρώνουμε το πρώτο κελί με την επιθυμητή τιμή όπως π.χ. Δευτέρα ή Ιανουάριος και μεταφέρουμε το κελί σε διαδοχικά κελιά στην ίδια γραμμή ή στήλη.



Εικόνα 32: Εφαρμογή των λιστών ταξινόμησης

Στην περίπτωση κατά την οποία θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε μία λίστα ταξινόμησης η οποία δεν αναγνωρίζεται από το Calc τότε μπορούμε να την καταχωρήσουμε και να την αποθηκεύσουμε στη μνήμη του. Αυτό γίνεται επιλέγοντας ***Εργαλεία → Επιλογές.*** Στο παράθυρο που εμφανίζεται αναπτύσσουμε πατώντας το σταυρό (⊞) την επιλογή **OpenOffice.org Calc** και συνεχίζουμε επιλέγοντας **Λίστες ταξινόμησης** (*Εικόνα* 33)



Εικόνα 33: Λίστες ταξινόμησης του Calc

Στο κελί με την ετικέτα **Λίστες** εμφανίζονται οι λίστες ταξινομημένων δεδομένων που είναι ενεργές στο Calc. Αν θέλουμε να προσθέσουμε μία νέα λίστα (όπως για παράδειγμα τη σειρά Ιανουάριος, Φεβρουάριος κλπ) τότε επιλέγουμε 

και καταχωρούμε χρησιμοποιώντας το κόμμα

“,” και χωρίς κενά τις τιμές της λίστας. Μετά το OK η λίστα θα ενεργοποιηθεί και θα είναι στη διάθεση μας για αυτόματη συμπλήρωση διαδοχικών κελιών.

4.4 Προχωρημένες πράξεις με το Calc

4.4.1 Χρήση συναρτήσεων στο Calc

Οι τέσσερις αριθμητικές πράξεις καλύπτουν σε αρκετές περιπτώσεις τις ανάγκες ενός χρήστη αλλά για τις πιο απαιτητικές αναζητήσεις μάλλον δεν επαρκούν. Τότε, οι συναρτήσεις αναλαμβάνουν δράση. Οι συναρτήσεις είναι ιδιαίτερα καθορισμένες εκφράσεις του Calc οι οποίες εφαρμόζονται σε ένα ή περισσότερα ορίσματα τα οποία περικλείονται μέσα σε παρενθέσεις και διαχωρίζονται με ελληνικό ερωτηματικό “**;**”. Υπάρχουν πάρα πολλές συναρτήσεις διαχωρισμένες σε θεματικές κατηγορίες ανάλογα με το είδος του ορίσματος το οποίο απαιτούν και ανάλογα με το αποτέλεσμα που παράγουν (κείμενο, αριθμό ή χρόνο – ημερομηνία). Η χρήση μιας συνάρτησης μπορεί να γίνει επιλέγοντας ***Εισαγωγή → Συνάρτηση*** ή απλά επιλέγοντας το εικονίδιο  αφού όμως πρώτα επιλέξουμε το κελί στο οποίο θα καταχωρηθεί το αποτέλεσμα.

Στον οδηγό συνάρτησης που θα εμφανιστεί επιλέγουμε τη συνάρτηση που επιθυμούμε να εφαρμόσουμε και συνεχίζουμε με 

. Μετά, χρησιμοποιώντας το ποντίκι επιλέγουμε τα κελιά που περιέχουν τα απαραίτητα ορίσματα και ολοκληρώνουμε με OK. Στην εικόνα 34 εμφανίζεται ενδεικτικά η εφαρμογή της συνάρτησης **ABS()** η οποία υπολογίζει απόλυτη τιμή ενός αριθμού.

4.4.2 Λογικές Συναρτήσεις

Οι λογικοί τελεστές είναι οι IF, TRUE, FALSE, NOT, OR και AND.

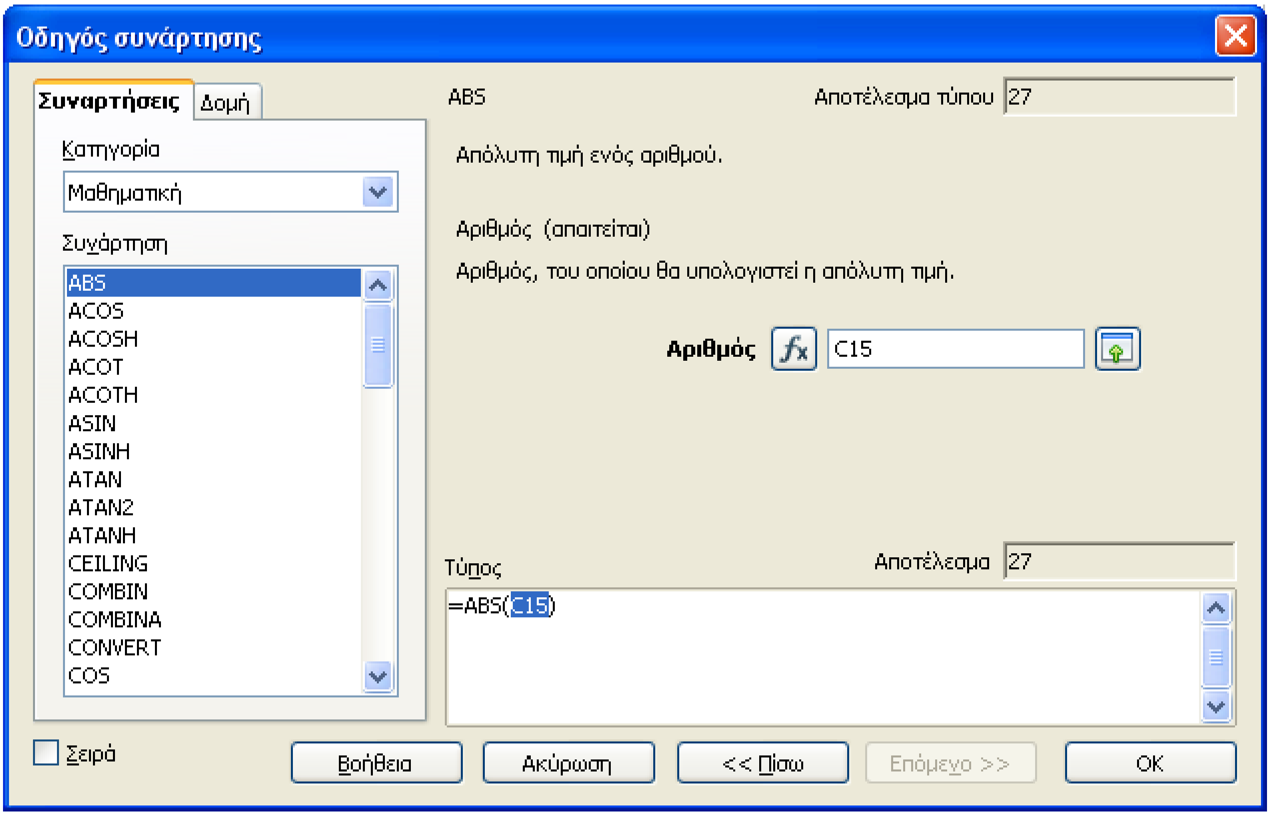
Ο τελεστής FALSE() απλά επιστρέφει την τιμή 0 η οποία αντιστοιχεί σε κάθε μη αληθές γεγονός.

Ο τελεστής TRUE() απλά επιστρέφει την τιμή 1 η οποία αντιστοιχεί σε κάθε αληθές γεγονός.

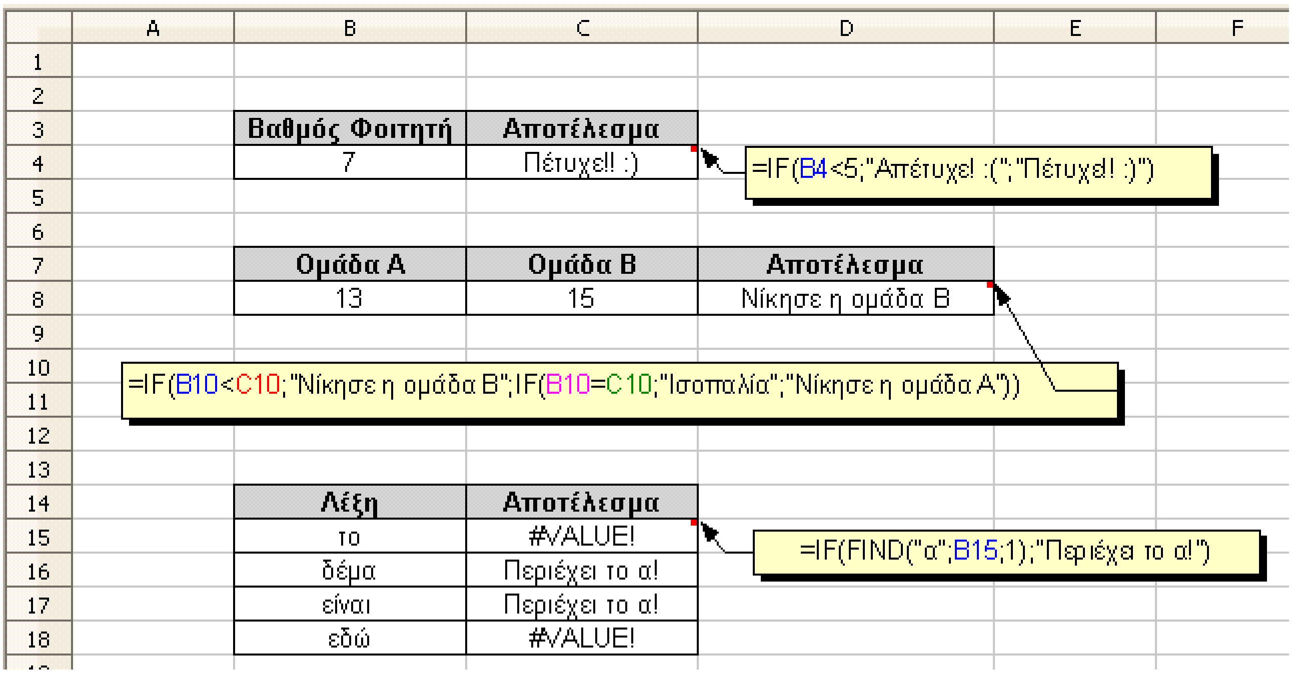
Ο τελεστής NOT() επιστρέφει την τιμή 1 (ΣΩΣΤΟ) αν έχει ως αρχική τιμή την τιμή 0 (ΛΑΘΟΣ) και την τιμή 0 για κάθε διαφορετικό αριθμό.

Η συνάρτηση IF() επιτρέπει τον έλεγχο μιας λογικής συνθήκης και τοποθετεί στο κελί στο οποίο θα εφαρμοστεί μια δηλωμένη από το χρήστη τιμή όταν η λογική συνθήκη είναι αληθής και μία δεύτερη όταν η συνθήκη είναι ψευδής. Στην εικόνα 35 παρουσιάζονται εφαρμογές της συνάρτησης

IF() τόσο σε απλή όσο και σε συγχωνευμένη μορφή (μία IF() μέσα σε άλλη!).

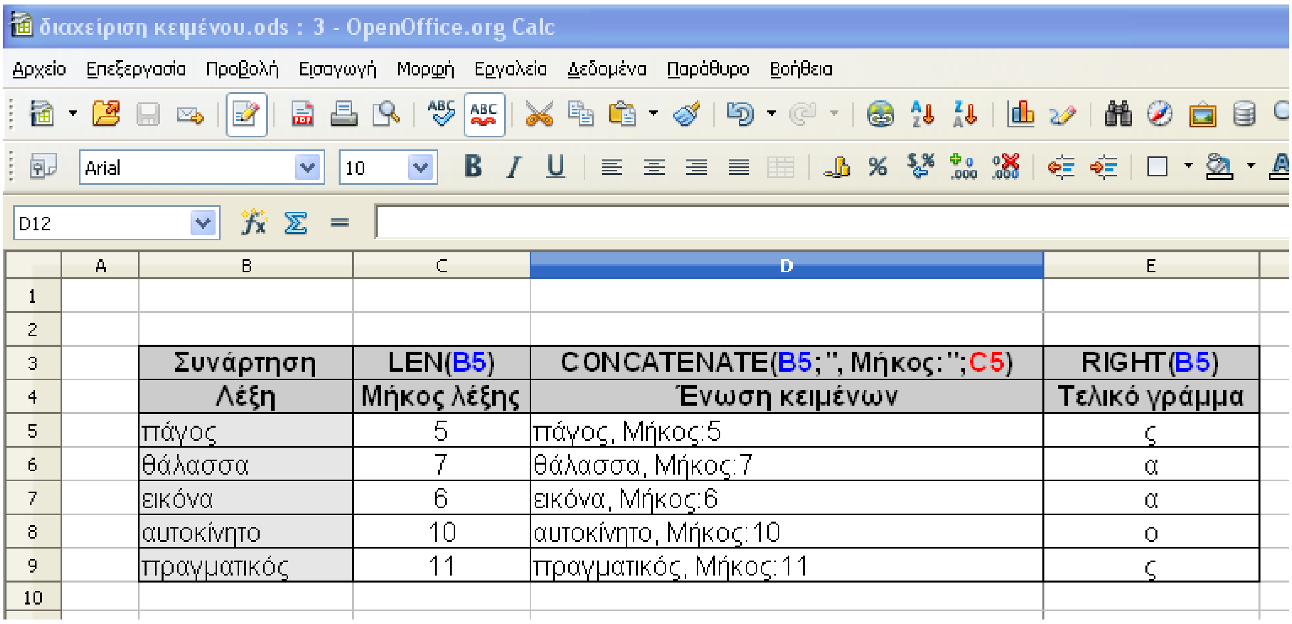


Εικόνα 34: Χρήση του οδηγού συνάρτησης για τον υπολογισμό της απόλυτης τιμής



Εικόνα 35: Παραδείγματα χρήσης λογικών συνθηκών

4.4.3 Συναρτήσεις κειμένου



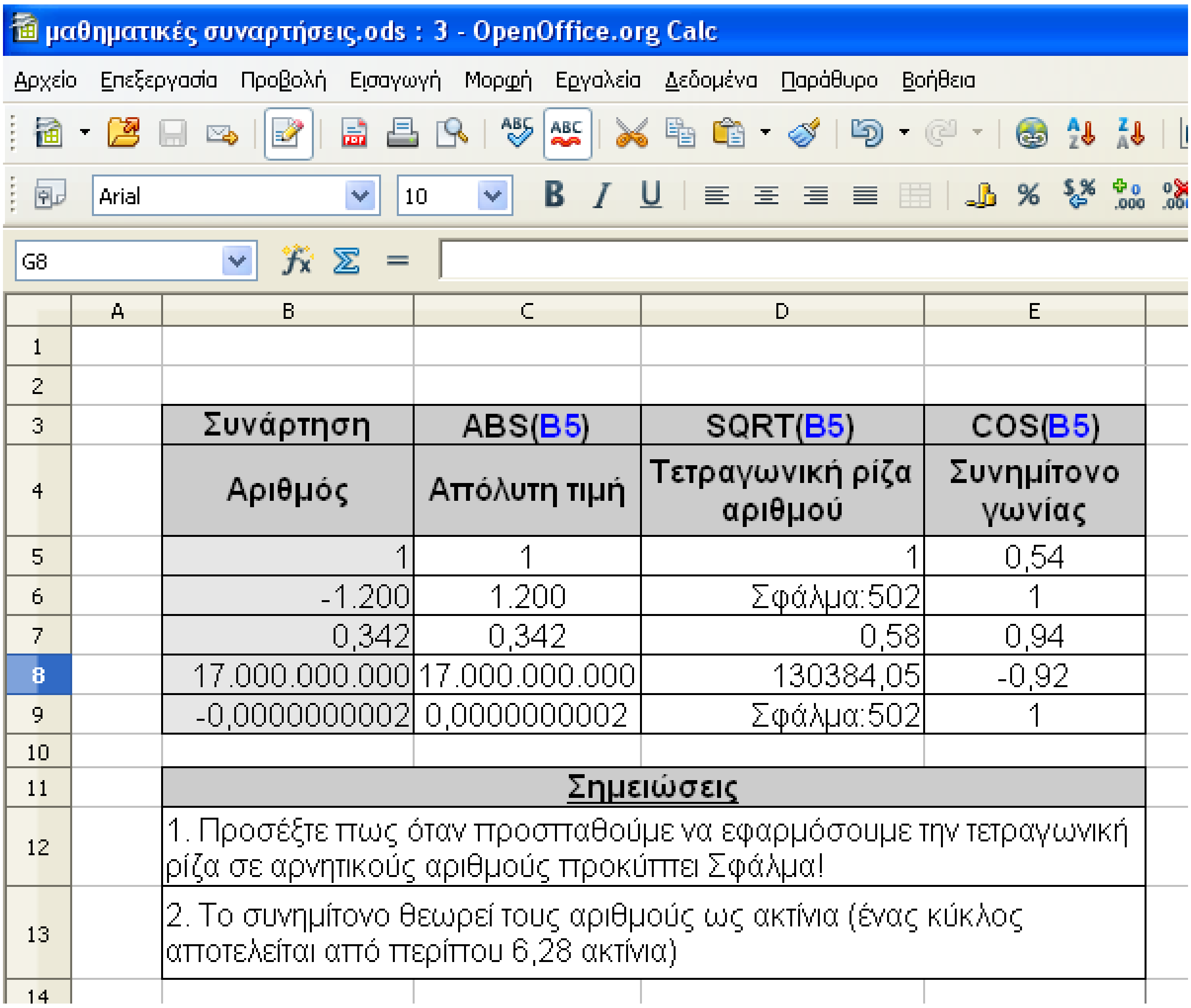
Συνάρτηση	LEN(B5)	CONCATENATE(B5;", Μήκος:";C5)	RIGHT(B5)
Λέξη	Μήκος λέξης	Ένωση κειμένων	Τελικό γράμμα
πάγος	5	πάγος, Μήκος:5	ς
θάλασσα	7	θάλασσα, Μήκος:7	α
εικόνα	6	εικόνα, Μήκος:6	α
αυτοκίνητο	10	αυτοκίνητο, Μήκος:10	ο
πραγματικός	11	πραγματικός, Μήκος:11	ς

Εικόνα 36: Ενδεικτικές συναρτήσεις κειμένου

Το κείμενο επιδέχεται χειρισμό με ιδιαίτερους τελεστές που έχουν αναπτυχθεί ακριβώς για αυτό τον σκοπό! Οι τελεστές αυτοί αποτελούν ξεχωριστή κατηγορία και μπορούν να φανερωθούν στο χρήστη αν αναπτυχθεί το παράθυρο των συναρτήσεων επιλέγοντας ***Εισαγωγή*** → ***Συνάρτηση*** ή απλά επιλέγοντας το εικονίδιο . Προσέξτε ότι αν χρησιμοποιηθεί μια συνάρτηση δεν απαιτείται η πληκτρολόγηση του ίσον "=" (προστίθεται αυτόματα!) Χαρακτηριστικά, στην εικόνα 36 παρουσιάζονται ορισμένες βασικές συναρτήσεις κειμένου.

4.4.4 Μαθηματικές συναρτήσεις με το Calc

Το Calc προσφέρει ένα ιδιαίτερο σύνολο μαθηματικών συναρτήσεων οι οποίες πραγματοποιούν υπολογισμούς περισσότερο εξεζητημένους από τις τέσσερις μαθηματικές πράξεις! Ενδεικτικά, στην εικόνα 37 παρουσιάζονται ορισμένες βασικές μαθηματικές συναρτήσεις.



Εικόνα 37: Ενδεικτικές μαθηματικές συναρτήσεις

Κεφάλαιο 5

Στατιστική Ανάλυση με το Calc

5.1 Επιλογή δείγματος

Η Στατιστική περιγραφή ενός συνόλου δεδομένων είναι διαδικασία απαραίτητη σε ένα μεγάλο πλήθος χρηστών υπολογιστή όπως οι φοιτητές οι ερευνητές αλλά και επαγγελματίες κάθε είδους. Κάθε Στατιστική Ανάλυση προϋποθέτει πως έχουν συλλεχθεί δεδομένα με χρήση μιας μεθόδου δειγματοληψίας η οποία μπορεί να είναι είτε με χρήση πειράματος, είτε με ερωτηματολόγιο είτε με συνέντευξη. Υπάρχουν τρεις μεθοδολογίες με τις οποίες μπορεί να πραγματοποιηθεί μία δειγματοληψία.

1. Η συστηματική δειγματοληψία.
2. Η στρωματοποιημένη δειγματοληψία.
3. Η δειγματοληψία κατά μπλοκ.

Και στις τρεις μεθοδολογίες υποτίθεται πως έχουμε ιδεατά τοποθετήσει όλα τα μέλη του πληθυσμού ταξινομημένα σε μία σειρά. (για παράδειγμα αλφαβητικά αν πρόκειται για πολίτες που θα συμμετάσχουν στις εκλογές)

Συστηματική ονομάζεται η δειγματοληψία στην οποία προχωρούμε όταν ο πληθυσμός θεωρείται ομοιογενής ως προς το μεταβλητό στοιχείο που ενδιαφέρει την έρευνα μας συνεπώς αρκεί απλά να επιλέξουμε ένα τυχαίο δείγμα ομοιόμορφα επί του συνόλου του. Ο τρόπος που θα γίνει η συστηματική δειγματοληψία πρέπει να τεκμηριώνει την τυχαιότητα του δείγματος.

Στρωματοποιημένη ονομάζεται η δειγματοληψία κατά την οποία λαμβάνονται μέρη του δείγματος από ομάδες του πληθυσμού σε ποσά ανάλογα του ποσοστού που κάθε ομάδα καταλαμβάνει. Προχωρούμε στο είδος αυτό της δειγματοληψίας όταν τεκμηριώνεται πως η ποσότητα που μετρούμε μεταβάλλεται ανάμεσα σε κάποιες υποομάδες του πληθυσμού.

Δειγματοληψία κατά μπλοκ ονομάζεται ο τρόπος της δειγματοληψίας κατά τον οποίο επιλέγουμε ένα συνεχόμενο μπλοκ του πληθυσμού αφού πρώτα αποφασίσουμε το μέγεθος του και επιλέξουμε τυχαία την αρχή του. Δεν θεωρείται ο καλύτερος δυνατός τρόπος αλλά αναφέρεται στη βιβλιογραφία.

Όποια και αν είναι η επιλογή του ερευνητή, αυτός πρέπει να είναι σε θέση να τεκμηριώσει ότι το δείγμα που συνέλεξε είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού τον οποίο μελετά. Αυτή είναι απαραίτητη προϋπόθεση αν σκοπός είναι η εξαγωγή από το δείγμα συμπερασμάτων για τον πληθυσμό τον οποίο μελετά.

5.2 Παρουσίαση των στοιχείων του δείγματος.

Το πρώτο μέλημα ενός ερευνητή είναι να περιγράψει με όσο το δυνατόν περισσότερη ακρίβεια, σαφήνεια και καθαρότητα τα δεδομένα τα οποία συνέλεξε. Ο τρόπος και οι μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή αυτή εξαρτάται από το είδος των μεταβλητών. Συνοπτικά, στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα βασικά μέτρα και γραφήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρουσίαση των τιμών των μεταβλητών.

<table>
<tr><th colspan="4">Περιγραφή μίας μεταβλητής</th></tr>
<tr><th>Είδος Μεταβλητής</th><th colspan="2">Προτεινόμενα Υπολογιστικά Μέτρα</th><th>Προτεινόμενα Γραφήματα</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Ποιοτική
(όπως χρώμα ματιών, φύλο κ.α.)</td><td colspan="2" rowspan="2">Πίνακας Συχνοτήτων</td><td>Ραβδόγραμμα</td></tr>
<tr><td>Κυκλικό Διάγραμμα</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Ποσοτική
(όπως ύψος, βάρος κ.α.)</td><td rowspan="3">Μέτρα θέσης</td><td>Επικρατούσα Τιμή</td><td rowspan="9">Ιστόγραμμα και Πολύγωνο Συχνοτήτων
(Για διακριτές ποσοτικές με “λίγες” τιμές είναι αποδεκτό επίσης το ραβδόγραμμα και το κυκλικό διάγραμμα)</td></tr>
<tr><td>Μέση Τιμή</td></tr>
<tr><td>Διάμεση Τιμή</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Μέτρα διασποράς</td><td>Εύρος</td></tr>
<tr><td>Διακύμανση</td></tr>
<tr><td>Τυπική Απόκλιση</td></tr>
<tr><td>Απόλυτη Απόκλιση</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Γεωμετρική περιγραφή της κατανομής</td><td>Συντελεστής Ασυμμετρίας</td></tr>
<tr><td>Συντελεστής Κύρτωσης</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">Περιγραφή δύο μεταβλητών</th></tr>
<tr><td>Ποιοτικές</td><td>Διμεταβλητός πίνακας συχνοτήτων, Συντελεστής φ</td><td>Ραβδόγραμμα Στοίβας</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Ποσοτικές</td><td>Συντελεστής συσχέτισης Pearson (Συνεχείς ποσοτικές, π.χ. ύψος και βάρος)</td><td rowspan="2">Διάγραμμα Διασποράς (Scatterplot)</td></tr>
<tr><td>Συντελεστής συσχέτισης Spearman (Διακεκριμένες)</td></tr>
</table>

Αν το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού ο οποίος μελετάται τότε αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπολογιστούν παράμετροι του πληθυσμού ή να γίνουν έλεγχοι υποθέσεων για τις παραμέτρους αυτές. Συνοπτικά οι μέθοδοι αυτές έχουν την ονομασία Επαγωγική Στατιστική.

Στατιστικοί Έλεγχοι Υποθέσεων με το OpenOffice Calc	
Ποιοτικές	Έλεγχος X^2 για μία μεταβλητή (Έλεγχος ομοιογένειας)
	Έλεγχος X^2 για δύο μεταβλητές (Έλεγχος ανεξαρτησίας)
Ποσοτικές	Έλεγχος της ισότητας της μέσης τιμής μιας ποσοτικής μεταβλητής με καθορισμένη τιμή (One Sample T-test)
	Έλεγχος της ισότητας της μέσης τιμής μεταξύ δύο ανεξάρτητων πληθυσμών (Independent Samples T-test)
	Έλεγχος της ισότητας της μέσης τιμής μεταξύ δύο εξαρτημένων πληθυσμών (Paired Samples T-test)
	Έλεγχος ισότητας της μέσης τιμής μεταξύ περισσοτέρων από δύο ανεξάρτητων πληθυσμών (ANOVA)

Ακολουθεί ένα μικρό λεξικό συνηθισμένων στατιστικών όρων

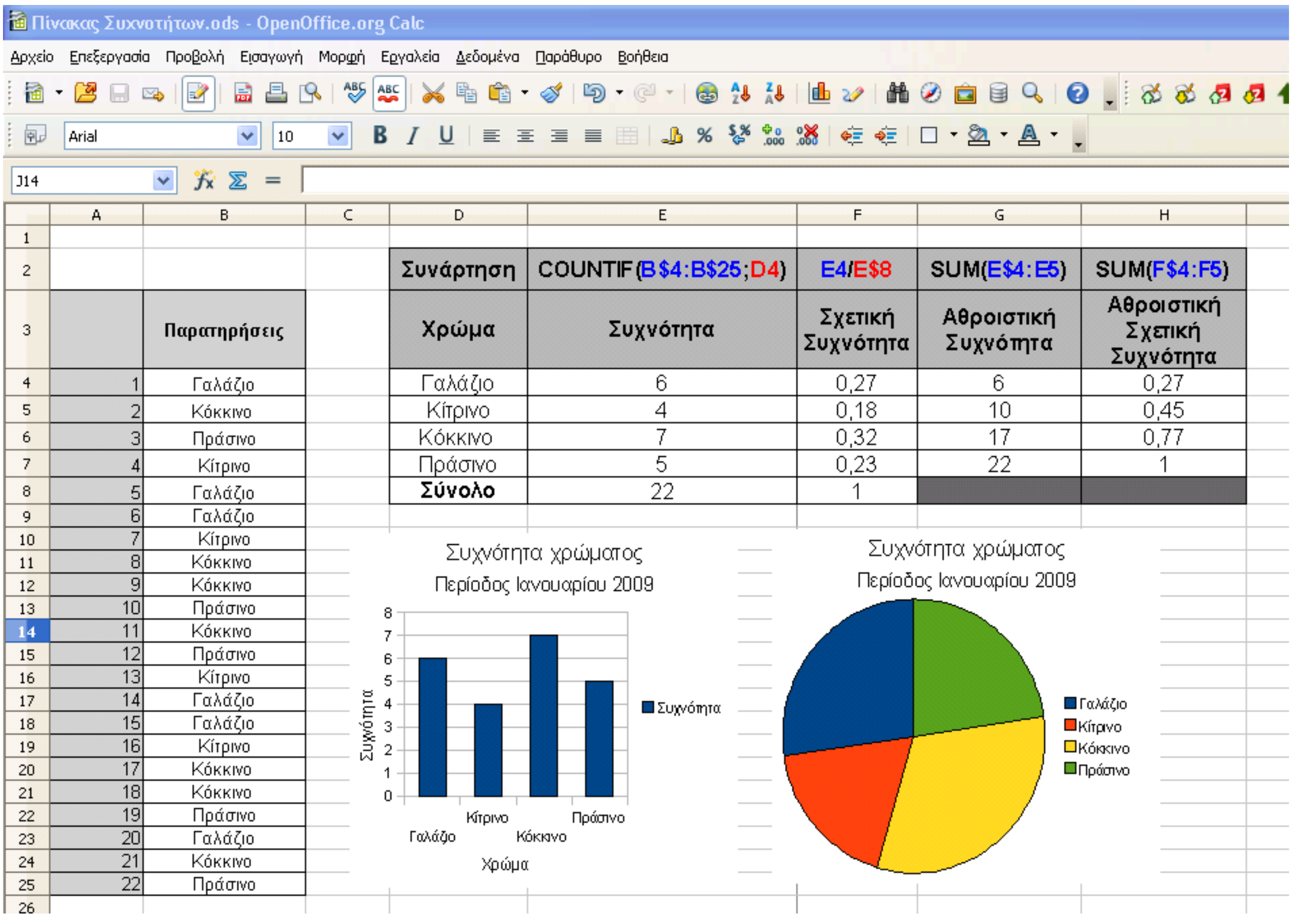
Ελληνοαγγλικό			Αγγλοελληνικό	
Άθροισμα	Sum		Array	Πίνακας
Αναφορά	Report		Bar chart	Ραβδόγραμμα
Ανεξάρτητο	Independent		Boxplot	Θηκόγραμμα
Αποκομμένος Μέσος	Trimmed mean		Chart	Γράφημα
Γραμμή	Row		Column	Στήλη
Γραμμικό	Linear		Confidence	Εμπιστοσύνη
Γράφημα	Chart		Correlation	Συσχέτιση
Δεδομενα	Data		Cube	Κύβος
Δείγμα	Sample		Data	Δεδομενα
Διάγραμμα Διασποράς	Scatterplot		Descriptive Statistics	Περιγραφικά Στατιστικά
Διακύμανση	Variance		Factor	Παράγοντας
Διάμεσος	Median		Frequency	Συχνότητα
Διασπορά	Variance		Frequency Table	Πίνακας Συχνοτήτων
Διατακτική	Ordinal		Histogram	Ιστόγραμμα
Ελάχιστο	Minimum		Independent	Ανεξάρτητο
Έλεγχος Student	T Test		Interquartile range	Ενδοτερταμοριακό Έυρος
Εμπιστοσύνη	Confidence		Kurtosis	Κυρτότητα
Ενδοτερταμοριακό Έυρος	Interquartile range		Label	Επικέτα
Επικρατούσα Τιμή	Mode		Linear	Γραμμικό
Επικέτα	Label		Maximum	Μέγιστο
Έυρος	Range		Mean	Μέση Τιμή
Θηκόγραμμα	Boxplot		Median	Διάμεσος
Ιστόγραμμα	Histogram		Minimum	Ελάχιστο
Κλίμακα	Scale		Mode	Επικρατούσα Τιμή
Κύβος	Cube		Nominal	Ποιοτική
Κυκλικό Διάγραμμα	Pie chart		Nonparametric test	Μη παραμετρική δοκιμασία
Κυρτότητα	Kurtosis		Ordinal	Διατακτική
Λόγος	Ratio		Parameter	Παράμετρος
Λοξότητα	Skewness		Percent	Ποσοστό
Μέγιστο	Maximum		Percentile	Ποσοστιαίο σημείο
Μέση Τιμή	Mean		Pie chart	Κυκλικό Διάγραμμα
Μεταβλητή	Variable		Population	Πληθυσμός
Μη παραμετρική δοκιμασία	Nonparametric test		Quartile	Τεταρτημόριο
Παλινδρόμηση	Regression		Range	Έυρος
Παράγοντας	Factor		Ratio	Λόγος
Παράμετρος	Parameter		Regression	Παλινδρόμηση
Περιγραφικά Στατιστικά	Descriptive Statistics		Report	Αναφορά
Περίληψη	Summary		Row	Γραμμή
Πίνακας	Array		Sample	Δείγμα
Πίνακας Συχνοτήτων	Frequency Table		Scale	Κλίμακα
Πλάτος	Width		Scatterplot	Διάγραμμα Διασποράς
Πληθυσμός	Population		Skewness	Λοξότητα
Ποιοτική	Nominal		Std Deviation	Τυπική απόκλιση
Ποσοστιαίο σημείο	Percentile		Std Error	Τυπικό σφάλμα
Ποσοστό	Percent		Stem and Leaf Plot	Φυλλόγραμμα

5.2.1 Δημιουργία Πίνακα Συχνοτήτων

Ο πίνακας συχνοτήτων είναι ο κατάλληλος πίνακας για την περιγραφή μιας ποιοτικής μεταβλητής ή μιας αριθμητικής διακριτής μεταβλητής. Επιπλέον, είναι απαραίτητο βήμα για τη δημιουργία ραβδογράμματος ή κυκλικού διαγράμματος (απαιτείται ο υπολογισμός της στήλης με τις συχνότητες). Τέλος, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί και για την περιγραφή των τιμών μιας συνεχής αριθμητικής μεταβλητής μόνο που στην περίπτωση αυτή πρέπει πρώτα να γίνει η ταξινόμηση των τιμών σε κλάσεις.

Η συμπλήρωση ενός πίνακας συχνοτήτων είναι απλή υπόθεση αρκεί να υπάρχουν οι παρατηρήσεις τοποθετημένες σε μία στήλη ή μία γραμμή του Calc και να γνωρίζει ο χρήστης τις συναρτήσεις που πρέπει να χρησιμοποιήσει για τη συμπλήρωση κάθε στήλης του πίνακα συχνοτήτων.

Στην εικόνα 38 φαίνεται ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα πίνακα συχνοτήτων των δεδομένων που βρίσκονται στη στήλη **B**. Η σειρά με την οποία εμφανίζονται οι στήλες στον πίνακα συχνοτήτων είναι ενδεικτική. Οι συναρτήσεις του Calc από τις οποίες προήλθαν οι καταχωρήσεις της αντίστοιχης στήλης παρουσιάζονται στην πρώτη γραμμή του πίνακα..



	Παρατηρήσεις
1	Γαλάζιο
2	Κόκκινο
3	Πράσινο
4	Κίτρινο
5	Γαλάζιο
6	Γαλάζιο
7	Κίτρινο
8	Κόκκινο
9	Κόκκινο
10	Πράσινο
11	Κόκκινο
12	Πράσινο
13	Κίτρινο
14	Γαλάζιο
15	Γαλάζιο
16	Κίτρινο
17	Κόκκινο
18	Κόκκινο
19	Πράσινο
20	Γαλάζιο
21	Κόκκινο
22	Πράσινο

Συνάρτηση	COUNTIF(B$4:B$25;D4)	E4/E$8	SUM(E$4:E5)	SUM(F$4:F5)
Χρώμα	Συχνότητα	Σχετική Συχνότητα	Αθροιστική Συχνότητα	Αθροιστική Σχετική Συχνότητα
Γαλάζιο	6	0,27	6	0,27
Κίτρινο	4	0,18	10	0,45
Κόκκινο	7	0,32	17	0,77
Πράσινο	5	0,23	22	1
Σύνολο	22	1		

Εικόνα 38: Δημιουργία Πίνακα Συχνοτήτων - Ραβδόγραμμα - Κυκλικό διάγραμμα

Περιγραφή του πίνακα συχνοτήτων : Στην πρώτη στήλη “**Χρώμα**” του πίνακα συχνοτήτων τοποθετούνται οι διαφορετικές τιμές της μεταβλητής. Η ανίχνευση των διαφορετικών τιμών γίνεται με το χέρι! (η αλφαβητική ταξινόμηση στη στήλη **B** με τα δεδομένα βοηθάει πολύ στον εντοπισμό όλων των διαφορετικών τιμών). Επιπλέον, είναι επιβεβλημένη η αλφαβητική τοποθέτηση των τιμών στον πίνακα συχνοτήτων. Αυτό μπορεί να συμβεί χρησιμοποιώντας την επιλογή ταξινόμησης (ή το εικονίδιο της εργαλειοθήκης) .μετά τον εντοπισμό και την τοποθέτηση όλων των τιμών, επιλέγοντας πρώτα τα κελιά με τις διαφορετικές τιμές (D4:D7 στην περίπτωση του πίνακα της εικόνας 38).

Η στήλη “**Συχνότητα**” περιέχει την συχνότητα κάθε τιμής δηλαδή τις επαναλήψεις κάθε τιμής στο σύνολο της στήλης **B**. Για τον υπολογισμό της συχνότητας κάθε τιμής αρκεί να εφαρμοστεί η συνάρτηση “**=COUNTIF(B$4:B&25;D4)**” στο πρώτο κελί (**E4** στην εικόνα). Μετά η εφαρμογή της συνάρτησης επεκτείνεται αυτόματα στα υπόλοιπα τρία κελιά είτε με Αντιγραφή – Επικόλληση είτε με αυτόματη μεταφορά “πιάνοντας” το κάτω δεξιά άκρο του κελιού **E4** και σέρνοντας το μέχρι να καλύψει και το **E7**. Προσέξτε τη χρήση του δολαρίου ($) στον ορισμό της περιοχής των δεδομένων στη συνάρτηση COUNTIF() κάτι το οποίο σταθεροποιεί την περιοχή αναζήτησης κατά τη μεταφορά της συνάρτησης από το κελί **E4** στα **E5**,**E6** και **E7**.

5.2.2 Δημιουργία Ραβδογράμματος – Κυκλικού διαγράμματος

Ένα διάγραμμα δημιουργείται είτε επιλέγοντας ***Εισαγωγή*** → ***Διάγραμμα*** είτε επιλέγοντας το εικονίδιο στη γραμμή εργαλείων. Στον οδηγό διαγράμματος που εμφανίζεται στο πρώτο βήμα (**1. Τύπος διαγράμματος**) επιλέγουμε τη δημιουργία κάθετου ραβδογράμματος (, πρώτη επιλογή και πλέον συνηθισμένη), οριζοντίου ραβδογράμματος (, δεύτερη επιλογή) ή κυκλικού διαγράμματος (, τρίτη επιλογή). Σε κάθε περίπτωση περνάμε στο δεύτερο βήμα (**2. Περιοχή δεδομένων**) και επιλέγουμε την περιοχή των δεδομένων μας η οποία πρέπει να περιέχει τα ονόματα των διαφορετικών τιμών και τις συχνότητες τους (δηλαδή τα κελιά D3:E7 στο παράδειγμα της εικόνας 38). Επιλέγουμε την τελευταία επιλογή (**4. Στοιχεία διαγράμματος**) για να εισάγουμε δευτερεύοντα στοιχεία όπως τον τίτλο του διαγράμματος και τις ονομασίες των αξόνων αν υπάρχουν. Επιλέγοντας αφήνουμε τον οδηγό και το διάγραμμα είναι έτοιμο και έχει τοποθετηθεί στο φύλλο εργασίας του Calc.

Από τη στιγμή της δημιουργίας του ένα διάγραμμα μπορεί να επεξεργαστεί με διπλό κλικ πάνω του, κάνοντας αλλαγές όπως το χρώμα του φόντου κ.α.. Επιπλέον, μπορούμε να δημιουργήσουμε εύκολα και ένα κυκλικό διάγραμμα από το ραβδόγραμμα, δημιουργώντας ένα αντίγραφο όλου του ραβδογράμματος (με αντιγραφή και επικόλληση) το οποίο θα επεξεργαστούμε αλλάζοντας του τον τύπο από ραβδόγραμμα σε κυκλικό διάγραμμα!

5.3 Στατιστικά Ποσοτικών μεταβλητών

Η στατιστική ανάλυση πάντα αποσκοπεί στη συμπύκνωση της πληροφορίας μίας ομάδας δεδομένων. Όταν τα δεδομένα είναι αριθμητικά, είτε συνεχή είτε διακριτά, τότε είναι τοποθετημένα στον αριθμητικό άξονα και η στατιστική ανάλυση προσπαθεί να συμπυκνώσει όλα τα στοιχεία σε δύο αριθμούς, έναν αριθμό που θα εκφράζει το "κέντρο" των παρατηρήσεων και ένα δεύτερο που θα εκφράζει το "εύρος" αυτών.

Τα στατιστικά που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό του "κέντρου" των παρατηρήσεων είναι η επικρατούσα τιμή (mode), η διάμεση τιμή (median) και η μέση τιμή (mean ή average) ενώ αυτά που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση του εύρους των παρατηρήσεων είναι το εύρος (range), το ενδοτεταρτημοριακό πλάτος (interquartile range), η απόλυτη απόκλιση(absolute deviation), η διακύμανση (variance) και τη τυπική απόκλιση (standard deviation).

Μέτρα Θέσης			
Στατιστικά	Επικρατούσα Τιμή	Διάμεση τιμή	Μέση τιμή
Τιμή	**12**	**14**	**14,67**
Συνάρτηση	**MODE(C4:K4)**	**MEDIAN(C4:K4)**	**AVERAGE(C4:K4)**

Μέτρα Διασποράς			
Στατιστικά	Εύρος	Ενδοτεταρτημοριακό Εύρος	Απόλυτη Απόκλιση
Τιμή	**9**	**5**	**2,52**
Συνάρτηση	**MAX(C4:K4)-MIN(C4:K4)**	**QUARTILE(C4:K4;3)-QUARTILE(C4:K4;1)**	**AVEDEV(C4:K4)**

Μέτρα Διασποράς (συνέχεια)				
Στατιστικά	Διακύμανση	Τυπική Απόκλιση	Διακύμανση πληθυσμού	Τυπική Απόκλιση πληθυσμού
Τιμή	**9,5**	**3,08**	**8,44**	**2,91**
Συνάρτηση	**VAR(C4:K4)**	**STDEV(C4:K4)**	**VARP(C4:K4)**	**STDEVP(C4:K4)**

Εικόνα 39: Υπολογισμός Περιγραφικών Στατιστικών για ποσοτική μεταβλητή

Ως παράδειγμα περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης δίνουμε τις εξής βαθμολογίες εννέα μαθητών ο οποίοι καταχωρούνται στο Calc στα κελιά C4:K4. (Προσέξτε πως έχουμε τη δυνατότητα να καταχωρήσουμε τα στοιχεία σε γραμμή και όχι σε στήλη!). Το μόνο που απομένει είναι να γνωρίζουμε τις απαραίτητες συναρτήσεις και να τις εφαρμόσουμε!

Στην Εικόνα 39 εμφανίζονται όλοι οι υπολογισμοί περιγραφικών στατιστικών για μια ποσοτική μεταβλητή είτε αυτή είναι συνεχής είτε διακριτή.

5.3.1 Γεωμετρική ερμηνεία μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης

Η μέση τιμή σε συνδυασμό με την τυπική απόκλιση δίνουν μια απλή και σύντομη εκτίμηση της κατανομής όλων των τιμών της μεταβλητής. Η εκτίμηση αυτή βασίζεται στην εμπειρική παρατήρηση πως οι τιμές μιας μεταβλητής θα βρίσκονται γύρω από τη μέση τιμή, σε απόσταση τριών τυπικών αποκλίσεων πριν και μετά τη μέση τιμή. Ποιο αναλυτικά :

α) Σε απόσταση μίας τυπικής απόκλισης από τη μέση τιμή αναμένουμε να βρίσκεται το 65% των παρατηρήσεων.

β) Σε απόσταση δύο τυπικών αποκλίσεων από τη μέση τιμή αναμένουμε να βρίσκεται το 95% των παρατηρήσεων.

γ) Σε απόσταση τριών τυπικών αποκλίσεων από τη μέση τιμή αναμένουμε να βρίσκεται το 99% των παρατηρήσεων.

Πίνακας Συχνοτήτων			
α/α	**Κλάση (Ανω Όριο)**	**Κλάση**	**Συχνότητα**
1	63	(61,5 έως 63]	0
2	65,5	(63 έως 65,5]	1
3	68	(65,5 έως 68]	7
4	70,5	(68 έως 70,5]	9
5	73	(70,5 έως 73]	3
6	75,5	(73 έως 75,5]	6
7	78	(75,5 έως 78]	4
		(78 έως 80,5]	0

Προκαταρκτικός Πίνακας		
Στατιστικά	**Τιμή**	**Συνάρτηση**
Ελάχιστη Τιμή	63,56	MIN(F2:F31)
Μέγιστη Τιμή	77,47	MAX(F2:F31)
Εύρος Παρατηρήσεων	13,91	C20-C19
Πλήθος Κλάσεων	6	Αυθαίρετος ορισμός
Εύρος κάθε κλάσης	2,32	C21/C22
Στρογγυλοποίηση	2,5	Αυθαίρετη

Εικόνα 40: Δημιουργία Πίνακα Συχνοτήτων από τον οποίο θα δημιουργηθεί το ιστόγραμμα

Οι παραπάνω παρατηρήσεις καταδεικνύουν την ουσία της στατιστικής επιστήμης η οποία είναι η μετάδοση όσο το δυνατόν περισσότερων πληροφοριών σχετικά με ένα σύνολο αριθμών με τον περισσότερο σύντομο και εύληπτο τρόπο.

Έτσι, το λιγότερο που μπορούμε να κάνουμε για να περιγράψουμε σύντομα την κατανομή ενός συνόλου αριθμών είναι να υπολογίσουμε τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση των αριθμών αυτών. Κάθε τρίτος που γνωρίζει τους κανόνες α), β) και γ) είναι σε θέση να αναπαράξει σε γενικές γραμμές την κατανομή,

5.3.2 Ιστόγραμμα και Πολύγωνο Συχνοτήτων

Το ιστόγραμμα είναι ο κατάλληλος γραφικός τρόπος παρουσίασης των τιμών μιας συνεχούς τυχώς, το Calc δεν περιλαμβάνει το ιστόγραμμα στα διαθέσιμα γραφήματα, λο να το δημιουργήσουμε με λίγη περισσότερη προσπάθεια ως ένα ειδικού τύπου

	F
1	**Δεδομένα**
2	63,6
3	65,9
4	66,2
5	67,3
6	67,4
7	67,5
8	67,9
9	68,0
10	68,4
11	68,6
12	68,7
13	68,7
14	69,0
15	69,3
16	69,8
17	69,8
18	70,3
19	70,7
20	72,5
21	72,7
22	73,8
23	74,0
24	74,1
25	74,2
26	75,0
27	75,2
28	75,6
29	76,0
30	76,6
31	77,5

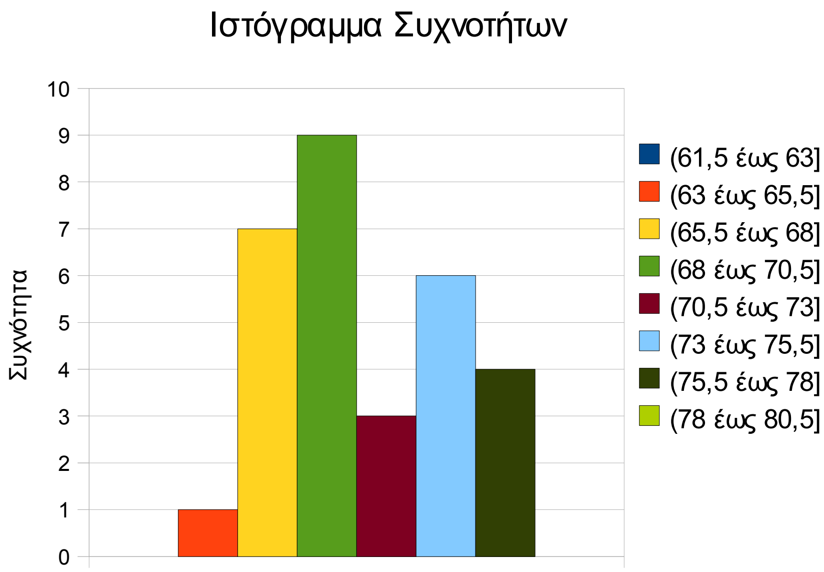
Πίνακας 1: Δεδομένα από τα οποία δημιουργήθηκε το Ιστόγραμμα (Οι στήλες A-E αποκρυπτηκαν)

Τα δεδομένα είναι καλό να βρίσκονται σε μία γραμμή ή μία στήλη. Στο παράδειγμα που θα ακολουθήσει θα περιγράψουμε τη δημιουργία Ιστογράμματος για τα δεδομένα του βάρους τριάντα εθελοντών τα οποία εμφανίζονται στον Πίνακα 1.

Τα δεδομένα τοποθετήθηκαν στη στήλη **F** του Calc από την γραμμή 2 έως την 31.

Το πρώτο βήμα είναι η συμπλήρωση του απαραίτητου πίνακα συχνοτήτων (*Εικόνα* 38)

Το δεύτερο βήμα είναι να χρησιμοποιήσουμε τη μηχανή γραφικών του Calc για να σχεδιάσουμε το απαραίτητο ιστόγραμμα (Εικόνες 41, 42) ή το πολύγωνο συχνοτήτων (*Εικόνα* 43)



Εικόνα 41: Ιστόγραμμα (Πρώτος τύπος)

Αναλυτική Περιγραφή : Είναι φανερό πως χωρίς πίνακα συχνοτήτων δεν είναι δυνατό να γίνει ιστόγραμμα ή πολύγωνο συχνοτήτων! Η δημιουργία ενός πίνακα συχνοτήτων είναι απλή υπόθεση αρκεί τα απαραίτητα βήματα να γίνουν με προσοχή. Πριν από όλα πρέπει να αποφασίσει ο χρήστης για το πλήθος των κλάσεων στις οποίες θα διαχωριστούν τα δεδομένα. Δεν υπάρχει σωστή και λάθος επιλογή αρκεί να μην είναι πάρα πολλές ή πάρα πολύ λίγες. Να θυμάστε πως βασικός σκοπός του Ιστογράμματος είναι η άμεση οπτική περιγραφή της κατανομής και η σωστή δημιουργία του επαφίεται κυρίως στην στατιστική αντίληψη του χρήστη! Ωστόσο, κάποιος απλοϊκός κανόνας είναι να χωρίζουμε τα στοιχεία το πολύ σε δέκα κατηγορίες αν τα στοιχεία είναι πλήθους έως εκατό και το πολύ σε είκοσι κατηγορίες στην περίπτωση που είναι περισσότερα.

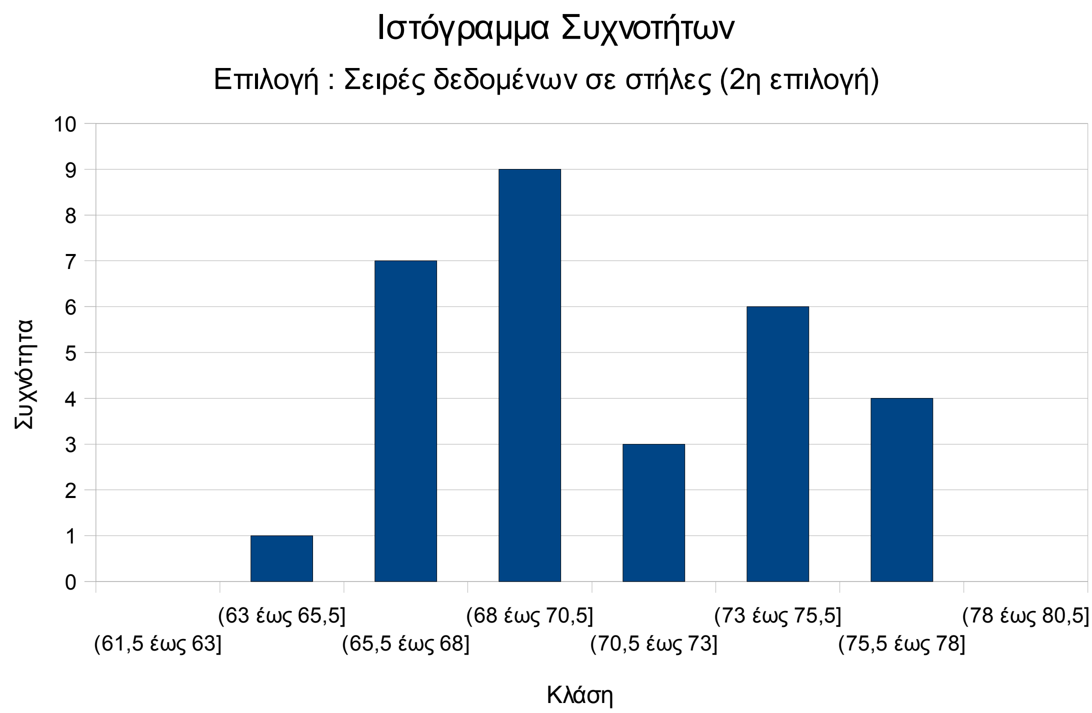
Η απόφαση που παίρνουμε στην αρχή για το πλήθος των κλάσεων (κελί **C22**) δεν πρέπει να είναι αυστηρή και ενδεχομένως να αλλάξει αν μειώσουμε ή αυξήσουμε σημαντικά το εύρος κάθε κλάσης στην στρογγυλοποίηση (κελί **C24**) η οποία πολλές φορές είναι απαραίτητη καθώς το ακριβές πλάτος προκύπτει "δύσχρηστος" αριθμός.

Στην στήλη με ετικέτα (**Κλάση (Άνω όριο)**) τοποθετούνται τα άνω όρια κάθε μίας κλάσης τα οποία απαιτούνται για τη συμπλήρωση του πίνακα συχνοτήτων. Το πρώτο άνω όριο (63 στο κελί **B8**) τοποθετείται αυθαίρετα με την μέριμνα να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο "στρογγυλός" αριθμός και οπωσδήποτε μικρότερος από τη μικρότερη τιμή των δεδομένων. Οι υπόλοιπες καταχωρήσεις της στήλης αυτής προκύπτουν από την πρώτη με διαδοχική πρόσθεση του πλάτους κλάσης το οποίο στο παράδειγμα το τοποθετήσαμε 2,5 (κελί **B25**), Η συμπλήρωση των υπολοίπων κελιών εύκολα γίνεται στο Calc με την εφαρμογή της συνάρτησης **B8+C$24** στο κελί **B9** και αυτόματη επέκταση στα κελιά **B10:B14**.

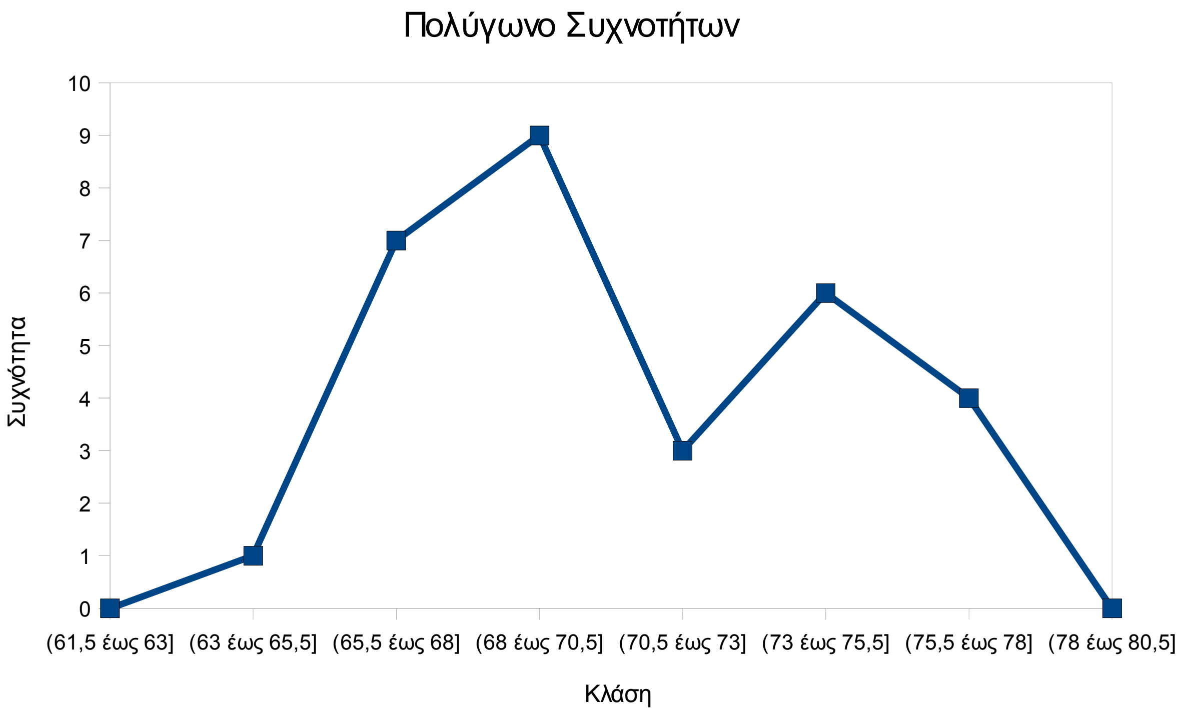
Η στήλη με τα άνω όρια των κλάσεων αρκεί για τη δημιουργία του ιστογράμματος, ωστόσο θα βελτιωθεί ιδιαίτερα η εικόνα του ιστογράμματος αν δημιουργήσουμε τα ανοικτά-κλειστά διαστήματα της στήλης **C** που βρίσκονται κάτω από τον κατανοητό από άνθρωπο τίτλο "**Κλάση**". Το πρώτο και το τελευταίο διάστημα πρέπει να συμπληρωθούν με το χέρι ωστόσο τα μεσαία διαστήματα εύκολα δημιουργούνται με εφαρμογή της συνάρτησης "**=CONCATENATE("(";B8;" έως ";B9;"]")**" για το **C9** και μεταφορά της ίδιας μέχρι το κελί **C14**.

Τέλος, με εφαρμογή της συνάρτησης **FREQUENCY()** και λίγη προσοχή συμπληρώνεται η στήλη "**Συχνότητα**". Η συνάρτηση **FREQUENCY()** παίρνει δύο ορίσματα, τα δεδομένα που θα ταξινομηθούν σε κλάσεις (κελιά F2:F31) και τη στήλη με τα επιθυμητά άνω όρια (κελιά B8:B14). Η εφαρμογή της συνάρτησης μπορεί να γίνει σε οποιοδήποτε κελί. Στο παράδειγμα μας εφαρμόστηκε στο κελί **D8** ως "**{=FREQUENCY(F2:F31;B8:B14)}**" (προσέξτε τη χρήση των αγκύλων κάτι που σημαίνει πως το αποτέλεσμα της συνάρτησης είναι πίνακας και όχι ένα στοιχείο) και με αυτήν συμπληρώθηκαν τα κελιά **D8:D15** και ολοκληρώθηκε ο πίνακας συχνοτήτων.

Τέλος, το ιστόγραμμα δημιουργείται ως ένα ραβδόγραμμα, ενώ μπορούμε επιλέγοντας τύπο διαγράμματος "Γραμμή" να δημιουργήσουμε και το πολύγωνο συχνοτήτων.



Εικόνα 42: Ιστόγραμμα (Δεύτερος τύπος)



Εικόνα 43: Πολύγωνο Συχνοτήτων

5.3.3 Γεωμετρική περιγραφή της κατανομής των τιμών

5.3.3.1 Διαθέσιμα στατιστικά και τρόπος υπολογισμού

Στη στατιστική το σημείο αναφοράς είναι η κανονική κατανομή καθώς είναι η κατανομή η οποία προϋποτίθεται πως υπάρχει στη βάση των περισσοτέρων στατιστικών ελέγχων. Είναι φυσικό λοιπόν να θέλουμε να βρούμε πόσο "μακριά" βρίσκεται η δική μας κατανομή από την κανονική κατανομή.

Δύο απλά στη γεωμετρική τους ερμηνεία μέτρα τα οποία ποσοτικοποιούν την εγγύτητα μίας κατανομής στην κανονική είναι ο συντελεστής ασυμμετρίας (skewness coefficient) και ο συντελεστής κύρτωσης (kurtosis coefficient). Και τα δύο αυτά μέτρα υπολογίζονται πάνω στις τυποποιημένες τιμές της κατανομής, οι οποίες προκύπτουν πολύ απλά αφαιρώντας από κάθε τιμή τη μέση τιμή του συνόλου και διαιρώντας με την τυπική απόκλιση.

Αν $x_1, x_2, ..., x_n$ είναι οι αρχικές τιμές και $z_1, z_2, ..., z_n$ οι τυποποιημένες, όπου

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}, \quad i = 1,2, ..., n \quad ,$$

τότε ο συντελεστής ασυμμετρίας β_1 ορίζεται ως

$$\beta_1=\frac{n}{(n-1)(n-2)}\sum_{i=1}^{n} z_i^3$$

Τύπος 1: Συντελεστής Ασυμμετρίας (Skewness)

ενώ ο συντελεστής κύρτωσης β_2 ορίζεται ως

$$\beta_2=\frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)}\sum_{i=1}^{n} z_i^4-\frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} \quad .$$

Τύπος 2: Συντελεστής Κυρτότητας (Kurtosis)

Ανάλογα ορίζονται και οι τύποι για τα ομαδοποιημένα δεδομένα σε k τάξεις (διαστήματα),

$$\beta_1=\frac{n}{(n-1)(n-2)}\sum_{i=1}^{k} w_i\cdot z_i^3 \quad \text{και} \quad \beta_2=\frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)}\sum_{i=1}^{k} w_i\cdot z_i^4-\frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

όπου w_k η συχνότητα κάθε μίας τάξης και k το πλήθος αυτών. Ωστόσο, οι τελευταίοι τύποι είναι χρήσιμοι μόνο στην περίπτωση όπου οι υπολογισμοί δεν θα γίνουν με υπολογιστή!

Προσέξτε πως η κυριότερη διαφορά μεταξύ των δύο τύπων είναι η δύναμη στην οποία υψώνεται το z_i, (το τρία στο συντελεστή ασυμμετρίας και τέσσερα στον συντελεστή κύρτωσης).

5.3.3.2 Αξιολόγηση των συντελεστών

Ο συντελεστής ασυμμετρίας παίρνει τιμή μηδέν όταν η κατανομή είναι η κανονική, τιμή μικρότερη από μηδέν όταν η κατανομή είναι ασύμμετρη με αριστερή "ουρά" και μεγαλύτερη από το μηδέν όταν η κατανομή είναι ασύμμετρη με δεξιά "ουρά".

Για τον συντελεστή κύρτωσης αποδεικνύεται πως παίρνει την τιμή μηδέν όταν η κατανομή είναι η κανονική, τιμή μικρότερη του μηδενός όταν η κατανομή είναι πλατύκυρτη (δηλαδή λιγότερο αιχμηρή από την κανονική και τιμή μεγαλύτερη του μηδενός όταν η κατανομή είναι λεπτόκυρτη (δηλαδή περισσότερο αιχμηρή από την κανονική)

Ωστόσο, την απάντηση για το πόσο μεγαλύτερη ή μικρότερη από το μηδέν πρέπει να είναι μία τιμή του συντελεστή ασυμμετρίας ή του συντελεστή κυρτότητας ώστε να τη θεωρήσουμε σημαντική και να χαρακτηρίσουμε ανάλογα την κατανομή δίνεται από τον απλό κανόνα ο οποίος λέει ότι μία τιμή σε κάποιον από τους δύο συντελεστές υποδηλώνει σημαντική ασυμμετρία ή κυρτότητα αντίστοιχα όταν είναι μεγαλύτερη κατά απόλυτη τιμή από το διπλάσιου του τυπικού σφάλματος ασυμμετρίας ή κυρτότητας αντίστοιχα, όπου οι ποσότητες αυτές ορίζονται ως εξής :

$$SD_{\beta_1}=\sqrt{\frac{6}{n}} \quad \text{και} \quad SD_{\beta_2}=\sqrt{\frac{24}{n}} \quad ,$$

όπου n το πλήθος των παρατηρήσεων.

5.3.3.3 Εφαρμογή στο Calc

Το Calc προσφέρει τη συνάρτηση **KURT()** η οποία υπολογίζει την κύρτωση της κατανομής σύμφωνα με τον Τύπο 1 και τη συνάρτηση **SKEW()** η οποία υπολογίζει την ασυμμετρία της κατανομής σύμφωνα με τον Τύπο 2

Συντελεστής Ασυμμετρίας	0,05
Συντελεστής Κύρτωσης	1,72

Πίνακας 2: Γεωμετρικοί Συντελεστές

Στον Πίνακα 2 εμφανίζονται οι συντελεστές ασυμμετρίας και κυρτότητας της κατανομής των δεδομένων του Πίνακα 1, σελίδα 64. Παρατηρούμε πως η κατανομή μπορεί να χαρακτηριστεί συμμετρική καθώς ο συντελεστής ασυμμετρίας είναι πολύ κοντά στο μηδέν ενώ είναι περισσότερο κυρτή από ότι η κατανομή. Για το αν αρμόζει η εν λόγω κατανομή να χαρακτηριστεί λεπτόκυρτη θα συγκρίνουμε την τιμή β2=1,72 με το διπλάσιο του τυπικού σφάλματος κυρτότητας που είναι ίσο με $2 \cdot SD_{\beta_2} = \sqrt{24/30} = 2 \cdot 0{,}89 = 1{,}78$. Παρατηρούμε πως αν και οριακά η κατανομή μας είναι στα επιτρεπτά πλαίσια και δεν χαρακτηρίζεται λεπτόκυρτη!

5.3.3.4 Τελικές παρατηρήσεις

Ο υπολογισμός του μέτρου ασυμμετρίας και του μέτρου κύρτωσης είναι καλό να γίνεται πριν από μία στατιστική ανάλυση ιδιαίτερα όταν σκοπεύουμε να χρησιμοποιήσουμε παραμετρικούς στατιστικούς ελέγχους και το δείγμα μας είναι μικρότερο από τριάντα. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει οι τιμές των συντελεστών να είναι κοντά στις τιμές που παίρνουν αυτοί στην κανονική κατανομή.

Επιπλέον, είναι πιθανό οι συντελεστές αυτοί να δώσουν ένδειξη πως ένας μετασχηματισμός πρέπει να γίνει στα δεδομένα μας όπως για παράδειγμα στην περίπτωση μίας ιδιαίτερα ασύμμετρης κατανομής με μεγάλη δεξιά ουρά, περίπτωση κατά την οποία η λογαριθμοποίηση των δεδομένων θα κάνει την κατανομή μας να μοιάζει περισσότερο με κανονική!

5.3.4 Διάγραμμα πιθανότητας p-p (propability – propability plot)

Το διάγραμμα πιθανότητας p-p χρησιμοποιείται όπως και το ιστόγραμμα για να επαληθεύσουμε οπτικά αν οι τιμές ενός δείγματος προέρχονται από την κανονική κατανομή. Το διάγραμμα δημιουργείται με τις παρακάτω ενέργειες :

1. Ταξινομούμε από το μικρότερο στο μεγαλύτερο τις παρατηρήσεις του δείγματος.

2. Σε άλλη στήλη υπολογίζουμε τις τιμές **(i-0,5)/30** οι οποίες θα έχουν το ρόλο της τετμημένης (X) στα σημεία του διαγράμματος p-p. Το i παίρνει τιμές από 1 έως το πλήθος των παρατηρήσεων (είναι 30 στο δείγμα του παραδείγματος)

3. Σε τρίτη στήλη υπολογίζουμε για κάθε μία παρατήρηση την τιμή της αθροιστικής συνάρτησης της κανονικής κατανομής χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση του Calc **NORMDIST()**. Οι τιμές αυτές θα έχουν το ρόλο της τεταγμένης (Y) στα σημεία του δείγματος

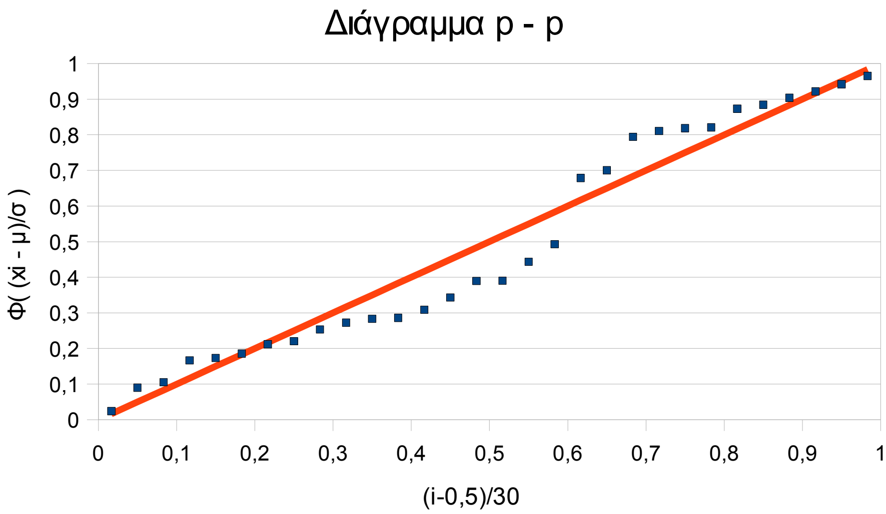
4. Επιλέγουμε τις στήλες του $2^{ου}$ και $3^{ου}$ δείγματος και εισάγουμε διάγραμμα. Επιλέγουμε "1. Τύπο διαγράμματος" **X-Y (Διασπορά)**, στην επιλογή "3. Σειρά δεδομένων" επιλέγουμε 

και εισάγουμε ακόμα μία σειρά δεδομένων στην οποία και οι δύο στήλες (οι οποίες εισάγονται στο κελί Περιοχή για Τιμές-X) θα είναι η ίδια στήλη του 2ου ή του 3ου βήματος. Είναι απαραίτητο να είναι τα ίδια στοιχεία και στις δύο στήλες της σειράς δεδομένων για να εμφανιστεί η ευθεία y=x!

5. Στο τελευταίο βήμα "4.Στοιχεία διαγράμματος" εισάγουμε τα στοιχεία διαγράμματος και αποεπιλέγουμε την ¨Προβολή υπομνήματος". Επιλέγουμε 

και το διάγραμμα εμφανίζεται στο φύλλο εργασίας.

6. Απομένει να ορίσουμε τα στοιχεία της ευθείας σε συνεχή μορφή εμφάνισης. Επιλέγουμε με διπλό κλικ το διάγραμμα και συνεχίζουμε επιλέγοντας μόνο τα σημεία της ευθείας. Κάνουμε δεξί κλικ και επιλέγουμε ιδιότητες αντικειμένου στις οποίες μπορούμε να ορίσουμε γραμμή με πρότυπο συνεχή και εικονίδιο μη ορατό. Το διάγραμμα πιθανότητας πιθανότητας είναι έτοιμο! (*Εικόνα* 44)



Εικόνα 44: Διάγραμμα p - p

Στην καλύτερη δυνατή περίπτωση το διάγραμμα πιθανότητας – πιθανότητας θα ακολουθεί τη γραμμή y=x. Όσο περισσότερο κοντά στην ευθεία αυτή είναι τόσο το καλύτερο. Μεγάλη απόκλιση από την ευθεία σημαίνει πως τα στοιχειά μας δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Επιπλέον, το διάγραμμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση ακραίων τιμών.

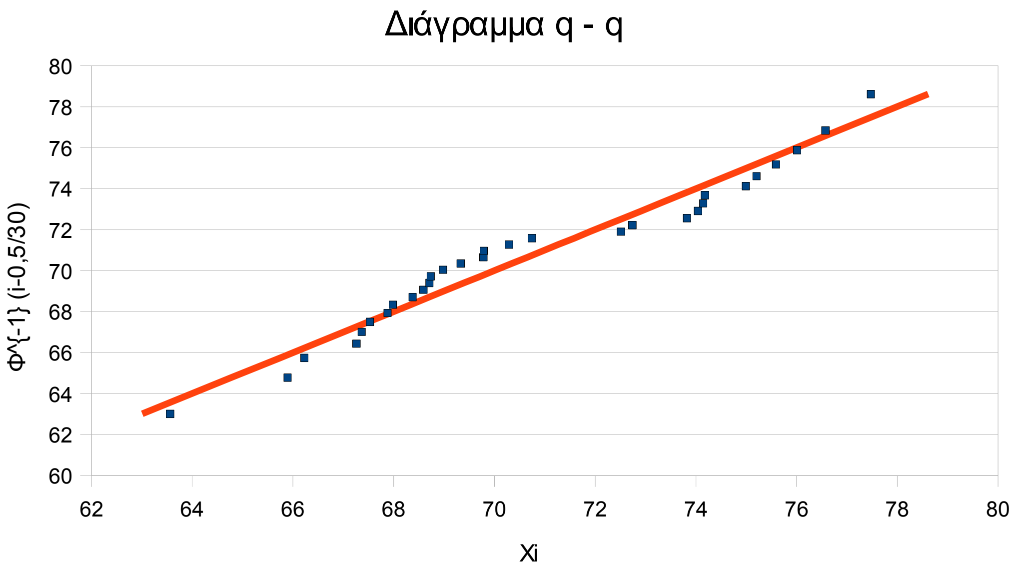
Αντικαθιστώντας τα δεδομένα του δεύτερου βήματος με άλλα που προσεγγίζουν κάποια άλλη κατανομή δίνουν τη δυνατότητα οπτικού ελέγχου και για άλλες κατανομές.

5.3.5 Διάγραμμα πιθανότητας q-q (quantile – quantile plot)

Το διάγραμμα ποσοστιαίων σημείων q-q (quartile quartile plot) χρησιμοποιείται όπως το ιστόγραμμα και το διάγραμμα p-p για να επαληθεύσουμε οπτικά αν οι τιμές ενός δείγματος προέρχονται από την κανονική κατανομή. Το διάγραμμα δημιουργείται με ενέργειες αναλογες του διαγράμματος p-p με την διαφορά πως οι συντεταγμένες των σημείων έχουν άλλο προσδιορισμό!

Η τετμημένη κάθε σημείου είναι απλά η τιμή της παρατήρησης ενώ η τεταγμένη είναι η τιμή στο σημείο (i-0,5)/30 , i=1,2,...,30 (ή στη θέση του 30 το όποιο πλήθος των παρατηρήσεων) της αντίστροφής συνάρτησης πιθανότητας της κανονικής κατανομής NORMINV().

Το διάγραμμα αυτό ερμηνεύεται υποκειμενικά βάσει της απόστασης των σημείων από την ευθεία y=x. Στην καλύτερη δυνατή περίπτωση το διάγραμμα ποσοστιαίων σημείων θα βρίσκεται πάνω στη ευθεία y=x. Όσο περισσότερο κοντά στην ευθεία αυτή είναι τόσο το καλύτερο. Μεγάλη απόκλιση από την ευθεία σημαίνει πως τα στοιχειά μας δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Τέλος, το διάγραμμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί όπως και το διάγραμμα p-p για την ανίχνευση ακραίων τιμών.



Εικόνα 45: Διάγραμμα q - q

5.3.6 Διμεταβλητός Πίνακας Συχνοτήτων

Χρησιμοποιούμε το διμεταβλητό πίνακα συχνοτήτων όταν μελετούμε τη σχέση δύο ποιοτικών μεταβλητών. Παρατηρώντας τον πίνακα αυτόν είναι πιθανό να υποψιαστούμε μια σχέση που ενδεχομένως να υπάρχει μεταξύ των μεταβλητών, την οποία μπορούμε σε δεύτερη φάση να επιβεβαιώσουμε ή να απορρίψουμε χρησιμοποιώντας τον στατιστικό έλεγχο X^2.

Στο Calc ο διμεταβλητός πίνακας γίνεται εύκολα αρκεί να έχουμε τα στοιχεία τοποθετημένα σε δύο όχι κατά ανάγκη συνεχόμενες στήλες. Στο παράδειγμα της εικόνας 46 τα δεδομένα είναι μόνο εννέα σε πλήθος ωστόσο η διαδικασία που θα περιγράψουμε δεν έχει περιορισμό στο πλήθος.

B	C
Δεδομένα	
Φύλο	**Χρώμα Ματιών**
Αγόρι	Μπλε
Κορίτσι	Καστανά
Κορίτσι	Μαύρα
Αγόρι	Πράσινα
Αγόρι	Καστανά
Κορίτσι	Καστανά
Αγόρι	Μαύρα
Κορίτσι	Μπλε
Αγόρι	Καστανά
Αγόρι	Καστανά

Εικόνα 46: Δεδομένα διμεταβλητού πίνακα

Για να συμπληρώσουμε το διμεταβλητό πίνακα συχνοτήτων πρέπει να υπολογίσουμε τις συχνότητες όλων των συνδυασμών κάθε τιμής της μίας στήλης και της άλλης. Ο πιο απλός τρόπος για να γίνει αυτό είναι με χρήση μιας προσωρινής στήλης στην οποία θα ενώσουμε τις λέξεις των στηλών B και C. Η στήλη αυτή η οποία δημιουργείται με χρήση της συνάρτησης **CONCATENATE()** μπορεί να τοποθετηθεί οπουδήποτε στο φύλλο εργασίας. (*Εικόνα* 47)

Αξιοποιώντας την προσωρινή βοηθητική στήλη **D** μπορούμε να συμπληρώσουμε τον διμεταβλητό πίνακα χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση **COUNTIF()**.

B	C	D
Δεδομένα		**CONCATENATE(B4;C4)**
Φύλο	**Χρώμα Ματιών**	**Προσωρινή Βοηθητική Στήλη**
Αγόρι	Μπλε	ΑγόριΜπλε
Κορίτσι	Καστανά	ΚορίτσιΚαστανά
Κορίτσι	Μαύρα	ΚορίτσιΜαύρα
Αγόρι	Πράσινα	ΑγόριΠράσινα
Αγόρι	Καστανά	ΑγόριΚαστανά
Κορίτσι	Καστανά	ΚορίτσιΚαστανά
Αγόρι	Μαύρα	ΑγόριΜαύρα
Κορίτσι	Μπλε	ΚορίτσιΜπλε
Αγόρι	Καστανά	ΑγόριΚαστανά
Αγόρι	Καστανά	ΑγόριΚαστανά

Εικόνα 47: Δημιουργία βοηθητικής στήλης

Το τελικό αποτέλεσμα είναι ο πίνακας της εικόνας 48 στον οποίον τα κελιά **H7:J8** συμπληρώθηκαν ως εξής

H7 =COUNTIF($D$4:$D$13;"="&G7&H6)

I7 =COUNTIF($D$4:$D$13;"="&G7&I6)

J7 =COUNTIF($D$4:$D$13;"="&G7&J6)

H8 =COUNTIF($D$4:$D$13;"="&G8&H6)

I8 =COUNTIF($D$4:$D$13;"="&G8&I6)

J8 =COUNTIF($D$4:$D$13;"="&G8&J6)

Οι παραπάνω τύποι γίνονται εύκολα κατανοητοί αν παρατηρήσουμε πως αναφέρονται στο φύλλο Calc των εικόνων 47 και 48.

	F	G	H	I	J	K
1						
2						
3						
4	**Διμεταβλητός Πίνακας Συχνοτήτων**					
5			**Χρώμα Ματιών**			
6			**Καστανά**	**Μαύρα**	**Μπλε**	**Σύνολο**
7	**Φύλο**	**Αγόρι**	**3**	**1**	**1**	**5**
8		**Κορίτσι**	**2**	**1**	**1**	**4**
9		**Σύνολο**	**5**	**2**	**2**	**9**

Εικόνα 48: Διμεταβλητός Πίνακας Συχνοτήτων

5.3.7 Συντελεστής συσχέτισης φ (για δίτιμες μεταβλητές)

Ο συντελεστής φ είναι ένα μέτρο συσχέτισης μεταξύ δύο δίτιμων μεταβλητών. Ο συντελεστής αυτός παίρνει τιμές μεταξύ -1 και +1 και ερμηνεύεται με ανάλογο τρόπο με τον συντελεστή συσχέτισης του Pearson ή Spearman. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μίας μικρής έρευνας κατά την οποία ρωτήθηκαν 12 αγόρια και 12 κορίτσια για το εάν βρίσκονται σε δίαιτα. Οι δύο μεταβλητές είναι δίτιμες άρα είναι εφικτός ο υπολογισμός του συντελεστή φ.

	Αγόρι	Κορίτσι	Σύνολο
Δίαιτα	1	9	10
Όχι δίαιτα	11	3	14
Σύνολο	12	12	24

Πίνακας 3: Συντελεστής συσχέτισης φ : Δεδομένα δείγματος

Θα παρουσιάσουμε τον τύπο υπολογισμού στην γενική περίπτωση η οποία εμφανίζεται στον παρακάτω πίνακα.

	Αγόρι	Κορίτσι	Σύνολο
Δίαιτα	a	b	a+b
Όχι δίαιτα	c	d	c+d
Σύνολο	a+c	b+d	n

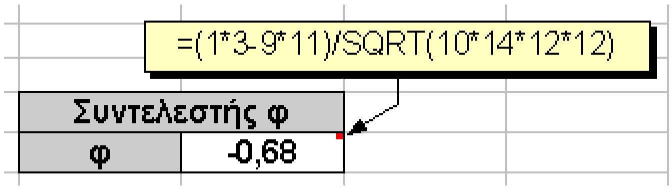
Πίνακας 4: Συντελεστής συσχέτισης φ : Γενικός πίνακας συχνοτήτων

Ο τύπος για τον συντελεστή φ είναι

$$\varphi=\frac{ad-bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}}$$

Τύπος 3: Συντελεστής συσχέτισης φ

Αντικαθιστώντας, υπολογίζουμε φ = -0,68 (*Εικόνα* 49) το οποίο ερμηνεύεται ως ιδιαίτερη τάση των παρατηρήσεων να μην βρίσκονται στην κύρια διαγώνιο.

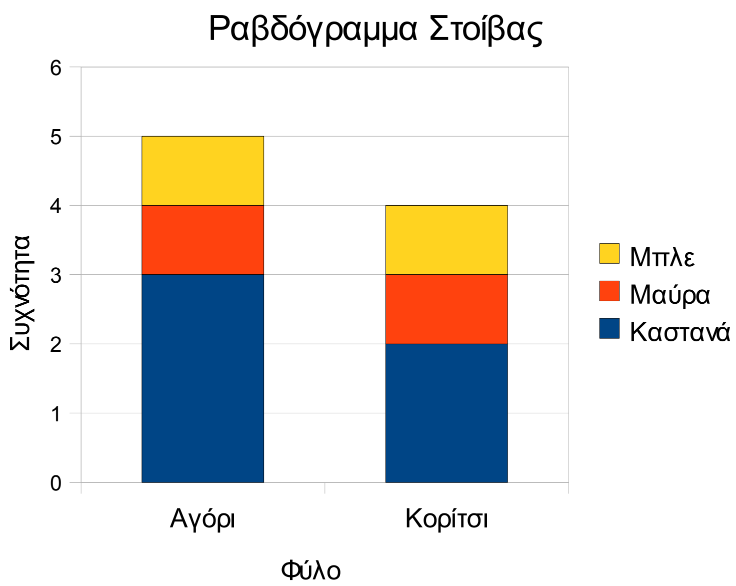


Εικόνα 49: Υπολογισμός συντελεστή φ

5.3.8 Ραβδόγραμμα Στοίβας

Το ραβδόγραμμα στοίβας δεν είναι παρά ένα απλό ραβδόγραμμα μόνο που κάθε ράβδος χωρίζεται σε μέρη ανάλογα με τη συχνότητα τιμών μιας δεύτερης μεταβλητής. Για να δημιουργηθεί ένα ραβδόγραμμα στοίβας στο Calc πρέπει πρώτα να δημιουργήσουμε έναν διμεταβλητό πίνακας συχνοτήτων.

Ένα ραβδόγραμμα στοίβας δημιουργείται είτε επιλέγοντας ***Εισαγωγή → Διάγραμμα*** είτε επιλέγοντας το εικονίδιο στη γραμμή εργαλείων. Στον οδηγό διαγράμματος που εμφανίζεται στο πρώτο βήμα (**1. Τύπος διαγράμματος**) επιλέγουμε τη δημιουργία κάθετου ραβδογράμματος (, πρώτη επιλογή και πλέον συνηθισμένη) ή οριζοντίου ραβδογράμματος (, δεύτερη επιλογή). Μετά, αλλάζουμε την επιλογή τύπου ραβδογράμματος δεξιά στο παράθυρο δημιουργίας γραφήματος από "**Κανονικό**" στην επιλογή "**Σε στοίβα**" ή "**Ποσοστό σε στοίβα**". Σε κάθε περίπτωση περνάμε στο δεύτερο βήμα (**2. Περιοχή δεδομένων**) και επιλέγουμε την περιοχή των δεδομένων μας η οποία είναι ο διμεταβλητός πίνακας με τις συχνότητες όλων των συνδυασμών πρέπει να περιέχει τα ονόματα των διαφορετικών τιμών και τις συχνότητες τους (δηλαδή τα κελιά **G6:J8** στο παράδειγμα της εικόνας 48). Επιλέγουμε την τελευταία επιλογή (**4. Στοιχεία διαγράμματος**) για να εισάγουμε δευτερεύοντα στοιχεία όπως τον τίτλο του διαγράμματος και τις ονομασίες των αξόνων αν υπάρχουν. Επιλέγοντας Τέλος αφήνουμε τον οδηγό και το διάγραμμα είναι έτοιμο και έχει τοποθετηθεί στο φύλλο εργασίας του Calc. (*Εικόνα* 50)

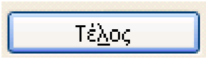


Εικόνα 50: Ραβδόγραμμα Στοίβας

Παρατήρηση : Όπως δημιουργήθηκε το ραβδόγραμμα στοίβας μπορεί να γίνει το αντίστοιχο πολλαπλό ραβδόγραμμα ή το ποσοστιαίο ραβδόγραμμα.

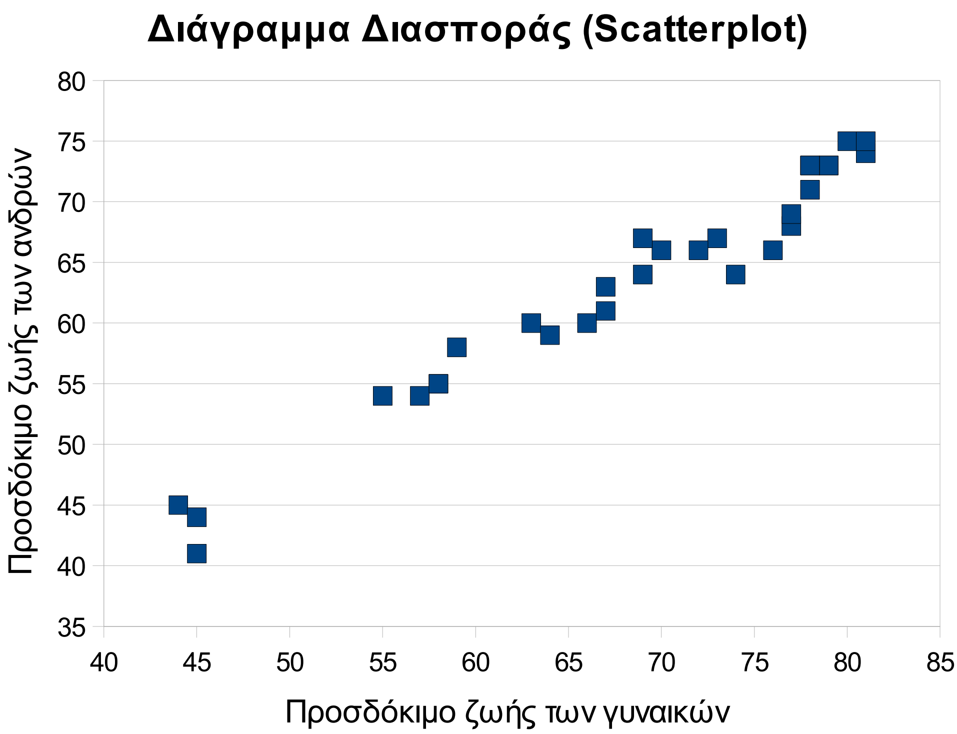
5.3.9 Διάγραμμα διασποράς (Scatterplot)

Το διάγραμμα διασποράς είναι το κατάλληλο γράφημα που δημιουργούμε ως πρώτο βήμα για να μελετήσουμε τη σχέση που υπάρχει μεταξύ δύο συνεχών αριθμητικών μεταβλητών, ιδιαίτερα αν αποσκοπούμε στη δημιουργία μοντέλου πρόγνωσης των τιμών της μίας μεταβλητής από την άλλη. Με το διάγραμμα διασποράς και μια έμπειρη στατιστική ματιά ανιχνεύεται η σχέση που ενδεχομένως να υπάρχει μεταξύ των δύο μεταβλητών.

Το διάγραμμα διασποράς δημιουργείται, όπως όλα τα γραφήματα επιλέγοντας ***Εισαγωγή*** → ***Διάγραμμα*** είτε επιλέγοντας το εικονίδιο  στη γραμμή εργαλείων. Στον οδηγό διαγράμματος που εμφανίζεται στο πρώτο βήμα (**1. Τύπος διαγράμματος**) επιλέγουμε τη δημιουργία διαγράμματος τύπου "**XY (Διασπορά)**" Στο δεύτερο βήμα (**2. Περιοχή δεδομένων**) επιλέγουμε την περιοχή των δεδομένων μας (**B3:C32** στην περίπτωση του παραδείγματος) και προσέχουμε να αποεπιλέξουμε τις επιλογές "**Πρώτη γραμμή σαν ετικέτα**" και "**Πρώτη στήλη σαν ετικέτα**" (Οι ονομασίες των αξόνων τοποθετούνται σε επόμενο βήμα). Προχωρούμε στην τελευταία επιλογή (**4. Στοιχεία διαγράμματος**), αποεπιλέγουμε την επιλογή "**Προβολή υπομνήματος**" και εισάγουμε τον τίτλο του διαγράμματος και τις ονομασίες των αξόνων έχοντας στο μυαλό μας πως το Calc θεωρεί την πρώτη στήλη πάντα σαν τετμημένη για κάθε σημείο (δηλαδή X) και τη δεύτερη σαν τεταγμένη (δηλαδή Y). Έτσι, στην περίπτωση των δεδομένων του πίνακα 53 ο άξονας X ονομάζεται "Προσδόκιμο ζωής των γυναικών" ενώ ο άξονας Y "Προσδόκιμο ζωής των ανδρών". Επιλέγοντας 

αφήνουμε τον οδηγό και το διάγραμμα είναι έτοιμο και έχει τοποθετηθεί στο φύλλο εργασίας του Calc. (*Εικόνα* 51).

Στην περίπτωση όπου το διάγραμμα εμφανίζεται αρκετά "κενό" μπορούμε να αλλάξουμε το κατώτερο όριο εμφάνισης τιμών στον έναν ή και στους δύο άξονες κάνοντας διπλό κλικ πάνω στο γράφημα και ξανά διπλό κλικ πάνω στον άξονα (Στο διάγραμμα διασποράς της εικόνας 51 τοποθετήθηκε ως κατώτερη τιμή του άξονα Y ο αριθμός 35). Επιπλέον, με περιήγηση πάνω στα μικρά τετράγωνα εμφανίζεται ο αύξων αριθμός και το ζεύγος τιμών από τις οποίες προήλθε.



Εικόνα 51: Διάγραμμα Διασποράς

5.3.10 Συντελεστής συσχέτισης Pearson

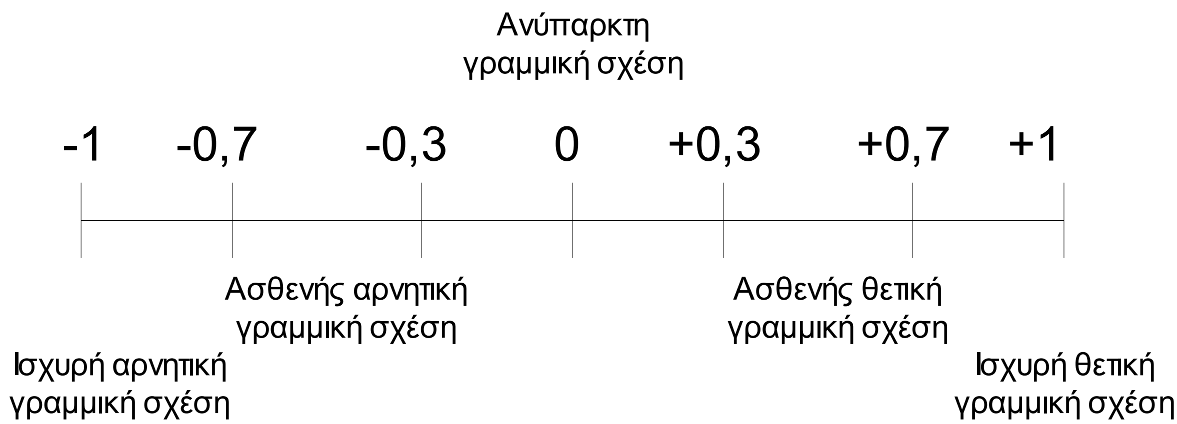
Ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson είναι το κατάλληλο στατιστικό για την ανίχνευση της γραμμικής σχέσης δύο ποσοτικών μεταβλητών, ιδιαίτερα αν αυτές είναι συνεχείς. Συμπληρώνει το διάγραμμα διασποράς υπό την έννοια ότι αντιστοιχεί μια συγκεκριμένη αριθμητική τιμή στο μέγεθος της προσαρμογής του διαγράμματος διασποράς σε μία ευθεία.

5.3.10.1 Προϋποθέσεις υπολογισμού

Ο συντελεστής Pearson είναι παραμετρικός, δηλαδή προϋποθέτει πως οι τιμές των δύο μεταβλητών προέρχονται από κανονικούς πληθυσμούς. Η κανονικότητα των πληθυσμών τεκμηριώνεται χρησιμοποιώντας το ιστόγραμμα ή κάποιο από τα διαγράμματα p – p και q – q. Αν υπάρχουν σοβαρές αμφιβολίες για την υπόθεση αυτή τότε καλύτερα να υπολογιστεί ο συντελεστής Spearman ο οποίος είναι το μη παραμετρικό ανάλογο του συντελεστή Pearson.

5.3.10.2 Αξιολόγηση του συντελεστή Pearson

Ο συντελεστής Pearson, ο οποίος συμβολίζεται συνήθως **r** ή **R**, παίρνει τιμές μεταξύ -1 και +1 και ανάλογα με την τιμή συνάγουμε το είδος και την ισχύ της γραμμικής σχέσης μεταξύ των μεταβλητών. Στο Σχέδιο Σφάλμα: Δεν βρέθηκε η πηγή παραπομπής παρουσιάζεται συνοπτικά η αξιολόγηση του συντελεστή.



Σχέδιο 1: Αξιολόγηση του συντελεστή συσχέτισης

5.3.10.3 Υπολογισμός συντελεστή συσχέτισης με το Calc

Οι τιμές των μεταβλητών πρέπει να είναι τοποθετημένες ανά ζεύγη σε δύο, όχι κατ΄ ανάγκη συνεχόμενες, στήλες του Calc. Για παράδειγμα στον πίνακα της επόμενης σελίδας (*Εικόνα* 53) παρουσιάζονται δεδομένα για το προσδόκιμο ζωής ανδρών και γυναικών σε τριάντα χώρες του κόσμου το έτος 1995. Αυτές τοποθετήθηκαν στις στήλες A, B, C ενός φύλλου του Calc από την γραμμή 1 έως την 32 (Τα δεδομένα βρίσκονται στις στήλες 3 έως 32).

Η ποιοτική ανάλυση των μεταβλητών φανερώνει πως οι μεταβλητές "Προσδόκιμο ζωής ανδρών" και "Προσδόκιμο ζωής γυναικών" είναι θετικά συσχετισμένες. Πράγματι, όσο μεγαλύτερο είναι το προσδόκιμο ζωής για το ένα από τα δύο φύλα σε μία χώρα ανάλογα μεγάλο περιμένουμε να είναι και για το άλλο φύλο. Υπολογίζοντας τον συντελεστή Pearson θα αποκτήσουμε μια ποσοτική μέτρηση του γεγονότος αυτού ενώ η επιβεβαίωση της ισχυρής γραμμικής σχέσης θα ανοίξει τον δρόμο για την αξιόπιστη πρόβλεψη της τιμής της μίας μεταβλητής από την άλλη χρησιμοποιώντας την εξίσωση της ευθείας γραμμικής παλινδρόμησης.

Ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης υπολογίζεται με τη συνάρτηση **PEARSON()** η οποία χρειάζεται δύο ορίσματα, το πρώτο από το οποίο θα είναι οι τιμές της μίας μεταβλητής και το δεύτερο οι τιμές της άλλης (*Εικόνα* 52). Είναι φανερό πως πρέπει οι δύο ομάδες δεδομένων να είναι ίσες στο πλήθος! Αν τοποθετήσουμε ομάδες διαφορετικού πλήθους τότε το αποτέλεσμα θα είναι **Σφάλμα: 502.**

Συντελεστής Γραμμικής Συσχέτισης Pearson	Συνάρτηση
0,98	PEARSON(B3:B32;C3:C32)

Εικόνα 52: Συντελεστής συσχέτισης Pearson

5.3.11 Συντελεστής συσχέτισης Spearman

Ο συντελεστής συσχέτισης Spearman είναι το μη παραμετρικό ανάλογο του συντελεστή Pearson υπό την έννοια πως υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την τάξη κάθε στοιχείου δηλαδή τη σειρά κατάταξης του στα ταξινομημένα συνολικά δεδομένα. Συμβολίζεται συνήθως με το γράμμα ρ. Λόγω του τρόπου ορισμού του είναι καλύτερος εκτιμητής της συσχέτισης δύο διατακτικών μεταβλητών δηλαδή μεταβλητών που παίρνουν τιμές ακέραιους αριθμούς όπως συμβαίνει στις μεταβλητές με κλίμακα Likert.

Δεδομένα		
Χώρα	**Προσδόκιμο ζωής γυναικών**	**Προσδόκιμο ζωής ανδρών**
Αίγυπτος	63	60
Αυστρία	79	73
Αφγανιστάν	44	45
Βέλγιο	79	73
Βολιβία	64	59
Δομινικανή Δημοκρατία	70	66
Ελ Σαλβαδόρ	69	64
Ελλάδα	80	75
Ζάμπια	45	44
Ινδία	59	58
Ισημερινός	73	67
Καμερούν	58	55
Καναδάς	81	74
Κίνα	69	67
Κουβέιτ	78	73
Λευκορωσία	76	66
Λιθουανία	77	68
Μαλαισία	72	66
Μποτσουάνα	66	60
Νησιά Μπαρμπάντος	78	73
Νιγηρία	57	54
Νικαράγουα	67	61
Ολλανδία	81	75
Περού	67	63
Ρωσία	74	64
Σενεγάλη	58	55
Σομαλία	55	54
Τανζανία	45	41
Τσεχία	77	69
Χιλή	78	71

Εικόνα 53: Δεδομένα προσδόκιμου ζωής έτους 1995

Δυστυχώς το Calc δεν έχει συνάρτηση άμεσου υπολογισμού του συντελεστή Spearman αλλά εύκολα μπορούμε να το υπολογίσουμε χρησιμοποιώντας τον τύπο ορισμού του

$$\rho = 1 - \frac{6\sum d^2}{n(n^2-1)} \quad .$$

Στον παραπάνω τύπο το n είναι το πλήθος των ζευγών παρατηρήσεων, ενώ το d είναι η διαφορά της τάξης της μίας παρατήρησης ενός ζεύγους από την άλλη, αριθμοί οι οποίοι υψώνονται στο τετράγωνο και αθροίζονται για να μας δώσουν τον αριθμητή του κλάσματος.

Για κάθε μία από τις δύο στήλες των δεδομένων δημιουργούμε μια στήλη στην οποία αποθηκεύονται οι τάξεις των παρατηρήσεων χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση **RANK()**. Οι υπόλοιπες ενέργειες είναι απλές!

Συντελεστής Συσχέτισης Spearman	Συνάρτηση	
0,98	1-6*I9/(I10*(I10^2-1))	
		Συνάρτηση
Άθροισμα d^2	91	SUM(F3:F32)
Πλήθος Παρατηρήσεων	30	COUNT(E3:E32)

Εικόνα 54: Υπολογισμός συντελεστή συσχέτισης Spearman

Ο συντελεστής Spearman αξιολογείται με τον ίδιο τρόπο με αυτόν του Pearson (Σχέδιο 1). Απόλυτη

RANK(B3;B$3:B$32)	RANK(C3;C$3:C$32)	(D3-E3)^2	(D3-E3)^2
Τάξη Προσδόκιμου Ζωής Γυναικών	Τάξη Προσδόκιμου Ζωής Ανδρών	Διαφορά	Διαφορά^2
22	20	2	4
4	4	0	0
30	28	2	4
4	4	0	0
21	22	-1	1
15	13	2	4
16	16	0	0
3	1	2	4
28	29	-1	1
23	23	0	0
13	11	2	4
24	24	0	0
1	3	-2	4
16	11	5	25
6	4	2	4
11	13	-2	4
9	10	-1	1
14	13	1	1
20	20	0	0
6	4	2	4
26	26	0	0
18	19	-1	1
1	1	0	0
18	18	0	0
12	16	-4	16
24	24	0	0
27	26	1	1
28	30	-2	4
9	9	0	0

Εικόνα 55: Υπολογισμός της τάξης των παρατηρήσεων τα οποία τοποθετήθηκαν στις στήλες D,E και F

τιμή του συντελεστή μεγαλύτερη από 0,7 συνήθως αξιολογείται ως ισχυρή γραμμική σχέση, μεταξύ 0,3 και 0,7 ως ασθενής γραμμική σχέση ενώ μεταξύ 0 και 0,3 ως μη γραμμική σχέση.

5.3.12 Ευθεία γραμμικής παλινδρόμησης

Το πρώτο βήμα για τη μελέτη της σχέσης δύο συνεχών μεταβλητών είναι ο υπολογισμός του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης Pearson. Το επόμενο βήμα είναι η εύρεση της ευθείας γραμμικής παλινδρόμησης της μίας μεταβλητής πάνω στην άλλη, ιδιαίτερα αν μεταξύ των μεταβλητών υπάρχει ισχυρή γραμμική συσχέτιση (συντελεστής μεγαλύτερος κατά απόλυτη τιμή από το 0,7).

Η ευθεία γραμμικής παλινδρόμησης είναι η ευθεία η οποία βρίσκεται όσο το δυνατόν “κοντύτερα” στα σημεία του διαγράμματος διασποράς. Το “κοντύτερα” είναι υποκειμενικό και μπορεί να οριστεί με διάφορους τρόπους. Η πλέον συνηθισμένη επιλογή είναι ο εντοπισμός της ευθείας για την οποία το άθροισμα των κάθετων αποστάσεων όλων των σημείων από αυτήν είναι ελάχιστο Η ευθεία αυτή ονομάζεται και ευθεία ελαχίστων τετραγώνων.

Η εξίσωσή της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων, όπως και η εξίσωση κάθε ευθείας έχει τη μορφή

Y = a*X+b.

Στην παραπάνω εξίσωση το X ονομάζεται ανεξάρτητη μεταβλητή (independent variable) ενώ το Y εξαρτημένη (dependent variable) διότι οι τιμές του λαμβάνονται από τις τιμές του X.

Η απόφαση για το ρόλο που θα αναλάβει κάθε μεταβλητή στην εξίσωση της ευθείας γραμμικής παλινδρόμησης είναι αποκλειστικά του ερευνητή (δεν υπάρχει σωστή και λάθος επιλογή) και καθορίζεται από την εσωτερική σχέση που έχουν οι δύο μεταβλητές, δηλαδή την συμπεριφορά της μίας ως “αιτίας” και της άλλης ως “αιτιατό” στο συγκεκριμένο εννοιολογικό πλαίσιο που αυτές ορίζονται.

Για το παράδειγμα που ακολουθεί θεωρούμε ως εξαρτημένη μεταβλητή **Y** το προσδόκιμο ζωής των γυναικών (τοποθετημένα στη στήλη **B** στα δεδομένα της εικόνας 53) και ως ανεξάρτητη μεταβλητή **X** το προσδόκιμο ζωής των ανδρών (τοποθετημένα στη στήλη **C** στα δεδομένα της εικόνας 53). Επιζητούμε την εξίσωση της ευθείας

Προσδόκιμο ζωής γυναικών = a * Προσδόκιμο ζωής ανδρών + b

Είναι φανερό πως χρησιμοποιώντας την τελευταία εξίσωση είναι δυνατή η πρόβλεψη του προσδόκιμου ζωής των γυναικών σε μία χώρα για την οποία δεν θα το γνωρίζουμε αλλά θα γνωρίζουμε το αντίστοιχο προσδόκιμο των ανδρών.

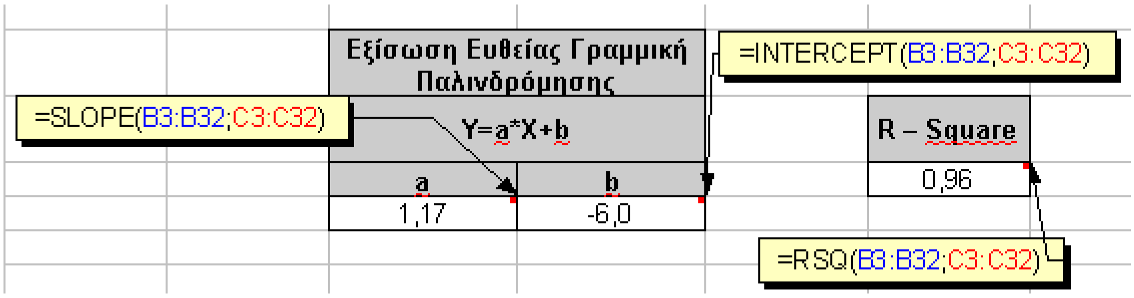
Το Calc προσφέρει έτοιμες συναρτήσεις για τον υπολογισμό των συντελεστών **a** και **b** της εξίσωσης της ευθείας. Η εφαρμογή των συναρτήσεων αυτών στα δεδομένα του προσδόκιμου ζωής (*Εικόνα* 53) παρουσιάζεται στην εικόνα 56.

Προσέξτε πως και στις δύο συναρτήσεις **SLOPE()** και **INTERCEPT()** πρώτα τοποθετούνται τα δεδομένα της εξαρτημένης μεταβλητής (Y) και μετά τα δεδομένα της ανεξάρτητης μεταβλητής (X).

Αντίστροφη τοποθέτηση θα οδηγούσε στον υπολογισμό των συντελεστών της εξίσωσης

Προσδόκιμο ζωής ανδρών = a * Προσδόκιμο ζωής γυναικών + b

το οποίο έχει ενδιαφέρον αλλά δεν είναι ο σκοπός της υποτιθέμενης έρευνας μας.



Εικόνα 56: Υπολογισμός συντελεστών της ευθείας γραμμικής παλινδρόμησης

Από τα εξαγόμενα των συναρτήσεων προκύπτει πως η ζητούμενη εξίσωση είναι η

Προσδόκιμο ζωής γυναικών = 1,17 * Προσδόκιμο ζωής ανδρών – 6

Εφαρμογή : Να βρεθεί το προσδόκιμο ζωής των γυναικών σε μία χώρα στην οποία οι άνδρες έχουν προσδόκιμο ζωής τα 65 χρόνια.

Υλοποίηση : Απλά αντικαθιστούμε όπου **X (Προσδόκιμο ζωής ανδρών) = 65** στην εξίσωση της ευθείας γραμμικής παλινδρόμησης και υπολογίζουμε

Αναμενόμενο προσδόκιμο ζωής γυναικών = 1,17 * 70 – 6 = 75,9 έτη

Προσέξτε πως το παραπάνω αποτέλεσμα δεν σημαίνει πως σε όλες τις χώρες όπου οι άνδρες θα ζούνε 70 χρόνια κατά μέσο όρο, οι γυναίκες θα ζούνε 75,9. Ο αριθμός που υπολογίσαμε είναι το αναμενόμενο προσδόκιμο ζωής των γυναικών, δηλαδή το μέσο προσδόκιμο ζωής των γυναικών σε όλες τις χώρες στις οποίες οι άνδρες ζούνε 70 χρόνια.

5.3.12.1 Αξιολόγηση μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης

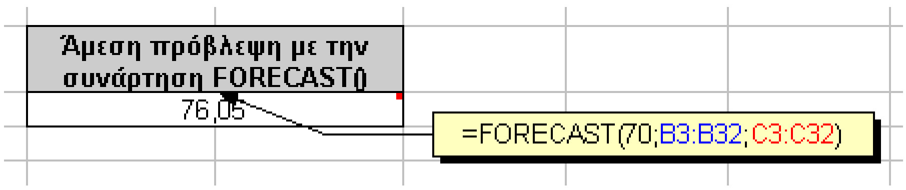
Η ευθεία γραμμικής παλινδρόμησης δίνει πρόβλεψη της άγνωστης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής. Η ποιότητα της πρόβλεψης αυτής ελέγχεται από την τιμή του R^2 (R – Square) το οποίο είναι καλό να υπολογίζεται μαζί με του συντελεστές της εξίσωσης (*Εικόνα* 56) και το οποίο ερμηνεύεται ως το ποσοστό της μεταβλητότητας των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής που προσδιορίζεται από τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής, και είναι καλό να είναι μεγάλο δηλαδή κοντά στη μονάδα.

Με απλά λόγια, το R^2 στην περίπτωση μας είναι 0,96 ή 96% (*Εικόνα* 56). Αυτό σημαίνει πως το 96% της μεταβλητότητας του προσδόκιμου ζωής των γυναικών Υ ορίζεται από το προσδόκιμο ζωής των ανδρών Χ ενώ το υπόλοιπο 4% (=100%-96%) της μεταβολής της Υ ορίζεται από άλλους παράγοντες εκτός από την μεταβλητή Χ κάτι που στην πράξη σημαίνει πως το μοντέλο μας μάλλον κάνει καλά την δουλειά του! Στην πράξη τιμές του R^2 πάνω από 0,9 δηλώνουν ικανοποιητική εκτίμηση. Αν παρ' ελπίδα η τιμή του R^2 είναι μικρή τότε αυτό σημαίνει πως πρέπει να αναζητήσουμε περισσότερο περίπλοκο μοντέλο (μη γραμμικό ή γραμμικό με περισσότερες μεταβλητές) κάτι για το οποίο δεν προσφέρεται ένα πρόγραμμα λογιστικού φύλλου όπως το Calc.

Μία επιπλέον χρήσιμη παρατήρηση είναι πως η αξιοπιστία της πρόβλεψης που θα προκύψει από την εξίσωση της ευθείας γραμμικής παλινδρόμησης είναι ανάλογη της αξιοπιστίας του υπολογισμού των συντελεστών α και β. Καθώς η μεταβλητότητα των δεδομένων επηρεάζει το μέγεθος των συντελεστών αυτών είναι καλό μετά τον υπολογισμό των α και β να προχωρούμε και σε στατιστικούς ελέγχους οι οποίοι θα διαβεβαιώνουν πως τα α και β δεν είναι μηδέν!
Πιο συγκεκριμένα, για το συντελεστή α,
Ερευνητική Υπόθεση H_1 : Ο συντελεστής α στην παραπάνω εξίσωση είναι διάφορος από το μηδέν.
Στατιστική Υπόθεση H_0 : Ο συντελεστής α στην παραπάνω εξίσωση είναι ίσος με το μηδέν.
και ανάλογες υποθέσεις για το συντελεστή β.
Είναι επιθυμητή η απόρριψη των στατιστικών υποθέσεων και στους δύο ελέγχους καθώς η αποδοχή κάποιας από τις δύο θα σημαίνει πως υπάρχει τόσο μεγάλη μεταβλητότητα στις τιμές που δεν μπορούμε να υπολογίσουμε με ασφάλεια τον αντίστοιχο συντελεστή.

5.3.12.2 Πρόβλεψη δίχως τον υπολογισμό της εξίσωσης της ευθείας

Αν δεν επιθυμούμε να βρούμε την εξίσωση της ευθείας αλλά θέλουμε απευθείας να την εφαρμόσουμε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την συνάρτηση FORECAST() η οποία υπολογίζει άμεσα την πρόβλεψη βάσει του γραμμικού μοντέλου χωρίς να το εμφανίζει!



Εικόνα 57: Άμεση πρόβλεψη

Στην εικόνα 57 παρουσιάζεται η εφαρμογή της συνάρτησης. Είναι χαρακτηριστικό πως η τιμή που προκύπτει από την εφαρμογή της συνάρτησης FORECAST() είναι λίγο διαφορετική από την τιμή που υπολογίσαμε με το γραμμικό μας μοντέλο της παραγράφου 5.3.12. Η διαφορά οφείλεται στο γεγονός της αναγκαστικής στρογγυλοποίησης που εφαρμόσαμε στους συντελεστές a και b της εξίσωσης την οποία δεν πράττει στον ίδιο βαθμό η συνάρτηση FORECAST().

5.4 Γενικά περί Στατιστικών Ερευνών

Το πρώτο στάδιο μίας στατιστικής έρευνας είναι η περιγραφή των δεδομένων που συλλέχθηκαν χρησιμοποιώντας κατάλληλους πίνακες και διαγράμματα και η καταγραφή τυχόν παρατηρήσεων ή τάσεων που εμφανίζονται στα δεδομένα. Η σωστή υλοποίηση του πρώτου μέρους προϋποθέτει τη γνώση των απαραιτήτων περιγραφικών στατιστικών για κάθε μία ή για κάθε ζεύγος μεταβλητών της έρευνας, ένα θέμα που αναπτύχθηκε στις προηγούμενες παραγράφους.

Το δεύτερο στάδιο μίας έρευνας (αν υπάρχει) είναι η χρησιμοποίηση του δείγματος ως εργαλείο εξαγωγής συμπερασμάτων για τον πληθυσμό από τον οποίο προήλθε και τον οποίον αντιπροσωπεύει. Η υπόθεση της αντιπροσωπευτικότητας είναι πολύ σημαντική για την εγκυρότητα της ερμηνείας των στατιστικών ελέγχων που θα ακολουθήσουν και ο ερευνητής πρέπει να είναι ικανός να τεκμηριώσει το γεγονός αυτό περιγράφοντας τον τρόπο και τη μέθοδο με την οποία έγινε η δειγματοληψία. Αν η αντιπροσωπευτικότητα είναι δεδομένη ακολουθεί η εφαρμογή των στατιστικών μεθόδων, ένα βήμα το οποίο προϋποθέτει πως ο ερευνητής γνωρίζει τις απαραίτητες στατιστικές μεθόδους για κάθε ερευνητικό στόχο και είναι σε θέση να ελέγξει τις προϋποθέσεις εφαρμογής τους κάθε φορά.

Περιληπτικά, τα βασικά βήματα μιας στατιστικής έρευνας είναι τα παρακάτω :(K. A. McNeil, F. J. Kelly and J. T. McNeil, Testing Research Hypotheses Using Multiple Linear Regression, Southern Illinois University Press, 1978.

Βήμα 1ο. Προσδιορισμός και περιγραφή πληθυσμού ο οποίος μελετάται.

Βήμα 2ο. Δήλωση της ερευνητικής υπόθεσης, δηλαδή της υπόθεσης την οποία ο ερευνητής ελπίζει να αποδείξει. Η ερευνητική υπόθεση, η οποία συμβολίζεται με H_1, όταν αφορά ποσοτικές μεταβλητές συνήθως είναι ο ισχυρισμός πως υπάρχει διαφοροποίηση στις μέσες τιμές ή στις διασπορές ανάμεσα σε δύο ή περισσοτέρους πληθυσμούς ή ο ισχυρισμός της εξάρτησης μεταξύ δύο ποιοτικών μεταβλητών.

Βήμα 3ο. Δήλωση της στατιστικής υπόθεσης η οποία συμβολίζεται με H_0 και πάντα δηλώνει ισότητα δύο ποσοτικών μεταβλητών ή ανεξαρτησία δύο ποιοτικών μεταβλητών.

Βήμα 4ο. Προσδιορισμός του κατάλληλου στατιστικού ελέγχου που απαιτείται για την επιστημονική υποστήριξη ή αναίρεση της ερευνητικής υπόθεσης.

Βήμα 5ο. Ορισμός του a – του ρίσκου (πιθανότητας) ο ερευνητής να απορρίψει βάσει των στοιχείων που θα συλλέξει μια αληθής στατιστική υπόθεση. Η επιλογή του ορίου αυτού εξαρτάται από τη φύση της μεταβλητής. Στις φυσικές επιστήμες (φυσική, χημεία, βιολογία) η επιλογή 0,05 (ή 5%) θεωρείται ασφαλής ενώ η επιλογή 0,01 (ή 1%) θεωρείται ισχυρή, αν και η υιοθέτηση της δεύτερης μπορεί να οδηγήσει σε λιγότερα σε πλήθος στατιστικά συμπεράσματα. Στις κοινωνικές επιστήμες μερικές φορές επιλέγεται μεγαλύτερο a όπως για παράδειγμα 0,1 (ή 10%). Σε κάθε περίπτωση ο ερευνητής είναι καλό να συμβουλευτεί προηγούμενες έρευνες στον τομέα του. Θυμηθείτε πάντως πως η επιλογή του a πρέπει να γίνεται πάντα πριν τη διεξαγωγή του στατιστικού ελέγχου καθώς η επιλογή αυτή θα οδηγήσει στην καταγραφή τυπικών συμπερασμάτων τα οποία ένας βιαστικός αναγνώστης δεν θα μπορεί να επαληθεύσει με ασφάλεια δίχως την προσεκτική ανάλυση όλων των δεδομένων.

Βήμα 6ο. Συλλογή των δεδομένων από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού. Η ευθύνη της σωστής υλοποίησης αυτού του σταδίου είναι αποκλειστικά του ερευνητή ο οποίος πρέπει να αποφασίσει ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την τιμή της μεταβλητής που μελετά, να καταγράψει τις τιμές τους και για κάθε συνδυασμό τιμών να προχωρήσει σε τυχαία δειγματοληψία μέρους ανάλογου με αυτό που υπάρχει στο συνολικό πληθυσμό.

Βήμα 7ο. Εφαρμογή του κατάλληλου στατιστικού ελέγχου και ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Το 7ο βήμα αναλύεται περαιτέρω σε δύο μέρη

Βημα 7i. Υπολογισμός του κατάλληλου στατιστικού μεγέθους (t, F, X^2).

Βημα 7ii. Τοποθέτηση του υπολογισμένου στατιστικού μεγέθους στον οριζόντιο άξονα της κατάλληλης κατανομής (Student ή Normal, F, X^2) και υπολογισμός της πιθανότητας (εμβαδού) από κατάλληλους πίνακες ή με τη βοήθεια Η/Υ να υπολογιστεί μια πιο “ακραία” από την παρατηρούμενη τιμή δεδομένης της στατιστικής υπόθεσης.
A) Αν η τελευταία πιθανότητα είναι μικρότερη από το προκαθορισμένο a τότε απορρίπτουμε την στατιστική υπόθεση και αποδεχόμαστε την ερευνητική υπόθεση
B) Αν η τελευταία πιθανότητα είναι μεγαλύτερη από το προκαθορισμένο a τότε δεχόμαστε

την στατιστική υπόθεση και απορρίπτουμε την ερευνητική υπόθεση.

Τα δύο τελευταία βήματα πλέον γίνονται με ηλεκτρονικό υπολογιστή και το μόνο που απομένει γα τον ερευνητή είναι να γνωρίζει τον τρόπο με τον οποίο θα το κάνει και φυσικά να μπορεί να ερμηνεύσει το αποτέλεσμα των υπολογισμών!

5.5 Συνηθισμένες στατιστικές δοκιμασίες.

Οι περισσότερο συνηθισμένες στατιστικές δοκιμασίες που χρησιμοποιούνται στην πλειοψηφία των εργασιών που εμφανίζεται στατιστική έρευνα είναι οι παρακάτω

1. Έλεγχος μέσης τιμής ενός δείγματος (One Sample T-Test).
2. Έλεγχος ισότητας μέσων τιμών δύο ανεξάρτητων δειγμάτων (Independent Samples T-Test).
3. Έλεγχος ισότητας μέσων τιμών δύο εξαρτημένων δειγμάτων (Paired Samples T-Test).
4. Έλεγχος ανεξαρτησίας μια ποσοτικής μεταβλητής από τις τιμές μιας ποιοτικής μεταβλητής. (ANOVA : ANalysis Of Variance).
5. Έλεγχος ομοιογένειας μίας ποιοτικής μεταβλητής (X^2, Chi Square).
6. Πρόβλεψη της τιμής μιας συνεχούς μεταβλητής από μια άλλη μεταβλητή (Γράμμικη Παλινδρόμηση – Linear Regression)
7. Πρόβλεψη της τιμής μιας ποιοτικής μεταβλητής από άλλες μεταβλητές (Λογιστική Παλινδρόμηση – Logistic Regression)

Για να καταλάβει ο αναγνώστης πότε αρμόζει να χρησιμοποιήσουμε την κάθε μία από τις παραπάνω παραθέτουμε από ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής.

Έλεγχος μέσης τιμής ενός δείγματος (One Sample T-Test).

Παράδειγμα εφαρμογής : Για να επαληθεύσουμε τον ισχυρισμό της εταιρίας "Όλυμπος" ότι οι συσκευασίες γάλακτος περιέχουν 500gr πήραμε ένα δείγμα 10 συσκευασιών και βρήκαμε τα παρακάτω βάρη (σε gr): 490, 503, 499, 492, 500, 501, 489, 478, 498, 508. Γίνεται δεκτός ο ισχυρισμός της εταιρίας;

Ερευνητική Υπόθεση H_1 : Το μέσο βάρος της παραγωγής είναι μικρότερο από 500gr

Στατιστική Υπόθεση H_0 : Το μέσο βάρος της παραγωγής είναι ίσο με 500gr

Έλεγχος ισότητας μέσων τιμών δύο ανεξάρτητων δειγμάτων (Independent Samples T-Test).

Παράδειγμα εφαρμογής : Επιδιώκοντας να ελέγξουμε αν οι μαθητές της Β' Λυκείου είναι το ίδιο καλοί με τις μαθήτριες της Β' Λυκείου στο μάθημα των Μαθηματικών δώσαμε το ίδιο διαγώνισμα σε 17 μαθητές και 15 μαθήτριες και βρήκαμε τα παρακάτω στατιστικά:

Μέση επίδοση αγοριών 13,2 με τυπική απόκλιση 3,1

Μέση επίδοση κοριτσιών 12,4 με τυπική απόκλιση 2,6.

Είναι αρκετά τα δεδομένα για να ισχυριστούμε ότι τα αγόρια είναι καλύτερα από τα κορίτσια στα μαθηματικά;

Ερευνητική Υπόθεση H_1 : Οι επιδόσεις των μαθητών είναι διαφορετικές από αυτές των κοριτσιών στο μάθημα των Μαθηματικών.

Στατιστική Υπόθεση H_0 : Οι επιδόσεις των μαθητών είναι ίσες με αυτές των κοριτσιών στο μάθημα των Μαθηματικών.

Έλεγχος ισότητας μέσων τιμών δύο εξαρτημένων δειγμάτων (Paired Samples T-Test).

Παράδειγμα εφαρμογής : Επιδιώκοντας να ελέγξουμε αν μια νέα μέθοδος βελτιώνει την ικανότητα ανάγνωσης των μαθητών τρίτης δημοτικού πήραμε ένα δείγμα 20 μαθητών και μετρήσαμε τη δυνατότητα ανάγνωσης πριν και μετά τη μέθοδο και βρήκαμε τα παρακάτω στατιστικά:

Μέση επίδοση υποκειμένων πριν τη μέθοδο 7,2 με τυπική απόκλιση 1,2

Μέση επίδοση υποκειμένων μετά τη μέθοδο 7,7 με τυπική απόκλιση 0,6.

Είναι αρκετά τα δεδομένα για να ισχυριστούμε ότι η νέα μέθοδος βελτιώνει την δυνατότητα ανάγνωσης;

Ερευνητική Υπόθεση H_1 : Η νέα μέθοδος βελτιώνει την ικανότητα ανάγνωσης.

Στατιστική Υπόθεση H_0 : Η νέα μέθοδος δεν επηρεάζει την ικανότητα ανάγνωσης.

Έλεγχος ανεξαρτησίας μια ποσοτικής μεταβλητής από τις τιμές μιας ποιοτικής μεταβλητής. (ANOVA : ANalysis Of VAriance).

Παράδειγμα εφαρμογής : Μπορούμε να ισχυριστούμε αν η επίδοση του παιδιού στο τρέξιμο 100μ (ποσοτική μεταβλητή) εξαρτάται από το επάγγελμα των γονέων (ποιοτική μεταβλητή);

Ερευνητική Υπόθεση H_1 : Η επίδοση του παιδιού εξαρτάται από το επάγγελμα των γονέων.
Στατιστική Υπόθεση H_0 : Η επίδοση του παιδιού δεν εξαρτάται από το επάγγελμα των γονέων.

Έλεγχος ομοιογένειας μίας ποιοτικής μεταβλητής (X^2, Chi Square).

Παράδειγμα εφαρμογής : Θα ελέγξουμε αν όλα τα χρώματα αντιπροσωπεύονται εξίσου στα Ι.Χ. αυτοκίνητα που κυκλοφορούν στην πόλη της Θεσσαλονίκης.

Ερευνητική Υπόθεση H_1 : Τα χρώματα δεν εκπροσωπούνται με το ίδιο ποσοστό στα Ι.Χ. αυτοκίνητα στη Θεσσαλονίκη.

Στατιστική Υπόθεση H_0 : Όλα τα χρώματα εκπροσωπούνται με το ίδιο ποσοστό στα Ι.Χ. αυτοκίνητα στη Θεσσαλονίκη.

Έλεγχος ανεξαρτησίας δυο ποιοτικών μεταβλητών (X^2, Chi Square).

Παράδειγμα εφαρμογής : Μπορούμε να ισχυριστούμε αν το θρήσκευμα του μαθητή έχει σχέση με την εμφάνιση μαθησιακών δυσκολιών;

Ερευνητική Υπόθεση H_1 : Η εμφάνιση μαθησιακών δυσκολιών σε ένα μαθητή εξαρτάται από το θρήσκευμα του.

Στατιστική Υπόθεση H_0 : Το θρήσκευμα ενός μαθητή είναι ανεξάρτητο από την εμφάνιση μαθησιακών δυσκολιών.

Πρόβλεψη της τιμής μιας συνεχούς μεταβλητής από μια άλλη μεταβλητή (Γράμμικη Παλινδρόμηση – Linear Regression)

Παράδειγμα εφαρμογής : Μπορούμε να προβλέψουμε την μέση επίδοση του μαθητή στις εξετάσεις στο τέλος της χρονιάς από το πλήθος απουσιών που αυτός έκανε στη διάρκεια της σχολικής χρονιάς;

Ανάλυση προβλήματος : Η πρόβλεψη αναγκαστικά θα γίνει μέσω μιας μαθηματικής εξίσωσης η οποία στην απλούστερη μορφή της είναι η εξίσωση της ευθείας $Y = α X+β$. Τον ρόλο του Y στο παραπάνω υποθετικό παράδειγμα θα τον αναλάβει η μεταβλητή της μέσης επίδοσης στις εξετάσεις (εξαρτημένη μεταβλητή) ενώ το ρόλο του X η μεταβλητή του πλήθους απουσιών (ανεξάρτητη μεταβλητή)

Αν η στατιστική υπόθεση H_0 απορριφθεί τότε χρησιμοποιώντας γνωστούς τύπους θα υπολογίσουμε τους συντελεστές και θα έχουμε τη δυνατότητα πρόβλεψης.

Πρόβλεψη της τιμής μιας ποιοτικής μεταβλητής από άλλες μεταβλητές (Λογιστική Παλινδρόμηση – Logistic Regression)

Παράδειγμα εφαρμογής : Γνωρίζοντας το πλήθος των ωρών που παρακολουθεί τηλεόραση ένας μαθητής μπορούμε να προβλέψουμε την επιτυχία του στις πανελλήνιες εξετάσεις;

Ανάλυση προβλήματος : Η λογιστική παλινδρόμηση είναι ιδιαίτερη εφαρμογή της απλής γραμμικής παλινδρόμησης. Αν p είναι η πιθανότητα επιτυχίας στις εξετάσεις τότε η πρόβλεψη της τιμής της p θα γίνει μέσω της μαθηματικής εξίσωσης $\ln[p/(1-p)]= α X+β$ όπου X είναι το πλήθος των ωρών που η μεταβλητή του πλήθους απουσιών (ανεξάρτητη μεταβλητή).

Το πρώτο βήμα είναι να υλοποιήσουμε έναν έλεγχο ο οποίος θα μας διαβεβαιώσει πως έχει νόημα η προσπάθεια να εντοπίσουμε ένα τέτοιο μοντέλο πρόγνωσης.

Πιο συγκεκριμένα,

Ερευνητική Υπόθεση H_1 : Οι συντελεστές α και β στην παραπάνω εξίσωση είναι διάφοροι από το μηδέν.

Στατιστική Υπόθεση H_0 : Οι συντελεστές α και β στην παραπάνω εξίσωση είναι ίσοι με το μηδέν.

5.6 Δοκιμασία χι τετράγωνο (X^2) , (Chi Square Test)

Το Calc διαθέτει τη συνάρτηση **CHITEST()** με την οποία υλοποιείται η δοκιμασία Χι τετράγωνο του Pearson ή απλά δοκιμασία X^2. Οι περισσότερο συνηθισμένες υλοποιήσεις της δοκιμασίας αυτής είναι ως έλεγχος ομοιογένειας και ως έλεγχος ανεξαρτησίας.

5.6.1 Έλεγχος Ομοιογένειας X^2 (Homogeneity Test)

5.6.1.1 Θεωρητικό υπόβαθρο

Ο έλεγχος ομοιογένειας X^2 εφαρμόζεται σε μία ποιοτική μεταβλητή η οποία έχει k διαφορετικές τιμές και για την οποία επιθυμούμε να ελέγξουμε αν όλες οι τιμές της εμφανίζονται με ίσα ποσοστά στο σύνολο του πληθυσμού. Αν είναι δύσκολο να καταμετρηθούν όλες οι τιμές της μεταβλητής επί του πληθυσμού τότε αρκεί να συλλεχθεί ένα τυχαίο αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού και να εφαρμοστεί ο έλεγχος αυτός.

Η αρχική (ή μηδενική) υπόθεση στην περίπτωση του ελέγχου αυτού είναι

H_0 : Οι τιμές της μεταβλητής εμφανίζονται με ίσα ποσοστά στον πληθυσμό.

Συμβολικά, αν οι διαφορετικές τιμές της μεταβλητής είναι k σε πλήθος γράφουμε και

$$H_0 : f_1 = f_2 = .. .= f_k$$

Η αντίστοιχη εναλλακτική πρόταση είναι

H_1 : όχι η H_0

ή ισοδύναμα

H_1 :Οι τιμές της μεταβλητής δεν εμφανίζονται με ίσα ποσοστά στον πληθυσμό.

Ο έλεγχος ομοιογένειας X^2 βασίζεται στον υπολογισμό της στατιστικής ποσότητας

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(\Pi_i - E_i)^2}{E_i}$$

Τύπος 4: Το χ^2 στον έλεγχο ομοιογένειας

όπου k είναι το πλήθος των διαφορετικών τιμών της μεταβλητής, Π_i είναι η παρατηρούμενη συχνότητα της i κατηγορίας επί του δείγματος και E_i είναι η αναμενόμενη συχνότητα της i κατηγορίας επί του δείγματος υπό την προϋπόθεση πως οι δύο μεταβλητές είναι ανεξάρτητες (δηλαδή υπό την προϋπόθεση να ισχύει η H_0).

Οι αναμενόμενες συχνότητες E_i είναι όλες ίσες με τον λόγο του συνόλου των παρατηρήσεων προς το πλήθος των διαφορετικών τιμών, δηλαδή

$$E_i = \frac{\text{Σύνολο Παρατηρήσεων}}{k}$$

Τύπος 5: Αναμενόμενη συχνότητα

Προσέξτε πως η μικρότερη τιμή που μπορεί να πάρει το στατιστικό χ^2 είναι το μηδέν και τη λαμβάνει όταν κάθε παρατηρούμενη συχνότητα είναι ίση με κάθε αναμενόμενη. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ των Π_i και E_i επί του δείγματος τόσο μεγαλύτερη θα είναι η τιμή του στατιστικού χ^2. Είναι φανερό πως όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ των Π_i και E_i τόσο περισσότερο απίθανο είναι να ισχύει η αρχική υπόθεση, ενώ όσο πιο μικρή είναι αυτή η διαφορά τόσο μεγαλώνει η πιθανότητα να ισχύει!

Το μέγεθος της διαφορετικότητας μεταξύ Π_i και E_i απεικονίζεται στο μέγεθος του στατιστικού χ^2 το οποίο είναι απλά ένας μη αρνητικός πραγματικός αριθμός.

Αποδεικνύεται πως το στατιστικό χ^2 ακολουθεί την X^2 κατανομή με k-1 βαθμούς ελευθερίας (γράφουμε και $\boldsymbol{\chi^2 \sim X^2_{k-1}}$). Για να κρίνουμε αν η τιμή του στατιστικού χ^2 που υπολογίσαμε είναι "μικρή" ή "μεγάλη" αρκεί να συμβουλευτούμε τον πίνακα τιμών της κατανομής αυτής και να βρούμε την πιθανότητα το στατιστικό χ^2 να πάρει τιμές μεγαλύτερες από αυτήν που υπολογίστηκε στο δείγμα μας.

Συνοπτικά, υπολογίζουμε την πιθανότητα

$$\mathbf{p = P(\chi^2 > \chi^2_{\text{δείγμα}} \mid \chi^2 \sim X^2_{k-1}).}$$

Η πιθανότητα p είναι το στοιχείο το οποίο θα αξιολογήσουμε για να αποφασίσουμε αν απορρίπτουμε ή όχι την αρχική υπόθεση της ανεξαρτησίας.

Συνήθως το όριο το οποίο λαμβάνεται ως όριο απόρριψής είναι το 0,05 ή 5%, ωστόσο αυτό εξαρτάται από την επιστημονική περιοχή και πολλές φορές λαμβάνεται μεγαλύτερο (0,1ή 10%)

Συνοπτικά, σαν έναν γενικό κανόνα έχουμε τον εξής :

Αν p<0,05 τότε η αρχική υπόθεση H_0 απορρίπτεται

Αν η αρχική υπόθεση απορριφθεί τότε συνάγουμε πως οι διαφορετικές τιμές της μεταβλητής δεν εμφανίζονται με τα ίδια ποσοστά στον πληθυσμό. Στην περίπτωση αυτή η παρατήρηση του πίνακα συχνοτήτων διευκρινίζει την εικόνα δείχνοντας τις τιμές που εκπροσωπούνται περισσότερο ή λιγότερο από το αναμενόμενο

Παρατήρηση : Ο στατιστικός έλεγχος που περιγράφουμε ονομάζεται έλεγχος ομοιογένειας διότι αντιστοιχεί στην αρχική υπόθεση πως όλες οι αναμενόμενες συχνότητες είναι ίσες, δηλαδή πως η κατανομή είναι ομοιογενής. Αν μεταβάλλουμε τον ορισμό των αναμενόμενων συχνοτήτων (Τύπος 5) μπορούμε να ελέγξουμε οποιαδήποτε αρχική υπόθεση κατανομής των συχνοτήτων ανάμεσα στις διαφορετικές τιμές της μεταβλητής! Θα μπορούσαμε για παράδειγμα να ελέγξουμε την υπόθεση πως το Γαλάζιο εμφανίζεται δύο φορές περισσότερο από το Κίτρινο, τρεις φορές περισσότερο από το Πράσινο και ίσες φορές με το Κόκκινο. Αν θεωρήσουμε ως μονάδα το Γαλάζιο τότε το Κίτρινο θα είναι 1/2, το Πράσινο 1/3, το Κόκκινο 1 με το σύνολο τους να είναι 1+1/2+1/3+1 = 17/6 και τις αντίστοιχες αναμενόμενες συχνότητες στο δείγμα των 22 παρατηρήσεων, 22*6/17 = 7,76 Γαλάζιο, 22*3/17 = 3,89 Κίτρινο, 22*2/17 = 2,59 Πράσινο και 22*6/17 = 7,76 Κόκκινο. Η περαιτέρω ανάλυση προχωρά με ανάλογο τρόπο!

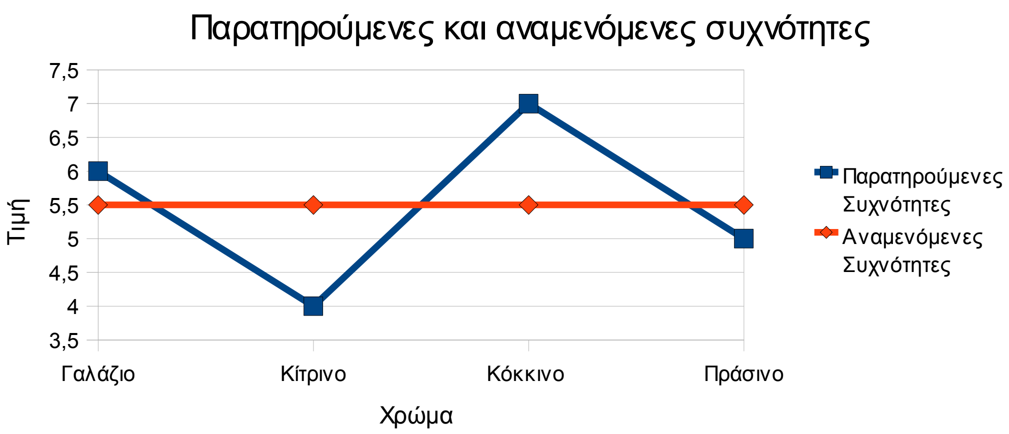
5.6.1.2 Υλοποίηση της δοκιμασίας στο Calc

Ο έλεγχος ομοιογένειας υλοποιείται με τη βοήθεια του πίνακα της εικόνας 58. Οι αναμενόμενες συχνότητες προκύπτουν διαιρώντας το σύνολο των παρατηρήσεων με το πλήθος των διαφορετικών

Συνάρτηση	COUNTIF(B$4:B$25;D4)	E$39/COUNT(E$35:E$38)	(E35-F35)^2/F35
Χρώμα	**Παρατηρούμενες Συχνότητες**	**Αναμενόμενες Συχνότητες**	**(Παρ. – Αναμ.)^2 / Αναμ**
Γαλάζιο	**6**	**5,5**	**0,05**
Κίτρινο	**4**	**5,5**	**0,41**
Κόκκινο	**7**	**5,5**	**0,41**
Πράσινο	**5**	**5,5**	**0,05**
Σύνολο	**22**	**22**	**0,91**

Εικόνα 58: Έλεγχος ομοιογένειας X^2

τιμών (δηλαδή τέσσερα στην περίπτωση αυτή). Η διαφοροποίηση των αναμενόμενων και των παρατηρούμενων συχνοτήτων είναι δυνατό να παρασταθεί γραφικά με το κατάλληλο διάγραμμα διασποράς (Διάγραμμα 1)



Διάγραμμα 1: Γραφική διαφοροποίηση μεταξύ παρατηρούμενων και αναμενόμενων συχνοτήτων

Μετά, αν και δεν είναι απαραίτητο, είναι καλό για την ολοκληρωμένη παρουσίαση του αποτελέσματος να υπολογίσουμε την τιμή του στατιστικού χ^2 το οποίο υπολογίζεται ως άθροισμα της τελευταίας στήλης του πίνακα της εικόνας 58.

Συνάρτηση	**CHITEST(E35:E38;F35:F38)**
Τιμή p	**0,82**

Εικόνα 59: Υπολογισμός της πιθανότητας p

Η ζητούμενη πιθανότητα p υπολογίζεται από το στατιστικό χ^2, τους βαθμούς ελευθερίας και την συνάρτηση CHIDIST() του Calc.

Υπολογίζουμε

$$\mathbf{p = P(\chi^2 > 0{,}91 \mid \chi^2 \sim X^2_3) = CHIDIST(0{,}91;3) = 0{,}82}$$

Εναλλακτικά, μπορούμε να υπολογίζεται άμεσα την πιθανότητα p με τη συνάρτηση **CHITEST()** δίνοντας ως πρώτο όρισμα τις παρατηρούμενες συχνότητες και ως δεύτερο όρισμα τις αναμενόμενες συχνότητες. Το αποτέλεσμα φυσικά προκύπτει το ίδιο! (*Εικόνα* 59)

Συμπέρασμα ελέγχου ομοιογένειας χι τετράγωνο
Η τιμή της πιθανότητας (0,82=82%) είναι μεγαλύτερη από τη μικρότερη τιμή αποδοχής (0,05=5%) άρα η υπόθεση H0 δεν απορρίπτεται. Με απλά λόγια μπορούμε να δεχθούμε πως τα χρώματα Γαλάζιο, Κίτρινο, Κόκκινο και Πράσινο εμφανίζονται με ίδια ποσοστά στο γενικό πληθυσμό από τον οποίον προήλθε το δείγμα των 22 παρατηρήσεων.

5.6.1.3 Προϋποθέσεις εφαρμογής της δοκιμασίας X^2 ως έλεγχο ομοιογένειας

Η δοκιμασία X^2 είναι μη παραμετρική δηλαδή δεν προϋποθέτει πως το δείγμα των τιμών της τυχαίας μεταβλητής που μελετούμε προέρχεται από πληθυσμό στον οποίο η μεταβλητή ακολουθεί κάποια συγκεκριμένη κατανομή η οποία προσδιορίζεται από κάποιες παραμέτρους θέσης και διασποράς.

Είναι καλό να υπάρχει αρκετά μεγάλο πλήθος παρατηρήσεων. Μικρό πλήθος παρατηρήσεων ισοδυναμεί με μεγάλο σφάλμα Τύπου ΙΙ δηλαδή υπάρχει σημαντική πιθανότητα να μην απορριφθεί η αρχική υπόθεση H_0 ενώ θα έπρεπε να απορριφθεί!

Μία προϋπόθεση η οποία πρέπει σύμφωνα με τη βιβλιογραφία να τηρείται στη δοκιμασία αυτή είναι οι αναμενόμενες συχνότητες να είναι σε όλες τις περιπτώσεις μεγαλύτερες από τη μονάδα. Επιπλέον, όχι περισσότερες από το ένα πέμπτο (20%) από τις αναμενόμενες συχνότητες δεν πρέπει να είναι μικρότερες από 5.

Αν οι παραπάνω προϋποθέσεις δεν τηρούνται τότε το αποτέλεσμα της δοκιμασίας X^2 δεν θεωρείται ιδιαίτερα έγκυρο και είναι καλό αν είναι δυνατόν να επιβεβαιωθεί με δεύτερη ανεξάρτητη δειγματοληψία.

Ευκόλως εννοούμενο είναι βέβαια πως για να έχει νόημα η εφαρμογή της δοκιμασίας πρέπει το δείγμα των παρατηρήσεων να είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού.

5.6.2 Έλεγχος Ανεξαρτησίας X^2 (Independent Test)

5.6.2.1 Θεωρητικό υπόβαθρο

Ο έλεγχος ανεξαρτησίας X^2 χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να επιβεβαιώσουμε ή να αναιρέσουμε την υποψία πως δύο ποιοτικές ή διατακτικές μεταβλητές είναι εξαρτημένες, δηλαδή πως η τιμή που θα έχει η μία μεταβλητή εξαρτάται από την τιμή που θα έχει η άλλη.

Η αρχική (ή μηδενική) υπόθεση στην περίπτωση του ελέγχου αυτού είναι

H_0 : Οι δύο μεταβλητές είναι ανεξάρτητες.

Η αντίστοιχη εναλλακτική πρόταση είναι

H_1 : όχι η H_0,

ή ισοδύναμα

H_1 : Οι δύο μεταβλητές είναι εξαρτημένες.

Η δοκιμασία αυτή είναι συνήθως το πρώτο βήμα στη μελέτη ενός ζεύγους ποιοτικών μεταβλητών.

Προσέξτε πως αν τελικά απορριφθεί η αρχική υπόθεση τόσο συνάγουμε μία αφηρημένη εξάρτηση μεταξύ των μεταβλητών η οποία πρέπει να διευκρινιστεί με περαιτέρω έρευνα ή/και θεωρητική ερμηνεία η οποία θα εξαρτάται από την επιστημονική περιοχή στην οποία ορίζονται οι μεταβλητές!

Ο έλεγχος ανεξαρτησίας X^2 βασίζεται στον υπολογισμό της στατιστικής ποσότητας

$$\chi^2=\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{l}\frac{(\Pi_{i,j}-E_{i,j})^2}{E_{i,j}}$$

Τύπος 6: Υπολογισμός χ^2 στον έλεγχο ανεξαρτησίας

όπου *k* είναι το πλήθος των διαφορετικών τιμών της μίας μεταβλητής, *l* είναι το πλήθος των διαφορετικών τιμών της άλλης μεταβλητής, $\Pi_{i,j}$ είναι η παρατηρούμενη συχνότητα της i κατηγορίας της μίας μεταβλητής και της j κατηγορίας της άλλης (επί του δείγματος) και $E_{i,j}$ είναι η αναμενόμενη συχνότητα της i κατηγορίας της μίας μεταβλητής και της j κατηγορίας της άλλης (επί του δείγματος) υπό την προϋπόθεση πως οι δύο μεταβλητές είναι ανεξάρτητες (δηλαδή υπό την προϋπόθεση να ισχύει η H_0).

Για τον υπολογισμό των αναμενόμενων συχνοτήτων $E_{i,j}$ ορίζουμε τα γεγονότα

A={Η μεταβλητή X_1 παίρνει την τιμή i}, B={Η μεταβλητή X_2 παίρνει την τιμή j}.

Υπολογίζουμε,

P(Το ζεύγος των μεταβλητών (X_1, X_2) έχει την τιμή (i,j)) = P(A · B) =

$$P(A)\cdot P(B)=\frac{\text{Σύνολο περιπτώσεων } i}{\text{Σύνολο Τιμών}}\cdot\frac{\text{Σύνολο περιπτώσεων } j}{\text{Σύνολο Τιμών}}$$

και

$E_{i,j}$ = P(Το ζεύγος των μεταβλητών (X_1, X_2) έχει την τιμή (i,j)) · Σύνολο Τιμών =

$$\frac{\text{Σύνολο περιπτώσεων } i\cdot\text{Σύνολο περιπτώσεων } j}{\text{Σύνολο Τιμών}}=\frac{\text{Άθροισμα γραμμής } i\cdot\text{Άθροισμα στήλης } j}{\text{Σύνολο Τιμών}}$$

Η μικρότερη τιμή που μπορεί να πάρει το στατιστικό χ^2 είναι το μηδέν. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ των $\Pi_{i,j}$ και $E_{i,j}$ επί του δείγματος τόσο μεγαλύτερη θα είναι η τιμή του στατιστικού χ^2. Είναι επίσης φανερό πως όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ των $\Pi_{i,j}$ και $E_{i,j}$ τόσο περισσότερο απίθανο είναι να ισχύει η αρχική υπόθεση, ενώ όσο πιο μικρή είναι αυτή η διαφορά τόσο μεγαλώνει η πιθανότητα να ισχύει!

Το μέγεθος της διαφορετικότητας μεταξύ $\Pi_{i,j}$ και $E_{i,j}$ απεικονίζεται στο μέγεθος του στατιστικού χ^2 το οποίο είναι ένας πραγματικός αριθμός. Το στατιστικό χ^2 αποδεικνύεται πως ακολουθεί την X^2

κατανομή με (k-1)(l-1) βαθμούς ελευθερίας (γράφουμε και $\boldsymbol{\chi^2 \sim X^2_{(k-1)(l-1)}}$). Αυτό σημαίνει πως για να κρίνουμε αν η τιμή του στατιστικού χ^2 που υπολογίσαμε είναι “μικρή” ή “μεγάλη” αρκεί να συμβουλευτούμε τον πίνακα τιμών της κατανομής αυτής και να βρούμε την πιθανότητα το στατιστικό χ^2 να πάρει τιμές μεγαλύτερες από αυτήν που υπολογίστηκε στο δείγμα μας.

Συνοπτικά, υπολογίζουμε την πιθανότητα

$$\mathbf{p = P(\chi^2 > \chi^2_{\delta\varepsilon\acute{\iota}\gamma\mu\alpha} \mid \chi^2 \sim X^2_{(k-1)(l-1)})}.$$

Η πιθανότητα p είναι το στοιχείο το οποίο θα αξιολογήσουμε για να αποφασίσουμε αν απορρίπτουμε ή όχι την αρχική υπόθεση της ανεξαρτησίας των δύο μεταβλητών.

Συνήθως το όριο το οποίο λαμβάνεται ως όριο απόρριψης είναι το 0,05 ή 5% ωστόσο αυτός ο κανόνας δεν είναι αυστηρός ενώ το όριο αποχής εξαρτάται από την επιστημονική περιοχή και πολλές φορές λαμβάνεται μεγαλύτερο.

Συνοπτικά, σαν έναν γενικό κανόνα έχουμε τον εξής :

Αν $p<0,05$ τότε η αρχική υπόθεση H_0 απορρίπτεται

Αν η αρχική υπόθεση απορριφθεί τότε συνάγουμε πως το είδος της τιμής που θα έχει η μία μεταβλητή “σχετίζεται” με το είδος της τιμής που θα έχει η άλλη μεταβλητή, χωρίς να ξεκαθαρίζει το είδος της σχέσης που θα υπάρχει. Στην περίπτωση αυτή η παρατήρηση του πίνακα συχνοτήτων βοηθάει στη διευκρίνηση της εικόνας.

5.6.2.2 Βασικά βήματα στο Calc.

Για την εφαρμογή στο Calc της δοκιμασίας X^2 ως έλεγχο ανεξαρτησίας απαιτείται η συμπλήρωση ενός διμεταβλητού πίνακα συχνοτήτων από τις συνδυαστικές παρατηρήσεις που έχουμε συλλέξει. (*Εικόνα* 60)

Επιπλέον, απαιτείται η συμπλήρωση ενός διμεταβλητού πίνακα ίδιας διάστασης στον οποίο θα καταχωρηθούν οι αναμενόμενες συχνότητες (*Εικόνα* 61). Η συμπλήρωση του πίνακα με τις αναμενόμενες συχνότητες περιγράφεται παρακάτω.

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των δύο πινάκων μπορούμε να υπολογίσουμε την τιμή του στατιστικού χ^2 (*Εικόνα* 62) κάτι που δεν είναι απαραίτητο αλλά είναι χρήσιμο για την ολοκληρωμένη παρουσίαση των αποτελεσμάτων της δοκιμασίας.

Τέλος, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη συνάρτηση του Calc υπολογίζουμε την πιθανότητα p (*Εικόνα* 63) την οποία αξιολογούμε και ερμηνεύουμε, συνήθως συγκρίνοντας της με το 0,05=5% και ανάλογα αποφασίζουμε την απόρριψη ή μη της στατιστικής υπόθεσης.

5.6.2.3 Παράδειγμα υλοποίησης της δοκιμασίας στο Calc.

Χρησιμοποιούμε ένα παράδειγμα παρόμοιο με αυτό που χρησιμοποιήθηκε στην παράγραφο 5.3.6 μόνο που υποθέτουμε πως οι παρατηρήσεις είναι εξήντα σε πλήθος ώστε να ικανοποιείται η πρώτη προϋπόθεση εφαρμογής της δοκιμασίας (για τις προϋποθέσεις εφαρμογής δες παρακάτω υποπαράγραφο 5.6.2.4). Ο πίνακας της εικόνας 60 προκύπτει ύστερα από ανάλογη επεξεργασία των αρχικών δεδομένων.

Διμεταβλητός Πίνακας Συχνοτήτων						
		Χρώμα Ματιών				
		Καστανά	Μαύρα	Μπλε	Πράσινα	Σύνολο
Φύλο	Αγόρι	18	6	6	6	36
	Κορίτσι	12	6	6	0	24
	Σύνολο	30	12	12	6	60

Εικόνα 60: Τα αρχικά συνδυαστικά δεδομένα των δύο ποιοτικών μεταβλητών

Ο επόμενος πίνακας (*Εικόνα* 61) περιέχει τις αναμενόμενες συχνότητες κάθε κελιού. Η αναμενόμενη συχνότητα κάθε κελιού υπό την υπόθεση πως ισχύει η υπόθεση H_0 της ανεξαρτησίας προκύπτει από τον τύπο

$$\text{Αναμενόμενη Συχνότητα} = \frac{\text{Άθροισμα Γραμμής} \cdot \text{Άθροισμα Στήλης}}{\text{Συνολικό Άθροισμα}}$$

Τύπος 7: Υπολογισμός αναμενόμενης συχνότητας στον έλεγχο χ^2 ως δοκιμασία ανεξαρτησίας

Στο διάγραμμα 2 παρουσιάζονται γραφικά και συνοπτικά οι διαφορές των αναμενόμενων και των παρατηρήσιμων συχνοτήτων για τα αγόρια και τα κορίτσια. Το επόμενο βήμα το οποίο είναι μη αναγκαίο αλλά επιθυμητό για την ολοκληρωμένη παρουσίαση της δοκιμασίας είναι ο υπολογισμός του στατιστικού χ^2 ο οποίος παρουσιάζεται στον πίνακα της εικόνας 62.

Η καταχώρηση κάθε κελιού προκύπτει από τον τύπο

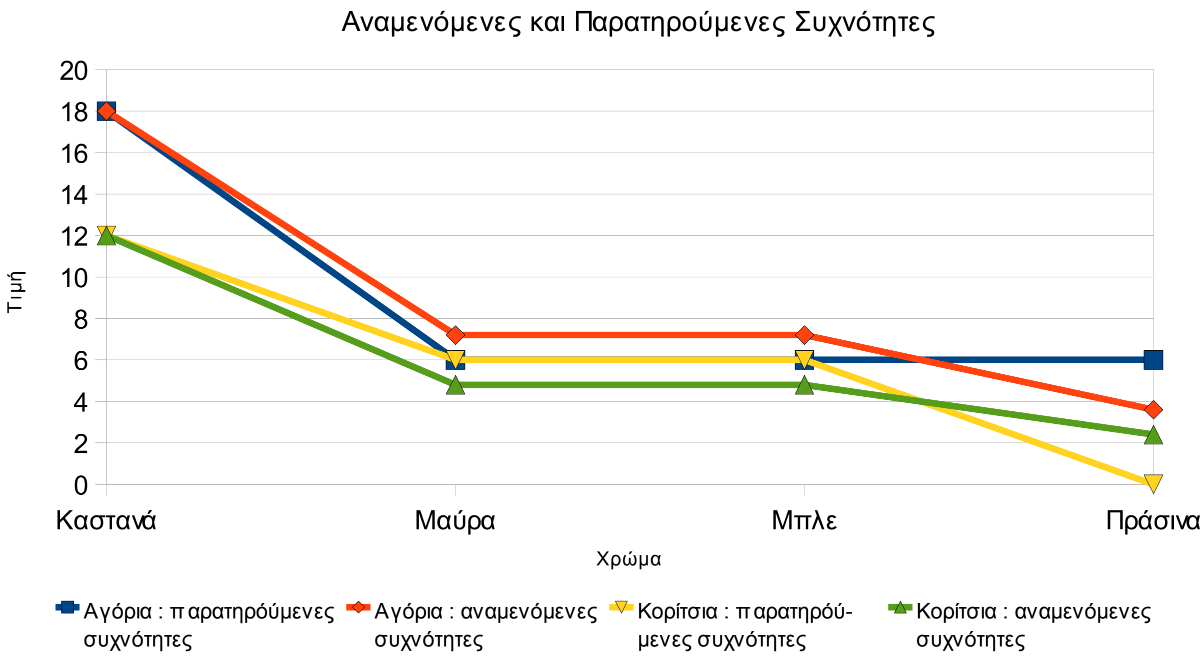
$$\frac{(\text{Παρατηρούμενη Συχνότητα του κελιού} - \text{Αναμενόμενη Συχνότητα του κελιού})^2}{\text{Αναμενόμενη Συχνότητα του κελιού}},$$

ενώ αθροίζοντας το σύνολο όλων των στοιχείων προκύπτει η ζητούμενη τιμή.

Τέλος στον πίνακα της εικόνας 63 παρουσιάζεται η πιθανότητα p εμφάνισης τιμής στο στατιστικό χ^2 μεγαλύτερη από αυτήν που υπολογίστηκε στο δείγμα μας. Η p υπολογίζεται με χρήση της συνάρτησης CHITEST() ωστόσο, έχοντας υπολογίσει την τιμή του στατιστικού χ^2 η οποία προκύπτει να είναι ίση με 5 (*Εικόνα* 62) το ίδιο αποτέλεσμα θα μπορούσε να προκύψει αν χρησιμοποιούσαμε τη συνάρτηση του Calc CHIDIST(5;3) (5 είναι η τιμή του στατιστικού χ^2 και 3

= (4-1)(2-1) οι βαθμοί ελευθερίας) η οποία επιστρέφει την τιμή της κατανομής X^2 στο σημείο 5 για 3 βαθμούς ελευθερίας. Μία δοκιμή μπορεί να σας πείσει!

Υπολογίζουμε **p=0,17=17%** κάτι που σημαίνει πως δεν ήταν ιδιαίτερα απίθανη η εμφάνιση των διαφορετικότητας μεταξύ των παρατηρήσιμων και των αναμενόμενων συχνοτήτων μεταξύ των δύο πινάκων. Συνήθως, το όριο βάσει του οποίου κρίνουμε πως ήταν ιδιαίτερα απίθανη η εμφάνιση των διαφορών αυτών και ως εκ τούτου συνάγουμε την εξάρτηση των μεταβλητών, είναι το 0,05=5%.



Διάγραμμα 2: Γραφική παρουσίαση των διαφορών μεταξύ παρατηρούμενων και αναμενόμενων συχνοτήτων

Διμεταβλητός Πίνακας Συχνοτήτων						
		Χρώμα Ματιών				
		Καστανά	Μαύρα	Μπλε	Πράσινα	Σύνολο
Φύλο	Αγόρι	0,00	0,20	0,20	1,60	2,00
	Κορίτσι	0,00	0,30	0,30	2,40	3,00
	Σύνολο	0,00	0,50	0,50	4,00	5,00

Εικόνα 62: Υπολογισμός της τιμής του στατιστικού χ^2 (μη αναγκαίος υπολογισμός αλλά επιθυμητός για την ολοκληρωμένη παρουσίαση της δοκιμασίας)

p	Συνάρτηση
0,17	CHITEST(N7:Q8;N16:Q17)

Εικόνα 63: Η πιθανότητα p και η συνάρτηση από την οποία υπολογίστηκε

Ο έλεγχος ανεξαρτησίας Χι τετράγωνο συνοπτικά
Η εξάρτηση των μεταβλητών ανιχνεύεται μέσω της διαφορετικότητας των παρατηρούμενων από τις αναμενόμενες συχνότητες. Όσο μεγαλύτερες είναι οι διαφορές αυτές, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η τιμή του στατιστικού χι τετράγωνο
Η πιθανότητα να ισχύει η στατιστική υπόθεση (δηλαδή να είναι ανεξάρτητες οι μεταβλητές) και να πάρει το στατιστικό χι τετράγωνο την τιμή που υπολογίσαμε είναι 0,17 ή 17%.
Τελικό Συμπέρασμα : Η στατιστική υπόθεση δεν απορρίπτεται. Πιο συγκεκριμένα, οι διαφορετικότητα μεταξύ των δύο πινάκων δεν είναι τόσο μεγάλη ώστε να συνάγουμε πως το χρώμα ματιών έχει εξάρτηση με το φύλο.

5.6.2.4 Προϋποθέσεις εφαρμογής της δοκιμασίας X^2 ως έλεγχο ανεξαρτησίας

Απαιτούνται οι προϋποθέσεις της παραγράφου 5.6.1.3 οι οποίες αναφέρονται στη δοκιμασία X^2 ως έλεγχο ομοιογένειας.

Επιπλέον, οι αποκλίσεις των συχνοτήτων (δηλαδή οι διαφορές $Π_{i,j}$-$E_{i,j}$) πρέπει να ακολουθούν την κανονική κατανομή. Αυτό βέβαια δεν ισχύει για τις ίδιες τις συχνότητες, είτε τις αναμενόμενες, είτε τις παρατηρήσιμες.

Ένας πρόσθετος κανόνας που προτείνεται στη βιβλιογραφία όταν και οι δύο ποιοτικές μεταβλητές έχουν από δύο τιμές (δηλαδή ο πίνακας είναι 2x2) είναι οι τρεις από τις τέσσερις αναμενόμενες τιμές να είναι μεγαλύτερες από 10. (Στην περίπτωση που οι μεταβλητές έχουν από δύο τιμές μπορεί να υπολογιστεί επικουρικά και ο συντελεστής Φ του Cramer.)

Τέλος, δεν πρέπει να υπάρχουν κελιά με μηδενική τιμή.

Αν υπάρχει μεγάλη απόκλιση από τις παραπάνω προϋποθέσεις τότε είναι καλό το αποτέλεσμα του ελέγχου να μην λαμβάνεται υπόψη ή να επαληθεύεται με δεύτερη δειγματοληψία αν αυτό είναι δυνατόν.

5.6.3 Δοκιμασία Fisher

Η δοκιμασία Fisher (Fisher's exact test) εφαρμόζεται για τον έλεγχο της ανεξαρτησίας δύο ποιοτικών δίτιμων μεταβλητών (δηλαδή μεταβλητών οι οποίες έχουν μόνο δύο τιμές όπως το φύλο ή η επιτυχία στις εξετάσεις κ.α.). Μπορεί να εφαρμοστεί στη θέση της δοκιμασίας X^2 όταν το δείγμα των παρατηρήσεων είναι μικρό κάτι που στην πράξη σημαίνει πως η δοκιμασία X^2 έχει μεγάλο περιθώριο σφάλματος. Ένας απλός κανόνας που επιβάλει την εφαρμογή της δοκιμασίας Fisher είναι η αναμενόμενη συχνότητα σε οποιοδήποτε κελί να είναι μικρότερη από δέκα. Φυσικά, αυτό δεν απαγορεύει την εφαρμογή της μεθόδου όταν όλες οι αναμενόμενες τιμές είναι μεγαλύτερες από δέκα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί παράλληλα με την δοκιμασία X^2 για επαλήθευση των αποτελεσμάτων.

Στο παράδειγμα που ακολουθεί θέλουμε να βρούμε αν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του φύλου των εφήβων και της δίαιτας. Ρωτήθηκαν σχετικά 24 έφηβοι, 12 αγόρια και 12 κορίτσια για το αν τη στιγμή της ερώτησης βρισκόταν σε περίοδο δίαιτας. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον Πίνακα 5

	Αγόρι	**Κορίτσι**	**Σύνολο**
Δίαιτα	**1**	**9**	**10**
Όχι δίαιτα	**11**	**3**	**14**
Σύνολο	**12**	**12**	**24**

Πίνακας 5: Δεδομένα δοκιμασίας Fisher

Εύκολα συμπεραίνουμε πως τα δεδομένα του παραδείγματος δεν είναι κατάλληλα για τη δοκιμασία X^2 γιατί οι αναμενόμενες συχνότητες είναι μικρότερες από δέκα (π.χ. για τα αγόρια που βρίσκονται σε δίαιτα θα περιμέναμε συχνότητα 10*12/24 = 5 <10). Άρα θα εφαρμόσουμε τη δοκιμασία Fisher.

Η στατιστική υπόθεση που επιθυμούμε να ελέγξουμε είναι η

H_0 : Τα αγόρια και τα κορίτσια είναι το ίδιο πιθανό να βρίσκονται σε δίαιτα,

έναντι της εναλλακτικής

H_1 : Όχι η H_0.

Το ερώτημα που απαντά η δοκιμασία Fisher είναι το εξής : Γνωρίζοντας πως 10 από τους 24 μαθητές οι 10 βρίσκονται σε δίαιτα και οι 14 δεν βρίσκονται σε δίαιτα, ποια είναι η πιθανότητα να είναι τόσο άνισα κατανεμημένοι οι 10 και οι 14 μαθητές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών; Ισοδύναμα, αν επιλέγαμε 10 μαθητές τυχαία από το δείγμα ποια η πιθανότητα οι εννέα να είναι μέσα από τα 12 κορίτσια και μόνο ένας να είναι μέσα από τα 12 αγόρια;

Στη γενική περίπτωση όπου οι καταχωρήσεις του πίνακα είναι οποιεσδήποτε συχνότητες a, b, c και d, ο Πίνακας 5 συμπληρώνεται ως εξής :

	Αγόρι	Κορίτσι	Σύνολο
Δίαιτα	a	b	a+b
Όχι δίαιτα	c	d	c+d
Σύνολο	a+c	b+d	n

Πίνακας 6: Γενική μορφή διμεταβλητού πίνακα συχνοτήτων δίτιμων μεταβλητών

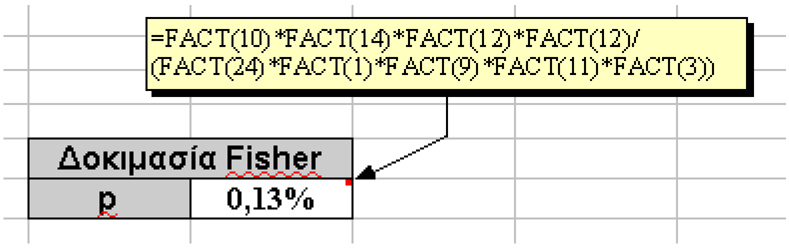
Ο Fisher έδειξε ότι η πιθανότητα να εμφανιστεί η ζητούμενη κατανομή συχνοτήτων ισούται με

$$p=\frac{(a+b)!(c+d)!(a+c)!(b+d)!}{n!a!b!c!d!},$$

Τύπος 8: Πιθανότητα p δοκιμασίας Fisher

όπου το σύμβολο του θαυμαστικού (!) είναι ο τελεστής παραγοντικό δηλαδή $n!=1\cdot 2\cdot \ldots \cdot n$ και ανάλογα για τις υπόλοιπες συχνότητες.

Ο υπολογισμός στα δεδομένα του παραδείγματος δίνει p = 0,0013 ή 0,13% (*Εικόνα* 64) άρα μπορούμε με μεγάλη ασφάλεια να απορρίψουμε την στατιστική υπόθεση και να συμπεράνουμε πως δεν είναι ίδιο το ποσοστό των αγοριών και των κοριτσιών που βρίσκονται σε δίαιτα.



Εικόνα 64: Δοκιμασία Fisher : Υπολογισμός της πιθανοφάνειας της παρατηρούμενης κατανομής συχνοτήτων

Κεφάλαιο 6

Έλεγχος ισότητας μέσης τιμής

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι στατιστικές δοκιμασίες που αφορούν τη μέση τιμή από έναν ή δύο πληθυσμούς.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες δοκιμασιών για τον έλεγχο μέσων τιμών, οι παραμετρικές και οι μη παραμετρικές. Οι παραμετρικές δοκιμασίες είναι οι πλέον συνηθισμένες και χρησιμοποιούνται όταν έχουμε δείγμα μεγάλου πλήθους (≥ 30) είτε όταν το δείγμα των τιμών που επεξεργαζόμαστε είναι μικρό (<30) αλλά γνωρίζουμε ή μπορούμε να δείξουμε πως

1) (Ένα δείγμα – One Sample T Test) Το δείγμα τιμών μας προέρχεται από πληθυσμό ο οποίος κατανέμεται κανονικά.
2) (Δύο ανεξάρτητα δείγματα – Independent Samples T Test) Τα δύο ανεξάρτητα δείγματα μας προέρχονται από δύο ανεξάρτητους πληθυσμούς οι οποίοι κατανέμονται κανονικά. (Ωστόσο, δείτε και την παράγραφο των περιορισμών της μεθόδου!)
3) (Ζευγαρωτές παρατηρήσεις – Paired Samples T Test) Οι διαφορές των ζευγαρωτών παρατηρήσεων προέρχονται από πληθυσμό ο οποίος ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Ο έλεγχος της κανονικότητας των τιμών γίνεται είτε παρατηρώντας το ιστόγραμμα των τιμών της μεταβλητής είτε το διάγραμμα p-p είτε το διάγραμμα q-q.

Επίσης, είναι απαραίτητο οι τιμές της τυχαίας μεταβλητής να είναι αριθμοί ενώ επιπλέον πρέπει να είναι δυνατή η ερμηνεία ενός σταθερού διαστήματος σε οποιοδήποτε σημείο της κλίμακας. Για παράδειγμα η απάντηση στην ερώτηση "Πόσες ημέρες την εβδομάδα συμβαίνει το γεγονός Χ" είναι αποδεκτή ως τυχαία μεταβλητή παραμετρικών ελέγχων καθώς η διαφορά μεταξύ των τιμών 2 και 3 είναι ακριβώς η ίδια με τη διαφορά μεταξύ των τιμών 5 και 6 (δηλαδή μία ημέρα και στις δύο περιπτώσεις) ενώ η απάντηση στην ερώτηση "Βαθμολογήστε από 1 έως 5 το άγχος που νιώθετε όταν βλέπετε την εικόνα Υ" δεν είναι αποδεκτή γιατί η διαφορά μεταξύ των τιμών 2 και 3 δεν μπορεί να συγκριθεί με τη διαφορά μεταξύ 3 και 4 καθώς δεν υπάρχει μία κοινά αποδεκτή κλίμακα άγχους!

6.1 Παραμετρικές στατιστικές δοκιμασίες

Παραμετρικές ονομάζονται οι στατιστικές δοκιμασίες οι οποίες προϋποθέτουν πως η κρίσιμη στατιστική ποσότητα προέρχεται από κάποιον πληθυσμό ο οποίος ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Η κανονικότητα της κατανομής της στατιστικού μπορεί να τεκμηριωθεί με τους παρακάτω τρόπους

1. Με απλή παραδοχή του γεγονότος αυτού από προηγούμενη ανάλυση της ίδιας μεταβλητής σε άλλες εργασίες
2. Με ποιοτική (μη αριθμητική) ανάλυση της μεταβλητής στην οποία θα τεκμηριώνεται η ύπαρξη πολλών ανεξάρτητων πηγών σφάλματος στη μέτρηση της τιμής της μεταβλητής είτε
3. Με γραφικό τρόπο παραθέτοντας το ιστόγραμμα των τιμών του δείγματος είτε ένα από τα διαγράμματα p-p και q-q.

Είναι φανερό πως όσο περισσότερα από τα παραπάνω στοιχεία παρουσιαστούν σε μία έρευνα τόσο περισσότερο αποδεκτή θα κριθεί η εφαρμογή της μεθόδου άρα και τόσο περισσότερο αξιόπιστο το τελικό συμπέρασμα!

Στη βιβλιογραφία μπορούν να βρεθούν στατιστικοί έλεγχοι με τους οποίους τεκμηριώνεται η προέλευση των τιμών ενός δείγματος από πληθυσμό κανονικής κατανομής με γνωστότερους τους ελέγχους Shapiro – Wilk και Kolmogorov – Smirnov αλλά η χρήση τους δεν συνιστάται καθώς οι έλεγχοι αυτοί είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι σε διαφορές μη κρίσιμες για το Student Test και πολλές φορές αρνούνται την αυτονόητη κανονικότητα που παρουσιάζεται σε ένα ιστόγραμμα (όταν για παράδειγμα το δείγμα είναι πολύ μεγάλο και υπάρχει πολύ μικρή απόκλιση από την κανονική κατανομή) ενώ δεν απορρίπτουν την υπόθεση της κανονικότητας ενώ η οπτική παρατήρηση τείνει στο αντίθετο γεγονός (όπως όταν υπάρχει μεγάλη απόκλιση από την κανονικότητα σε μικρό πλήθος παρατηρήσεων)

6.1.1 Έλεγχος ισότητας μέσης τιμής ενός δείγματος (One Sample T Test)

6.1.1.1 Παράδειγμα στατιστικού ελέγχου ισότητας μέσης τιμής

Η επιτροπή εμπορίου επιθυμεί να ελέγξει αν μία εταιρεία συσκευασίας γάλακτος νομιμοποιείται να γράφει στις συσκευασίες της πως το προϊόν ζυγίζει 500 γραμμάρια. Ο νόμος προβλέπει πως η εταιρεία νομιμοποιείται να αναγράφει την τιμή 500 γραμμάρια αν συμβαίνει το <u>μέσο βάρος</u> όλης της παραγωγής να είναι ακριβώς τόσο! (Παρατηρήστε πως λόγω των μικρών σφαλμάτων που υπάρχουν στην διαδικασία τυποποίησης σε συσκευασίες του γάλακτος, το βάρος μίας συσκευασίας δεν μπορεί να είναι ακριβώς 500 γραμμάρια αλλά θα είναι λίγο μεγαλύτερο ή λίγο μικρότερο).

Καθώς είναι αδύνατον να ζυγίσουμε το σύνολο όλων των συσκευασιών γάλακτος που βγήκαν ή θα βγούνε στο μέλλον από τη γραμμή παραγωγής αναγκαζόμαστε να πάρουμε ένα δείγμα από την παραγωγή και με βάση αυτό, χρησιμοποιώντας τον κατάλληλο στατιστικό έλεγχο να ελέγξουμε αν δεχόμαστε ή απορρίπτουμε τον ισχυρισμό της εταιρείας πως το μέσο βάρος όλης της παραγωγής είναι ίσο με 500 γραμμάρια..

Στον πίνακα 7 δίνονται τα δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν από δέκα συσκευασίες γάλακτος μιας γραμμής συσκευασίας της γαλακτοβιομηχανίας.

Σε πραγματικές συνθήκες το δείγμα που θα λαμβάναμε θα είχε μέγεθος μεγαλύτερο από δέκα (πενήντα θα ήταν ικανοποιητικό μέγεθος) αλλά για λόγους οικονομίας χώρου, στο παράδειγμα μας υποθέτουμε ότι αυτό είναι δέκα.

Θα ελέγξουμε αν η στατιστική υπόθεση

H_0 : Η μέση τιμή όλης της παραγωγής είναι ίση με 500 γραμμάρια

απορρίπτεται έναντι της εναλλακτικής (ερευνητικής) υπόθεσης

H_1 : Η μέση τιμή όλης της παραγωγής είναι μικρότερη από 500 γραμμάρια,

ή συνοπτικά την στατιστική υπόθεση $\mathbf{H_0 : \mu = 500}$ έναντι της $\mathbf{H_1 : \mu < 500}$.

Παρατηρήστε πως η εναλλακτική (ερευνητική) υπόθεση είναι μονόπλευρη ανισότητα. Ο λόγος που γίνεται αυτό είναι γιατί στη συγκεκριμένη περίπτωση το σημαντικό είναι να μην είναι ελλιποβαρείς οι συσκευασίες καθώς αυτό είναι το παράνομο γεγονός το οποίο αναζητά η επιτροπή εμπορίου. Οι έλεγχοι αυτού του τύπου λέγονται μονόπλευροι. Στην περίπτωση στην οποία θα ήταν κατακριτέα η διαφορά και στις δύο περιπτώσεις ανισότητας τότε θα γράφαμε $\mathbf{H_1 : \mu \neq 500}$ και η δοκιμασία θα ονομαζόταν δίπλευρη.

6.1.1.2 Υλοποίηση της δοκιμασίας στο Calc.

Καθώς στο παράδειγμα έχουμε μικρό δείγμα πρέπει να αποδείξουμε πως το δείγμα τιμών προέρχεται από πληθυσμό που ακολουθεί την κανονική κατανομή. (αν είχαμε συλλέξει μεγάλο δείγμα η κανονικότητα της δειγματικής μέσης τιμής θα ήταν αυταπόδεικτη!) Η ποιοτική ανάλυση συνηγορεί στο γεγονός της κανονικότητας καθώς το βάρος κάθε συσκευασίας καθορίζεται από τη λειτουργία μίας ή περισσοτέρων μηχανών τυποποίησης οι οποίες ως μηχανικές αυτόματες διαδικασία αναμένουμε να έχουν κανονικό σφάλμα. Επιπλέον, η υπόθεση αυτή υποστηρίζεται από το διάγραμμα p – p ή το διάγραμμα q – q των δεδομένων.

Βάρος Συσκευασίας
490
503
499
492
500
501
489
478
498
508

Πίνακας 7: Δεδομένα ελέγχου ισότητας μέσης τιμής ενός δείγματος.

Υπολογίζουμε τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση του δείγματος (*Εικόνα* 65). Η μέση τιμή (495,8 γραμμάρια) προκύπτει μικρότερη από την ισχυριζόμενη τιμή των 500 γρ. Η διαφορά μεταξύ της υποτιθέμενης μέσης τιμής και της παρατηρούμενης δειγματικής μέσης τιμής είναι **δ=4,2 γραμμάρια**. Όμως, είναι λογικό πως από τη στιγμή που οι συσκευασίες δεν έχουν βάρος ακριβώς ίσο με 500 γραμμάρια, είναι αναμενόμενο πως ούτε το δειγματικό μέσο βάρος θα προκύψει ακριβώς ίσο με 500 γραμμάρια.

Μέση Τιμή (AVERAGE(B4:B13))	**495,8**
Τυπική Απόκλιση (STDEV(B4:B13))	**8,64**

Εικόνα 65: Περιγραφικά Στατιστικά του δείγματος των δέκα συσκευασιών

Στο σημείο αυτό πρέπει να κρίνουμε αν η δειγματική διαφορά των 4,2 γραμμαρίων είναι "*μεγάλη*" ή "*μικρή*". Αν αποφασίσουμε ότι είναι "*μεγάλη*" τότε θα πρέπει να απορρίψουμε την υπόθεση πως το μέσο βάρος όλων των συσκευασιών είναι ίσο με 500 γραμμάρια ενώ αντίθετα αν καταλήξουμε πως είναι "*μικρή*" τότε δεν πρέπει να την απορρίψουμε (κάτι που πολλές φορές καταγράφεται μη ορθά ως "η αρχική υπόθεση γίνεται δεκτή" αντί του ορθότερου "η αρχική υπόθεση δεν απορρίπτεται".)

Την κρίση για το μέγεθος της διαφοράς μπορούμε να την κάνουμε αν γνωρίζουμε το εύρος των τιμών που περιμέναμε να πάρει αυτή όταν πάρουμε δείγματα από μία παραγωγή με μέσο βάρος 500 γραμμάρια. Ισοδύναμα, με στατιστική ορολογία αρκεί να γνωρίζουμε την κατανομή της διαφοράς δ υπό την προϋπόθεση πως ισχύει η αρχική υπόθεση H_0.

Η πληροφορία αυτή μας δίνεται από το κεντρικό οριακό θεώρημα το οποίο μας ενημερώνει πως η διαφορά δ θα ακολουθεί την κατανομή Student με 9 βαθμούς ελευθερίας (9 = 10 – 1 = n – 1). Συμβολικά,

$$\bar{X}-500=\delta \sim T_9(0,\frac{8{,}64}{\sqrt{10}}) \Leftrightarrow \delta \sim T_9(0,2.73) \Leftrightarrow \delta \sim T_9(0,1.65^2)$$

Τύπος 9: Εφαρμογή Κεντρικού Οριακού Θεωρήματος

Με απλά λόγια η τελευταία ισοδυναμία μας δίνει την πληροφορία πως αν πάρουμε πάρα πολλά δείγματα μεγέθους n=10 τότε οι διαφορές των μέσων τιμών θα είναι συγκεντρωμένες γύρω από το μηδέν ενώ σχεδόν το σύνολο των διαφορών θα βρίσκονται σε εύρος τριών τυπικών αποκλίσεων γύρω από το μηδέν δηλαδή σε απόσταση 3*(9/7)^{1/2} = 3 * 1,13 = 3,39 από το μηδέν [η διακύμανση της κατανομής Student T_v είναι $\sigma^2 = v/(v\text{-}2)$].

Επίσης, καθώς η κατανομή που θα ακολουθούν οι διαφορές είναι η T_9 η οποία προσομοιάζει αρκετά στην κανονική κατανομή (διαφοροποιείται στο άνοιγμα της “καμπάνας”) συμπεραίνουμε πως σε μία επαναληπτική δειγματοληψία δειγμάτων μεγέθους 10 όσο απομακρυνόμαστε από το μέσο κατανομής (το μηδέν) τόσο λιγότερες περιπτώσεις τόσο μεγάλων διαφορών θα βρίσκουμε ή ισοδύναμα όσο μεγαλώνει η διαφορά τόσο μικρότερη πιθανότητα υπάρχει να την παρατηρήσουμε σε μία δειγματοληψία.

Ακριβώς αυτή η πιθανότητα να παρατηρήσουμε μία τόσο μεγάλη διαφορά είναι το κριτήριο το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε για να αποφασίσουμε αν η διαφορά δ=4,2 είναι “*μεγάλη*” ή “*μικρή*” και κατ' επέκταση αν θα απορρίψουμε ή όχι την αρχική υπόθεση πως το μέσο βάρος της παραγωγής είναι 500 γραμμάρια. Η πιθανότητα αυτή συμβολίζεται p και φορμαλιστικά ορίζεται ως

$$p=P(\delta>4{,}2 \| \mu=500)$$

Για να υπολογιστεί η ζητούμενη πιθανότητα πρέπει πρώτα να υπολογιστεί το στατιστικό μέγεθος

$$t=\frac{|\bar{x}-500|\sqrt{n}}{s}$$

το οποίο υπολογίζεται σε ξεχωριστό κελί όπως φαίνεται στην εικόνα 66.

Τιμή στατιστικού (ABS((F6-C17)*SQRT(COUNT(B4:B13))/F7))	**1,54**

Εικόνα 66: Στατιστικό t

Η ζητούμενη πιθανότητα υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση **TDIST()** η οποία απαιτεί τρία ορίσματα. Το πρώτο είναι η τιμή του στατιστικού t, η δεύτερη είναι το πλήθος των βαθμών ελευθερίας το οποίο ισούται με το μέγεθος του δείγματος μείον ένα (δηλαδή 9 = 10 – 1 στην περίπτωση μας) ενώ το τρίτο παίρνει τιμή ένα (1) ή δύο (2) ανάλογα αν ο στατιστικός έλεγχος είναι μονόπλευρος ή δίπλευρος. Αυτό καθορίζεται από το είδος της εναλλακτικής υπόθεσης και στην περίπτωση μας όπως αναφέραμε στην εισαγωγή είναι μονόπλευρος.

p (δίπλευρος έλεγχος)	0,16

Εικόνα 67: Η πιθανότητα p βάσει της οποίας θα γίνει δεκτή ή θα απορριφθεί η στατιστική υπόθεση

Το αποτέλεσμα εφαρμογής της συνάρτησης το οποίο το συμβολίζουμε με p είναι πιθανότητα, δηλαδή ένας αριθμός μεταξύ 0 και 1. Το p είναι η πιθανότητα να προκύψει δειγματική διαφορά μεγαλύτερη από την παρατηρούμενη από μία παραγωγή με μέσο βάρος 500 γραμμάρια. Η ερμηνεία του p είναι άμεση και είναι η εξής :

Αν η πιθανότητα αυτή είναι μεγάλη τότε δεν έχουμε ισχυρό έρεισμα να απορρίψουμε τον ισχυρισμό. Αν όμως είναι μικρή (συνήθως το όριο λαμβάνεται να είναι το 5%=0,05) τότε απορρίπτουμε τον ισχυρισμό διότι προκύπτει πως ήταν ιδιαίτερα απίθανη η δειγματοληψία με τέτοιο μέσο βάρος.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση καθώς είναι p=0,16=16% > 5% = 0,05 δεν απορρίπτουμε τον ισχυρισμό της εταιρείας, άρα η εταιρεία δικαιούται να συνεχίσει να γράφει στις συσκευασίες της πως το βάρος κάθε συσκευασίας είναι 500 γραμμάρια!

6.1.1.3 Συνοπτικά βήματα για τον έλεγχο μέσης τιμής για ένα δείγμα (One Sample T Test).

I. Τοποθετούμε τα δεδομένα του δείγματος σε μία στήλη του Calc.

II. Καταγράφουμε στο χαρτί τη στατιστική υπόθεση η οποία είναι της μορφής H_0 : Η μέση τιμή του πληθυσμού από τον οποίο προήλθε το δείγμα είναι ίση με μ_0.

III. Ορίζουμε το όριο αποδοχής a της στατιστικής υπόθεσης. Συνήθως το a παίρνει την τιμή 0,05.

IV. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα μας υπολογίζουμε τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση.

V. Υπολογίζουμε το στατιστικό t.

VI. Χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση TDIST() υπολογίζουμε την πιθανοφάνεια p της δειγματικής μέσης τιμής.

VII. Απορρίπτουμε ή όχι την στατιστική υπόθεση ανάλογα με το αν η p είναι μικρότερη ή όχι από το όριο σφάλματος a που θέσαμε στην έρευνα μας. (Συνήθως a=0,05=5%).

6.1.2 Έλεγχος ισότητας μέσης τιμής δύο ανεξάρτητων δειγμάτων (Independent Samples T-Test)

6.1.2.1 Εισαγωγή

Ο έλεγχος ισότητας δύο ανεξάρτητων δειγμάτων ή δοκιμασία Student ή απλά T Test είναι ο πλέον δημοφιλής τρόπος για να ελέγξουμε αν η μέση τιμή μίας μεταβαλλόμενης ποσότητας είναι ίδια σε δύο ανεξάρτητους πληθυσμούς παίρνοντας αντιπροσωπευτικά δείγματα από τους πληθυσμούς αυτούς. Για την υλοποίηση του ελέγχου λαμβάνονται υπόψη οι μέσες τιμές των δύο δειγμάτων, το μέγεθος των διασπορών των δύο δειγμάτων και το μέγεθος των δύο δειγμάτων. Το τελικό αποτέλεσμα προσδιορίζεται από την τιμή που θα έχει η πιθανότητα p να ισχύει η ισότητα των μέσων τιμών έχοντας παρατηρήσει τις δειγματικές τιμές.

Θεωρώντας σταθερούς όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν την πιθανότητα p μπορούμε να πούμε πως η πιθανότητα p αυξάνεται όταν

1. αυξάνεται η διαφορά των δειγματικών μέσων,
2. αυξάνεται το μέγεθος των δύο δειγμάτων των πληθυσμών,
3. μειώνεται η δειγματική διακύμανση σε ένα ή και στα δύο δείγματα.

Για το T Test δύο ανεξάρτητων δειγμάτων η αρχική υπόθεση είναι η

H_0 : οι μέσες τιμές των πληθυσμών είναι ίσες (H_0 : $\mu_1=\mu_2$),

ενώ η εναλλακτική υπόθεση είναι η

H_1 : οι μέσες τιμές των πληθυσμών δεν είναι ίσες, είναι σημαντικά διαφορετικές (H_1 : $\mu_1\neq\mu_2$).

Η αποδοχή ή απόρριψη της H_0 καθορίζεται από την τιμή που λαμβάνει η πιθανότητα p η οποία με τη σειρά της προσδιορίζεται από την τιμή που λαμβάνει το στατιστικό t, το οποίο θα οριστεί στην επόμενη παράγραφο. Αν η πιθανότητα p είναι ιδιαίτερα μικρή (στις περισσότερες περιπτώσεις το όριο είναι το 0,05) τότε απορρίπτουμε την πρόταση H_0 πως οι μέσες τιμές των πληθυσμών είναι ίσες. Σε μία εργασία θα γράφαμε πως οι μέσες τιμές είναι σημαντικά διαφορετικές (ή στατιστικά διαφορετικές).

6.1.2.2 Πιθανά σφάλματα

Καθώς η αποδοχή ή η απόρριψη της H_0 βασίζεται σε μία πιθανότητα υπάρχει πάντα η περίπτωση να πάρουμε λάθος απόφαση. Υπάρχουν δύο περιπτώσεις σφάλματος. Η πρώτη (Σφάλμα τύπου I) συμβαίνει όταν η μηδενική υπόθεση H_0 απορρίπτεται από το στατιστικό έλεγχο ενώ στην πραγματικότητα είναι σωστή (εσφαλμένη απόρριψη, false positive). Με απλά λόγια, οι μέσες τιμές των πληθυσμών είναι ίσες αλλά ο στατιστικός έλεγχος καταδεικνύει πως αυτό δεν ισχύει, δηλαδή πως αυτές δεν είναι ίσες! Το δεύτερο (Σφάλμα τύπου II) συμβαίνει όταν η μηδενική υπόθεση H_0 γίνεται αποδεκτή ενώ δεν ισχύει (εσφαλμένη αποδοχή, false negative), δηλαδή οι μέσες τιμές των πληθυσμών είναι στην πραγματικότητα σημαντικά διαφορετικές και ο στατιστικός έλεγχος αποδέχεται την ισότητά τους.

Οι δύο τύποι σφάλματος έχουν αντιστρόφως ανάλογη πιθανότητα εμφάνισης. Η ελαχιστοποίηση του σφάλματος ενός τύπου μεγαλώνει την πιθανότητα εμφάνισης του σφάλματος του άλλου τύπου. Καθώς, το σφάλμα τύπου I είναι ελεγχόμενο από τον ερευνητή ενώ αυτό του τύπου II δεν είναι, έχει επικρατήσει στις περισσότερες επιστημονικές περιοχές το σφάλμα αυτό να ορίζεται στο 5% = 0,05. Το σφάλμα τύπου I συμβολίζεται συνήθως με **α**, ενώ το σφάλμα τύπου II συμβολίζεται με **β.**

6.1.2.3 Προϋποθέσεις εφαρμογής του ελέγχου T-Test δύο ανεξάρτητων δειγμάτων.

Ισχύει ότι και για τον αντίστοιχο έλεγχο ενός δείγματος. Αν τα δύο δείγματα είναι μεγαλύτερα από 30 τότε η εφαρμογή της δοκιμασίας νομιμοποιείται άμεσα ενώ αν τα δείγματα είναι μικρά τότε πρέπει να τεκμηριωθεί ο λόγος για τον οποίον οι μεταβλητές ακολουθούν την κανονική κατανομή είτε με ποιοτική ανάλυση των παραγόντων που συμβάλουν στην μεταβλητότητα των τιμών τους είτε με αναφορά σε ανάλογες μελέτες της ίδιας μεταβλητής από προηγούμενες έρευνες είτε με γραφικό τρόπο χρησιμοποιώντας το ιστόγραμμα, το διάγραμμα p-p ή το διάγραμμα q-q.

Επιπλέον, η δοκιμασία αυτή απαιτεί μία σχετική ομοιότητα των διακυμάνσεων των δύο πληθυσμών. Περισσότερα για αυτό σε επόμενη παράγραφο!

6.1.2.4 Παράδειγμα στατιστικού ελέγχου ισότητας μέσης τιμής

Συγκρίνουμε την ικανότητα των μαθητών δύο σχολείων Α και Β στο μάθημα των μαθηματικών. Θέλουμε να αποδείξουμε πως τα δύο σχολεία έχουν μαθητές ίδιας ικανότητας στο μάθημα αυτό. Η ικανότητα στα μαθηματικά θα μετρηθεί με την επίδοση τους στα ίδια θέματα στα οποία οι μαθητές θα κληθούν να εξεταστούν. Καθώς δεν ήταν δυνατή η εξέταση του συνόλου των μαθητών των δύο σχολείων επιλέχθηκε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα από 10 μαθητές από το σχολείο Α και ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα από 12 μαθητές από το σχολείο Β. Αυτοί εξετάστηκαν και οι επιδόσεις τους παρουσιάζονται στον πίνακα 8.

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των δύο αντιπροσωπευτικών δειγμάτων πρέπει να αποφασίσουμε αν οι μαθητές των δύο σχολείων τα καταφέρνουν το ίδιο καλά στο μάθημα των μαθηματικών. Με στατιστική ορολογία πρέπει να ελέγξουμε την αρχική υπόθεση

H_0 : Οι μέσες τιμές επιδόσεις των μαθητών των δύο σχολείων είναι ίσες,

και να βρούμε αν η H_0 απορρίπτεται ή όχι βάσει των στοιχείων του δείγματος. Καθώς δεν υποψιαζόμαστε ανωτερότητα των μαθητών του ενός σχολείου έναντι του άλλου ορίζουμε ως εναλλακτική υπόθεση την

H_1 : Οι μέσες τιμές επιδόσεις των μαθητών των δύο σχολείων δεν είναι ίσες,

δηλαδή υλοποιούμε μία δίπλευρη δοκιμασία.

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

Πίνακας 8: Δεδομένα στατιστικού ελέγχου (ανεξάρτητα δείγματα)

Υπολογίζοντας τις μέσες επιδόσεις των μαθητών που αντιπροσωπεύουν κάθε σχολείο (*Εικόνα* 68) βρίσκουμε πως οι μαθητές από το σχολείο Β υπερτερούν από τους μαθητές του σχολείου Α κατά 1,52 μονάδες (*Εικόνα* 69). Η διαφορά των 1,52 μονάδων δείχνει πως οι μαθητές του δείγματος του σχολείου Β είναι καλύτεροι όσον αφορά τη μέση επίδοση τους από τους μαθητές του σχολείου Α.

	Α	Β
Μέση Τιμή	14,9	16,42
Τυπική Απόκλιση	3,14	2,97

Εικόνα 68: Περιγραφικά στατιστικά ομάδων

Διαφορά μέσων τιμών	1,52

Εικόνα 69: Δειγματική διαφορά

Το ερώτημα που αβίαστα τίθεται είναι αν η διαφορά **δ = 1,52** μονάδες μεταξύ των δειγματικών μέσων τιμών είναι τόσο μεγάλη ώστε να μην είναι δυνατό να αποδοθεί στο στατιστικό σφάλμα της δειγματοληψίας δηλαδή στη φυσιολογική απόκλιση που θα περιμέναμε να έχουν οι μέσες τιμές των δύο δειγμάτων μεταξύ τους.

Αν αποφασίσουμε πως το μέγεθος της διαφοράς είναι πολύ μεγάλο για να οφείλεται στο τυχαίο σφάλμα της δειγματοληψίας τότε αυτό θα σημαίνει πως υπάρχει μία “συστημική” διαφοροποίηση στις επιδόσεις η οποία θα οφείλεται στη διαφορετική ικανότητα των μαθητών των δύο σχολείων στα μαθηματικά και πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση μας πως οι μαθητές του σχολείου Β είναι περισσότερο ικανοί στα μαθηματικά από τους μαθητές του σχολείου Α.

Αν αντίθετα, καταλήξουμε πως μία τέτοια διαφορά στις δειγματικές μέσες επιδόσεις ήταν αρκετά πιθανό να εμφανιστεί λόγω του τυχαίου σφάλματος της δειγματοληψίας τότε μπορούμε να ολοκληρώσουμε την έρευνα μας χωρίς να απορρίψουμε την ισοδυναμία των μαθητών των δύο σχολείων στα μαθηματικά. (Προσέξτε πως αναφέρουμε “δεν απορρίπτουμε” και όχι “αποδεχόμαστε” καθώς η αποδοχή προϋποθέτει ισχυρότερα επιχειρήματα από έναν απλό στατιστικό έλεγχο. Επιπλέον, είναι περισσότερο σεμνό και δεν δημιουργεί εσφαλμένες εντυπώσεις ενός απόλυτα αντικειμενικού ελέγχου στο σύνολο των ανεξάρτητων πληθυσμών των δύο σχολείων!)

Για να χαρακτηρίσουμε το μέγεθος της διαφοράς δ ως “μεγάλο” ή “μικρό” πρέπει να γνωρίζουμε το εύρος των τιμών που περιμέναμε να πάρει αυτή σε μία αντίστοιχη τυχαία δειγματοληψία 10 και 12 μαθητών αντίστοιχα από δύο σχολεία Α και Β με ίση μέση επίδοση στα μαθηματικά.

Ισοδύναμα, με στατιστική ορολογία πρέπει να γνωρίζουμε την κατανομή της διαφοράς δ υπό την προϋπόθεση πως ισχύει η αρχική υπόθεση H_0.

6.1.2.5 Θεωρητική ανάλυση και λύση

Ο καλύτερος τρόπος για την μέτρηση της πραγματικής κατανομής της διαφοράς δ είναι η συνεχής επανάληψη της δειγματοληψίας 10 και 12 μαθητών αντίστοιχα από τα δύο σχολεία Α και Β, η μέτρηση της δειγματικής διαφοράς σε κάθε δειγματοληψία και η παρατήρηση της κατανομής του συνόλου των δειγματικών διαφορών που προκύπτει.

Καθώς αυτό δεν είναι καθόλου εύκολο να γίνει καταφεύγουμε στη θεωρία κατανομών η οποία μας ενημερώνει πως η διαφορά δ διαιρούμενη με την “κοινή” τυπική απόκλιση $s_{κοινή}$ ακολουθεί την κατανομή Student.

Η “κοινή” διακύμανση $s_{κοινή}$ στο Calc υπολογίζεται από τον τύπο

$$s_{κοινή}^2 = \frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} = \frac{3{,}14^2}{10} + \frac{2{,}97^2}{12} = 1{,}72 = 1{,}31^2$$

Τύπος 10: Υπολογισμός "κοινής" διακύμανσης

ενώ οι βαθμοί ελευθερίας df της κατανομής είναι ίσοι με $n_1+n_2 - 2 = 10+12 - 2 = 20$. Συνοπτικά, γράφουμε

$$t=\frac{\delta}{1,31}\sim T_{20}$$

Γνωρίζουμε από τη θεωρία κατανομών πως η διακύμανση της κατανομής Student T_v είναι $\sigma^2 = v/(v-2)$. Για $v=20$ υπολογίζουμε πως η κατανομή Student T_{20} έχει διακύμανση 20/18 = 1,11 και αντίστοιχη τυπική απόκλιση σ = 1,05.

Με απλά λόγια η τελευταία ισοδυναμία μας δίνει την πληροφορία πως αν επαναλάβουμε πολλές φορές τη δειγματοληψία 10 και 12 μαθητών αντίστοιχα από τα σχολεία Α και Β, μετρήσουμε τη διαφορά δ των δειγματικών μέσων επιδόσεων και διαιρέσουμε ότι βρούμε με το 1,31 θα πάρουμε τιμές οι οποίες θα κατανέμονται συμμετρικά γύρω από το μηδέν, οι περισσότερες από αυτές θα βρίσκονται στην περιοχή του μηδέν, το πλήθος τους θα μειώνεται όσο απομακρυνόμαστε από το μηδέν ενώ σχεδόν το σύνολο από αυτές θα βρίσκονται σε απόσταση 1,05 x 3 = 3,15 πριν και μετά το μηδέν.

Ολοκληρώνουμε την έρευνα μας υπολογίζοντας βάσει της παραπάνω θεωρητικής περιγραφής και της κατανομής T_{20}, την πιθανότητα p να βρούμε μία διαφορά η οποία θα βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 1,52.

Υπολογίζουμε

$$p=P(|\delta|>1,52)=P(|t|>1,16)=TDIST(1,16;20;2)=0,26$$

όπου χρησιμοποιήσαμε τη συνάρτηση TDIST() του Calc η οποία δίνει την ζητούμενη πιθανότητα. Αν ο έλεγχος ήταν μονόπλευρος (στην περίπτωση που εξ'αρχής υποθέταμε πως το ένα σχολείο π.χ. το Α είναι καλύτερο από το Β) θα τοποθετούσαμε τη μονάδα (1) ως τελευταίο όρισμα στη συνάρτηση κάτι που θα είχε ως αποτέλεσμα ακριβώς το ήμισυ του αποτελέσματος που πήραμε, δηλαδή 0,13.

6.1.2.6 Σύντομη λύση δίχως ανάλυση

Αν και δεν προτείνεται υπάρχει η δυνατότητα άμεσου υπολογισμού του τελικού αποτελέσματος δίχως περιττές πράξεις χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση **TTEST()** η οποία παίρνει τέσσερα ορίσματα από τα οποία τα δύο πρώτα είναι τα κελιά όπου περιέχονται τα δεδομένα του πρώτου και του δεύτερου δείγματος, στο τρίτο καταχωρείται το είδος του στατιστικού ελέγχου (1: μονόπλευρο ή 2:δίπλευρο) ενώ στο τελευταίο τοποθετείται ο τύπος του T-Test που θα εφαρμοστεί. Στην περίπτωση της παραγράφου αυτής καθώς τα δύο δείγματα προέρχονται από ανεξάρτητους πληθυσμούς η τιμή που πρέπει να καταχωρηθεί ως τέταρτο και τελευταίο όρισμα είναι το 2 (για ίσες διακυμάνσεις πληθυσμών) ή το 3 (για άνισες διακυμάνσεις πληθυσμών). Καθώς από την ανάλυση στις δειγματικές διακυμάνσεις αποφασίσαμε πως οι διακυμάνσεις των πληθυσμών είναι ίσες τοποθετούμε ως τελευταίο όρισμα το 2 και υπολογίζουμε την πιθανότητα p ίση με 0,26 ολοκληρώνοντας τη δοκιμασία (*Εικόνα* 70).

Πιθανότητα p (Δεχόμαστε ίση διασπορά στους δύο πληθυσμούς)	0,26

Εικόνα 70: Πιθανοφάνεια διαφοράς μεταξύ των ομάδων

Πρέπει ωστόσο να σημειωθεί πως η ολοκληρωμένη παρουσίαση της δοκιμασίας επιβάλει στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων να περιλαμβάνονται όλες οι στατιστικές ποσότητες που προηγήθηκαν του υπολογισμού του p ώστε κάθε τρίτος αναγνώστης να είναι σε θέση να επιβεβαιώσει το τελικό αποτέλεσμα και να κρίνει την ορθότητα της διαδικασίας..

6.1.2.7 Έλεγχος της ισότητας των διακυμάνσεων

Η παραμετρική δοκιμασία Independent Samples T Test είναι απολύτως αξιόπιστη όταν οι διακυμάνσεις των πληθυσμών είναι ίσες ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο όταν οι διακυμάνσεις δεν είναι ίσες. Επιπλέον, το σφάλμα αξιοπιστίας της μεθόδου είναι ανάλογο της διαφοράς στα μεγέθη των δύο δειγμάτων και αντιστρόφως ανάλογο της διαφοράς των μεγεθών των δύο δειγμάτων. Από την άλλη, όταν τα δύο δείγματα είναι ίδιου μεγέθους τότε η εφαρμογή της δοκιμασίας είναι αποδεκτή όταν η μία τυπική απόκλιση είναι το πολύ διπλάσια της άλλης.

Όταν το ένα δείγμα έχει αρκετά μεγαλύτερη διακύμανση και αρκετά μικρότερο μέγεθος από το άλλο η χρήση της δοκιμασίας κρίνεται απαγορευτική και μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα τελικά συμπεράσματα**.** Ενδεικτικά αναφέρουμε πως η εξομοιωτική της εφαρμογής της δοκιμασίας σε δύο δείγματα τα οποία προέρχονται από την κανονική κατανομή αλλά το ένα δείγμα έχει αρκετά μεγαλύτερη διακύμανση (λόγος μεταξύ τυπικών αποκλίσεων ίσος με 5) από το άλλο και αρκετά μικρότερο μέγεθος από το άλλο (λόγος δειγματικών μέγεθός ίσος με 1/5) οδηγεί σε υπολογισμό της τιμής του p ίση με 0,05 ενώ η πραγματική τιμή του υπολογίζεται ίση με 0,22!

Αν δεν μπορούμε να αποφασίσουμε πως οι διακυμάνσεις των πληθυσμών είναι ίσες τότε πρέπει να γίνει ξεχωριστός στατιστικός έλεγχος υπόθεσης για την ισότητα των διακυμάνσεων των πληθυσμών. Οι πιο γνωστές δοκιμασίες ελέγχου ισότητας διακυμάνσεων είναι η δοκιμασία λόγου (F Test), η πιο ασφαλής δοκιμασία Levene, η δοκιμασία του Bartlett και η δοκιμασία Brown-Forsythe.

Η δοκιμασία του λόγου (F Test) παρουσιάζεται στη συνέχεια. Η αρχική υπόθεση της δοκιμασίας αυτής είναι

H_0 : Οι διακυμάνσεις των δύο πληθυσμών είναι ίσες ($\sigma_1 = \sigma_2$).

Το στατιστικό που πρέπει να υπολογιστεί από τα στοιχεία των δειγμάτων είναι το

$$F=\frac{s_L^2}{s_S^2}$$

όπου s_L^2 η μεγαλύτερη από τις δύο δειγματικές διακυμάνσεις και s_S^2 η μικρότερη από τις δύο δειγματικές διακυμάνσεις. Το στατιστικό F αποδεικνύεται πως ακολουθεί την κατανομή F(9,11) (9 = n_L – 1 = 10 – 1 και 11 = n_S – 1 = 12 – 1).

Στην περίπτωση των δεδομένων της εικόνας 68 F = $3{,}14^2/2{,}97^2$ = 1,18 και η πιθανότητα εμφάνισης αυτής της τιμής υπολογίζεται στο Calc με χρήση της συνάρτησης **FDIST(1,18;9;11)** η οποία δίνει ως αποτέλεσμα 0,39 = 39% > 5% = 0,05 επιβεβαιώνοντας πως η αρχική υπόθεση H_0 δεν απορρίπτεται και μπορούμε να προχωρήσουμε στην υλοποίηση της δοκιμασίας

Τέλος, δεν πρέπει να παραγνωρίσουμε πως βοηθά και η ποιοτική ανάλυση της μεταβλητής. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της επίδοσης των μαθητών στα μαθηματικά (*Εικόνα* 68) φαίνεται ρεαλιστική η υπόθεση πως η διακύμανση της επίδοσης στο ένα σχολείο θα είναι ίδια με την διακύμανση στο άλλο σχολείο καθώς οι ίδιοι παράγοντες που επιδρούν στους μαθητές του σχολείου Α εισάγοντας μεταβλητότητα στην επίδοση τους στα μαθηματικά, επιδρούν εξίσου και στους μαθητές του σχολείου Β και εισάγουν ανάλογη μεταβλητότητα στις επιδόσεις τους!

*6.1.2.8 Θεωρητική παρατήρηση **

Το Calc όπως και το Excel χρησιμοποιούν τον ίδιο τύπο (Τύπος 10, σελίδα 112) για τον υπολογισμό της "κοινής" διακύμανσης τόσο όταν δεχόμαστε ίσες διακυμάνσεις πληθυσμών, όσο και όταν δεχόμαστε άνισες διακυμάνσεις. Ωστόσο, η θεωρία προτείνει διαφορετικούς τρόπους υπολογισμού για την "κοινή" διακύμανση $s_{κοινή}$ και το πλήθος των βαθμών ελευθερίας df που απαιτούνται για τον υπολογισμό της πιθανότητας p ανάλογα με το αν δεχθούμε ή όχι πως οι διακυμάνσεις των πληθυσμών είναι ίσες.

Αν δεχθούμε πως οι διακυμάνσεις των δύο ανεξάρτητων πληθυσμών είναι ίσες τότε η "κοινή" διακύμανση (ονομάζεται και συνδυασμένο τυπικό σφάλμα της διαφοράς των δύο μέσων τιμών – pooled standard error of the difference) υπολογίζεται ως

$$s_{κοινή}^2=\frac{(n_1-1)s_1^2+(n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}\sqrt{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}}$$

και οι βαθμοί ελευθερίας df είναι ίσοι με n_1+n_2-2, ενώ αν δεχθούμε πως οι διακυμάνσεις των δύο ανεξάρτητων πληθυσμών δεν είναι ίσες τότε η "κοινή" διακύμανση (ονομάζεται και μη συνδυασμένο τυπικό σφάλμα της διαφοράς των δύο μέσων τιμών – unpooled standard error of the difference) υπολογίζεται ως

$$s_{\kappa o \iota \nu \acute{\eta}}^2 = \frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}$$

και οι βαθμοί ελευθερίας είναι ίσοι με

$$df = \frac{(n_1 - 1)(n_2 - 1)}{(n_1 - 1)(1 - c)^2 + (n_2 - 1)c^2} \quad \text{όπου} \quad c = \frac{s_1^2 / n_1}{s_1^2 / n_1 + s_2^2 / n_2}$$

Αντιλαμβάνεται ο αναγνώστης πως το Calc (και το Excel) χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό των παραπάνω τρόπων καθώς υπολογίζει τους βαθμούς ελευθερίας df από την πρώτη περίπτωση και την "κοινή" διακύμανση από τη δεύτερη περίπτωση. Η διαφορά αυτή δεν είναι κρίσιμη όταν οι διακυμάνσεις δεν είναι πολύ διαφορετικές αλλά μπορεί να αλλάζει το τελικό αποτέλεσμα όταν η διαφορά των διακυμάνσεων είναι μεγάλη, περίπτωση κατά την οποία είναι καλό ο ερευνητής να αναζητήσει και μη παραμετρικούς τρόπους ελέγχου της υπόθεσης του!

6.1.2.9 Τελικά σχόλια

Τελευταίο βήμα του στατιστικού ελέγχου είναι η ερμηνεία της πιθανότητας p η οποία με τα συγκεκριμένα δεδομένα υπολογίστηκε να είναι 0,26 = 26% (*Εικόνα* 70). Η πιθανότητα αυτή σημαίνει πως αν δεχθούμε την υπόθεση ότι οι δύο πληθυσμοί (δηλαδή τα δύο σχολεία) έχουν μαθητές με ίδια μέση επίδοση, τότε αν προχωρήσουμε σε 100 τυχαίες δειγματοληψίες δέκα και δώδεκα μαθητών αντίστοιχα από τα δύο σχολεία, περιμένουμε στις 26 από αυτές τις δειγματοληψίες να έχουμε διαφορά στις μέσες επιδόσεις των μαθητών μεταξύ των δύο σχολείων μεγαλύτερη από 1,52 μονάδες. Καθώς, αυτή η πιθανότητα είναι αρκετά μεγάλη (πιο συγκεκριμένα, μεγαλύτερη από 0,05% που τίθεται συνήθως ως κατώτερο όριο) δεν μπορούμε να απορρίψουμε την υπόθεση της ισότητας των δύο μέσων τιμών, ή ισοδύναμα η διαφορά των 1,52 μονάδων είναι αρκετά πιθανό να οφείλεται στο τυχαίο σφάλμα της δειγματοληψίας.

6.1.2.10 Βασικά βήματα του ελέγχου

Με δύο λόγια

I. Τοποθετούμε τα δεδομένα του δύο δειγμάτων σε δύο, όχι κατά ανάγκη συνεχόμενες στήλες του Calc.

II. Καταγράφουμε στο χαρτί τη στατιστική υπόθεση η οποία είναι της μορφής H_0 : Η μέση τιμή του πληθυσμού Α είναι ίση με τη μέση τιμή του πληθυσμού Β.

III. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα μας υπολογίζουμε τις τυπικές αποκλίσεις των δύο πληθυσμών τις οποίες συγκρίνουμε και αποφασίζουμε αν μπορούμε να δεχθούμε πως τα δύο δείγματα προέρχονται από δύο πληθυσμούς με ίση ή άνιση διακύμανση.

IV. Χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση TTEST(), υπολογίζουμε την πιθανοφάνεια p της διαφοράς που παρατηρήθηκε μεταξύ των δύο μέσων τιμών.

V. Απορρίπτουμε ή όχι την στατιστική υπόθεση ανάλογα με το αν η p είναι μικρότερη ή όχι από το όριο σφάλματος a που θέσαμε στην έρευνα μας. (Συνήθως a=0,05=5%)

6.1.3 Έλεγχος ισότητας μέσης τιμής ζευγαρωτών παρατηρήσεων (Paired Samples T-Test)

Ζευγαρωτές ονομάζονται δύο παρατηρήσεις οι οποίες προέρχονται από το ίδιο υποκείμενο. Στο παράδειγμα που αναλύουμε παρακάτω (Πίνακας 9) τα υποκείμενα είναι τριάντα χώρες του κόσμου και οι παρατηρήσεις είναι το προσδόκιμο ζωής των ανδρών και των γυναικών από κάθε χώρα. Ένα άλλο παράδειγμα θα μπορούσε να ήταν ο έλεγχος μίας ιατρικής εξέτασης σε τριάντα ασθενείς πριν και μετά τη λήψη ενός φαρμάκου κλπ.

Με τον έλεγχο ισότητας μέσης τιμής ζευγαρωτών παρατηρήσεων ελέγχουμε αν η μέση τιμή της μίας μέτρησης είναι σημαντικά διαφορετική από τη μέση τιμή της δεύτερης μέτρησης.

Για το T – Test δύο εξαρτημένων δειγμάτων η αρχική υπόθεση είναι η

H_0 : οι μέσες τιμές των πληθυσμών είναι ίσες (H_0 : $\mu_1=\mu_2$),

ενώ η εναλλακτική υπόθεση είναι η

H_1 : οι μέσες τιμές των πληθυσμών δεν είναι ίσες, είναι σημαντικά διαφορετικές (H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$)

Η απόφαση λαμβάνεται βάσει της τιμής της πιθανότητας p η οποία με τη σειρά της υπολογίζεται βάσει της τιμής που λαμβάνει το στατιστικό

$$t=\sqrt{N}\frac{\bar{X}_\delta}{s_\delta}$$

όπου

1. N το πλήθος των παρατηρήσεων
2. $\bar{X}_\delta$ η μέση τιμή της διαφοράς των παρατηρήσεων
3. s_δ η τυπική απόκλιση της διαφοράς των παρατηρήσεων

Αποδεικνύεται πως το στατιστικό t ακολουθεί την κατανομή Student με N-1 βαθμούς ελευθερίας. Χρησιμοποιώντας την πληροφορία αυτή μπορούμε και υπολογίζουμε την πιθανότητα

$$\mathbf{p = P(\ t > t_{\delta\varepsilon\acute{\iota}\gamma\mu\alpha}\ ||\ t \sim T_{N\text{-}1})}$$

η οποία αποτελεί και το κριτήριο αποδοχής ή απόρριψης της H_0.

Δεδομένα		
Χώρα	**Προσδόκιμο ζωής γυναικών**	**Προσδόκιμο ζωής ανδρών**
Αίγυπτος	63	60
Αυστρία	79	73
Αφγανιστάν	44	45
Βέλγιο	79	73
Βολιβία	64	59
Δομινικανή Δημοκρατία	70	66
Ελ Σαλβαδόρ	69	64
Ελλάδα	80	75
Ζάμπια	45	44
Ινδία	59	58
Ισημερινός	73	67
Καμερούν	58	55
Καναδάς	81	74
Κίνα	69	67
Κουβέιτ	78	73
Λευκορωσία	76	66
Λιθουανία	77	68
Μαλαισία	72	66
Μποτσουάνα	66	60
Νησιά Μπαρμπάντος	78	73
Νιγηρία	57	54
Νικαράγουα	67	61
Ολλανδία	81	75
Περού	67	63
Ρωσία	74	64
Σενεγάλη	58	55
Σομαλία	55	54
Τανζανία	45	41
Τσεχία	77	69
Χιλή	78	71

Πίνακας 9: Δεδομένα στατιστικού ελέγχου (εξαρτημένα δείγματα)]

Στον πίνακα 9 εμφανίζεται το προσδόκιμο ζωής των γυναικών και των ανδρών όπως μετρήθηκε το 1995 σε τριάντα τυχαία επιλεγμένες χώρες του κόσμου.

	Γυναίκες	Άνδρες
Μέση Τιμή	67,97	63,1
Τυπική Απόκλιση	11,12	9,32

Εικόνα 71: Μέσο προσδόκιμο προσδόκιμου ζωής και τυπική απόκλιση αυτού

Υπολογίζοντας τη μέση τιμή (*Εικόνα* 71) βρίσκουμε πως οι γυναίκες των χωρών του δείγματος ζούνε κατά μέσο όρο 4,87 έτη παραπάνω από τους άνδρες των χωρών του δείγματος (*Εικόνα* 72). Άμεσα, τίθεται το ερώτημα αν η διαφορά αυτή είναι αρκετά μεγάλη ώστε να συμπεράνουμε πως οι γυναίκες του συνόλου των χωρών ζούνε παραπάνω από τους άνδρες του συνόλου των χωρών.

Διαφορά μέσων τιμών	4,87

Εικόνα 72: Δειγματική διαφορά προσδόκιμου επιβίωσης

Η πιθανότητα p υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση **TTEST()** η οποία παίρνει τέσσερα ορίσματα από τα οποία τα δύο πρώτα είναι τα κελιά όπου περιέχονται τα δεδομένα του πρώτου και του δεύτερου δείγματος, στο τρίτο καταχωρείται το είδος του στατιστικού ελέγχου (1: μονόπλευρο ή 2:δίπλευρο) ενώ στο τελευταίο τοποθετείται ο τύπος του T-Test που θα εφαρμοστεί. Στην περίπτωση του ελέγχου ζευγαρωτών παρατηρήσεων η επιλογή που πρέπει να τοποθετηθεί στην τέταρτη παράμετρο είναι ο αριθμός 1.

Πιθανότητα p	0,00000000005

Εικόνα 73: Η πιθανοφάνεια της δειγματικής διαφοράς των μέσων τιμών

Το αποτέλεσμα της εφαρμογής της συνάρτησης TTEST() είναι ο μικροσκοπικός αριθμός που φαίνεται στην εικόνα 73 (έγινε ορατός επιλέγοντας την εμφάνιση έντεκα δεκαδικών ψηφίων στο κελί αυτό!), ο οποίος σημαίνει πως η πιθανότητα εμφάνισης της διαφοράς των 4,87 ετών μεταξύ του προσδόκιμου ζωής ανδρών και γυναικών λόγω του σφάλματος της τυχαίας επιλογής των τριάντα χωρών είναι μόλις 0,00000000005 ή 0,000000005%. Καθώς η πιθανότητα αυτή είναι εξαιρετικά μικρή έχουμε κάθε δικαίωμα να απορρίψουμε την υπόθεση πως οι μέσες τιμές των δύο εξαρτημένων μεταβλητών είναι ίσες, ισοδύναμα μπορούμε με μεγάλη ασφάλεια να καταλήξουμε στο συμπέρασμα πως οι γυναίκες σε όλες τις χώρες του κόσμου ζούνε περισσότερο από τους άνδρες σε όλες τις χώρες.

Κεφάλαιο 7

Επίλυση Προβλημάτων Γραμμικού Προγραμματισμού με το Calc

Το Calc (έκδοση 3.0) υποστηρίζει την επίλυση προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού.

Ας υποθέσουμε πως θέλουμε να μεγιστοποιήσουμε την τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης

$$\mathbf{P = 4x+3y}$$

υπό τους περιορισμούς

$\mathbf{3x+4y \leq 12}$

$\mathbf{3x+3y \leq 10}$

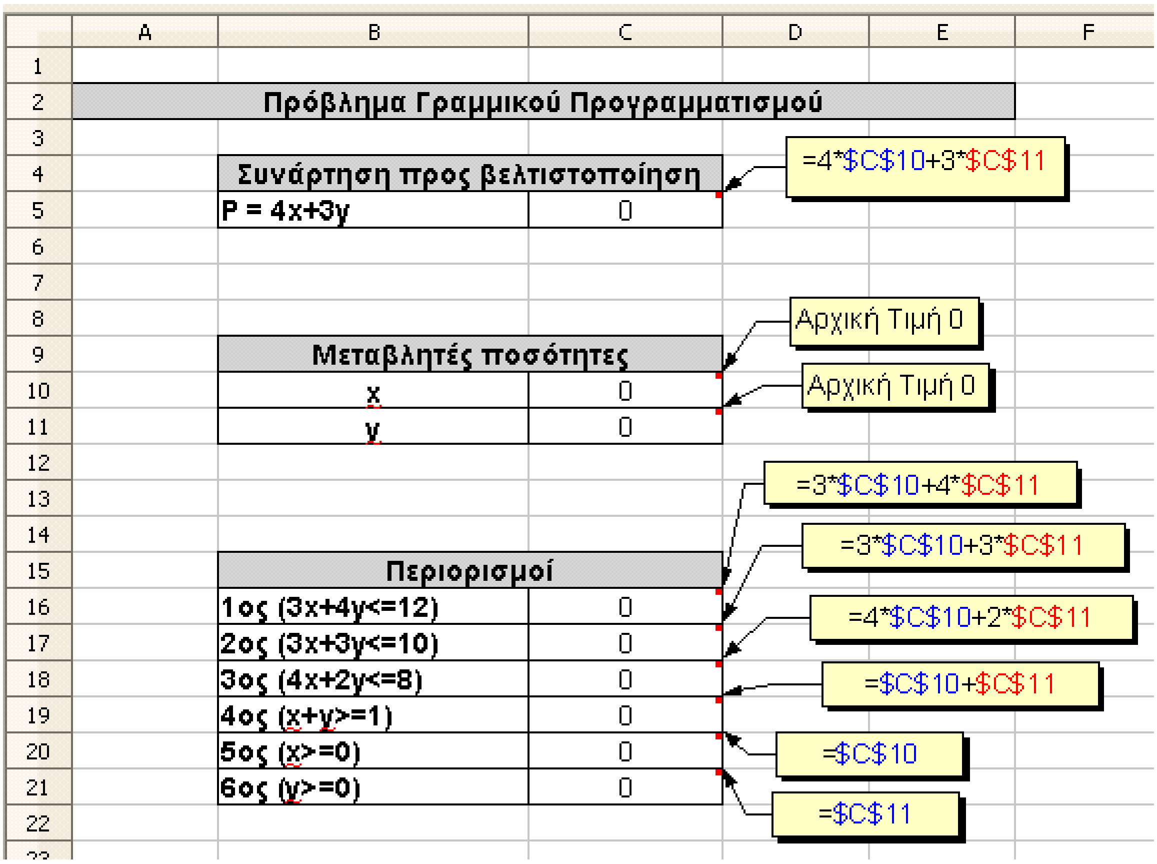
$\mathbf{4x+2y \leq 8}$

$\mathbf{x+y \geq 1}$

$\mathbf{x \geq 0}$

$\mathbf{y \geq 0}$

Η καταχώρηση των παραπάνω μαθηματικών μορφών γίνεται χρησιμοποιώντας τη συμβολική γλώσσα αναφοράς του Calc. Συγκεκριμένα, πρώτα δεσμεύουμε δύο κελιά για τις μεταβλητές x και y. (Κελιά C10 και C11 στο παράδειγμα που παρουσιάζεται στην εικόνα 74)

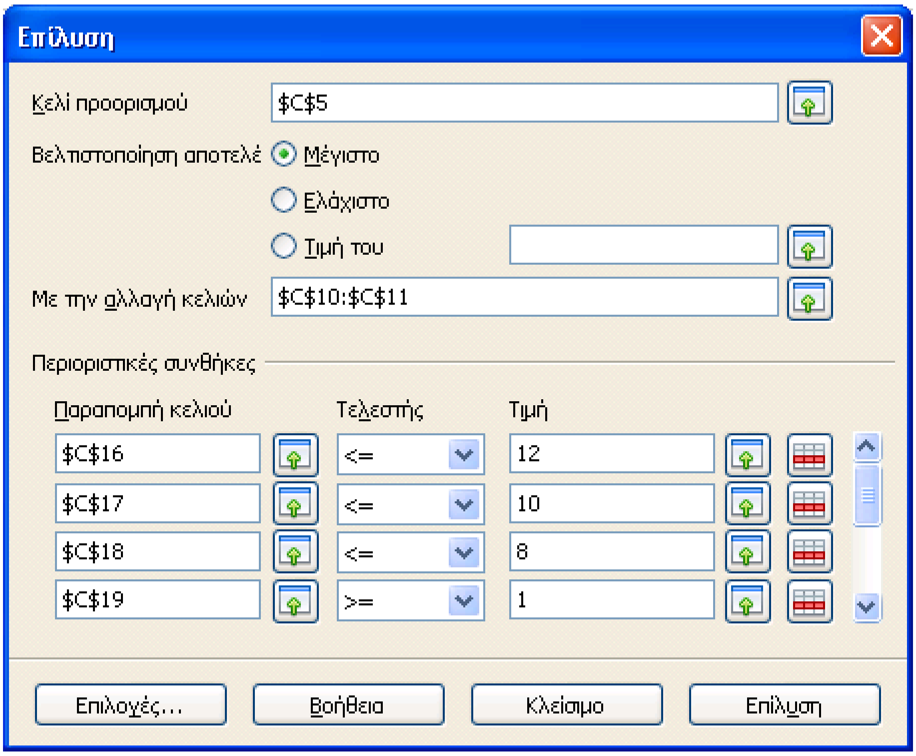


Εικόνα 74: Κατάστρωση προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού

Χρησιμοποιώντας απόλυτες αναφορές για τα κελιά που φιλοξενούν τις μεταβλητές του προβλήματος , καταχωρούμε σε μορφή συναρτήσεων τόσο την αντικειμενική συνάρτηση την οποία επιδιώκουμε να βελτιστοποιήσουμε όσο και τους περιορισμούς. Στο παράδειγμα της εικόνας 74 υπάρχουν και οι κατάλληλες επεξηγήσεις σε διπλανά κελιά κάθε καταχώρησης ενώ η ίδια η καταχώρηση εμφανίζεται σε αντίστοιχη σημείωση. Προσέξτε τη χρήση απόλυτης αναφοράς (με το δολάριο - $) η οποία αν και δεν είναι απαραίτητη είναι επιθυμητή καθώς μειώνει τη πιθανότητα εσφαλμένου υπολογισμού αν κατά τη διάρκεια της καταχώρησης των στοιχείων αλλάξει η δομή του φύλλου εργασίας με την πρόσθεση ή αφαίρεση γραμμών ή στηλών.

Η καταχώρηση των στοιχείων του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού γίνεται με την επιλογή ***Εργαλεία → Επίλυση...***

Στο παράθυρο που εμφανίζεται καταχωρούμε τα στοιχεία του προβλήματος. Στο κελί με ετικέτα "**Με την αλλαγή κελιών**" καταχωρούμε τα κελιά που φιλοξενούν τις μεταβλητές του προβλήματος μας, τα οποία στην περίπτωση μας είναι τα **C10** και **C11** (*Εικόνα* 74). Προσέξτε πως για να καταχωρηθούν οι απαραίτητες αναφορές αρκεί να ενεργοποιηθεί το κελί καταχώρησης και μετά με το ποντίκι να επιλεχθούν τα κελιά C10 και C11. Στο κελί με ετικέτα "**Κελί προορισμού**" τοποθετούμε το κελί στο οποίο έχει οριστεί η αντικειμενική συνάρτηση προς μεγιστοποίηση και το οποίο είναι το C5 στο παράδειγμά μας (*Εικόνα* 74)

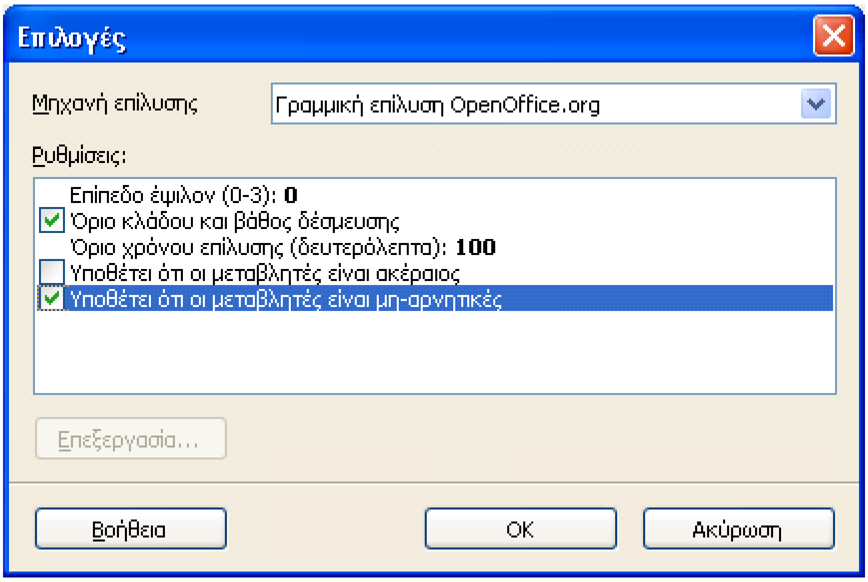


Εικόνα 75: Καταχώρηση στοιχείων προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού

Αν επιδιώκουμε την ελαχιστοποίηση της αντικειμενικής συνάρτησης τότε τοποθετούμε την τελεία στην επιλογή "**Ελάχιστο**" ενώ την τοποθετούμε στην επιλογή "**Τιμή του**" όταν .....

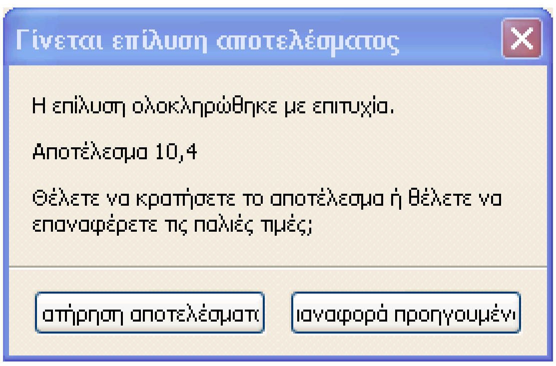
Στα κελιά κάτω από την ετικέτα "**Περιοριστικές συνθήκες**" τοποθετούμε τους περιορισμούς του προβλήματος, τοποθετώντας στη στήλη "**Παραπομπή κελιού**" το κελί που περιέχει τον ορισμό του περιορισμού συναρτήσει των κελιών των μεταβλητών ενώ στη στήλη "**Τιμή**" γράφουμε το αντίστοιχο αριθμό του δεξιού μέλους της ισότητας/ανισότητας.
Τους περιορισμούς μη αρνητικότητας ($x \geq 0$ και $y \geq 0$) δεν είναι αναγκαίο να τους εισάγουμε ως ξεχωριστές γραμμές καθώς μπορούμε να τους καταχωρήσουμε άμεσα και μαζικά επιλέγοντας Επιλογές..., και επιλέγοντας περαιτέρω "**Υποθέτει ότι οι μεταβλητές είναι μη-αρνητικές**" (*Εικόνα* 76) Η διαδικασία αυτή μπορεί να μη φαίνεται πού χρήσιμη όταν υπάρχουν μόνο δύο μεταβλητές αλλά εξοικονομεί πολύ χρόνο στην περίπτωση ρεαλιστικών προβλημάτων στα οποία μπορεί να υπάρχουν δεκάδες μεταβλητές!

Ολοκληρώνουμε τη διαδικασία, επιλέγοντας Επίλυση. Με την επιλογή αυτή, εφαρμόζεται η μέθοδος Simplex στο πρόβλημα μας και παρουσιάζεται σε ξεχωριστό παράθυρο το αποτέλεσμα της.

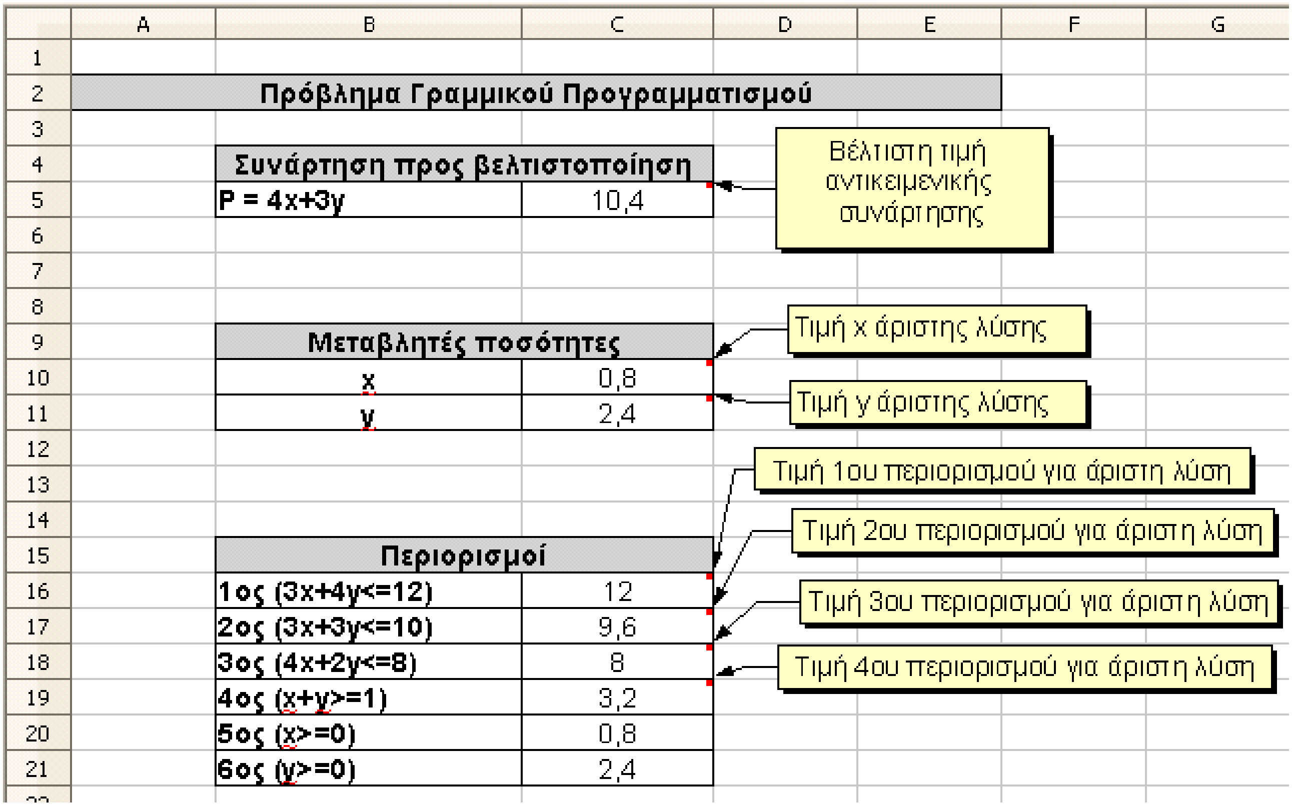


Εικόνα 76: Καταχώρηση μη αρνητικότητας μεταβλητών

Το πρόβλημα του παραδείγματος μας έχει λύση και αυτό εμφανίζεται άμεσα σε σχετικό παράθυρο (*Εικόνα* 77). Επιλέγοντας διατήρηση αποτελέσματος καταχωρούνται οι άριστες τιμές των μεταβλητών στα κελιά που δεσμεύτηκαν για τις μεταβλητές του προβλήματος και τοποθετούνται οι αντίστοιχες τιμές τόσο στην αντικειμενική συνάρτηση όσο και στους περιορισμούς του προβλήματος. Ενδεικτικά η τελική κατάσταση ενός προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού παρουσιάζεται με τις απαραίτητες σημειώσεις στην εικόνα 78.



Εικόνα 77: Αποτέλεσμα διαδικασίας επίλυσης

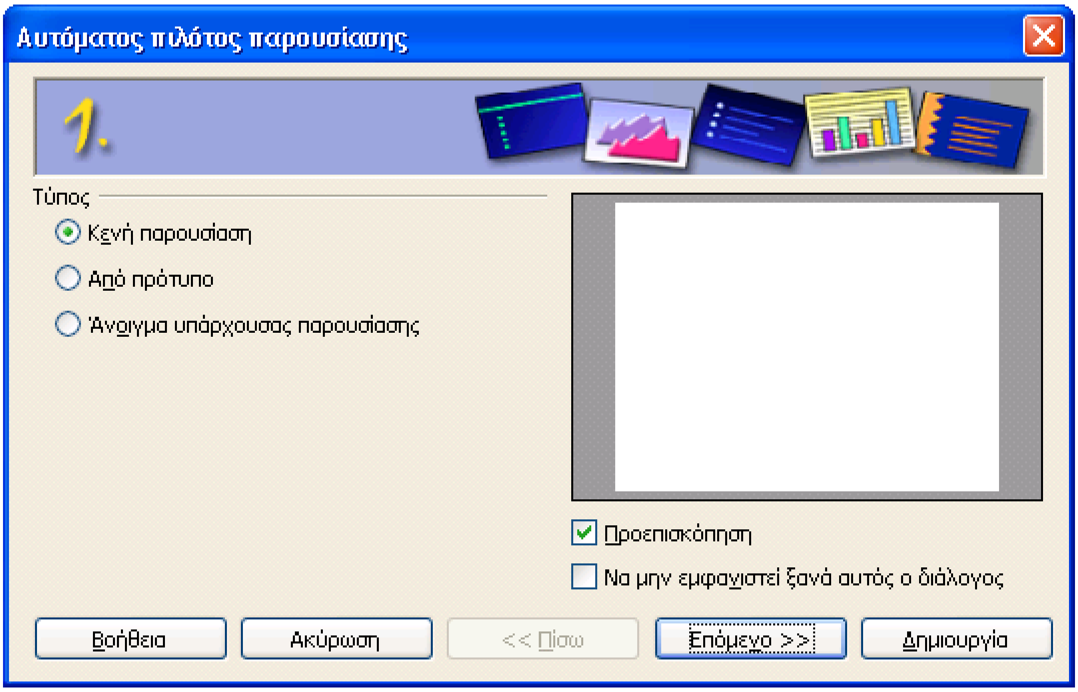


Εικόνα 78: Τελική κατάσταση λυμένου προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού

Κεφάλαιο 8

Δημιουργία Παρουσιάσεων

Το OpenOffice Impress είναι λογισμικό δημιουργίας παρουσιάσεων. Όταν το φορτώνουμε εμφανίζεται ο Αυτόματος πιλότος παρουσίασης. (*Εικόνα* 79)



Εικόνα 79: Ο πιλότος έναρξης του Impress

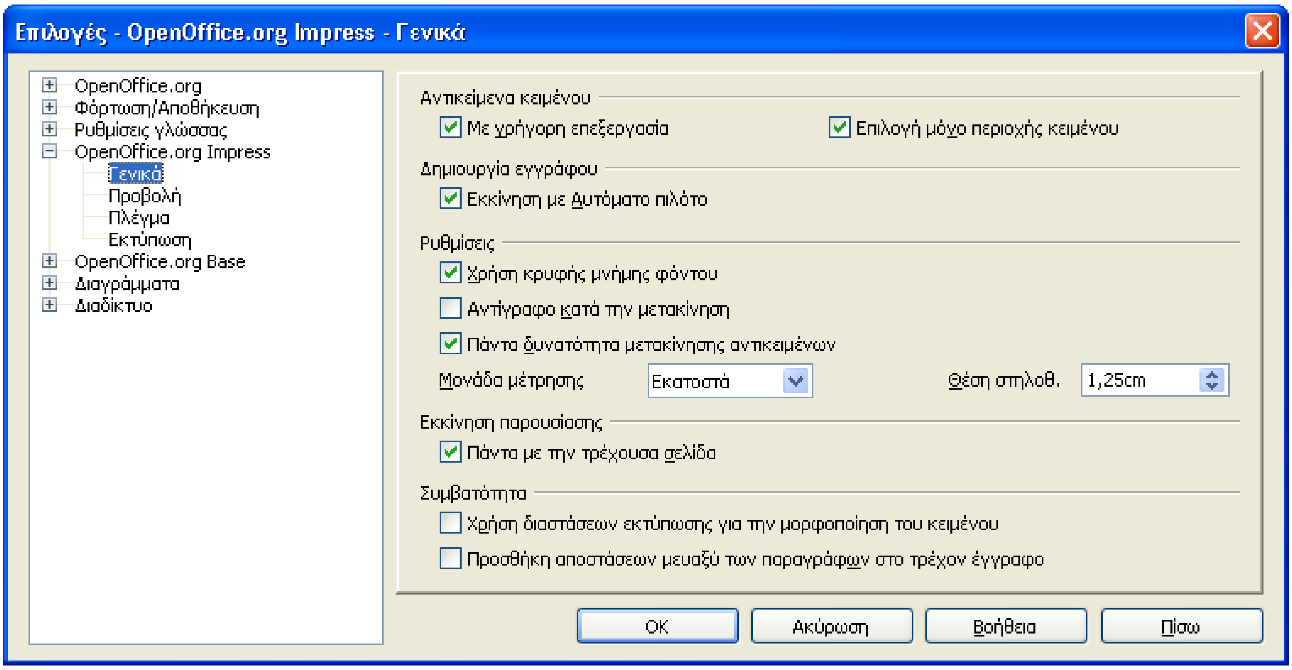
Χρησιμοποιώντας τον πιλότο έχουμε τη δυνατότητα να ανοίξουμε μία παλαιότερη παρουσίαση ή να δημιουργήσουμε μία νέα χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο ένα έτοιμο πρότυπο.

Σε κάθε περίπτωση, αν θέλουμε ακολουθούμε τα βήματα που μας προτείνει πιέζοντας 

ενώ αν επιλέξουμε 

εμφανίζεται το κυρίως παράθυρο του Impress με μία νέα παρουσίαση. Την παρουσίαση αυτή την βλέπουμε στην οθόνη μας επιλέγοντας ***Παρουσίαση οθόνης → Παρουσίαση οθόνης*** ή απλά πιέζοντας το **F5.**

Αν θέλουμε με την έναρξη του Impress να παρακάμπτεται ο αυτόματος πιλότος και να εμφανίζεται άμεσα η κυρίως εφαρμογή, επιλέγουμε ***Εργαλεία → Επιλογές***, από το παράθυρο που θα εμφανιστεί αναπτύσσουμε την ομάδα **OpenOffice Impress** και επιλέγουμε **Γενικά.** (*Εικόνα* 80). Στην καρτέλα που θα εμφανιστεί αποεπιλέγουμε την **Εκκίνηση με αυτόματο πιλότο** (η οποία με την εγκατάσταση του λογισμικού είναι ενεργοποιημένη) και από την επόμενη φορά που θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα θα εμφανίζεται άμεσα η αρχική οθόνη του Impress!. Φυσικά, οποιαδήποτε στιγμή μπορούμε να επαναφέρουμε με τον ίδιο τρόπο την εμφάνιση του οδηγού.



Εικόνα 80: Απενεργοποίηση εμφάνισης αυτόματου πιλότου και άλλες παραμετροποιήσεις

8.1 Σχεδιάζοντας μία διαφάνεια.

Κάθε παρουσίαση αποτελείται από διαφάνειες. Κάθε μία διαφάνεια αποτελείται από κείμενο, εικόνες, πίνακες (οι οποίοι μπορεί να είναι και κανονικά λογιστικά φύλλα Calc!), γραφήματα, βίντεο, ήχος και οτιδήποτε άλλο υποστηρίζει το OpenOffice. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να εισαχθούν σε οποιοδήποτε σημείο μίας διαφάνειας χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες επιλογές εισαγωγής από το μενού ή την εργαλειοθήκη.

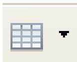
8.1.1 Εισαγωγή βασικών στοιχείων.

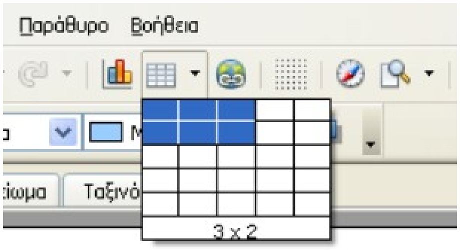
8.1.1.1 Εισαγωγή κειμένου

Το κείμενο σε μία διαφάνεια εισάγεται πάντα και μόνο, μέσα σε πλαίσιο κειμένου. Άρα, πριν την εισαγωγή κειμένου πρέπει να γίνει εισαγωγή ενός πλαισίου κειμένου. Η εισαγωγή πλαισίου κειμένου γίνεται επιλέγοντας το εικονίδιο  από την εργαλειοθήκη **Σχέδιο** η οποία βρίσκεται στο κάτω μέρος του παραθύρου του Impress. Από τη στιγμή που θα εισαχθεί σε μία διαφάνεια ένα πλαίσιο κειμένου αποτελεί αυτοτελή οντότητα και επεξεργάζεται με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα είναι δυνατή η μεταβολή των ορίων του, η αλλαγή της γραμματοσειράς στο σύνολο των λέξεων που περιέχει, η εισαγωγή περιγράμματος κτλ. Οι δυνατές επιλογές επεξεργασίας του πλαισίου κειμένου εμφανίζονται με δεξί κλικ του ποντικιού επιλέγοντας πρώτα το πλαίσιο κειμένου από το σύνορό του.

8.1.1.2 Εισαγωγή Πίνακα

Ένας πίνακας μπορεί να εισαχθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους! Ο κλασσικός τρόπος είναι η επιλογή από το κεντρικό μενού του Impress ***Εισαγωγή → Πίνακας.*** Στο παράθυρο που εμφανίζεται δίνουμε το επιθυμητό πλήθος γραμμών και στηλών και ολοκληρώνουμε με **OK.**

Η δεύτερη επιλογή είναι χρησιμοποιώντας το εικονίδιο  το οποίο δημιουργεί άμεσα έναν πίνακα με τις επιθυμητές διαστάσεις (*Εικόνα* 81)



Εικόνα 81: Γεωμετρική εισαγωγή πίνακα

Τέλος, (μόνο για την έκδοση 3.0) στο παράθυρο **Εργασίες** (*Εικόνα* 83) υπάρχει η επιλογή **Σχεδίαση πίνακα** με την οποία επιλέγεται πρώτα το επιθυμητό χρώμα του πίνακα, εισάγονται στο παράθυρο που εμφανίζεται οι διαστάσεις του και μετά το OK ο πίνακας δημιουργείται. Επιπλέον, μετά τη δημιουργία του πίνακα στη **Σχεδίαση πίνακα** προσφέρονται επιλογές εμφάνισης του.

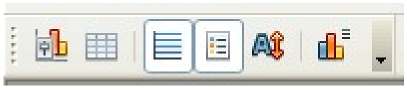
8.1.1.3 Εισαγωγή εικόνας

Η εισαγωγή εικόνας μπορεί να γίνει είτε επιλέγοντας ***Εισαγωγή → Εικόνα → Από αρχείο*** είτε επιλέγοντας το εικονίδιο  από την εργαλειοθήκη **Σχέδιο**. Το εικονίδιο αυτό εμφανίζεται συνήθως στην ομάδα μαζί με δύο ακόμα εικονίδια  τα οποία προσφέρουν επιλογή εισαγωγής εικόνας είτε από τη συλλογή του Impress είτε από το μορφοποιημένο κείμενο FontWork.

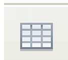
Μετά την εισαγωγή της μία εικόνα μπορεί να μετακινηθεί και να επεξεργαστεί με πολλούς τρόπους. Το σύνολο των δυνατών τροποποιήσεων εμφανίζονται με δεξί κλικ πάνω στην εικόνα.

8.1.1.4 Εισαγωγή διαγράμματος

Η εισαγωγή διαγράμματος μπορεί να γίνει είτε επιλέγοντας ***Εισαγωγή → Διάγραμμα*** είτε επιλέγοντας το εικονίδιο  από την εργαλειοθήκη **Προεπιλογή**. Η επεξεργασία ενός διαγράμματος γίνεται με διπλό κλικ πάνω του, διαδικασία η οποία εμφανίζει την εργαλειοθήκη των γραφημάτων



Εικόνα 82: Εργαλειοθήκη γραφημάτων

Το δεύτερο στη σειρά εικονίδιο  είναι το πλέον σημαντικό καθώς σε αυτό θα γίνει η καταχώρηση των δεδομένων του διαγράμματος. Ένας ακόμα τρόπος εισαγωγής ενός διαγράμματος είναι με αντιγραφή και επικόλληση από το Calc. (δες παράγραφο 5.2.2)

8.1.1.5 Αυτόματη εισαγωγή δεδομένων (ώρα, ημερομηνία κ.α.)

Η εισαγωγή σε οποιοδήποτε σημείο ενός πλαισίου κειμένου κάποιων στοιχείων όπως η τρέχουσα ώρα, η ημερομηνία κ.α. είναι δυνατό να γίνει αυτόματα επιλέγοντας ***Εισαγωγή → Πεδία*** Η εισαγωγή με τον τρόπο αυτόν έχει το πλεονέκτημα της αυτόματης ενημέρωσης της καταχώρησης αυτής (όπως στην ώρα, στην ημερομηνία ή στον συντάκτη!) κάθε φορά που επαναφορτώνεται το αρχείο της παρουσίασης.

8.1.1.6 Εισαγωγή δυναμικών αντικειμένων (OLE objects)

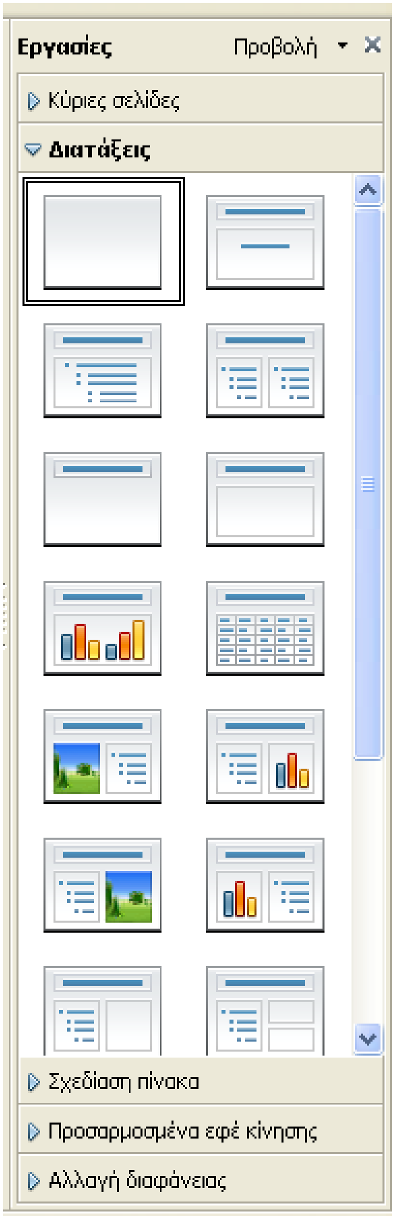
Είναι πιθανό οι απλές δομές που εισάγονται σε μία διαφάνεια και που περιγράφηκαν παραπάνω να μην επαρκούν για τις ανάγκες του χρήστη. Για παράδειγμα μπορεί ο χρήστης να θέλει να εισάγει έναν πίνακα στον οποίο να μπορούν να γίνουν δυναμικές πράξεις τύπου Calc ή ακόμα να εισάγει ένα γράφημα το οποίο δημιουργήθηκε με το Draw και δεν εμφανίζεται επακριβώς όπως στην αρχική του δημιουργία με απλή αντιγραφή και επικόλληση. Η λύση σε αυτήν την περίπτωση είναι η ενσωμάτωση στη διαφάνεια, αντιγράφων των αντίστοιχων προγραμμάτων (π.χ. Calc ή Draw) τα οποία θα εμφανίζονται ως εικόνες στην παρουσίαση των διαφανειών αλλά με διπλό κλικ θα επεξεργάζονται ως αρχεία του αντίστοιχου προγράμματος!

Τα αντικείμενα αυτά είναι γνωστά σαν OLE Objects (Object Linking and Embedding) και η εισαγωγή τους σε μία διαφάνεια είναι δυνατή με την επιλογή ***Εισαγωγή → Αντικείμενο → Αντικείμενο OLE.*** Εκτός από τις εφαρμογές του OpenOffice προσφέρονται για ενσωμάτωση πολλές ακόμα κοινές εφαρμογές όπως το Acrobat Reader, το Acrobat Flash Player κ.α.

8.1.2 Επιλογή/μεταβολή διάταξης σε μία διαφάνεια

Η σχεδίαση μιας διαφάνειας ex nihilo (δηλαδή από το μηδέν!) οπωσδήποτε δεν είναι η καλύτερη δυνατή επιλογή για ένα μέσο χρήστη. Το Impress προσανατολίζει τον χρήστη για τον τύπο της διαφάνειας που πρέπει να χρησιμοποιήσει κάθε φορά προσφέροντας του έτοιμες διατάξεις διαφανειών τις οποίες επιλέγει ο χρήστης για κάθε μία διαφάνεια ξεχωριστά για να της δώσει μία έτοιμη αρχική δομή, την οποία μπορεί επιπλέον να την επεξεργαστεί, εισάγοντας ή εξάγοντας στοιχεία.

Η επιλογή του τύπου μιας διαφάνειας γίνεται επιλέγοντας με το ποντίκι από τις **Διατάξεις** (*Εικόνα* 83) το εικονίδιο που αντιστοιχεί στην επιθυμητή διάταξη. Προσέξτε πως η σύντομη περιγραφή της διαφάνειας εμφανίζεται τοποθετώντας το ποντίκι πάνω από κάθε εικονίδιο. Για κάθε μία διαφάνεια ο χρήστης μπορεί να επιλέξει κάθε διάταξη μέχρι να καταλήξει σε αυτήν που επιθυμεί. Η επιλογή αυτή μπορεί να γίνει και μετά την εισαγωγή κειμένου ή γραφικών ωστόσο η αλλαγή σχεδίασης σε μία έτοιμη διαφάνεια θέλει προσοχή καθώς μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια δεδομένων (αν για παράδειγμα υπάρχει σε κάποια διαφάνεια μία εικόνα και επιλεγεί σε αυτή τη διαφάνεια σχεδίαση "Μόνο Τίτλος"!.



Εικόνα 83: Επιλογή έτοιμου τύπου διαφάνειας

Η "**Κενή διαφάνεια**" (1η επιλογή) είναι η αρχική επιλογή και είναι απαραίτητη μόνο σε ιδιαίτερα εξεζητημένες παρουσιάσεις οι οποίες δεν καλύπτονται από τα υπόλοιπες διατάξεις.

Η διαφάνεια με διάταξη "**Διαφάνεια τίτλου**" (δεύτερη επιλογή) είναι μια βασική διαφάνεια η οποία έχει έναν τίτλο και ένα κείμενο. Αρκεί για μία απλή παρουσίαση μόνο με κείμενο.

Η διάταξη "**Τίτλος Κείμενο**" και η "**Τίτλος 2 κείμενα**" είναι όπως η διάταξη "Διαφάνεια τίτλου" με την πρόσθετη λεπτομέρεια πως το κείμενο (ή τα δύο κείμενα) περιέχει κουκκίδες! Είναι σαφές πως η "Τίτλος Κείμενο" μπορεί να προέλθει από τη "Διαφάνεια τίτλου" με την πρόσθεση αρίθμησης και μορφοποίησης του κειμένου!

Η διάταξη "**Μόνο τίτλος**" είναι αυτό ακριβώς που περιγράφει, δηλαδή διαφάνεια η οποία θα έχει μόνο τίτλο, ενώ η διάταξη "**Τίτλος Αντικείμενο**" είναι όπως η "Διαφάνεια τίτλου" με τη διαφορά πως δεν φιλοξενεί αποκλειστικά κείμενο αλλά οποιοδήποτε αντικείμενο του OpenOffice το οποίο μπορεί να είναι λογιστικό φύλλο, διάγραμμα, σχέδιο, μαθηματικός τύπος ή και οτιδήποτε άλλο υποστηρίζεται από λογισμικό που είναι εγκατεστημένο στον υπολογιστή του χρήστη.

Οι υπόλοιπες διατάξεις είναι διάφορες παραλλαγές των παραπάνω με διαφορετικό είδος και διαφορετικό τύπο τοποθέτησης των στοιχείων στη διαφάνεια.

8.1.3 Επιλογή/μεταβολή κύριας σελίδας

Σε κάθε μία παρουσίαση αντιστοιχεί μία διαφάνεια η οποία δεν εμφανίζεται ποτέ στην παρουσίαση ωστόσο είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς είναι το κοινό υπόβαθρο πάνω στο οποίο στηρίζονται όλες οι διαφάνειες της παρουσίασης. Στη διαφάνεια αυτή η οποία ονομάζεται **Κύρια διαφάνεια** ή **Κύρια σελίδα** τοποθετούνται τα στοιχεία που ο χρήστης θέλει να φαίνονται σε όλες τις διαφάνειες της παρουσίασης όπως η ημερομηνία, ένα πλαίσιο κειμένου με την επωνυμία ή μία εικόνα. Είναι φανερό πως η κύρια διαφάνεια είναι ιδιαίτερα χρήσιμη καθώς η εναλλακτική λύση είναι η τοποθέτηση του στοιχείου σε κάθε μία διαφάνεια ξεχωριστά κάτι που είναι ιδιαίτερα χρονοβόρο.

Η προβολή και η επεξεργασία της κύριας διαφάνειας μιας παρουσίασης γίνεται επιλέγοντας ***Προβολή → Κύριο → Κύρια διαφάνεια***. Με την επιλογή αυτή εμφανίζεται η κύρια διαφάνεια στη θέση της τρέχουσας διαφάνειας η οποία αποκρύπτεται προσωρινά, ενώ μαζί της εμφανίζεται και η εργαλειοθήκη της κύριας διαφάνειας (*Εικόνα* 84) την οποία μπορούμε να προσδέσουμε στην βασική εργαλειοθήκη του Impress.

Εικόνα 84: Εργαλειοθήκη κύριας διαφάνειας

Η επαναφορά στη τρέχουσα διαφάνεια γίνεται επιλέγοντας "**Κλείσιμο κύριου εγγράφου**" από την εργαλειοθήκη της κύριας διαφάνειας.

Οποιοδήποτε στοιχείο εισάγουμε στην κύρια διαφάνεια θα εμφανίζεται σε όλες τις διαφάνειες της παρουσίασης. Προσέξτε πως υπάρχουν τρία έτοιμα πλαίσια κειμένου στο κάτω μέρος της κύριας διαφάνειας τα οποία προσφέρονται για την καταχώρηση της ημερομηνίας, του υπομνήματος και του αριθμού σελίδας (από αριστερά προς τα δεξιά). Ο χρήστης επιλέγοντας κάποιο από αυτά τα πλαίσια κειμένου και επιλέγοντας ***Εισαγωγή → Πεδία*** μπορεί να καταχωρήσει κάποιο από τα στοιχεία αυτά. Φυσικά η χρήση των πλαισίων δεν είναι δεσμευτική και ο χρήστης μπορεί να εισάγει και να καταχωρήσει οτιδήποτε οπουδήποτε.

8.2 Προσθήκη κίνησης

Η κίνηση κατά τη διάρκεια μίας παρουσίασης εντυπωσιάζει τον θεατή και κάνει περισσότερο εύληπτο το περιεχόμενο της παρουσίασης. Η κίνηση μπορεί να είναι είτε στην αλλαγή των διαφανειών είτε στο περιεχόμενο κάθε διαφάνειας.

8.2.1 Κίνηση κατά την αλλαγή διαφάνειας

Η παρουσίαση προβάλλεται στην οθόνη με την επιλογή ***Παρουσίαση οθόνης → Παρουσίαση οθόνης*** ή απλά πιέζοντας το **F5.** Αν ο χρήστης δεν επιλέξει αλλιώς οι διαφάνειες θα εμφανίζονται μονοκόμματα η μία μετά την άλλη. Αυτό μπορεί να αλλάξει επιλέγοντας από τις **Εργασίες** (*Εικόνα* 83) την επιλογή **Αλλαγή διαφάνειας** (τελευταία επιλογή). Από τις επιλογές αλλαγής που εμφανίζονται ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τρόπο αλλαγής διαφανειών, την ταχύτητα με την οποία θα συμβαίνει αυτό και τον ήχο που θα συνοδεύει την αλλαγή. Επιπλέον, μπορεί να ορίσει χρόνο αλλαγής από τη μία διαφάνεια στην άλλη.

8.2.2 Κίνηση στοιχείων μίας διαφάνειας

8.2.2.1 Προσθήκη κίνησης σε κείμενο.

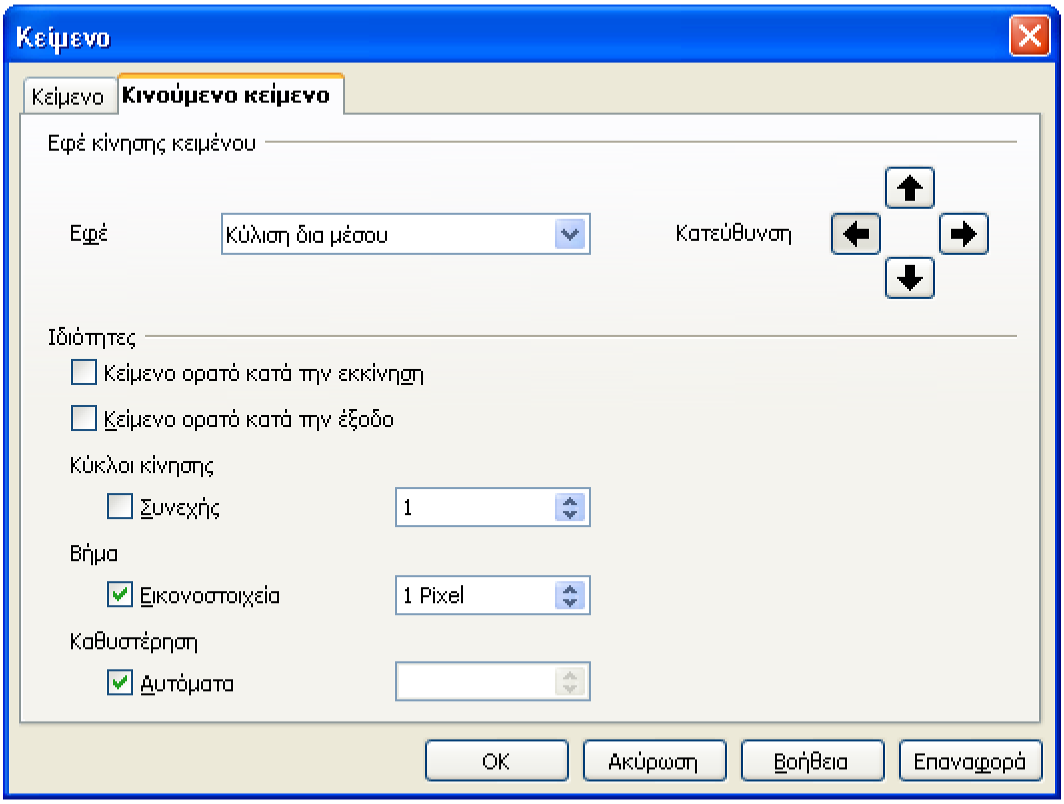
Ένα από τα πιο απλά εφέ κίνησης είναι το κείμενο το οποίο εμφανίζεται στη διαφάνεια κινούμενο σε μία από τις τέσσερις κατευθύνσεις. Η κίνηση αυτή μπορεί να εισαχθεί σε κάποιο μέρος κειμένου επιλέγοντας το με το ποντίκι (*προσοχή : επιλέγουμε το κείμενο και όχι το πλαίσιο κειμένου στο οποίο αυτό ανήκει!*) και προχωρούμε επιλέγοντας ***Μορφή → Κείμενο.*** Στο παράθυρο που εμφανίζεται (*Εικόνα* 85) επιλέγουμε την ετικέτα **Κινούμενο κείμενο**. Αλλάζοντας το εφέ από την επιλογή **Χωρίς εφέ** σε **Κύλιση δια μέσου** πετυχαίνουμε την κίνηση του κειμένου από τη μία μεριά της διαφάνειας στην άλλη σε κατεύθυνση που επιλέγουμε με κάποιο από τα βέλη που βρίσκονται δεξιά του παραθύρου. Αν επιλέξουμε **Κύλιση εντός** η κίνηση περιορίζεται εντός του πλαισίου κειμένου.

8.2.2.2 Προσθήκη κίνησης σε άλλα στοιχεία.

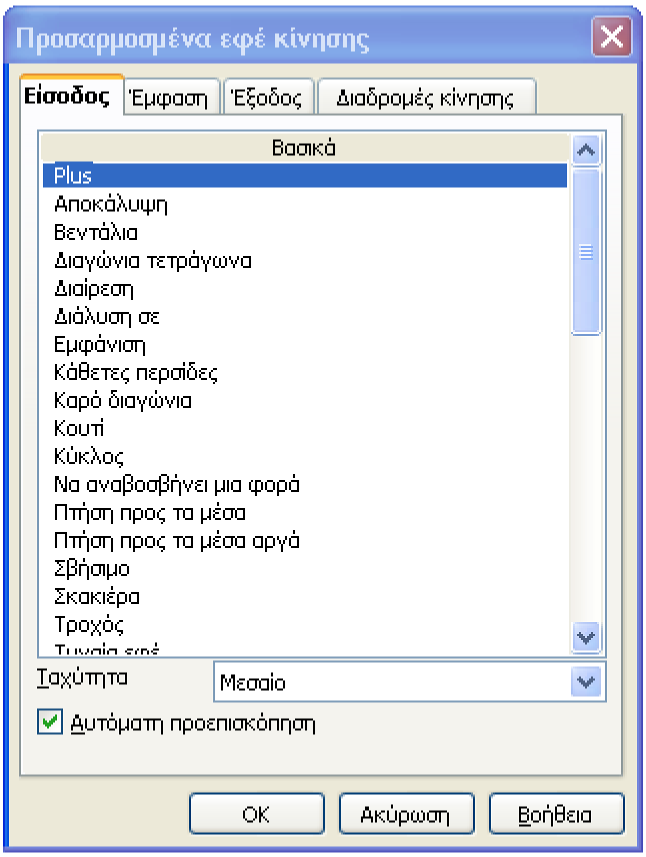
Σε κάθε στοιχείο μίας διαφάνειας όπως πλαίσιο κειμένου, εικόνα κλπ μπορεί να προστεθεί κίνηση κατά την παρουσίαση. Η εισαγωγή κίνησης γίνεται με τις επιλογές "**Προσαρμοσμένο εφέ κίνησης**" οι οποίες βρίσκονται στις **Εργασίες,** στο δεξί μέρος του παραθύρου. Το πλήκτρο 

ενεργοποιείται όταν επιλεγεί οποιοδήποτε αντικείμενο μίας διαφάνειας. Αν το πιέσουμε εμφανίζεται το μενού επιλογών (*Εικόνα* 86) στο οποίο επιλέγουμε την κίνηση του αντικειμένου κατά την είσοδό του, το εφέ, την έξοδο του και την διαδρομή κίνησης του.

Η κίνηση που θα έχει – αν έχει – ένα αντικείμενο πρέπει να επιλέγεται με προσοχή καθώς υπερβολική κίνηση ενδεχομένως να οδηγήσει σε "φλύαρο" αποτέλεσμα.



Εικόνα 85: Εισαγωγή κίνησης σε κείμενο



Εικόνα 86: Εισαγωγή κίνησης

Αλφαβητικό ευρετήριο

Κατάλογος εικόνων

Ευρετήριο πινάκων