

Ένα Εκπαιδευτικό Πακέτο Διδασκαλίας της Στατιστικής για το Λύκειο

Λίνα Χ., Αφαντενός Σ., Χατζησταματίου Α.†, Δημάκη Α.‡, Καλαμπούκης Θ.

Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Τμήμα Πληροφορικής

†Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Πληροφορικής

‡Τμήμα Στατιστικής, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Όνομα και διεύθυνση για επικοινωνία: Θ. Καλαμπούκης, tzk@aub.gr

Σύνοψη:

Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε ένα φιλικό εργαλείο εκπαιδευτικού λογισμικού για τη διδασκαλία της στατιστικής στα Λύκεια. Τα εργαλείο είναι πλήρως εναρμονισμένο με την ύλη και τη νέα παιδαγωγική προσέγγιση στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.

Λέξεις Κλειδιά: Εκπαιδευτικό Λογισμικό στη Στατιστική – Μαθηματικά

Abstract:

We present a user friendly, educational software tool, for teaching Statistics in secondary schools. The tool fully complies with the instructive material and the new pedagogical approach adopted in the Greek Secondary Education.

1. Η Τεχνολογία στη Εκπαιδευτική Διαδικασία

Στη διεθνή βιβλιογραφία και πρακτική σχετικά με τη μάθηση θεωρείται ότι είναι καλύτερο ο μαθητής να συμμετέχει σε πειραματισμούς διότι έτσι η αποκτηθείσα γνώση διαρκεί περισσότερο εξαιτίας της προσωπικής εμπειρίας. Η προσωπική εμπειρία βοηθά τη γνωσιακή ανάπτυξη και δημιουργεί περισσότερα κίνητρα για το μαθητή [1, 3, 8]. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα εκπαιδευτικού λογισμικού σχετικού με τα μαθηματικά τα οποία έχουν αξιολογηθεί επαρκώς σε σχολεία και έχουν δείξει ότι οι μαθητές που χρησιμοποίησαν το λογισμικό είχαν καλύτερη επίδοση από τους μαθητές που διδάχθηκαν την ύλη αποκλειστικά με τις παραδοσιακές μεθόδους [4, 5, 7].

Η τεχνολογία παρέχει τους μηχανισμούς που υποστηρίζουν και βοηθούν τους καθηγητές ώστε να αναμορφώσουν την εκπαίδευση στη τάξη. Θα πρέπει να γίνει κατανοητό εδώ, ότι με τη χρήση της τεχνολογίας ειδικά στα μαθηματικά πρέπει να ξεχωρίσουμε μεταξύ απόδειξης και πειραματικής επίδειξης της λύσης και να τονίσουμε το ρόλο της στη κατανόηση των μαθηματικών. Η νέα τεχνολογία μας δίνει τη δυνατότητα να κάνουμε νέες ανεξάρτητες εξερευνησεις σε διάφορα θέματα της ύλης και με τον τρόπο αυτό μπορεί να μας βοηθήσει να αποκτήσουμε νέα εικόνα για τα μαθηματικά. Τα εργαλεία βοηθούν το μαθητή να κατασκευάσει και να παραστήσει γραφικά τις ιδέες του. Αυτό φυσικά δεν είναι το ζητούμενο αλλά βοηθά τον μαθητή να αυτοσχεδιάσει, να δοκιμάσει, να συσχετίσει και να οργανώσει τις μαθηματικές του ιδέες.

Τα εργαλεία ποικίλουν. Η έμφαση οπωσδήποτε δίνεται στη λειτουργικότητα και αναγνώριση της χρήσης τους σε μια γκάμα από υπολογιστικά περιβάλλοντα. Οπωσδήποτε θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η τεχνολογία που προσφέρεται στη μέση εκπαίδευση, για παράδειγμα, συμβατοί προσωπικοί υπολογιστές, και να διαθέτει ο καθηγητής ένα προβολικό δεδομένων συνδεδεμένο με τον υπολογιστή του.

Τα προβλήματα για την υιοθέτηση της τεχνολογίας ως μέρος της εκπαίδευσης είναι:

1. Η ποιότητα του λογισμικού
2. Το υπόβαθρο των μαθητών
3. Πως θα χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία
4. Κατά πόσο υπάρχει συμφωνία με την ύλη του σχολείου.

Το πώς θα χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία είναι επίσης πολύ σημαντικό. Πράγματι, παρουσιάζοντας κάποια πράγματα μέσα από την οθόνη δεν είναι αρκετό. Το να δει κανείς κάτι δεν σημαίνει ότι και καταλαβαίνει. **Θα πρέπει ο μαθητής να χρησιμοποιήσει τον υπολογιστή για να κάνει πείραμα να ανακαλύψει, να αυτοσχεδιάσει, να γενικεύσει και να συμπεράνει.**

Αν και η διαπίστωση ότι θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν εργαλεία τεχνολογίας στη μαθησιακή διαδικασία είναι ξεκάθαρη εν τούτοις δεν είναι καθόλου φανερό πως αυτό θα υλοποιηθεί.

Για να επιτύχουμε τους σκοπούς μας θα πρέπει να αναπτύξουμε ελκυστικά σενάρια από διάφορα θέματα της ύλης χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία. Το σημαντικό είναι ότι θα πρέπει να δημιουργηθεί η ανθρώπινη και τεχνολογική υποδομή που απαιτείται ώστε να υποστηριχθεί η αναμόρφωση αυτή. Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός θα πρέπει ο ίδιος ο καθηγητής να χρησιμοποιήσει τη τεχνολογία για εξερεύνηση και πρακτική. Για να αποτελέσει η τεχνολογία μέρος της μαθησιακής διαδικασίας στη μέση εκπαίδευση θα πρέπει οι ίδιοι οι καθηγητές των μαθηματικών να έχουν τις ανάλογες γνώσεις από τις Πανεπιστημιακές τους σπουδές. Επομένως πρόκειται για μια διαδικασία η οποία για να επιτευχθεί θα περάσει αρκετός χρόνος, δηλαδή δεν είναι απλά θέμα μιας απλής εκπαίδευσης των καθηγητών στις νέες τεχνολογίες, αλλά απαιτείται οι ίδιοι να έχουν χρησιμοποιήσει την τεχνολογία κατά την διάρκεια των σπουδών τους ώστε να έχουν σαφή αντίληψη του τρόπου με τον οποίο θα επιτευχθεί αυτή η ολοκλήρωση.

Τέλος, όσον αφορά την προσφορά της τεχνολογίας στη μάθηση θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ο χρόνος παίζει καθοριστικό παράγοντα. Συνήθως στα σχολεία δίνεται έμφαση στη κάλυψη της ύλης που καθορίζεται από το υπουργείο και ο χρόνος είναι πολύ περιορισμένος για συμπληρωματικές μορφές εκπαίδευσης. Η χρήση των εργαλείων λογισμικού απαιτούν αρκετό χρόνο εξοικείωσης και χρήσης πριν αυτά φανούν χρήσιμα.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό **ΘΑΛΗΣ**¹ που παρουσιάζουμε στην εργασία αυτή είναι ένα βοηθητικό εκπαιδευτικό εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από τους καθηγητές για να αναμορφώσουν και να αναβαθμίσουν το μάθημά τους στη τάξη όσο και από μαθητές για αυτοσχεδιασμό, εξερεύνηση και πειραματισμό έτσι ώστε να δοκιμάσουν, να συσχετίσουν και να οργανώσουν τις μαθηματικές τους ιδέες που θα οδηγήσουν στη λύση των προβλημάτων. Σκοπός είναι ο ΘΑΛΗΣ να αποτελέσει ένα γενικό εργαλείο το οποίο θα καλύπτει τα εργαστηριακά μαθήματα των Μαθηματικών (Γεωμετρίας, Άλγεβρας, Στατιστικής και Ανάλυσης) του Γυμνασίου και Λυκείου. Αυτό αποτελεί το βασικό πλεονέκτημα του ΘΑΛΗ

¹ Το πρόγραμμα ΘΑΛΗΣ: Εκπαιδευτικό Λογισμικό στα Μαθηματικά, χρηματοδοτήθηκε από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο στα πλαίσια του Προγράμματος ΕΠΕΑΕΚ με ανάδοχο την Ελληνική Μαθηματική Εταιρεία, και συνεργαζόμενους φορείς το Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και το Πανεπιστήμιο Πειραιά.

αφού δίνει στο μαθητή την δυνατότητα κατά την διάρκεια της εξαετούς φοίτησής του στη Μέση Εκπαίδευση να εξοικειωθεί στη νέα μορφή εκπαιδευτικής διαδικασίας σε ένα ενιαίο περιβάλλον.

Βασικός στόχος του ΘΑΛΗ είναι η αναβάθμιση του μαθήματος των Μαθηματικών λαμβάνοντας υπόψη την αναμόρφωση του εκπαιδευτικού προγράμματος και τις νέες παιδαγωγικές προσεγγίσεις που εφαρμόζονται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Ο ΘΑΛΗΣ περιλαμβάνει τρία υποσυστήματα: **Γεωμετρία, Στατιστική, Ανάλυση**, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους για ανταλλαγή δεδομένων.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι:

- 1. η επίτευξη των παιδαγωγικών στόχων σύμφωνα με τις νέες κατευθύνσεις στη Μέση Εκπαίδευση,**
- 2. η φιλικότητα της διεπαφής με το χρήστη,**
- 3. το ενιαίο περιβάλλον που καλύπτει όλα τα μαθήματα των Μαθηματικών,**
- 4. η δυνατότητα αξιολόγησης των μαθητών**
- 5. η προσαρμογή στα ελληνικά πρότυπα της εκπαίδευσης και**
- 6. η επεκτασιμότητα.**

Στα επόμενα θα παρουσιάσουμε το υποσύστημα της Στατιστικής το οποίο αναπτύχθηκε από το Εργαστήριο Τεχνολογιών Εκπαίδευσης από Απόσταση, Εικονικής Πραγματικότητας και Πολυμέσων του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Το λογισμικό συνοδεύεται με εγχειρίδιο χρήσης και σύστημα βοήθειας σε ηλεκτρονική μορφή [9].

2. Το Εκπαιδευτικό Πακέτο Διδασκαλίας της Στατιστικής

Το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα ήταν από τα λίγα εκπαιδευτικά συστήματα που στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση δεν προσέφερε σε ικανοποιητικό βαθμό και με ικανοποιητικό τρόπο γνώσεις Στατιστικής. Αυτό είχε σαν συνέπεια τη σημαντική υστέρηση των αποφοίτων των ελληνικών Λυκείων στην κριτική εξέταση, κατανόηση, ανάλυση, ερμηνεία και παρουσίαση στατιστικών στοιχείων. Η αδυναμία αυτή δεν περιορίζεται στην ελλιπή κατάρτιση των μαθητών των ελληνικών Λυκείων αλλά έχει ευρύτερες και μακροπρόθεσμες συνέπειες στην οικονομική και στην κοινωνική ανάπτυξη της χώρας.

Με το νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα γίνεται προσπάθεια αναβάθμισης του ρόλου της Στατιστικής έτσι ώστε να συνδεθεί το σχολείο με την παραγωγή. Η προσπάθεια αυτή μπορεί να γίνει πιο ουσιαστική με τη βοήθεια του προτεινόμενου εκπαιδευτικού λογισμικού. Με αυτό οι μαθητές θα αντιληφθούν καλύτερα μεθόδους και πρακτικές που η παραγωγή, η οικονομία αλλά και γενικότερα η κοινωνία χρησιμοποιούν για την ποσοτική προσέγγιση των διαφόρων δραστηριοτήτων τους. Με άλλα λόγια θα κατανοήσουν τις βασικές έννοιες της Στατιστικής και θα αντιληφθούν ιδιότητες οι οποίες δύσκολα αποτυπώνονται στον πίνακα. Έρευνα στη διεθνή βιβλιογραφία έχει δείξει ότι οι μαθητές συχνά έχουν δυσκολίες και συγχέουν ακόμη και βασικές έννοιες της στατιστικής όπως είναι ο μέσος και η συσχέτιση [2, 6].

Η στατιστική έρευνα αφορά στην επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων (προερχόμενα από έρευνες, δειγματοληπτικές τεχνικές, αναλύσεις, κ.λπ.) και συνήθως γίνεται μέσω Η/Υ. Τα προβλήματα που αναπτύσσονται περιλαμβάνουν πρακτική παραμετρική μελέτη με τις βασικές έννοιες της περιγραφικής στατιστικής (πίνακες, διαγράμματα, ιστογράμματα, ραβδογράμματα, κυκλικά διαγράμματα και πολύγωνο συχνοτήτων). Βασικός στόχος είναι να εξοικειωθούν οι μαθητές με συγκεκριμένα παραδείγματα στατιστικών εφαρμογών από την πραγματικότητα.

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων επιλέγονται προβλήματα από τομείς εφαρμογών όπου είναι απαραίτητη η εφαρμογή στατιστικής μεθοδολογίας. Τα προβλήματα δίνονται με τρόπο άμεσα κατανοητό στους μαθητές του Λυκείου και καλύπτουν πλήρως το νέο αναλυτικό πρόγραμμα έτσι όπως αυτό ανακοινώθηκε από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Έμφαση δίνεται στην επεκτασιμότητα του πακέτου ώστε να αποτελέσει ένα εργαλείο διερεύνησης λύσεων στατιστικών προβλημάτων και πέρα από το Λύκειο.

Τα προτεινόμενα προβλήματα καλύπτουν όλες τις βασικές έννοιες της Στατιστικής και είναι προφανές ότι συμβαδίζουν με τη διδασκαλία του μαθήματος στην τάξη. Τα θέματα τα οποία εξετάζονται είναι.

- **Περιγραφή δεδομένων με γραφικές μεθόδους**

(Κατανομή Δεδομένων, Διαγράμματα Σημείων, Κατανομές Συχνότητας, Ιστογράμματα, Πολύγωνα Συχνοτήτων, Γραμμογραφήματα, Ραβδογράμματα, Κυκλικά, Διαγράμματα

- **Αριθμητική περιγραφή των δεδομένων**

Μέτρα Θέσης ή Κεντρικής Τάσης (Αριθμητικός Μέσος, Παραλλαγές του Αριθμητικού Μέσου, Διάμεσος, Επικρατούσα τιμή)

Σύγκριση ιδιοτήτων Μέσου - Διαμέσου - Επικρατούσας Τιμής

Μέτρα Διασποράς (Διακύμανση, Μέση Απόκλιση Τετραγώνου)

Μέτρα σχετικής θέσης (Πρώτο Τεταρτημόριο, Τρίτο Τεταρτημόριο)

Μέτρα σχετικής μεταβλητότητας (Συντελεστής Μεταβλητότητας)

Μέτρα ασυμμετρίας και κύρτωσης (Συντελεστής Ασυμμετρίας, Συντελεστής Κύρτωσης)

- **Διμεταβλητοί πληθυσμοί**

Γραμμική παλινδρόμηση (Διάγραμμα διασποράς, Ευθεία Παλινδρόμησης)

Γραμμική συσχέτιση (Συντελεστής γραμμικής συσχέτισης)

Το εγχειρίδιο που συνοδεύει το λογισμικό [9] αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο περιγράφονται αναλυτικά οι συναρτήσεις μέσω των οποίων ενεργοποιούνται οι επιθυμητές επιλογές για την επίλυση του στατιστικού προβλήματος. Η περιγραφή αυτή πλαισιώνεται με απλά παραδείγματα. Το δεύτερο μέρος περιέχει σύνθετα προβλήματα μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η εμπέδωση της ύλης. Τέλος, θα πρέπει να τονιστεί ότι το εγχειρίδιο είναι συνεπές τόσο με τους ορισμούς όσο και με το συμβολισμό που ακολουθούν τα εγκεκριμένα για την Γ' Λυκείου σχολικά βιβλία.

Το προτεινόμενο εργαλείο βοηθά το μαθητή να κατασκευάσει και να παραστήσει γραφικά τις ιδέες του. Οι μαθητές μπορούν δηλαδή να κατασκευάζουν ένα σχήμα που μεταφράζει τα δεδομένα του προβλήματος και να παρατηρούν το τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τη μεταβολή κάποιων στοιχείων του.

Οι ικανότητες τις οποίες επιδιώκουμε να αποκτήσουν οι μαθητές είναι:

1. Απόκτηση και καλλιέργεια του αναλυτικού και συνθετικού τρόπου σκέψης
2. Ικανότητα διατύπωσης υποθέσεων και ελέγχου του πεδίου εφαρμογής τους.
3. Κατανόηση σε βάθος του εννοιολογικού περιεχομένου βασικών μαθηματικών εννοιών και
4. Ικανότητα μετάφρασης από μια μορφή αναπαράστασης σε μια άλλη.

3. Ανάλυση και σχεδιασμός

Ο σχεδιασμός του εκπαιδευτικού πακέτου διδασκαλίας της Στατιστικής καλύπτει τις ανάγκες της διαδικασίας από την πλευρά των εργαλείων λογισμικού για τον πειραματισμό με τα πιθανά σενάρια, της φιλικότητας στην αλληλεπίδραση με τον εκπαιδευόμενο και της επεκτασιμότητας όσον αφορά την ενσωμάτωση

- νέων αντικειμένων (π.χ. διάλεξη, άσκηση, μαθήματα)
- νέων εργαλείων διαχείρισης (π.χ. αυτόματη αξιολόγηση, κειμενογράφος)
- λειτουργικών οντοτήτων - μια διακριτή λειτουργική οντότητα για το λογισμικό είναι ο μαθητής, μια άλλη μπορεί να είναι ο εκπαιδευτικός ή η γραμματεία κτλ.

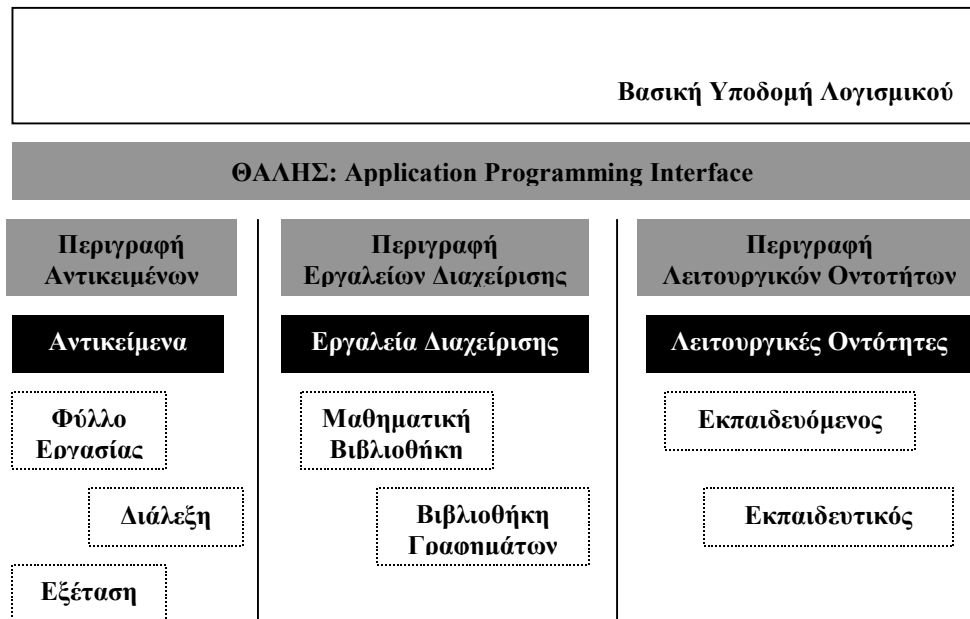
Τόσο κατά την φάση της ανάλυσης των απαιτήσεων του εκπαιδευτικού πακέτου, όσο και κατά την φάση του σχεδιασμού του υπήρξε πρόνοια για την κατασκευή ενός περιβάλλοντος που θα επιτρέπει την προσθήκη νέων βιβλιοθηκών λογισμικού τόσο από τους ίδιους τους σχεδιαστές όσο και από τρίτους φορείς.

Η ταξινόμηση των τμημάτων σε αντικείμενα, εργαλεία και λειτουργικές οντότητες έγινε στηριζόμενη στη λειτουργικότητα που έχουν να επιδείξουν αλλά και στον τρόπο αλληλεπίδρασης με τα άλλα τμήματα. Συγκεκριμένα, τα **αντικείμενα** είναι λογισμικές οντότητες που έχουν κατάσταση και τρόπο παρουσίασης μέσα στο περιβάλλον που παρέχει το εκπαιδευτικό πακέτο. Η κατάσταση των αντικειμένων είναι αποθηκεύσιμη και ανακτήσιμη. Τα αντικείμενα αντιπροσωπεύουν εκπαιδευτικά δομικά στοιχεία όπως φύλλο εργασίας, διάλεξη και άσκηση και εκπαιδευτικές οργανωτικές δομές όπως μαθήματα και εξετάσεις. Τα **εργαλεία διαχείρισης** είναι λογισμικές οντότητες που παρέχουν μηχανισμούς αλλαγής κατάστασης των αντικειμένων και τρόπο παρουσίασης των μηχανισμών αυτών στο περιβάλλον της εφαρμογής. Μέσω των εργαλείων μπορεί ο χρήστης του εκπαιδευτικού πακέτου να αλλάξει την κατάσταση ενός αντικειμένου, να δημιουργήσει ένα νέο (ή να διαγράψει ένα υπάρχον) αντικείμενο. Οποσδήποτε, δεν είναι απαραίτητο να μπορούν όλα τα εργαλεία να αλληλεπιδρούν με όλα τα αντικείμενα. Τέλος, οι **λειτουργικές οντότητες** είναι λογισμικές οντότητες που περιγράφουν τους συμμετέχοντες στην διαδικασία της εκπαίδευσης. Αυτοί είναι οι εκπαιδευόμενοι, οι εκπαιδευτικοί και το προσωπικό που έχει άμεση σχέση με τη διαχείριση της όλης διαδικασίας. Οι λειτουργικές οντότητες αλληλεπιδρούν με τα αντικείμενα που υπάρχουν στο περιβάλλον της εφαρμογής μέσω των παρεχόμενων εργαλείων διαχείρισης. Μόνο μία λειτουργική οντότητα μπορεί να είναι ενεργή κάθε φορά που ενεργοποιείται το λογισμικό μια και η οντότητα αυτή καθορίζει τα δικαιώματα πρόσβασης του χρήστη σε αντικείμενα και εργαλεία διαχείρισης. Επιπλέον, οι λειτουργικές οντότητες έχουν κατάσταση που είναι αποθηκεύσιμη και ανακτήσιμη και ακολουθούν τον χρήστη σε όλο τον περίπατό του μέσα στο περιβάλλον της εφαρμογής.

Το υποστηρικτικό περιβάλλον που παρέχεται στο πακέτο, είναι η βασική υποδομή του εκπαιδευτικού λογισμικού. Μέσα σε αυτό το περιβάλλον τα τμήματα λογισμικού (αντικείμενα, εργαλεία και οντότητες) παρουσιάζονται, αλληλεπιδρούν και συντονίζονται με σκοπό την παροχή ενός ολοκληρωμένου εκπαιδευτικού πακέτου για την Στατιστική που έχει την δυνατότητα να αναβαθμιστεί ή και να επεκταθεί χωρίς να χρειάζονται αλλαγές στην υποδομή που το υποστηρίζει. Η βασική υποδομή δηλαδή, είναι το μέσο που διευκολύνει την αλληλεπίδραση των τμημάτων λογισμικού, υπό την προϋπόθεση τα τελευταία να συμφωνούν με μία προκαθορισμένη περιγραφή που αυτή ορίζει². Οι περιγραφές υφίστανται για πόρους που μοιράζεται ή και χρησιμοποιεί η λογισμική οντότητα (τόσο της υποδομής, όσο και των άλλων λογισμικών οντοτήτων που φιλοξενούνται στην υποδομή) για να προσφέρει την

² Η διεπαφή επικοινωνίας των τμημάτων λογισμικού (αντικείμενα, μηχανισμοί και λειτουργικές οντότητες) με την βασική υποδομή υλοποιείται μέσω ενός API (Application Programming Interface) που ορίζεται από την υλοποίηση της υποδομής

λειτουργικότητά της στον εκπαιδευόμενο. Επιπρόσθετα, η βασική υποδομή επιτρέπει την πρόσβαση των λογισμικών οντοτήτων σε εξωτερικούς προς το εκπαιδευτικό πακέτο πόρους όπως αποθηκευτικά μέσα και δίκτυο. Στο παρακάτω σχήμα αναπαρίσταται η αρχιτεκτονική του εκπαιδευτικού πακέτου καθώς και οι περιγραφές που ορίζονται από την βασική υποδομή.



4. Τεχνικές Προδιαγραφές

Η παρούσα υλοποίηση περιλαμβάνει σε επίπεδο αντικειμένου, το **φύλλο εργασίας** δηλαδή μια περιοχή εργασίας στην οποία ο μαθητής μπορεί να πειραματιστεί χρησιμοποιώντας πίνακες και διαγράμματα και να λύσει ασκήσεις, βασιζόμενος στα υπάρχοντα εργαλεία διαχείρισης, δηλαδή στις **βιβλιοθήκες των μαθηματικών και των διαγραμμάτων**. Αντικείμενα όπως η **διάλεξη**, το **μάθημα**, η **εξέταση** μπορούν να ενσωματωθούν σε επόμενη έκδοση του πακέτου αυτού, δεδομένου ότι έχει γίνει πρόβλεψη για τέτοιες επεκτάσεις όπως αναφέραμε στο σχεδιασμό. Επιπλέον, στην παρούσα φάση έχει δοθεί έμφαση στην υποστήριξη της λειτουργικής οντότητας **μαθητής** και όχι τόσο στην υποστήριξη άλλων λειτουργικών οντοτήτων όπως ο **καθηγητής**, με την παροχή εργαλείων που τον βοηθούν στην εκτέλεση του έργου του, π.χ. η αυτόματη αξιολόγηση, ο κειμενογράφος, αλλά και η **γραμματεία**, με την αυτόματη επεξεργασία και καταχώριση της βαθμολογίας.

Το στατιστικό τμήμα του υποσυστήματος βασίζεται σ' ένα πίνακα, με το οποίο ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει εισάγοντας αριθμούς (δεκαδικούς, ακεραίους) ή συμβολοσειρές και εκτελώντας διάφορες πράξεις πάνω σε αυτά. Ο χρήστης μπορεί να ανοίξει περισσότερους από ένα πίνακες στην περιοχή εργασίας του, να τους αποθηκεύσει, εφόσον το επιθυμεί, σε κάποια από τις διαθέσιμες μορφές (tbl, csv) ή και να εκτυπώσει τα περιεχόμενά τους. Για τη δημιουργία του πίνακα χρησιμοποιήθηκε η κλάση JTable του πακέτου Swing της Java. Η λειτουργικότητα της κλάσης αυτής επεκτάθηκε έτσι ώστε να υποστηρίζονται οι λειτουργίες της εισαγωγής/διαγραφής γραμμών/στηλών, διαγραφής των περιεχομένων των κελιών, αποκοπής, αντιγραφής και επικόλλησης δεδομένων. Προστέθηκαν λειτουργίες μορφοποίησης όπως στοίχιση των περιεχομένων των κελιών, επιλογή χρώματος και μετατροπή του τύπου των δεδομένων (πχ. από δεκαδικούς σε ακεραίους). Επιπλέον, ενσωματώθηκε η δυνατότητα ταξινόμησης μιας επιλεγμένης περιοχής δεδομένων κατά στήλη ή κατά γραμμή. Τα κελιά του

πίνακα υποστηρίζουν την αναγνώριση και τον υπολογισμό μαθηματικών εκφράσεων, με τη βοήθεια λεκτικού και συντακτικού αναλυτή. Για την κατασκευή των τελευταίων χρησιμοποιήθηκαν τα εργαλεία JLex και Java Cup αντίστοιχα. Οι μαθηματικές εκφράσεις που αναγνωρίζονται, περιέχουν εκτός από τις βασικές μαθηματικές πράξεις και ένα σύνολο από 30 στατιστικές συναρτήσεις (διακύμανση, διάμεσος, αριθμητικός μέσος κ.α), το οποίο μπορεί να εμπλουτιστεί ακόμα περισσότερο. Εκτός από τις στατιστικές συναρτήσεις, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα επιλέγοντας μια περιοχή δεδομένων, να εμφανίσει στοιχεία για την κατανομή των δεδομένων αυτών, με ή χωρίς ομαδοποίησή τους, όπως η σχετική συχνότητα, η αθροιστική συχνότητα κλπ. Το στατιστικό τμήμα της εφαρμογής, βρίσκεται σε επικοινωνία με το τμήμα των διαγραμμάτων, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί επιλέγοντας κάποια από τα στοιχεία που έχει ήδη επεξεργαστεί και μέσα από τα διαθέσιμα είδη διαγραμμάτων να τα οπτικοποιεί για να βγάλει τα συμπεράσματά του.

Για την δημιουργία των γραφημάτων χρησιμοποιήθηκε το πακέτο KavaChart 3.0 της εταιρείας Visual Engineering. Το υπο-πακέτο (sub-package) chart του KavaChart αποτελείται από ένα σύνολο τάξεων (classes), τις οποίες μπορούμε να χωρίσουμε σε δύο υποσύνολα. Το πρώτο υποσύνολο περιλαμβάνει τάξεις που αντιπροσωπεύουν δομικά στοιχεία των γραφημάτων. Τέτοια δομικά στοιχεία είναι, για παράδειγμα, οι άξονες, οι μπάρες, τα δεδομένα κτλ. Το δεύτερο υποσύνολο περιλαμβάνει τάξεις που αντιπροσωπεύουν ολοκληρωμένα γραφήματα. Οι τάξεις αυτές χρησιμοποιούν στοιχεία και των δύο υποσυνόλων. Απ' το πρώτο υποσύνολο χρησιμοποιούν εκείνα τα δομικά στοιχεία που χρειάζονται για να αναπαρασταθούν, ενώ απ' το δεύτερο υποσύνολο χρησιμοποιούν την τεχνική της κληρονομικότητας για να επεκτείνουν διάφορα άλλα γραφήματα. Όλα τα στοιχεία του υποσυνόλου αυτού υλοποιούν τη διεπαφή *ChartInterface*.

Για το κάθε γράφημα που υποστηρίζει το πρόγραμμα είτε δημιουργούμε έναν κληρονόμο από το σύνολο των έτοιμων γραφημάτων του KavaChart, είτε χρησιμοποιούμε τα δομικά εκείνα στοιχεία που χρειαζόμαστε, και που μας παρέχει το KavaChart, για να χτίσουμε το δικό μας γράφημα. Έτσι έχουμε ένα σύνολο από τάξεις που αναπαριστούν γραφήματα προσαρμοσμένα στις συγκεκριμένες ανάγκες της ύλης που θέλουμε να καλύψουμε..

Κάθε γράφημα έχει την δυνατότητα να αποθηκευτεί σύμφωνα με δύο μορφότυπα. Αφού όλες οι πληροφορίες υπάρχουν στο κατάλληλο αφαιρετικό επίπεδο, μέσω της τεχνικής του *Serialization* που μας παρέχει η Java, αποθηκεύουμε το γράφημα όπως έχει. Το αρχείο το οποίο δημιουργείται αρχικά αποθηκεύεται τοπικά στον δίσκο του χρήστη, αλλά κατόπιν μπορεί να μεταφερθεί μέσω ενός δικτύου σε ένα άλλο σύστημα που έχει εγκαταστημένο τον Θαλή. Ο χρήστης έχει την δυνατότητα να ανοίξει το αρχείο αυτό και να επεξεργαστεί παραπέρα το γράφημα.

Το δεύτερο μορφότυπο με το οποίο αποθηκεύουμε τα γραφήματα είναι το gif το οποίο αποτελεί μία εικόνα του γραφήματος. Έτσι μπορεί να εισαχθεί σε διάφορους επεξεργαστές κειμένου, είτε σε δημιουργία ιστοσελίδων γραμμένων σε HTML.

Στην επόμενη παράγραφο γίνεται μια επίδειξη των δυνατοτήτων του πακέτου μ' ένα πραγματικό παράδειγμα χρήσης.

5. Παράδειγμα χρήσης του πακέτου

Στην ενότητα αυτή γίνεται μια επίδειξη των δυνατοτήτων του πακέτου με πραγματικά δεδομένα. Να τονισθεί ότι με το περιεκτικό παράδειγμα που ακολουθεί καλύπτεται όλη η διδαχθείσα ύλη της Γ' τάξης του Ενιαίου Λυκείου (σχολικό έτος 1999-2000).

Πρόβλημα: Προκειμένου να αξιολογηθεί το εφαρμοζόμενο πρόγραμμα σπουδών ενός πανεπιστημιακού τμήματος σχεδιάστηκε ερωτηματολόγιο το οποίο δόθηκε σε τυχαίο δείγμα

185 φοιτητών του τμήματος. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από τρεις βασικές ενότητες που έχουν στόχο την αποτύπωση της άποψης των φοιτητών για το επίπεδο διδασκαλίας, το πρόγραμμα σπουδών και τις προοπτικές εύρεσης εργασίας αντίστοιχα. Κάθε ενότητα περιλαμβάνει επιμέρους ερωτήσεις. Η πρώτη ενότητα αναφέρεται στο επίπεδο διδασκαλίας και περιλαμβάνει τέσσερις επιμέρους ερωτήσεις οι οποίες αφορούν

- Το επίπεδο των παραδόσεων
- Το επίπεδο των εργαστηριακών ασκήσεων-φροντιστηρίων
- Το επίπεδο των συγγραμμάτων
- Τη γενική εικόνα του επιπέδου διδασκαλίας

Οι ερωτήσεις συμπληρώθηκαν με βάση την κλίμακα 0 (Απαράδεκτο) - 10 (Άριστα).

Με βάση τα παραπάνω:

i. Να ταξινομηθούν οι απαντήσεις που αφορούν τη γενική εικόνα του επιπέδου διδασκαλίας σε κατανομή συχνοτήτων.

ii. Να απεικονισθεί διαγραμματικά η κατανομή συχνοτήτων του προηγούμενου ερωτήματος.

iii. Να υπολογισθούν τα στατιστικά μέτρα της γενικής εικόνας του επιπέδου διδασκαλίας.

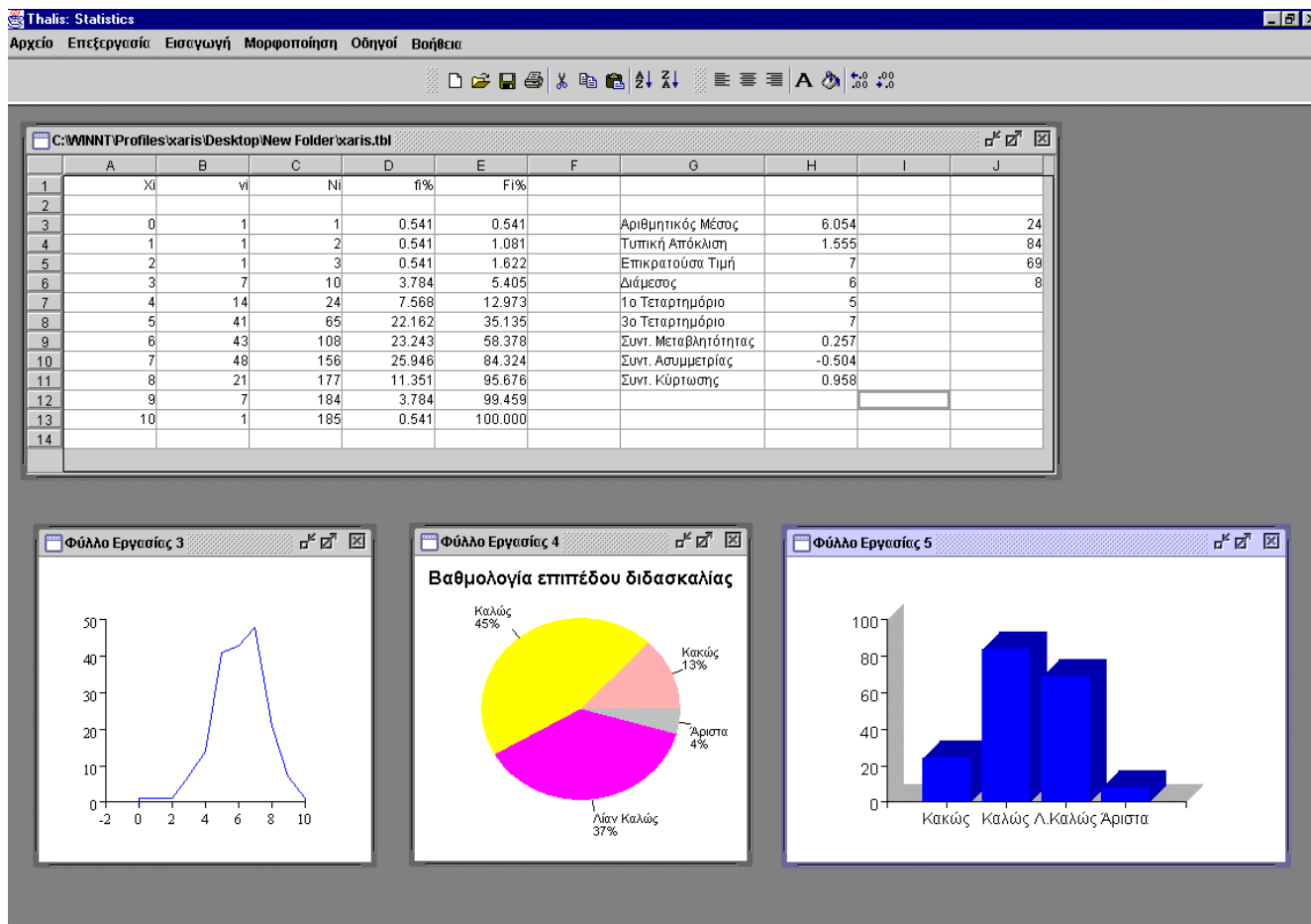
iv. Να απεικονισθεί διαγραμματικά η άποψη των φοιτητών για τη γενική εικόνα του επιπέδου διδασκαλίας αφού γίνει σύμπτυξη των βαθμολογιών χρησιμοποιώντας την κλίμακα:

- ◆ **Κακώς** που αντιστοιχεί σε βαθμολογίες 0 ως και 4.
- ◆ **Καλώς** που αντιστοιχεί σε βαθμολογίες 5 ή 6.
- ◆ **Λίαν Καλώς** που αντιστοιχεί σε βαθμολογίες 7 ή 8.
- ◆ **Άριστα** που αντιστοιχεί σε βαθμολογίες 9 ή 10.

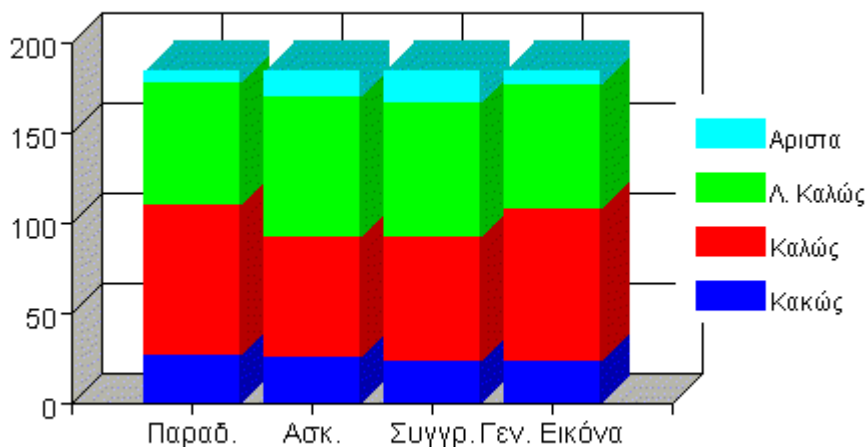
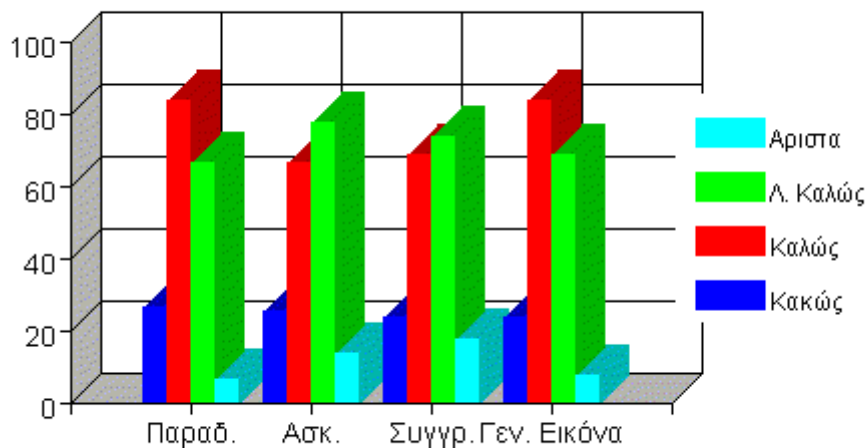
v. Να επαναληφθεί η ανάλυση και για τις άλλες ερωτήσεις της υπό μελέτη πρώτης ενότητας του ερωτηματολογίου και να γίνει κατάλληλη διαγραμματική απεικόνιση η οποία να επιτρέπει συγκρίσεις μεταξύ των βαθμολογιών που δόθηκαν για το επίπεδο των παραδόσεων, το επίπεδο των εργαστηριακών ασκήσεων, το επίπεδο των συγγραμμάτων και τη γενική εικόνα του επιπέδου της διδασκαλίας στο τμήμα.

Λύση: Μετά την εισαγωγή των δεδομένων, γίνεται χρήση του **Οδηγού Κατανομών** με επιλογή "**Χωρίς Ομαδοποίηση**" οπότε προκύπτει ένας πίνακας που περιλαμβάνει τις τιμές της μεταβλητής (x_i), τη συχνότητα (v_i), την αθροιστική συχνότητα (N_i), τη σχετική συχνότητα εκφρασμένη επί τοις εκατό (f_i) και τέλος την αθροιστική σχετική συχνότητα εκφρασμένη επί τοις εκατό (F_i) (στήλες Α-Ε φύλλου εργασίας). Η κατανομή συχνοτήτων απεικονίζεται διαγραμματικά με πολύγωνο συχνοτήτων το οποίο μας δίνει τη μορφή της κατανομής (Φύλλο εργασίας 3). Στη στήλη Η περιέχονται στατιστικά μέτρα τα οποία δίνουν την πλήρη περιγραφή των δεδομένων. Συγκεκριμένα η μέση βαθμολογία είναι 6.054 και η τυπική απόκλιση της βαθμολογίας είναι 1.555. Η συχνότερα εμφανιζόμενη βαθμολογία είναι το 7. Επίσης, το 50% των φοιτητών βαθμολογεί πάνω από 6, το 25% των φοιτητών βαθμολογεί πάνω από 7 και το 25% των φοιτητών βαθμολογεί κάτω από 5. Ο συντελεστής μεταβλητότητας είναι 0.257. Η κατανομή εμφανίζει ελαφρά αρνητική ασυμμετρία ($\beta_1=-0.504$) και είναι λεπτόκυρτη ($\beta_2=0.958$). Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με τη μορφή της πολυγωνικής γραμμής που ήδη παρουσιάστηκε. Για την καλύτερη παρουσίαση της άποψης των φοιτητών έγινε σύμπτυξη των βαθμολογιών χρησιμοποιώντας την προτεινόμενη κλίμακα. Για τη σύμπτυξη των δεδομένων

χρησιμοποιήθηκε η συνάρτηση κωδικοποίησης (**CODE**) τα αποτελέσματα της οποίας παρουσιάζονται στη στήλη J. Παρατηρούμε ότι 24 φοιτητές βαθμολογούν με Κακώς, 84 με Καλώς, 69 με Λίαν Καλώς και 8 με Άριστα. Στη συνέχεια απεικονίζουμε την ποιοτική αυτή κατάταξη είτε με ένα κυκλικό διάγραμμα (Φύλλο Εργασίας 4) είτε με ένα ραβδόγραμμα (Φύλλο Εργασίας 5).



Αντίστοιχη ανάλυση μπορούμε να κάνουμε και για τις άλλες τρεις ερωτήσεις της πρώτης ενότητας του ερωτηματολογίου. Με τα διαγράμματα που ακολουθούν επιτυγχάνονται συγκρίσεις μεταξύ των βαθμολογιών που δόθηκαν για το επίπεδο των παραδόσεων, το επίπεδο των εργαστηριακών ασκήσεων, το επίπεδο των συγγραμμάτων και τη γενική εικόνα του επιπέδου της διδασκαλίας στο τμήμα.



5. Συμπεράσματα

Η επιτυχημένη φιλοσοφία του εργαλείου αυτού βασίζεται στη φιλικότητά του προς τον χρήστη και τη πλήρη εναρμόνισή του με τη διδακτέα ύλη του σχολείου. Για να ξεκινήσει κανείς το πρόγραμμα είναι πολύ απλό. Το δύσκολο πρόβλημα είναι για τον καθηγητή να σχεδιάσει έξυπνες ασκήσεις για τους μαθητές.

Οποσδήποτε η αξιολόγηση του προγράμματος από τους ίδιους τους μαθητές θα δείξει κατά πόσο το πρόγραμμα ικανοποιεί τους στόχους για τους οποίους δημιουργήθηκε.

Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ο κίνδυνος για τους μαθητές είναι ότι μπορούν να μάθουν να φτιάχνουν ενδιαφέροντα σχήματα αλλά να μην καταλαβαίνουν τι ακριβώς κάνουν. Ο καθηγητής θα πρέπει να δουλέψει σκληρά δίνοντας κατεύθυνση μαθησιακή σ' αυτό το τόσο δυναμικό εργαλείο.

Για να αποτελέσει όμως ο ΘΑΛΗΣ ουσιαστικό βοήθημα ενταγμένο στη διδασκαλία του μαθήματος της Στατιστικής και να αποκτήσουν μέσω αυτού οι μαθητές, βασικές γνωστικές ικανότητες για την αντιμετώπιση πραγματικών προβλημάτων απαιτείται όπως προαναφέραμε σημαντική προσπάθεια από την πλευρά των καθηγητών να εξοικειωθούν με τη νέα αυτή μορφή της εκπαίδευσης .

Η χρήση των εργαλείων λογισμικού απαιτούν κάποιο χρόνο εξοικείωσης πριν αυτά φανούν χρήσιμα. Το ολοκληρωμένο πακέτο ΘΑΛΗΣ για το οποίο δώσαμε μόνο την περιγραφή του υποσυστήματος της Στατιστικής υπερτερεί σημαντικά έναντι άλλων στη διεθνή αγορά αφού μπορεί να καλύψει όλα τα χρόνια φοίτησης του μαθητή στη Μέση Εκπαίδευση χωρίς ο μαθητής να αλλάξει περιβάλλον. Τελειώνοντας θα πρέπει να αναφέρουμε ότι το υποσύστημα της στατιστικής που παρουσιάσαμε, χάρη στον άρτιο σχεδιασμό του, μπορεί να εμπλουτισθεί με περαιτέρω λειτουργικότητα και αυτοματισμό ούτως ώστε να διευκολύνει ακόμη περισσότερο τη μαθησιακή διαδικασία, τόσο από την πλευρά του μαθητή όσο και από την πλευρά του καθηγητή. Ο μαθητής μπορεί να υποστηριχθεί με ενσωμάτωση αντικειμένων όπως η **διάλεξη**, αλλά και βοηθητικών εργαλείων όπως ο **κειμενογράφος**. Ο καθηγητής μπορεί να υποβοηθηθεί στο έργο του, με την παροχή δυνατοτήτων όπως η εύκολη ανάπτυξη και διανομή **ασκήσεων** πάνω στη διδακτέα ύλη προσαρμοσμένη στις δυνατότητες των μαθητών του, η **εξέταση** και η **αυτόματη αξιολόγηση και καταχώρηση της βαθμολογίας**. Επιπρόσθετα, επισημαίνεται ότι σε πιο προχωρημένο επίπεδο, όταν οι συνθήκες θα είναι ώριμες και η εξοικείωση με την τεχνολογία μεγαλύτερη, είναι δυνατή η λειτουργία του πακέτου σε δικτυακό περιβάλλον για την υποστήριξη της διαδικασίας της τηλεεκπαίδευσης.

6. Αναφορές

1. Coleman, J.S. (1976). Differences between experiential and classroom learning. In *Experiential learning: Rationale, characteristics, and assessment*. M.R. Keeton and Associates, SF: Jossey-Bass.
2. Gerfield, J and Ahlgren, A (1988), Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: implications for research, *Journal for Research in Mathematics Education*, 19 (1), 44-63.
3. L. Gilligan, J. Marquardt, Calculus and the Derive Program: Experiments with the Computer, *Computers and Mathematics*, vol 39, 1992, p595.
4. Koedinger, K., Anderson, J. (1993). Effective Use of Intelligent Software in High School Math. In *Proceedings of AI-ED 93, World conference of Artificial Intelligence in Education*, pp. 241-248.
5. Koedinger, K., Anderson, J., Hadley, W., Mark, M. (1997). Intelligent Tutoring Goes to School in the Big City. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol. 8, pp. 30-43.
6. Morris, E.J. (1997), An investigation for students' conceptions and procedural skills in the statistical topic correlation, CITE Report N.230, Centre for Information Technology in Education, Institute of Educational Technology, Milton Keynes: Open University.
7. Shute, V.J., Gawlick-Grendell, L.A. and Young, R.K. (1993). *An experiential system for learning probability: Stat Lady*. Paper presented at the American Educational Research Association, Atlanta, GA.

8. Shute, V.J. and Glaser, R. (1990). A large-scale evaluation of an intelligent discovery world: Smithtown. *Interactive Learning Environments*, 1(1), 51-77.
9. Δραστηριότητες στο πλαίσιο του μαθήματος της Στατιστικής, Εγχειρίδιο χειρισμού με λωμένα παραδείγματα, Αθήνα 2000, σελίδες 121.