



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΠΜΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Ανθρωποκεντρική Ανάπτυξη και Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού
Λογισμικού για Χρηματοοικονομικούς Υπολογισμούς

Δρόσος Γεώργιος του Λουκά
Αρ.Μητρώου:Μππλ13017

Επιβλέπων καθηγητής : κ. Φούντας Ευάγγελος.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή	
1.1 Σημαντικότητα	7
1.2 Σκοπός και Στόχοι	7
1.3 Διάρθρωση Εργασίας	8
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	
Κεφάλαιο 2. Εκπαιδευτικό Λογισμικό	
2.1 Εισαγωγικό Πλαίσιο	10
2.2 Αρχιτεκτονική Εκπαιδευτικού Λογισμικού	13
2.3 Παιδαγωγικές Θεωρίες και Εκπαιδευτικό Λογισμικό	17
2.4 Ταξινόμηση Εκπαιδευτικού Λογισμικού	20
2.5 Σχεδίαση και Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού Λογισμικού	22
2.6 Σύνοψη	27
2.7 Αναφορές	28
Κεφάλαιο 3. Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή	
3.1 Βασικό Πλαίσιο	31
3.2 Σχεδίαση Διαδραστικών Συστημάτων (ΣΔΣ)	38
3.3 Ανάπτυξη Συστημάτων ΑΑΥ	42
3.4 Έρευνα Απαιτήσεων και Καταγραφή Προδιαγραφών Συστήματος	48
3.5 Αξιολόγηση Ευχρηστίας	50
3.6 Σύνοψη	53
3.7 Αναφορές	55
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	
Κεφάλαιο 4. Μεθοδολογική Προσέγγιση	
4.1 Εισαγωγή	58
4.2 Ανθρωποκεντρική Ανάπτυξη βάση της LUCID	58
4.2.1 Ανάπτυξη Αρχικής Ιδέας	58
4.2.2 Ανάλυση Αναγκών & Απαιτήσεων	59
4.2.2.1 Ανάλυση Χρηστών	62
4.2.2.2 Ανάλυση Δραστηριοτήτων	63
4.2.2.3 Απαιτήσεις	64
4.2.2.4 Εκπαιδευτικές Ανάγκες	65
4.2.3 Σχεδιασμός	66
4.2.4 Κατασκευή Πρωτότυπου	71
4.2.5 Αξιολόγηση και Βελτιστοποίηση	71
4.3 Διδακτική Μεθοδολογία	71
4.4 Σύνοψη	73
4.5 Αναφορές	75
Κεφάλαιο 5. Ανάπτυξη Συστήματος	
5.1 Εισαγωγή	77
5.2 Εγκατάσταση Λογισμικού	77
5.3 Δομή και Λειτουργία Συστήματος	79
5.4 Κατασκευή Συστήματος	81

5.5	Διεπαφές Συστήματος	102
5.6	Αξιολόγηση Χρήστη	106
5.7	Δοκιμές	107
5.8	Τεκμηρίωση και Συντήρηση	107
5.9	Σύνοψη	107
5.10	Αναφορές	107
	Κεφάλαιο 6. Αξιολόγηση	
6.1	Εισαγωγή	109
6.2	Μεθοδολογία Αξιολόγησης	109
6.2.1	Δειγματοληψία	110
6.2.2	Εργαλεία	110
6.2.3	Διεξαγωγή Αξιολόγησης	111
6.2.4	Ανάλυση Δεδομένων	111
6.3	Αξιοπιστία και Εγκυρότητα	112
6.4	Παρουσίαση Αποτελεσμάτων Αξιολόγησης	113
6.5	Σύνοψη	116
6.4	Αναφορές	117
	Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα-Προτάσεις	
7.1	Συμπεράσματα	118
7.2	Προτάσεις	119
	Βιβλιογραφία	
	Ελληνόγλωσση	121
	Ξενόγλωσση	122
	Παράρτημα	
	Παράρτημα 1	123
	Παράρτημα 2	127
	Παράρτημα 3	130
	Παράρτημα 4	132
	Παράρτημα 5	134

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του ΠΜΣ «ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ» του Πανεπιστημίου Πειραιά.

Αισθάνομαι υποχρέωση να ευχαριστήσω ορισμένους ανθρώπους που συνέβαλαν με οποιοδήποτε τρόπο στην ολοκλήρωση των σπουδών μου και στην πραγματοποίησή της διπλωματικής μου εργασίας.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα **καθηγητή κ.Ευάγγελο Φούντα**, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα, όπως επίσης και για την καθοδήγηση, τις σημαντικές υποδείξεις και τις διορθώσεις, που ήταν απαραίτητες για την επιτυχή ολοκλήρωσή της, καθώς και το σύνολο των καθηγητών μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα για τις γνώσεις που μου μετέφεραν.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου για την συμπαράσταση και κατανόηση που έδειξε από την πρώτη στιγμή και καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών και της επιστήμης της πληροφορικής έφεραν επαναστατικές αλλαγές στις μεθόδους εκπαίδευσης. Δόθηκε η δυνατότητα για εκπαίδευση και εξάσκηση με χρήση υπολογιστών και κατάλληλων προγραμμάτων εκπαιδευτικού λογισμικού. Στην παρούσα εργασία, επιδιώκεται η σχεδίαση και η ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού λογισμικού για το μάθημα των «Οικονομικών Μαθηματικών» των ΕΠΑΛ. Πιο συγκεκριμένα, σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η ανάλυση απαιτήσεων και ο σχεδιασμός, υλοποίηση και αξιολόγηση του λογισμικού (πρωτότυπο-πilotική εφαρμογή) για τη εξάσκηση και επανάληψη γνώσεων (drill & practice) στο αντικείμενο των «Οικονομικών Μαθηματικών». Η αξιολόγηση του από πραγματικούς χρήστες (μαθητές, καθηγητές) ανέδειξε ότι το εκπαιδευτικό λογισμικό κρίνεται ικανοποιητικό όσο αφορά την ευχρηστία, και την μαθησιακή λειτουργία του, αλλά υστερεί κάπως από σχεδιαστική πλευρά. Ωστόσο, εκτιμάται από όλες τις πλευρές των χρηστών ότι βοηθά πολύ στην καθημερινή διδακτική πράξη.

Λέξεις Κλειδιά: εκπαιδευτικό λογισμικό, αλληλεπίδραση ανθρώπου –υπολογιστή, λογισμικό εξάσκησης & πρακτική, αξιολόγηση, διαδραστικό σύστημα, ευχρηστία

ABSTRACT

The development of computer technology and science have brought revolutionary changes in methods of education. It has given the opportunity to train and practice using computers and appropriate educational software programs. In this present thesis, the design and development of a training software for the "Economics Mathematics" course of Professional high Schools is sought. Specifically, the purpose of this specific project is to analyze requirements and to design, implement and evaluate the software (prototype-pilot application) For drill and practice in the subject of "Economic Mathematics". The evaluation by real users (students, teachers) showed that the educational software is judged satisfactory in terms of usability and learning, but it is inadequate in design. However, it is appreciated by all aspects of the user that it helps a lot in everyday teaching.

Keywords: educational software, human-computer interaction, drill & practice software, evaluation, interactive system, usability

ΠΡΩΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σημαντικότητα

Στην σημερινή εποχή της ραγδαίας ανάπτυξης της επιστήμης και τεχνολογίας, οι υπολογιστές, το διαδίκτυο και οι άλλες νέες τεχνολογίες μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως μέσα υποβοήθησης του διδακτικού έργου και επίσης ως μέσα ενίσχυσης της μάθησης μέσω λογισμικού, το οποίο ονομάζεται «εκπαιδευτικό λογισμικό». Το εκπαιδευτικό λογισμικό με την πάροδο των χρόνων εξελίσσεται και ενσωματώνει όλες τις νέες μεθοδολογίες και τεχνικές που το βοηθούν να είναι αποτελεσματικό. Μέσα σε αυτό πλαίσιο έρχεται η αλληλεπίδραση ανθρώπου – υπολογιστή να βοηθήσει τις εκπαιδευτικές εφαρμογές αν αποκτήσουν μια διαδραστικότητα, δηλ. αλληλεπίδραση με τον εκπαιδευόμενο, παρέχοντας μεγαλύτερη μαθησιακή αποτελεσματικότητα. Το ζητούμενο για κάθε τύπου εκπαιδευτικό λογισμικό είναι η εκπαιδευτική επιτυχία, γιατί αυτό το καθιστά χρήσιμο στην διδακτική πράξη.

Σήμερα, στην Ελληνική Εκπαίδευση η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών είναι απαραίτητη για να βελτιωθεί η ποιότητα παρεχόμενης εκπαίδευσης, αλλά και για να μπορούν οι μαθητές να εξοικειωθούν με την χρήση τεχνολογίας την μαθησιακή δραστηριότητα τους. Ειδικότερα, στην Επαγγελματική Εκπαίδευση η χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού κρίνεται σημαντική καθότι βοηθά τους νέους εκπαιδευόμενους να αποκτήσουν χρήσιμες γνώσεις και δεξιότητες για την μελλοντική άσκηση του επαγγέλματος τους. Επιπλέον, η αξιοποίηση φθηνών τεχνολογικών λύσεων στην εκπαίδευση (π.χ. ανοικτό λογισμικό) είναι σημαντική στην σημερινή εποχή της ύφεσης και της υποχρηματοδότησης της εκπαίδευσης. Η παρούσα εργασία θα προσπαθήσει να καλύψει το κενό σε θέματα εκπαιδευτικού λογισμικού στο χώρο της επαγγελματικής εκπαίδευσης, παρέχοντας λογισμικό που να μπορεί να προσφέρεται χωρίς κόστος και εύκολα συντηρήσιμο, αλλά και ταυτόχρονα μαθησιακά αποδοτικό.

1.2 Σκοπός και Στόχοι

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι η ανάλυση απαιτήσεων και ο σχεδιασμός, υλοποίηση και αξιολόγηση ενός εκπαιδευτικού λογισμικού (πρωτότυπο-πιλοτική εφαρμογή) για τη εξάσκηση και επανάληψη γνώσεων (drill & practice) στο αντικείμενο

των «Οικονομικών Μαθηματικών» του ΕΠΑΛ (Β΄ Τάξη, τομέας Οικονομία και Διοίκηση).

Οι επιμέρους στόχοι της παρούσας εργασίας αφορούν:

- στην ανάπτυξη του κατάλληλου θεωρητικού υποβάθρου για την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού λογισμικού,
- στην σχεδίαση και ανάλυση της εφαρμογής με έμφαση στην ανθρωποκεντρική σχεδίαση,
- στην κατασκευή του λογισμικού και
- στην αξιολόγηση από τους τελικούς χρήστες.

1.3 Διάρθρωση Εργασίας

Η εργασία διαρθρώνεται στα εξής κεφάλαια:

- πρώτο κεφάλαιο που ατν εισαγωγή στο αντικείμενο της εργασίας και τη σημαντικότητα του,
- δεύτερο κεφάλαιο που αναλύεται το θεωρητικό πλαίσιο του Εκπαιδευτικού λογισμικού (αρχές, τύποι, σχεδίαση, αξιολόγηση κ.α.),
- τρίτο κεφάλαιο που περιγράφεται το αντικείμενο της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή (διαδραστικά συστήματα, αλληλεπίδραση, μεθοδολογίες, ευχρηστία κ.α.),
- τέταρτο κεφάλαιο που παρουσιάζεται το μεθοδολογικό πλαίσιο σχεδίασης του προτεινόμενου εκπαιδευτικού λογισμικού (μεθοδολογία LUCID, διδακτική μεθοδολογία),
- πέμπτο κεφάλαιο όπου περιγράφεται η δομή και η ανάπτυξη του προτεινόμενου εκπαιδευτικού λογισμικού,
- έκτο κεφάλαιο, όπου παρουσιάζεται η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού από τους τελικούς (πραγματικούς) χρήστες, και
- έβδομο κεφάλαιο όπου παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της σχεδίασης & υλοποίησης του εκπαιδευτικού λογισμικού και μελλοντικές προεκτάσεις της εφαρμογής.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

ΔΕΥΤΕΡΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

2.1 Εισαγωγικό Πλαίσιο

Στην σημερινή εποχή της ραγδαίας ανάπτυξης της επιστήμης και τεχνολογίας, η κοινωνία και οικονομία έχει δεχτεί σημαντικές μεταβολές και αλλαγές. Μια από αυτές, αφορά την εισαγωγή των *Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ)* σε όλα σχεδόν τα πεδία της καθημερινής ζωής. Οι εξελίξεις αυτές ήδη από το 2000, έχουν επισημανθεί από την *Ευρωπαϊκή Επιτροπή*, και έχει τονιστεί η επιτακτική ανάγκη να αντιμετωπίσει η ευρωπαϊκή κοινωνία με το καλύτερο δυνατόν τρόπο, την επέκταση των δεξιοτήτων χρήσης των ΤΠΕ σε όλο και μεγαλύτερα ποσοστά του ευρωπαϊκού ανθρώπινου δυναμικού (Ρετάλης 2005).

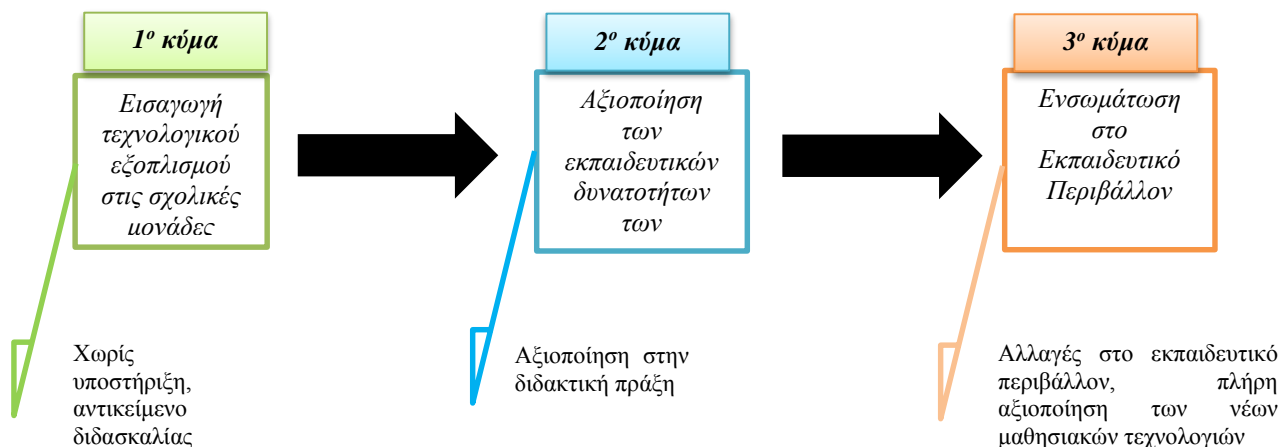
Οι μεγάλες αυτές ανακατατάξεις στην οικονομία και κοινωνία, επιβάλλουν στην *Εκπαίδευση* την ανάγκη της επανεξέτασης του βαθμού ανταπόκρισης της, στις προσδοκίες της σύγχρονης κοινωνίας. Η εκπαίδευση ως προς τη δομή και τις διαδικασίες της, είχε σχεδιαστεί για τις ανάγκες της βιομηχανικής κοινωνίας. Η σημερινή κοινωνία της γνώσης, αφορά μια *μετα-βιομηχανική κοινωνία*. Έτσι, η εκπαίδευση μετασχηματίζεται και συμπεριλαμβάνει ευελιξία και εμπλοκή σε όλη την παραγωγική περίοδο του κάθε ατόμου, ανταπόκριση στην καταπολέμηση του ψηφιακού αναλφαβητισμού και παραγωγικής συνεισφοράς στην ανάπτυξη της σκέψης. Αυτές οι αλλαγές στον εκπαιδευτικό χώρο οφείλουν αν είναι συνεχείς και να χαρακτηρίζονται από πραγματική ανανέωση (Fullan 1993).

Οι τρόποι αξιοποίησης των ΤΠΕ στην εκπαίδευση διακρίνονται από 3 *κύματα αλλαγής* (Σχ.2.1)(Fisher et al. 1999):

- *Εισαγωγή τεχνολογικού εξοπλισμού στις σχολικές μονάδες*: αφορά την απλή προμήθεια εξοπλισμού που περιλαμβάνει από υπολογιστές μέχρι projector χωρίς καμία ιδιαίτερη επιστημονική στήριξη για ενσωμάτωση στην μαθησιακή διαδικασία. Οι υπολογιστές γίνονται κυρίως αντικείμενο διδασκαλίας στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού προγράμματος.
- *Αξιοποίηση των εκπαιδευτικών δυνατοτήτων των υπολογιστών*: εκτιμάται και αξιοποιείται κατά το δοκούν οι δυνατότητες των υπολογιστών στην διδακτική

πράξη, μέσω της αξιοποίησης τους σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα με στόχο την βελτίωση της μαθησιακής αποτελεσματικότητας.

- *Ενσωμάτωση στο Εκπαιδευτικό Περιβάλλον:* αφορά την πλήρη αξιοποίηση των υπολογιστών και ευρύτερα των ΤΠΕ στο εκπαιδευτικό περιβάλλον, μέσω της αλλαγής των εκπαιδευτικών διαδικασιών και των συναφών δομών, με τελικό στόχο την πλήρη υιοθέτηση των νέων μαθησιακών τεχνολογιών στην διδακτική πράξη.



Σχήμα 2.1 Αξιοποίηση ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (πηγή: Ρετάλης 2005).

Μέσα σε αυτό πλαίσιο, η εισαγωγή των υπολογιστών στην εκπαίδευση «έφερε» ένα νέο τομέα εφαρμογής, αυτό του *Εκπαιδευτικού Λογισμικού (ΕΛ)*. Η εισαγωγή του ΕΛ στο σχολικό περιβάλλον έφερε μια νέα κουλτούρα, την «*κουλτούρα της πληροφορικής*» ή «*κουλτούρα της πληροφορίας*», που τίθεται στην υπηρεσία της *διδακτικής πράξης* (Mellar et al. 2000; De Vries 2001; Γιαννούλας 2009; Μπακογιάννης και Γρηγοριάδου 2000).

Το ΕΛ είναι το λογισμικό που «*σχεδιάζεται και χρησιμοποιείται για τους σκοπούς της διδασκαλίας και της μάθησης*», με σκοπό έχει την αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρουν οι ΤΠΕ για τη δημιουργία ενός πλούσιου και ελκυστικού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος. Ωστόσο, ο σχεδιασμός και η παραγωγή ΕΛ, που αξιοποιεί με ορθολογικό τρόπο τις δυνατότητες των νέων μαθησιακών τεχνολογιών (διασύνδεση της πληροφορίας, πολλαπλή αναπαράσταση της πληροφορίας, διερεύνηση, πειραματισμός κ.α.) αλλά και που συμβάλει με ουσιαστικό και αποτελεσματικό τρόπο στην ποιοτική βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας, δεν είναι εύκολη, απλή ή τυποποιημένη διαδικασία (Bruce and Levin 1997; Poole 1997; Μικρόπουλος 2000; Πανέτσος 2001; Ράπτης και Ράπτη 2002; Ρετάλης 2005; Σολομωνίδου 2001).

Το ΕΛ απευθύνεται σε ευρύ κοινό, που συνήθως δεν διαθέτει εμπειρία χρήσης, και αναζητά να αποκτήσει ή να ενδυναμώσει τις γνώσεις του σε ένα συγκεκριμένο γνωστικό πεδίο μέσα από διάφορες δραστηριότητες. Πιο συγκεκριμένα, η αξιοποίηση του ΕΛ στην εκπαίδευση (βασική και ανώτατη) αφορά κυρίως δύο στόχους: *κοινωνικούς & πολιτισμικούς*, και *διδακτικούς και μαθησιακούς* (Γιαννούλας 2009). Ο Κόμης (2004), αναφέρει ότι το ΕΛ αποτελεί *γνωστικό εργαλείο* που στοχεύει: **(α)** να λειτουργεί στο κατάλληλο παιδαγωγικό πλαίσιο ως «*διανοητικός συνεργάτης*» του εκπαιδευόμενου, **(β)** υποστηρίζοντας και ενισχύοντας την κριτική σκέψη και την ανάπτυξη γνώσεων δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου, και **(γ)** ως «*πολιτισμικός ενισχυτής*» που χορηγεί τα μέσα μάθησης και ενισχύει τις διανοητικές ικανότητες του εκπαιδευόμενου.

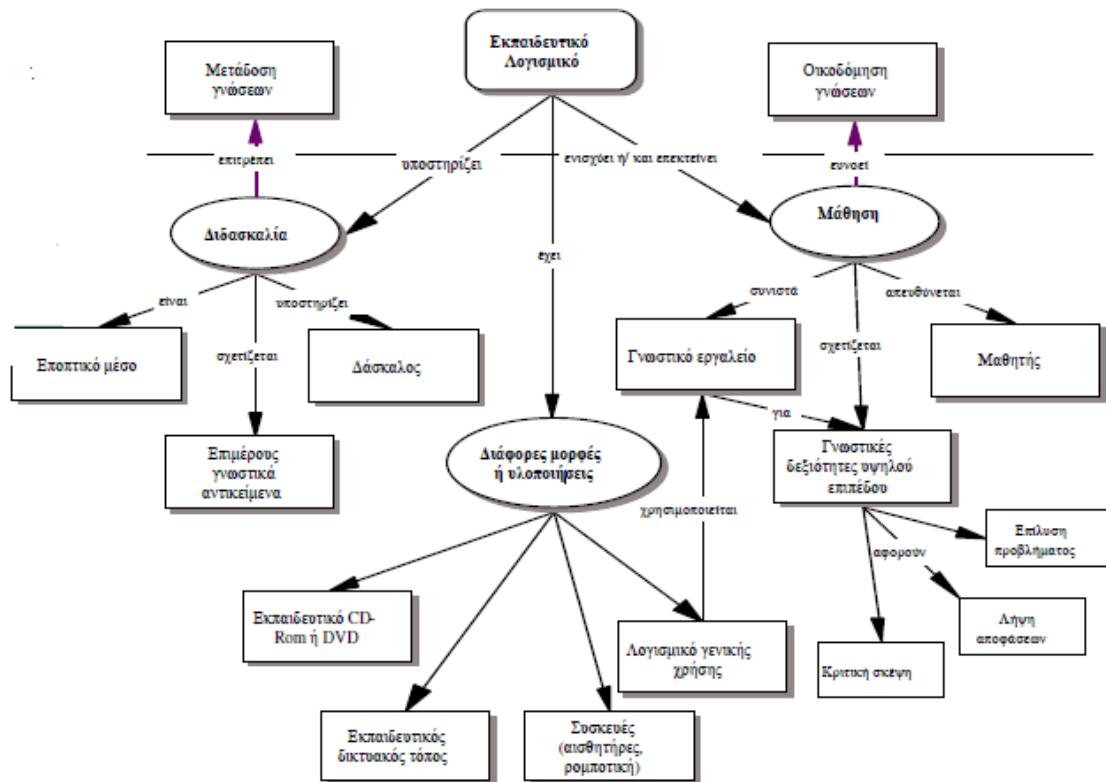
Το ΕΛ στο σχολικό περιβάλλον χρησιμοποιείται συνήθως ως (Σχ.2.2)(Κόμης, 2004):

- *Υπολογιστική υποστήριξη της διδακτικής πράξης*: περιλαμβάνει την βοήθεια προς τον εκπαιδευόμενο, με σκοπό να προσεγγίσει και να οικοδομήσει μια σαφώς καθορισμένη ύλη, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών.
- *Υπολογιστική υποστήριξη της μάθησης*: αφορά την ενίσχυση του εκπαιδευόμενου με σκοπό την ανάπτυξη εκείνων των δεξιοτήτων που θα τον βοηθήσουν να αντιμετωπίσει τις συνεχώς μεταβαλλόμενες απαιτήσεις του σύγχρονου κόσμου.

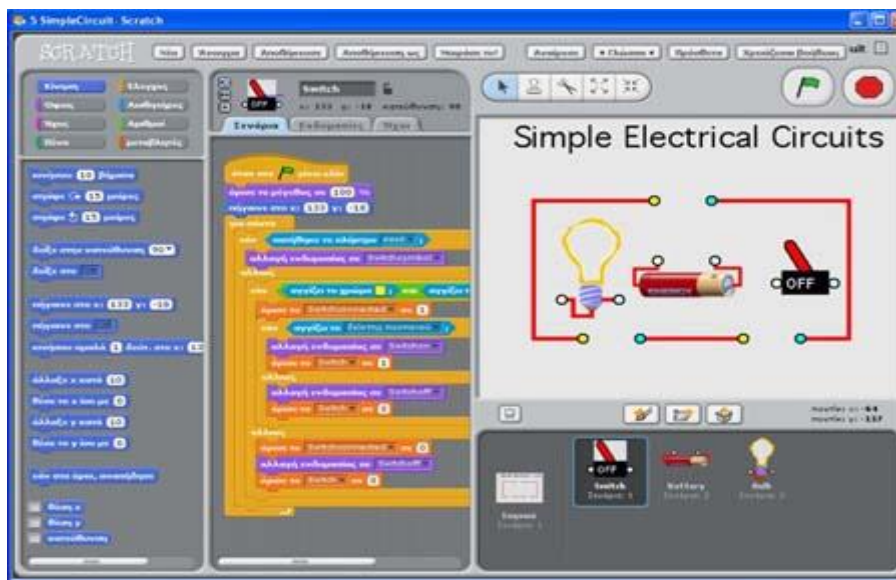
Τα βασικά εκπαιδευτικά χαρακτηριστικά ενός ΕΛ, είναι τα εξής (Μικρόπουλος 2006):

- ακολουθεί συγκεκριμένη παιδαγωγική θεώρηση,
- υποδεικνύει ή υλοποιεί διδακτικούς στόχους,
- υποστηρίζει αλληλεπιδραστικές μαθησιακές δραστηριότητες,
- περιλαμβάνει κατάλληλες διεπαφές με παιδαγωγική σημασία, και
- στοχεύει σε συγκεκριμένα μαθησιακά και παιδαγωγικά αποτελέσματα, αξιοποιώντας τα ιδιαίτερα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του.

Συνολικά, ένα ΕΛ αποτελεί *ψηφιακό τεχνολογικό προϊόν* όπου οι λειτουργίες του υποστηρίζουν τους χρήστες (μαθητές, εκπαιδευτικούς κ.λπ.), έτσι ώστε να διαχειριστούν με αποδοτικό τρόπο πληροφορίες και αναπαραστάσεις γνώσης σχετικές με την εκπαιδευτική διαδικασία και μάθηση (Εικ.2.1)(Δημητριάδης 2015).



Σχήμα 2.2 Εκπαιδευτικό Λογισμικό και σχολική πρακτική (πηγή: Κόμης 2004).



Εικόνα 2.1 Βασική Εικόνα Εκπαιδευτικού Λογισμικού – Εκπαίδευση Φυσικής (πηγή: ΚΕΠΛΗΝΕΤ ΗΛΙΕΑΣ, http://dide.ilei.sch.gr/keplinet/ed/d21_nov_2008.php).

2.2 Αρχιτεκτονική Εκπαιδευτικού Λογισμικού

Γενικά ο όρος «αρχιτεκτονική λογισμικού» αναφέρεται στην *οργάνωση και περιγραφή* της δομής ενός λογισμικού σε *υψηλότερο επίπεδο αφάιρησης*, όπου τονίζονται τα

επιμέρους συστατικά (*software components*) του λογισμικού, οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις (ροή δεδομένων, αποφάσεις κ.α.), καθώς και πρότυπα και περιορισμούς που αφορούν τα στοιχεία αυτά. Επιπλέον, η αρχιτεκτονική του λογισμικού είναι *διάφανη* για τον κάθε τελικό χρήστη. Αυτό σημαίνει πως ο κάθε χρήστης την αντιλαμβάνεται στον βαθμό που μπορεί να επηρεάζει την λειτουργία & χρήση του λογισμικού μέσω της διεπαφής χρήστη (Sommerville 2009; Δημητριάδης 2015).

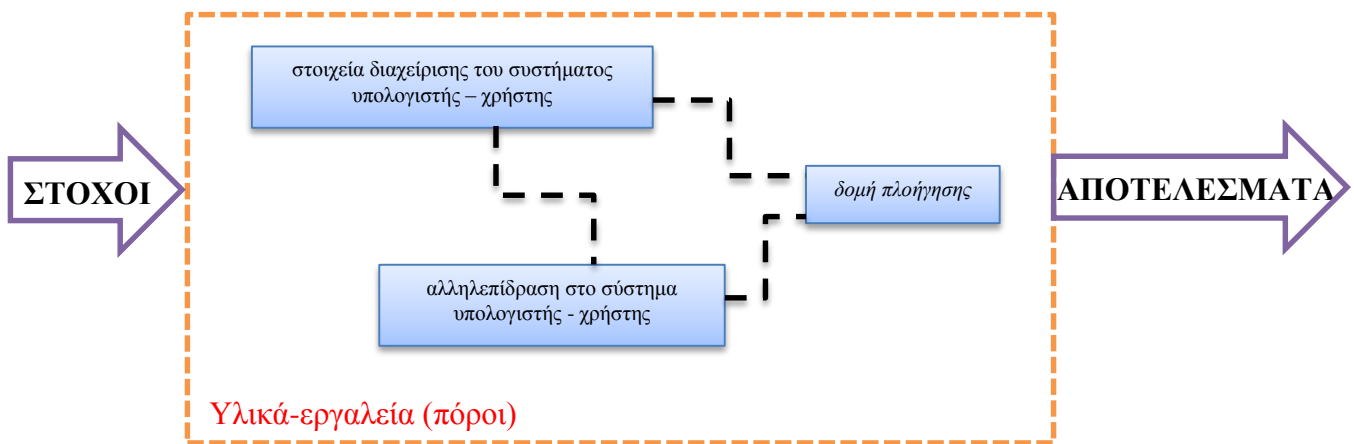
Ειδικότερα, η αρχιτεκτονική λογισμικού ασχολείται κυρίως με (Shan and Garlan 1996):

- την οργάνωση του συστήματος ως σύνθεση συστατικών,
- τις καθολικές δομές ελέγχου,
- τα πρωτόκολλα επικοινωνίας και πρόσβασης σε αποθηκευμένα δεδομένα,
- την ευθυγράμμιση των λειτουργιών με τα στοιχεία του σχεδίου του λογισμικού όπως και τη σύνθεση των στοιχείων του,
- τη φυσική υλοποίηση του συστήματος,
- την απόδοση και την ανταπόκριση σε αυξανόμενες απαιτήσεις (*scaling*) και τις όποιες δυνατότητες εξέλιξης, και
- την επιλογή μεταξύ εναλλακτικών σχεδίων.

Στην περίπτωση του ΕΛ η αρχιτεκτονική περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία (Σχ.2.3):

- *στοιχεία διαχείρισης του συστήματος υπολογιστής – χρήστης (human computer interface elements)*: που αφορά στοιχεία διατήρησης του ελέγχου της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Αποτελούν το περιεχόμενο του γνωστικού αντικείμενου (πληροφορίες), την παρουσίασή του μέσα από το λογισμικό και την παιδαγωγική αξιοποίησή του από τον εκάστοτε εκπαιδευτικό, σύμφωνα με ηλικιακές δυνατότητες των μαθητών και της αντίστοιχης εκπαιδευτικής ύλης (Μακράκης 2000), ενώ επίσης θα πρέπει να προσεγγίζει ποικιλία μορφών γνώσης και σχέσεων μεταξύ τους (Bertrand 1994). Οι πληροφορίες συνήθως πρέπει να είναι τμηματοποιημένες (Mitropoulou and Triantafyllidis 2005) και με δυνατότητα πολλαπλών αναπαραστάσεων (Bertrand 1994). Τέλος, η ύπαρξη σεναρίων χρήσης (θεωρητικό & πρακτικό επίπεδο) για τον εκπαιδευτικό πρέπει να θεωρείται βασικό τμήμα του περιεχομένου του (Μικρόπουλος 2000; Μακράκης 2000).

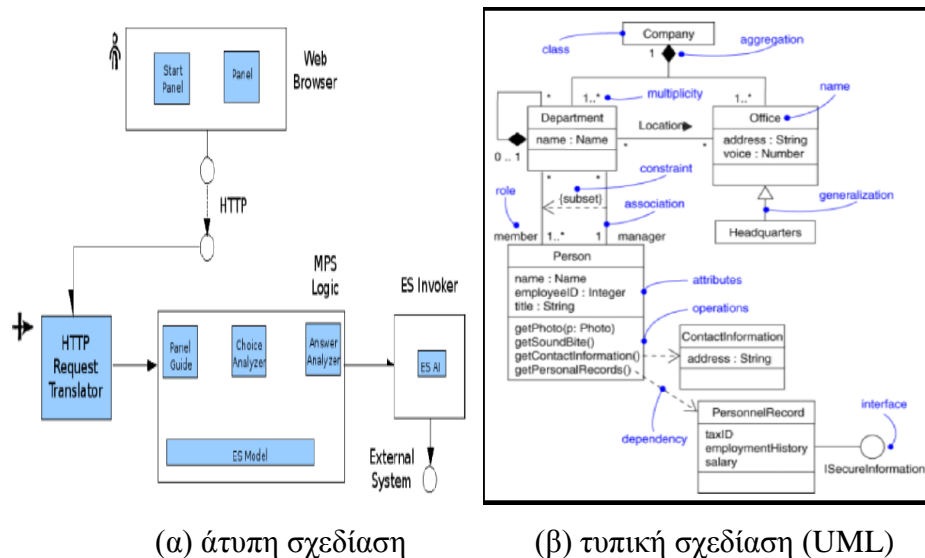
- *δομή πλοήγησης (the navigation structure)*: αφορά τη πλοήγηση στη δομή του λογισμικού που θα πρέπει να είναι σύμφωνη με το διάγραμμα που βασίζεται η μαθησιακή διαδικασία. Οι μορφές πλοήγησης θα πρέπει να είναι ένας συνδυασμός χαρακτηριστικών: διαδικαστικές - καθοδηγητικές, έτσι ώστε να υπάρχει δυνατότητα επιλογής, και διερευνητικής με σκοπό την ανάλυση, σύνθεση και αξιολόγηση της πληροφορίας από τους εκπαιδευόμενους (Bertrand 1994; Μακράκης 2000). Επίσης, το περιβάλλον χρήσης πρέπει να χαρακτηρίζεται από μία ενιαία αισθητική, φιλικότητα και ομοιογένεια, διευκολύνοντας έτσι τους χρήστες κατά την πλοήγησή τους (Δεληγιάννης κ.α. 2002). Ειδικότερα, η *διεπαφή του χρήστη (User Interface)* (διασύνδεση χρήστη – τεχνολογικού συστήματος) πρέπει να είναι *εύχρηστη (usable)*. Η *ευχρηστία (usability)* ενός τεχνολογικού προϊόντος ορίζεται ως η δυνατότητα ενός προϊόντος/συστήματος ή υπηρεσίας που χρησιμοποιείται από συγκεκριμένους χρήστες (με καθορισμένους στόχους και υπό καθορισμένες συνθήκες χρήσης) να παρέχει: *αποτελεσματικότητα (effectiveness)*, *αποδοτικότητα (efficiency)* και *υποκειμενική ικανοποίηση (user satisfaction)* στους χρήστες του, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 9241-11 (Δημητριάδης 2015).
- *αλληλεπίδραση στο σύστημα υπολογιστής - χρήστη (human-computer interaction)*: αφορά την αμοιβαία δράση δύο οντοτήτων που συναποτελούν ένα σύστημα, που μέσω της σύζευξής τους, στοχεύουν στην αποδοτική συνεργασία. Στο ΕΛ η αλληλεπίδραση αυτή βασίζεται σε παιδαγωγικές θεωρίες/μοντέλα. Η αλληλεπίδραση διακρίνεται σε δύο κατηγορίες (Γιαννούλας 2009; Bertrand 1994): **(α)** αλληλεπίδραση εκπαιδευτικού - εκπαιδευόμενου, που βασίζεται στο διάλογο, και **(β)** αλληλεπίδραση που αφορούν τις ακόλουθες γνωστικές τακτικές: *(i) μάθηση* (πληροφορίες σχετικά με την επίδοση του εκπαιδευόμενου), *(ii) προσαρμογή* (πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο προσαρμογής του εκπαιδευόμενου στο περιβάλλον χρήσης), και *(iii) δεξιότητα* (πληροφορίες σχετικά με το βαθμό αυτής της προσαρμογής). Η διαδικασία της αλληλεπίδρασης πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη από τους σχεδιαστές του ΕΛ (Δεληγιάννης κ.α. 2002).



Σχήμα 2.3 Στοιχεία αρχιτεκτονικής Εκπαιδευτικού Λογισμικού και σχολική πρακτική (πηγή: Γιαννούλας 2009).

Συνολικά στην αρχιτεκτονική του ΕΛ, ο σχεδιασμός της περιβάλλοντος χρήσης δεν πρέπει να είναι εστιασμένος στην παρουσίαση της επιφάνειας αυτής (αποπροσανατολισμός εκπαιδευόμενου από την πληροφορία), αλλά στη διαδικασία απόκτησής της πληροφορίας (ωφέλεια - utility) (Δεληγιάννης κ.α. 2002; Mitropoulou and Triantafyllidis 2005), μέσω της ύπαρξη εργαλείων πλοήγησης προσαρμοσμένων στις ικανότητες, τόσο τις ηλικιακές όσο και τις μαθησιακές, των εκπαιδευόμενων (ευχρηστία - usability), (Μακράκης 2000). Επιπλέον, η διαδικασία διερεύνησης πρέπει να υποστηρίζεται από μηχανισμούς βοήθειας στη λειτουργία και στη χρήση των εργαλείων που προσφέρονται. Επιπρόσθετα, η ύπαρξη μηχανισμών υποστήριξης, όχι μόνο της ατομικής μάθησης αλλά και συμμετοχικών δραστηριοτήτων, θεωρείται σημαντικό για μια ολοκληρωμένη μαθησιακή προσέγγιση (Μακράκης, 2000).

Τέλος, η αρχιτεκτονική του ΕΛ μπορεί να αναπαρασταθεί με δύο τρόπους (Σχ.2.4): **(α)** άτυπος τρόπος που περιλαμβάνει τη σχεδίαση κόμβων που αναφέρονται σε συστατικά (*components*) του λογισμικού ή επίπεδα (*layers*) της αρχιτεκτονικής, σε συνδέσμους (βέλη) που δηλώνουν ροή δεδομένων μεταξύ των κόμβων/επιπέδων που συνδέουν, και επίσης μπορεί ακόμη να χρησιμοποιούνται διάφορα εικονίδια για να δηλωθούν χρήστες, βάση δεδομένων, κλπ., και **(β)** τυπικός τρόπος, που περιλαμβάνει μια γλώσσα μοντελοποίησης - αναπαράστασης της αρχιτεκτονικής του ΕΛ (π.χ. διαγράμματα UML, Unified Modeling Language). Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις οι σχεδιαστές προσφέρουν απλουστευμένες αναπαραστάσεις της αρχιτεκτονικής με χρήση απλών σχεδιαστικών στοιχείων (Γερογιάννης κ.α. 2009; Δημητριάδης 2015; Sommerville 2009).



(α) άτυπη σχεδίαση

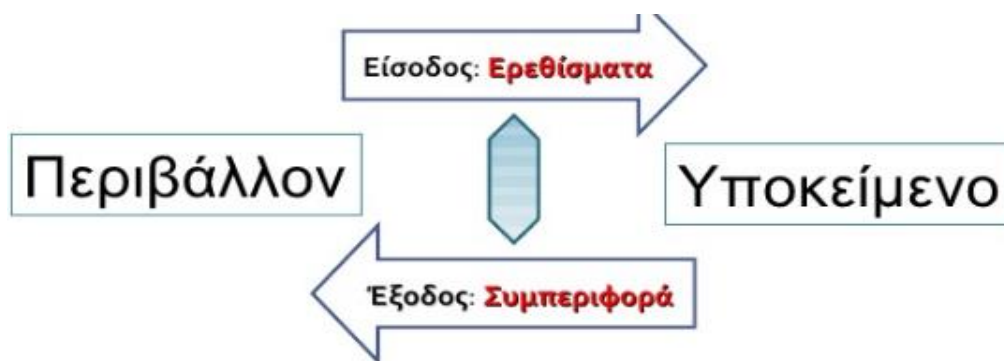
(β) τυπική σχεδίαση (UML)

Σχήμα 2.4 Μορφές αναπαράστασης αρχιτεκτονικής Εκπαιδευτικού Λογισμικού (πηγή: Δημητριάδης 2015).

2.3 Παιδαγωγικές Θεωρίες και Εκπαιδευτικό Λογισμικό

Η επιτυχία του ΕΛ εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τις παιδαγωγικές θεωρίες/μοντέλα που υιοθετήθηκαν κατά το σχεδιασμό του. Οι κυριότερες θεωρίες/μοντέλα που χρησιμοποιούνται στη σχεδίαση του εκπαιδευτικού λογισμικού είναι οι ακόλουθες (Ρετάλης 2005; Σολομωνίδου 2001):

- *Συμπεριφορισμός (behaviorism)* (Σχ.2.5): σε αυτή τη θεώρηση η έμφαση δίνεται στο γενικό σχήμα: *ερέθισμα*→*αντίδραση*, και βασίζεται στο ότι η μάθηση είναι μια μορφή παρατηρούμενης συμπεριφοράς και αποτέλεσμα ανταπόκρισης σε κάποιο ερέθισμα. Τα πρώτα εργαλεία προγραμματισμένης μάθησης στηρίχθηκαν σε αυτή τη θεώρηση, όπως επίσης και πολλά σύγχρονα ΕΛ που χρησιμοποιούν ορισμένες αρχές της (π.χ. η ενίσχυση της επιθυμητής συμπεριφοράς – προγράμματα εντατικής άσκησης - drill and practice).



Σχήμα 2.5 Βασικό μοντέλο Συμπεριφορισμού (stimuli-response) (πηγή:Ρετάλης 2005).

- *Εποικοδομητική θεώρηση για τη μάθηση (constructivism)*. Προήλθε από εκείνο το καλλιτεχνικό ρεύμα που βρήκε εφαρμογές στη λογοτεχνία, στην αρχιτεκτονική και στις τέχνες στη Σοβιετική Ένωση πριν την επικράτηση του σταλινισμού. Η σχεδίαση και κατασκευή του ΕΛ που στηρίζεται σε αυτή τη θεώρηση, περιγράφει μια διαδικασία που προϋποθέτει διερεύνηση, μελέτη και λήψη των ιδεών/αντιλήψεων/απόψεων και γνωστικών δυσχερειών των εκπαιδευόμενων (χρήστες) για το γνωστικό αντικείμενο που αφορά το κάθε ΕΛ. Σύμφωνα με τη εποικοδομητική θεώρηση για τη μάθηση, η γνώση «οικοδομείται» από κάθε άτομο προσωπικά, με βάση τις πολλαπλές και ποικίλες αλληλεπιδράσεις του με το περιβάλλον και με τους ανθρώπους μέσα στο κοινωνικό πλαίσιο που ζει. Συνοψίζοντας, οι βασικές παραδοχές της εποικοδομητικής θεώρησης για τη μάθηση, όπως έχουν διαμορφωθεί μετά από αρκετές έρευνες, είναι οι εξής:
 - Οι εκπαιδευόμενοι δεν θεωρούνται πλέον παθητικοί δέκτες, αλλά τελικοί υπεύθυνοι της δικής τους μάθησης.
 - Η μάθηση εμπλέκει τον εκπαιδευόμενο ενεργητικά στην εκπαιδευτική διαδικασία, και προϋποθέτει την οικοδόμηση νοήματος.
 - Η γνώση οικοδομείται με προσωπικό και κοινωνικό τρόπο.
 - Οι εκπαιδευτικοί επηρεάζουν τον τρόπο αλληλεπίδρασης με τους εκπαιδευόμενους (ιδέες/στάσεις/αντιλήψεις).
 - Η διδασκαλία δεν είναι η μετάδοση της γνώσης, αλλά προϋποθέτει την οργάνωση των καταστάσεων μέσα στο σχολικό περιβάλλον και σχεδιασμό κατάλληλων δραστηριοτήτων για την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης.
 - Το αναλυτικό πρόγραμμα περιλαμβάνει μια σειρά από μαθησιακές δραστηριότητες, υλικά, πηγές, μέσα από τα οποία οι μαθητές οικοδομούν τη γνώση.
- *Εγκατεστημένη γνώση (situated learning)*. Σύμφωνα με αυτή τη θεώρηση, η μάθηση υλοποιείται μέσα σε ένα πολιτισμικό, κοινωνικό & γνωστικό πλαίσιο, που στηρίζεται στις πρακτικές και στις διάφορες αλληλεπιδράσεις του ατόμου με μια κοινωνική ομάδα ή κοινότητα και με τη χρήση των εργαλείων και μέσων που προσφέρει ο συγκεκριμένος πολιτισμός (Vygotsky). Το ΕΛ θα πρέπει να προτείνει αυθεντικές δραστηριότητες, όπως για παράδειγμα η αναζήτηση και

μελέτη αυθεντικών ιστορικών κειμένων που βρίσκονται σε βάσεις δεδομένων (data base) στη διδασκαλία της ιστορίας, η πραγματοποίηση πειραμάτων μέσω καταλλήλων εξομοιώσεων (simulation) στη διδασκαλία της φυσικής κλπ.

- *Συνεργατική μάθηση.* Αφορά τη σχεδίαση και αξιοποίηση του ΕΛ βασισμένη στην οργάνωση των δραστηριοτήτων των εκπαιδευόμενων σε ομαδική βάση. Επίσης στο ΕΛ που ακολουθεί την συνεργατική μάθηση, υπάρχουν μηνύματα ηχητικά ή κειμένου που κατευθύνουν ή βοηθούν τους εκπαιδευόμενους στην ομαδική εργασία. Επιπλέον, η χρήση της συνεργατικής μάθησης παρουσιάζει αρκετά σημαντικά πλεονεκτήματα. Τα κυριότερα από αυτά είναι τα εξής:
 - προώθηση των διαπολιτισμικών σχέσεων και της επαφής με διαφορετικές κουλτούρες, θρησκείες, κοκ.
 - αύξηση αυτοεκτίμησης,
 - προώθηση των δεξιοτήτων που σχετίζονται με την οργάνωση και την εργασία στο πλαίσιο ομάδων, και
 - επιπλέον κίνητρα μάθησης (π.χ. μεγάλη συναισθηματική ικανοποίηση).
- *Μάθηση σε περιβάλλον υπερμέσων.* Η εμφάνιση των υπερμέσων (πολυμέσων) είχε ως αποτέλεσμα ο υπολογιστής να εφοδιαστεί με πολύπλοκα αλληλεπιδραστικά λογισμικά. Έτσι σήμερα το ΕΛ μπορεί να πραγματοποιεί ένα διδακτικό έργο δημιουργώντας τεχνητές συνθήκες αλληλεπίδρασης και συνομιλίας με το χρήστη, έχοντας τη δυνατότητα να του παρουσιάζει ποικίλες καταστάσεις, αντιδρώντας πλήρως στις απαιτήσεις και τις ερωτήσεις του. Η χρήση των υπερμέσων υποστηρίζει την εξατομικευμένη διδασκαλία, επιτρέποντας να εστιαστεί η προσοχή στις προσωπικές διαδρομές του κάθε εκπαιδευόμενου στην πορεία οικοδόμησης της γνώσης, και επίσης να γίνει κατάλληλη διδακτική αξιοποίηση του «*λάθους*». Αυτά τα στοιχεία καθιστούν τα υπερμέσα/πολυμέσα ως το κατάλληλο περιβάλλον προώθησης της εποικοδομητικής μάθησης.
- *Κοινωνικογνωστική μάθηση.* Σε αυτή τη θεώρηση, η σχεδίαση ενός ΕΛ πρέπει να αξιοποιεί την *κοινωνική μάθηση* και την ικανότητα του κάθε ατόμου για *μίμηση*, πού στηρίζει τον εκπαιδευόμενο στην μαθησιακή ανάπτυξη του (νέα συμπεριφορά). Η δυνατότητα *παρατήρησης & μίμησης προτύπου* (*observational learning model effect*), προσφέρει τη οικειοποίηση ανώτερων μορφών μάθησης & συμπεριφοράς (κριτική ικανότητα, εννοιολογικά συστήματα, στρατηγικές επεξεργασίας πληροφοριών, στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων και λήψης

αποφάσεων) από τον εκπαιδευόμενο. Επιπρόσθετα, ένα τέτοιο ΕΛ παίζει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση δημιουργικών ικανοτήτων στον εκπαιδευόμενο.

2.4 Ταξινόμηση Εκπαιδευτικού Λογισμικού

Ένα από τα πιο σημαντικά θέματα που αποτέλεσαν αντικείμενο συζήτησης από την εκπαιδευτική κοινότητα σχετικά με την εισαγωγή των ΤΠΕ στην εκπαίδευση, ήταν η ταξινόμηση της μεγάλης ποικιλίας τύπων λογισμικού και της εφαρμογής τους στις εκπαιδευτικές διαδικασίες (*educational software classification*)(Γιαννούλας 2009). Στη βιβλιογραφία σημειώνονται διάφορες προσπάθειες ταξινόμησης του ΕΛ με κριτήρια που διαφέρουν ανάλογα με την κεντρική κατηγορία που επιλέγει κάθε μελετητής (Mellar et al. 2000; De Vries 2001).

Η πιο συνήθης μορφή ταξινόμησης του ΕΛ αφορά αυτή της χρήσης του στις εκπαιδευτικές διαδικασίες (Squires and McDougall 1994; Lebrun 1999; Schwier and Misanchuk 1993; Γιαννούλας 2009):

- πρακτικής και εξάσκησης (*drill & practice*),
- προσομοιώσεις (*simulations*) & λογισμικό μοντελοποίησης (*model building software*),
- γλώσσες προγραμματισμού (*programming languages*),
- καθοδήγησης/διδασκαλίας (*tutorials*),
- επίλυσης προβλημάτων (*problem solving*),
- εκπαιδευτικά παιχνίδια (*educational games*),
- διερεύνησης & ανακάλυψης (*exploration and discovery*),
- κειμενογράφοι (*word processors*),
- λογιστικά φύλλα (*spreadsheets*),
- εικονικής πραγματικότητας (*virtual reality*) κ.α.

Οι Mellar και συνεργάτες (2000), ταξινόμησαν το ΕΛ σε 3 βασικές κατηγορίες σύμφωνα με τη σχεδίαση του:

- *γνωστικά εργαλεία (cognitive tools)*: που αφορούν λογισμικό που στοχεύει στην επίδραση σε γνωστικό επίπεδο.
- *επαγγελματικά εργαλεία διδασκαλίας (professional tools for teaching)*: αποτελούν εναλλακτικό τρόπο θεώρησης στις διδακτικές πράξεις που

εφαρμόζονται, χωρίς αυτό να συνεπάγεται και υιοθέτηση καινοτόμων στρατηγικών μάθησης.

- *διδασκτικά υλικά/προμηθευτές μέσων (teaching material/resources provider)*: που αφορούν λογισμικό που εστιάζει στην αλληλεπίδραση εκπαιδευόμενου-λογισμικού σε δραστηριότητες που οργανώνονται από τον εκπαιδευτικό.

Ένας άλλος τρόπος ταξινόμησης κάνει λόγο για διάκριση του ΕΛ ανάλογα με τον τρόπο μάθησης και το βαθμό ελέγχου που ο ασκεί σε αυτό: **(α) διδακτικό** (επίδειξη, ασκήσεις), **(β) μέσω ανακαλύψεων** (διδασκτικά παιχνίδια, μελέτη περιπτώσεων, εξομοίωση), **(γ) ερευνητικό** (επίλυση προβλημάτων) και **(δ) χρηστικό** (λογισμικό μαθηματικών υπολογισμών, βάσεις δεδομένων) (Παπάς 1989). Μια άλλη ταξινόμηση είναι αυτή που διακρίνει το ΕΛ σε τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με τους επιμέρους στόχους που επιδιώκουν: *λογισμικό εξάσκησης, διδασκαλίας και εξομοιώσεων* (Ανθουλιάς 1989).

Τέλος, μια άλλη μορφή ταξινόμησης του ΕΛ εστιάζει στο «*πως ο εκπαιδευόμενος αντιλαμβάνεται το λογισμικό ως μορφή, χρήση, λειτουργία, επικοινωνία κλπ.*». Ειδικότερα, σύμφωνα με αυτή τη ταξινόμηση υπάρχουν δύο κατηγορίες (Squires and McDougall 1994; Γιαννούλας 2009):

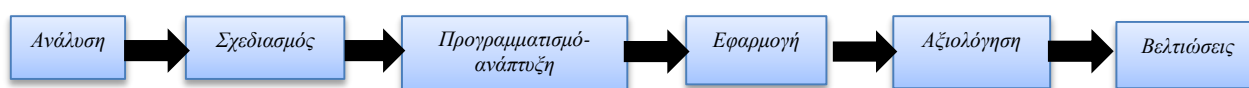
- *ΕΛ κλειστού περιβάλλοντος (content-rich software/subject specific)*. Αφορά λογισμικό που περιέχει όλα τα απαραίτητα δεδομένα για τη χρήση του στις εκπαιδευτικές διαδικασίες, σε συγκεκριμένα πεδία. Σχεδιάζεται για να χρησιμοποιηθεί από τον εκπαιδευόμενο με στόχο την απόκτηση γνώσεων & δεξιοτήτων μέσω της αλληλεπίδρασης που παρέχεται από το σύστημα «*εκπαιδευόμενος-λογισμικό*», ή τη χρήση του ως ένα επιπλέον εργαλείο στην διδακτική πράξη, με σκοπό την εμπέδωση του γνωστικού αντικειμένου (πρακτικής & εξάσκησης, εκπαιδευτικά παιχνίδια, προσομοιώσεις κ.α.)..
- *ΕΛ ανοικτού περιβάλλοντος (content free software)*. Περιλαμβάνει λογισμικό που παρέχει τη δυνατότητα εμπλουτισμού του περιεχομένου και της διαμόρφωσης της δομής του από τον εκπαιδευόμενο-χρήστη, και χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα αξιοποίησης του σε διάφορες εκπαιδευτικές μεθόδους και γνωστικά πεδία. Στην χρήση αυτών των λογισμικών, σημαντικό ρόλο παίζει ο εκπαιδευτικός, που βάση της παιδαγωγικής στρατηγικής που θα ακολουθήσει, θα αξιοποιήσει ανάλογα αυτού του τύπου τα ΕΛ. Η χρήση αυτού του είδους του λογισμικού στην εκπαίδευση, μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα

πρόσθετο εργαλείο με κύριο σκοπό την έκφραση και την παραγωγή (λογισμικά κοινής χρήσης, κοινωνικά λογισμικά κ.α.).

2.5 Σχεδίαση και Αξιολόγηση Εκπαιδευτικού Λογισμικού

Η Σχεδίαση Λογισμικού (*software design*) αφορά μια διαδικασία που περιλαμβάνει τα βήματα: *σχεδίαση, εφαρμογή, παρατήρηση, δοκιμή, αναστοχασμός* και *δημιουργική επανασχεδίαση* το λογισμικό ανεξάρτητα του πεδίου εφαρμογής του (Sommerville 2009). Ο κύκλος ζωής κάθε λογισμικού (*software life cycle*) αφορά τα εξής στάδια (Σχ.2.6)(Boehm 1984; Davis et al. 1988; Valetto et al. 2007; Γιαννούλας 2009):

- *Ανάλυση (analysis)*. Αφορά τον προσδιορισμό των αναγκών και την ανάλυση απαιτήσεων του τελικού χρήστη (*front-end analysis*).
- *Σχεδιασμός (design)*. Μελέτη διεπαφών (*interface*) μεταξύ ανθρώπου & μηχανής.
- *Προγραμματισμό-ανάπτυξη (programming/development)*. Μετατροπή του λογισμικού σε λειτουργικό περιβάλλον χρήσης.
- *Εφαρμογή (implementation)*. Χρήση του λογισμικού από τους τελικούς χρήστες.
- *Αξιολόγηση (evaluation)*.
- *Βελτιώσεις*. Συνεχείς διορθώσεις με σκοπό η επίτευξη της συμφωνίας μεταξύ των υποχρεωτικών δομών των τεχνικών δομών εργασίας και της κοινωνικο-εκπαιδευτικής οργάνωσης (*concept of “congruence”*).



Σχήμα 2.6 κύκλος Ζωής Λογισμικού (πηγή: Γιαννούλας 2009).

Αναλυτικότερα, η σχεδίαση κάθε ΕΛ περιλαμβάνει συνήθως τα εξής βήματα (Σολομωνίδου, 2001):

- ανάλυση των απαιτήσεων που πρέπει να καλύψει το εκάστοτε ΕΛ,
- διατύπωση παιδαγωγικών στόχων,
- σχεδίαση διδακτικών σεναρίων για την επίτευξη των στόχων,
- επιλογή & επιλογή δραστηριοτήτων που θα εμπλακούν με ενεργητικό τρόπο οι εκπαιδευόμενοι, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί,

- παροχή κατάλληλης βοήθειας στον εκπαιδευτικό με τη μορφή συμβουλευτικού οδηγού (help menu/manual), όπου εξηγούνται οι βασικές αρχές, οι στόχοι, και η διαδικασία υλοποίησης των δραστηριοτήτων & αξιολόγησης του ΕΛ,
- διαδικασία αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της διδακτικής αξιοποίησης του ΕΛ.

Η σχεδίαση και ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού ποιότητας είναι μια διαδικασία, που λαμβάνει σημαντικά υπόψη το προφίλ του χρήστη-εκπαιδευόμενου (γνώσεις, δεξιότητες, ανάγκες) όπου απευθύνονται, καθώς και με τον τρόπο που το ΕΛ αλληλεπιδρά με αυτόν. Επιπλέον, κατά τη σχεδίαση ενός ΕΛ θα πρέπει να δίνεται εξίσου βαρύτητα στη τεχνολογική & παιδαγωγική σχεδίαση. Αυτές έχουν τη δυναμική να συνεξελισσονται μέσω του νέου υλικού (hardware)(Burnstein 2002; Bruckman 2003). Ο Olson (1988), αναφέρει ότι ο σχεδιαστής ενός εκπαιδευτικού λογισμικού θα πρέπει να έχει ως προτεραιότητα τον ίδιο τον εκπαιδευτικό. Ο εκπαιδευτικός είναι που «γνωρίζει» τις δυνατότητες των εκπαιδευόμενων του, αυτός είναι που «δημιουργεί» την παιδαγωγική ατμόσφαιρα στην τάξη και «καθοδηγεί» τη διαδικασία μάθησης (Χατζηγεωργίου 1999; Hinostroza and Mellar 2000).

Ο Gagne αναφέρει εννέα γεγονότα της μάθησης σχετικά με τις στρατηγικές που ακολουθούνται για τη σχεδίαση του εκπαιδευτικού λογισμικού από τους αντίστοιχους σχεδιαστές (Driscoll 2000):

- προσέλκυση - διέγερση της προσοχής του εκπαιδευόμενου-χρήστη (γεγονός 1),
- πληροφόρηση του εκπαιδευόμενου-χρήστη για τους στόχους και καθορισμός του επιπέδου αναμονής (γεγονός 2),
- ανάκληση των ήδη γνωστών περιεχομένων της γνώσης (γεγονός 3),
- παρουσίαση του προς μάθηση υλικού με σαφήνεια (γεγονός 4),
- καθοδήγηση της μάθησης (γεγονός 5),
- αναζήτηση «αποδείξεων» της μάθησης – πρόκληση της εκτέλεσης ενεργειών από το χρήστη (γεγονός 6),
- ύπαρξη ανατροφοδότησης (γεγονός 7),
- εκτίμηση της απόδοσης του εκπαιδευόμενου-χρήστη (γεγονός 8), και
- ενίσχυση της συγκράτησης της γνώσης και ενθάρρυνση της μεταβίβασης γνώσεων σε άλλα πεδία εφαρμογής (γεγονός 9).

Επίσης, με την ανάπτυξη των πολυμέσων, την εξάπλωση του Διαδικτύου και την εξέλιξη του λογισμικού, υπήρξε εμπλουτισμός των προηγούμενων 9 σημείων. Οι Παναγιωτακόπουλος και συνεργάτες (2005), αναφέρουν ότι η σχεδίαση του ΕΛ πρέπει να διέπεται από κανόνες, που μεταβάλλονται ανάλογα με το είδος του λογισμικού, τον τρόπο λειτουργίας του και τον τρόπο εφαρμογής του. Ως *διδασκτική σχεδίαση (instructional design)* ορίζεται η *συστηματική διαδικασία λήψης αποφάσεων* σε σχέση με:

- το πλαίσιο λειτουργίας ενός συγκεκριμένου εκπαιδευτικού προγράμματος,
- τον τρόπο δόμησης του περιεχομένου του, και
- τον καθορισμό της ακολουθίας των διδακτικών επεισοδίων που περιέχει.

Επιπλέον, στη βιβλιογραφία αναφέρονται κάποιες *βασικές αρχές σχεδίασης* του ΕΛ, όπως (Γιαννούλας 2009; Παναγιωτακόπουλος κ.α. 2005; Driscoll 2000):

- *θεώρηση του εκπαιδευτικού λογισμικού ως εκπαιδευτικού εργαλείου*. Θα πρέπει το ΕΛ να αναπτύσσεται έτσι ώστε να αποτελεί ένα αποτελεσματικό εκπαιδευτικό εργαλείο για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου διδακτικού στόχου, και επίσης να υπερβαίνει τη παραδοσιακή μαθησιακή διαδικασία (π.χ. απλή αναπαραγωγή ενός σχολικού βιβλίου).
- *επικέντρωση σε συγκεκριμένους στόχους*. Το ΕΛ πρέπει να στοχεύει στην επικέντρωση του χρήστη κάθε φορά στο αντικείμενο που μελετά με τη χρήση του. Να απομακρύνει τους όποιους «*θορύβους*» που υπεισέρχονται με δευτερεύουσας σημασίας ενέργειες (π.χ. διενέργεια απλών υπολογισμών με χρήση συμβατικών μέσων).
- *παροχή ελευθερίας στην έκφραση του χρήστη*. Το ΕΛ πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να μην επιβάλλει: (α) τις απόψεις του συγγραφέα όσον αφορά το περιεχόμενό του, και (β) την κατεύθυνση που θα πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης για τη επίλυση κάποιου προβλήματος.

Η απαίτηση χρήσης εκπαιδευτικού λογισμικού περιέχει την ανάγκη αξιολόγησής του (Duchastel 1987). Αποτελεί σύνθετη υπόθεση και περιλαμβάνει την αξιολόγηση τόσο των τεχνικών όσο και των εκπαιδευτικών χαρακτηριστικών του ΕΛ. Η πολυπλοκότητα του δεν επιτρέπει πάντα την αξιολόγηση κατά μια «*απόλυτη*» έννοια. Τα όρια ανάμεσα στα κριτήρια αξιολόγησης κάποτε δεν είναι αρκετά σαφή, και ενδεχομένως η αξιολόγηση ενός ΕΛ μπορεί να μην είναι απολύτως ακριβής. Επίσης, η αξιολόγηση του ΕΛ συνδέεται και με την πιστοποίηση του λογισμικού, δηλ. με την επίσημη

επικύρωση της ποιότητάς του. Στην Ελλάδα τα λογισμικά πιστοποιούνται από τον ΕΛΟΤ (Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης)¹, και την επίσημη πιστοποίηση για τα εκπαιδευτικά λογισμικά τη χορηγεί το ΠΙ (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο)² (έχουν μεταφερθεί οι αρμοδιότητες στο ΙΕΠ - Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής). Το ΠΙ αξιολογούσε τα εκπαιδευτικά λογισμικά που η παραγωγή τους σχετιζόταν με το ίδιο το ΠΙ. Δε λειτουργούσε ως ελεύθερος φορέας που θα αξιολογούσε οιαδήποτε εκπαιδευτικά λογισμικά που θα υποβάλλονταν προς αξιολόγηση. Σε ορισμένα κράτη που η τυποποίηση των προϊόντων και υπηρεσιών είναι πολύ διαδεδομένη και ισχυρή (θεσμικά και κοινωνικά), όπως για παράδειγμα στις ΗΠΑ, η πιστοποίηση είναι πολύ σημαντική, καθώς το ΕΛ μπορεί να χρησιμοποιείται από πολλούς εκπαιδευτικούς θεσμούς (δεδομένης της αποκέντρωσης του εκπαιδευτικού συστήματος) ή ακόμη και να πωλείται στο ελεύθερο εμπόριο. Γενικά, στην αξιολόγηση και πιστοποίηση του ΕΛ, υπεισέρχονται αρκετές φορές και οικονομικοί παράγοντες (Ράπτης και Ράπτη 2002; Γιαννούλας 2009; Παναγιωτακόπουλος κ.α. 2005).

Οι Squires και McDougall (Ράπτης και Ράπτη 2002), εξετάζοντας το ζήτημα της αξιολόγησης του εκπαιδευτικού λογισμικού, περιέγραψαν τα εξής:

- *Αξιολόγηση που γίνεται από τον εκπαιδευτικό.*
- *Επισκόπηση (review) της έρευνας αγοράς, που συνοδεύεται από ένα είδος συγκριτικής παρουσίασης των χαρακτηριστικών του υπάρχοντος λογισμικού.*
- *Εσωτερική αξιολόγηση ενός συγκεκριμένου λογισμικού, που γίνεται από τους ίδιους τους κατασκευαστές του, ως αναπόσπαστο μέρος του τεχνικού σχεδιασμού του.*

Επιπλέον, τη τελευταία κατηγορία αξιολόγησης τη διέκριναν σε:

- *Διαμορφωτική αξιολόγηση, όταν γίνεται προληπτικά κατά τη διάρκεια της κατασκευής του λογισμικού, έτσι ώστε αυτό να δοκιμαστεί στην πράξη και να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.*
- *Αξιολόγηση παρακολούθησης, που γίνεται μετά την ολοκλήρωση του λογισμικού, και κατά το στάδιο χρήση του.*

Τα πεδία που είναι υπο εξέταση σε ένα ΕΛ, εαφορούν κυρίως (Ράπτης και Ράπτη 2002; Γιαννούλας 2009; Παναγιωτακόπουλος κ.α. 2005):

¹ Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης, http://www.elot.gr/30_ELL_HTML.aspx.

² Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, www.pi-schools.gr.

- διδακτική αποτελεσματικότητα,
- αξιολόγηση περιεχομένου,
- θεωρίας μάθησης με την οποία συσχετίζεται το κάθε ΕΛ,
- αξιολόγηση της διεπαφής συστήματος–εκπαιδευόμενου (χρήστη),
- αξιολόγηση μαθησιακού αποτελέσματος,
- αξιολόγηση για την στήριξη διδασκαλίας,
- αξιολόγηση κόστους, και
- τεχνική αξιολόγηση.

Η αξιολόγηση ενός λογισμικού αποτελεί μια *τυπική διαδικασία* που σχετίζεται άμεσα με τη σχεδίαση, και επιτρέπει σε τρίτους να το εκτιμήσουν, και ιδιαίτερα την αποτελεσματικότητά του ως προς το σκοπό για τον οποίον αναπτύχθηκε ή χρησιμοποιείται. Στο χώρο των ΕΛ, υπάρχουν κυρίως 3 βασικές κατηγορίες μεθόδων αξιολόγησης (Ράπτης και Ράπτη 2002; Γιαννούλας 2009; Παναγιωτακόπουλος κ.α. 2005):

- πειραματικές,
- προσεγγίσεις με καταλόγους ελέγχου κριτηρίων (check-lists), και
- ποιοτικές μέθοδοι.

Η ανάγκη για την ύπαρξη ενός αξιόπιστου συστήματος αξιολόγησης του ΕΛ αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο, καθώς παρουσιάζονται διάφορες ατέλειες ή σφάλματα σε διάφορα επίπεδα, του. Εκείνο που έχει παρατηρηθεί είναι ότι οι περισσότερες αξιολογήσεις δίνουν έμφαση στην έννοια της *ευχρηστίας*, που αποτελεί έτσι και αλλιώς, βασική απαίτηση για όλα τα τεχνολογικά συστήματα και εργαλεία που χειρίζεται κάθε άνθρωπος (Αβούρης 2000). Ωστόσο, αποτελεί δευτερεύοντα παράγοντα για την παιδαγωγική αξιολόγηση ενός ΕΛ. Αντίθετα, η *μαθησιακή αποτελεσματικότητα* αποτελεί το κύριο κριτήριο αξιολόγησης. Το πώς μπορεί να μετρηθεί η μαθησιακή αποτελεσματικότητα, αποτελεί ένα κρίσιμο ζήτημα, που συνδέεται ευθέως με την μεθοδολογική προσέγγιση διερεύνησης της αποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών μέσων που αξιολογούνται (Ρετάλης 2005).

2.6 Σύνοψη

Ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό λογισμικό (ΕΛ) έχει τις δυνατότητες να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες ηλικίες, να παρέχει πληροφορίες για διάφορα γνωστικά πεδία, και να λειτουργήσει στη διδακτική πράξη μέσα από διάφορες μαθησιακές θεωρίες/μοντέλα. Υπάρχουν διάφορες ταξινομήσεις του εκπαιδευτικού λογισμικού λόγω της μεγάλης ποικιλίας των διαφόρων τύπων λογισμικού, και της εφαρμογής αυτών στις

εκπαιδευτικές διαδικασίες. Τέλος, η εκπαιδευτική αξιολόγηση ενός ΕΛ, εκφράζει αξίες που αποδίδει ο εκάστοτε αξιολογητής στην εφαρμογή της τεχνολογίας στη διδακτική πράξη (σχολικό περιβάλλον). Ωστόσο, στοχεύει στη βελτίωση του λογισμικού, έτσι ώστε να είναι μαθησιακά αποτελεσματικό. Όμως οι παράγοντες που το κρίνουν είναι δύσκολο να καθορισθούν με σαφήνεια και αξιοπιστία, και αυτό συνεπάγεται έλλειψη «αντικειμενικών» προτύπων αξιολόγησης.

2.7 Αναφορές

Ελληνόγλωσσες

Αβούρης, Ν., (2000). *Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Μηχανής: Μία Εισαγωγή*, Αθήνα: Διάυλος.

Ανθούλιας, Τ. (1989). *Πληροφορική και Εκπαίδευση*. Αθήνα: Gutenberg.

Bertrand, Y. (1994). *Σύγχρονες Εκπαιδευτικές Θεωρίες*, Μετάφρ. Αθηνά Σιπητάνου και Ελένη Λινάρδου (Επιμ. Αθηνά Σιπητάνου). Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Γερογιάννης, Β. Κακαρόντζας, Γ. Καμέας, Α. Σταμέλος, Ι. και Φιτσιλής, Π. (2009). *Αντικειμενοστρεφής Ανάπτυξη Λογισμικού με τη UML*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Γιαννούλιας, Α.Ε. (2009). *Εκπαιδευτικό Λογισμικό*. Αθήνα: Εκδόσεις Καυκάς.

Δεληγιάννης, Φ. Κωστάκης, Π. Ράμμος, Χ. Χαλκίδης, Α. Σαρρής, Ν. και Μικρόπουλος, Τ. (2002). Προσεγγίσεις στο σχεδιασμό Εκπαιδευτικού Λογισμικού για την Κοινωνική και Πολιτική Αγωγή. 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο με διεθνή συμμετοχή, Ρόδος, 26-29 Σεπτεμβρίου. Πρακτικά, Τόμος Α' (Επιμ. Αγγελική Δημητρακοπούλου), 727-736. Αθήνα: Καστανιώτης.

Δημητριάδης, Σ.Ν. (2015). *Θεωρίες Μάθησης & Εκπαιδευτικό Λογισμικό*. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοήθημα, www.kallipsos.gr.

Driscoll, M. (2000). *Psychology of learning for instruction*. Boston: Allyn and Bacon
Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρακέας, Χ., Πιντέλας, Π. (2005). *Σχεδίαση Εκπαιδευτικού Λογισμικού*. Ελληνικό Ανοιχτό Πανεπιστήμιο.

Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις Εφαρμογές των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*. Αθήνα: Εκδ. Νέων Τεχνολογιών.

Μικρόπουλος, Α. (2000). *Εκπαιδευτικό Λογισμικό, Εκπαιδευτικό Λογισμικό, Πολυμέσα, Θέματα Σχεδίασης Λογισμικού και Αξιολόγηση*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Μικρόπουλος, Α. (2006). *Ο υπολογιστής ως γνωστικό εργαλείο*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Μακράκης, Β. (2000). *Υπερμέσα στην Εκπαίδευση. Μια κοινωνικο - εποικοδομιστική προσέγγιση*. Αθήνα: Μεταίχμιο - Επιστήμες.

Μπακογιάννης, Σ. και Γρηγοριάδου, Μ. (2000). Μοντέλο αξιολόγησης εκπαιδευτικού λογισμικού ή συμμετοχή του μαθητή ως αξιολογητή. *Πρακτικά 2^ο Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην εκπαίδευση»*, Πάτρα.

Πανέτσος, Σπ. (2001). *Οι Υπολογιστές στην Εκπαίδευση*. Αθήνα: ΙΩΝ.

Παπάς, Γ. (1989). *Η Πληροφορική στο σχολείο. Υλικό, Λογισμικό, Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών*. Αθήνα: Συμεών.

Ρετάλης, Σ., (επιμ.) (2005). *Οι προηγμένες τεχνολογίες διαδικτύου στην υπηρεσία της μάθησης*. Αθήνα: Καστανιώτης.

Ράπτης, Α. και Ράπτη, Α. (2002). *Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορικής*. Αθήνα: Έκδοση ιδίων.

Σολομωνίδου, Χ. (2001). *Σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία*. Θεσ/νίκη:Κώδικας.

Sommerville, I. (2009). *Βασικές Αρχές Τεχνολογίας Λογισμικού*. Αθήνα: εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Χατζηγεωργίου, Ι. (1999). "Γνώθι το Curriculum". Θέματα αναλυτικών προγραμμάτων και διδακτικής. Αθήνα: Ατραπός.

Ξενόγλωσσες

Boehm, B. W. (1984). Software life cycle factors, Handbook of Software Engineering, edited by C. Vick and C. V. Ramamoorthy, Van Nostrand Reinhold, New York, 494-518.

Burnstein, I. (2002). Practical Software Testing. A Process-Oriented Approach. Springer-Verlag.

Bruckman, A. (2003). Co-evolution of technological design and pedagogy in an online learning community, In Designing for Virtual Communities in the Service of Learning (Learning in Doing: Social, Cognitive & Computational Perspectives), edited by Sasha A. Barab, Rob Kling & James H. Gray, Part 9, Cambridge: University Press.

Bruce, C.B. and Levin, A.J. (1997). Educational technology: media for inquiry, communication, construction and expression. *Journal of Educational Computing Research*, 17(1), 79-102.

Davis, A. M., Bersoff, E. H. and E. R. Comer, (1988). A Strategy for Comparing Alternative Software Development Life Cycle Models. *IEEE Trans. on Soft. Eng.*, Vol.14, No.10, 1453-1461.

de Vries, E. (2001). Les Logiciels d; apprentissage: panoplie ou éventail? *Revue Francaise de Pedagogie*, 137, 105-16.

Duchastel, P.C. (1987). Structures and methodologies for the evaluation of educational software. In: Studies in Educational Evaluation.

Fischer, C. Dwyer, D.C. and Yokam, K. (1999). *Education & Technology: Reflections on Computing in Classrooms*. SF: Jossey-Bass Publishers.

Fullan, M. (1993). *Change Forces: Probing the Depths of Educational Reform*. NY: The Farmer Press. Hinostroza, E.J. & Mellar, H. (2000), Considering Pedagogy in the Design, Development and Evaluation of Educational Software. World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia, Montreal.

Lebrun, M. (1999). *Des technologies pour enseigner at apprendre*. Bruxelles : De Boeck&Larcier.

Mellar, H. Preston, C. Hinostroza, E. and Rehbein, L. (2000). Developing educational software: A professional tool perspective. *Education & Information Technologies*, 5(2), 103-117.

Mitropoulou, V. and Triantafyllidis, G. (2005). Design of Educational Software: Programmer and Teacher Approach. 3rd International Symposium of Interactive media Design. ISIMB, Istanbul.

Olson, J. (1988). Schoolworlds/Microworlds: Computers and the Culture of the Classroom, Oxford, Pergamon Press, In Mellar, H., Preston, C., Hinostroza, E. & Rehbein, L., Developing Educational Software: A Professional Tool Perspective, Education & Information Technologies 5(2) (2000). Kluwer Academic Publishers.

Poole, B.J. (1997). *Education for an information age. Teaching in the computerized classroom*. USA: McGraw-Hill.

Schwieb, R.A. and Misanchuk, E.R. (1993). *Interactive multimedia instruction*. Englewood Cliffs, N.J.: Educational Technology Publications.

Shaw, M. and Garlan, D. (1996). *Software Architecture: Perspectives on an Emerging Discipline*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Squires, D. and McDougall, A. (1994). *Choosing and using educational software: a teachers' guide*. Bristol, PA: Taylor & Francis Inc.

Valetto, G. Helander, M. Ehrlich, K. Chulani, S. Wegnan, M. and Williams, C. (2007). Using software repositories to investigate socio-technical congruence in development projects. In Proceedings of the 4th International Workshop on Mining Software Repositories (MSR'07). Minneapolis: IEEE International Conference on Software Engineering.

ΤΡΙΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

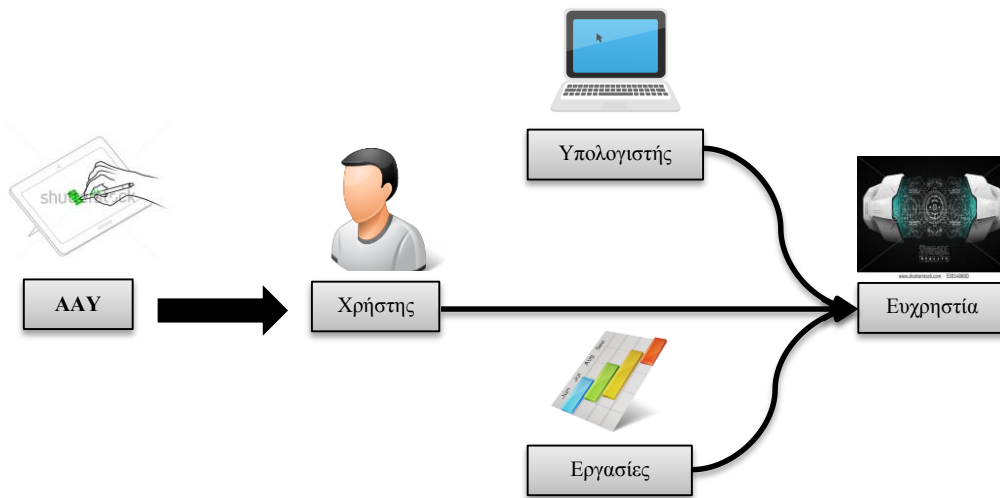
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΘΡΩΠΟΥ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

3.1 Βασικό Πλαίσιο

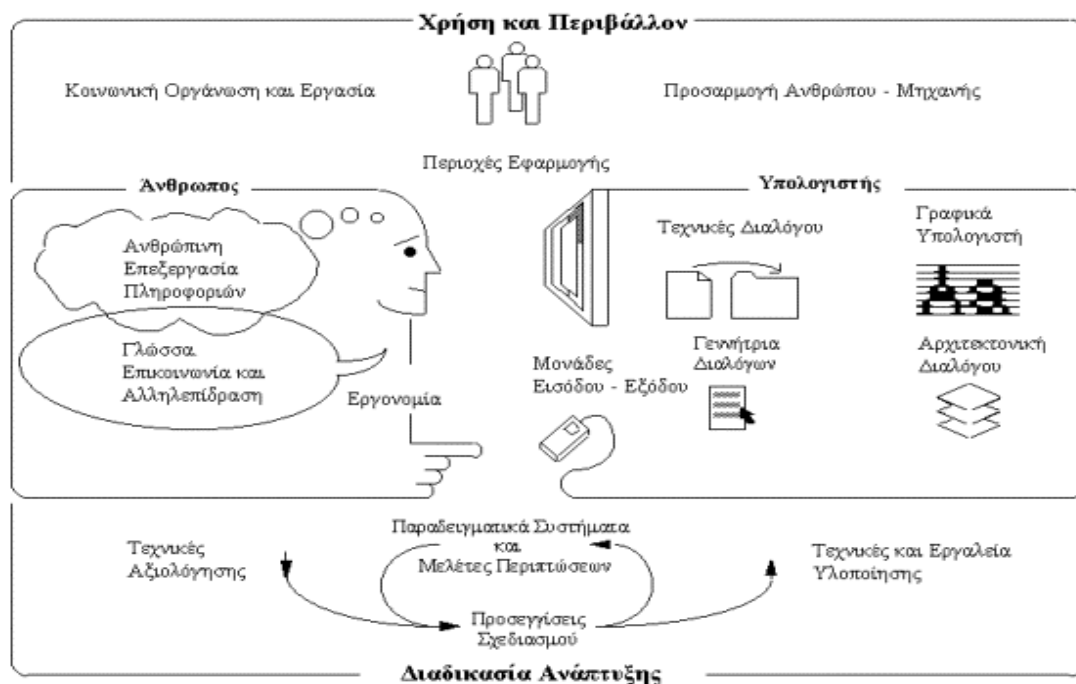
Η *Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή (AAΥ, Human – Computer Interaction)* είναι ο διεπιστημονικός κλάδος (ψυχολογία, επιστήμη υπολογιστών, γνωσιακή επιστήμη, εργονομία) που ασχολείται με την ανάλυση, σχεδίαση, υλοποίηση και αξιολόγηση της διεπαφής των εφαρμογών υπολογιστικών συστημάτων με τα οποία ο χρήστης έχει τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης, καθώς και των θεμάτων που διέπουν αυτή την αλληλεπίδραση. Πιο συγκεκριμένα, η αλληλεπίδραση αφορά την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των χρηστών ενός υπολογιστή και του συστήματος που συνδέονται, είτε άμεσα, είτε έμμεσα, και υλοποιείται μέσω του *συστήματος διεπιφάνειας (user interface)*. Ο απώτερος σκοπός της ΑΑΥ είναι η ανάπτυξη εύχρηστων συστημάτων (λογισμικού ή υλισμικού ή συνδυαστικά). Αυτός ο σκοπός απαιτεί την μελέτη και την κατανόηση των βασικών στοιχείων που αποτελούν την ΑΑΥ, σε συνδυασμό με την κατανόηση του τρόπου ανθρώπινης μάθησης και διερεύνησης των δυνατοτήτων διευκόλυνσης της. Έτσι, η *θεμελιώδης αρχή* της ΑΑΥ αφορά στη θέση ότι «οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τους υπολογιστές για την εκτέλεση των εργασιών τους την εργασία τους». Αυτή η αρχή οδηγεί σε 3 βασικούς πόλους ενδιαφέροντος (άνθρωπος-χρήστης, υπολογιστής, εργασίες), που με τη σειρά του οδηγεί σε ένα 4^ο πόλο εστίασης την *ευχρηστία* (Σχ.3.1). Ένα υψηλό επίπεδο ευχρηστίας μπορεί να επιφέρει διάφορα οφέλη, όπως: (α) υψηλή αποτελεσματικότητα, ευκολία χρήσης & παραγωγικότητα, (β) λιγότερα λάθη, (γ) υψηλότερα επίπεδα ασφάλειας. & αποδοχή από το κοινό, και (δ) υψηλότερες πωλήσεις/κέρδη στις κατασκευάστριες εταιρείες, κλπ. (Αβούρης 2000; Κουτσαμπάσης 2011; Dix et al. 2007).

Η ΑΑΥ ξεκίνησε ως κλάδος την δεκαετία του '70, ενσωματώνοντας με επιτυχία γνώσεις από διαφορετικά γνωστικά πεδία. Αρχικά εμφανίστηκε ως κλάδος με προέλευση από το χώρο των γραφικών σε υπολογιστές (computers graphics), τα λειτουργικά συστήματα, την εργονομία, το βιομηχανικό σχεδιασμό, και τη γνωστική ψυχολογία. Τα γραφικά υπολογιστών αναπτύχθηκαν χάρη στη χρήση των οθονών καθοδικής λυχνίας (CRT) και των συσκευών κατάδειξης (pen devices). Αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη διαφόρων τεχνικών επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή. Έτσι, το γνωστικό αντικείμενο της ΑΑΥ περιλαμβάνει και εξετάζει διάφορες πλευρές της αλληλεπίδρασης ανθρώπου - υπολογιστή. Η ΑΑΥ εστιάζει σε ζητήματα που αφορούν τον Άνθρωπο-Χρήστη (χρηστικότητα), τον τρόπο επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης και την εργονομία, τον υπολογιστή (τεχνικές δημιουργίας διαλόγων και γραφικών, μονάδες εισαγωγής/απεικόνισης δεδομένων) και επίσης κοινωνικά ζητήματα που αφορούν τις

επιδράσεις στην κοινωνική οργάνωση και την εργασία αντίστοιχα (Σχ.3.2)(Αβούρης 2000; Κουτσαμπάσης 2011; Λέπουρας 2000; Dix et al. 2007).



Σχήμα 3.1 Θεμελιώδης Αρχή της ΑΑΥ (πηγή: Dix et al. 2007).



Σχήμα 3.2 Γνωστικό πεδίο της ΑΑΥ (πηγή:Λέπουρας 2000).

Η σπουδαιότητα της ΑΑΥ στην σχεδίαση και ανάπτυξη του λογισμικού είναι σημαντική, αφού το μισό λογισμικό συστημάτων συνδέεται με τα συστήματα διεπιφάνειας χρηστών-υπολογιστή. Ειδικότερα, η σχεδίαση διεπαφών αποτελεί ένα κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχή ανάπτυξη ενός λογισμικού συστήματος. Ανεπιτυχής σχεδίαση μιας διεπαφής, μπορεί να κοστίσει σε χρήματα αλλά και σε ζωές σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. ιατρικό λογισμικό). Δεν θεωρείται εύκολο να

αναπτυχθούν καλές διεπαφές, και για αυτό το λόγο οι επιτυχημένες και καινοτόμες διεπαφές επιφέρουν υψηλή ανταπόκριση χρηστών για τις κατασκευάστριες εταιρείες (π.χ. τα *Apple iPod/iPhone/iPad* που άνοιξαν τον δρόμο σε μια νέα γενιά διεπαφών). Ξεκίνησαν από τις αρχές της δεκαετίας του 1960 και εξελίσσονται συνεχώς μέχρι σήμερα. Χαρακτηρίζονται από *απευθείας χειρισμό (direct manipulation)* που ορίζεται ως οποιαδήποτε διεπαφή που (Κουτσαμπάσης 2011; Λέπουρας 2000; Dix et al. 2007):

- τα αντικείμενα ενδιαφέροντος του χρήστη αναπαρίστανται στην οθόνη,
- οι ενέργειες του χρήστη έχουν άμεσο αποτέλεσμα, και λαμβάνουν υπόψη τους τις προηγούμενες ενέργειες, και μπορεί να είναι αντιστρεπτές,
- και ο χρήστης χειρίζεται αυτά τα αντικείμενα άμεσα συνήθως μέσω ποντικού (δεικτική συσκευή) και δεν δίνει εντολές.

Επιπλέον, οι διεπαφές διακρίνονται κυρίως σε:

- παραθυρικό περιβάλλον, ή
- υπερκείμενο (υπερμέσα, πολυμέσα).

Στην ΑΑΥ, η επιτυχημένη σχεδίαση δεν περιλαμβάνει μόνο την ικανοποίηση των τεχνολογικών περιορισμών και την καινοτομία, αλλά και την ικανοποίηση των ανθρωπίνων αναγκών, απαιτήσεων και περιορισμών. Η κατανόηση από τους σχεδιαστές αυτών των παραγόντων απαιτεί τη συμμετοχή των χρηστών στη διαδικασία ανάπτυξης των διαδραστικών προϊόντων με διάφορους τρόπους (Αβούρης 2000; Ακουμιανάκης 2006; Κουτσαμπάσης 2011; Dix et al. 2007).

Η πρακτική της ΑΑΥ αφορά κυρίως τα εξής στοιχεία (Αβούρης 2000; Ακουμιανάκης 2006; Κουτσαμπάσης 2011; Λέπουρας 2000; Ρετάλης 2000):

- *δημιουργική και συνεργατική σχεδίαση* (διαδραστική σχεδίαση, interaction design),
- *ανάπτυξη διαδραστικών συστημάτων*,
- *αξιολόγηση ευχρηστίας (usability) και εμπειρίας του χρήστη (user experience, UX)*.

Επίσης, η προσέγγιση της ΑΑΥ περιλαμβάνει τα εξής (Dix et al. 2007; Rogers et al. 2013; Αβούρης 2000; Ακουμιανάκης 2006; Κουτσαμπάσης 2011; Λέπουρας 2000):

- *σχεδιαστική σκέψη*, όπου είναι απαραίτητη για κάθε σχεδιαστικό έργο, αφού τονίζει τα ακόλουθα:
 - εναλλαγή σκέψης και πράξης κατά την ανάπτυξη προϊόντων,

- έμφαση στις δοκιμές & βελτιώσεις,
- σύνδεση με τις απαιτήσεις των χρηστών, και
- κατανόηση του σχεδιαστικού χώρου από κοινού μεταξύ σχεδιαστών και πελατών (ανθρωποκεντρική προσέγγιση).
- *πολύπλοκη, ατέρμονη και επαναληπτική διαδικασία*, που περιλαμβάνει
 - συνεχής εναλλαγή πράξης και σκέψης,
 - σχεδίαση που αφορά τον σχεδιαστή και παίρνει μορφή και λειτουργία με τη βοήθεια εργαλείων, και αλλάζει διαρκώς μέσω ανατροφοδότησης και αξιολόγησης, και
 - χωρίς επίσημο τέλος (τα συστήματα αξιολογούνται και βελτιώνονται συνεχώς).
- *τα σχεδιαστικά προβλήματα είναι ασφώς ορισμένα*, αφού οι απαιτήσεις/ανάγκες των χρηστών δεν ορίζονται εύκολα, και δεν υπάρχει σαφές τέλος της σχεδίασης, και το μόνο σημαντικό κριτήριο επιτυχίας αποτελεί η αποδοχή ή μη από τους χρήστες.

Σημαντικά παραδείγματα εφαρμογής της ΑΑΥ είναι τα ακόλουθα (Dix et al. 2007; Rogers et al. 2013; Ακουμιανάκης 2006; Κουτσαμπάσης 2011):

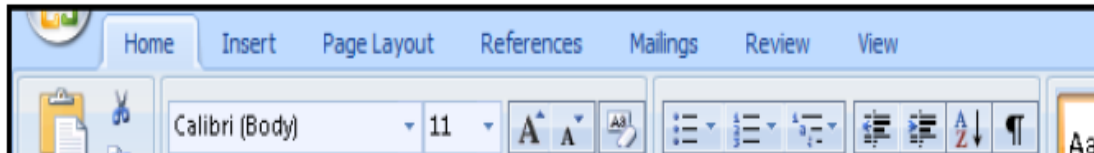
- *γλώσσα εντολών* (Εικ.3.1): χρήση ενός συνόλου εντολών μέσω πληκτρολόγησης. Είναι ισχυρό εργαλείο αλληλεπίδρασης για έμπειρους χρήστες, αλλά ταυτόχρονα πολύ δύσχρηστο για απλούς χρήστες.

```

D:\Songs>dir /w > IOC.txt
D:\Songs>
[OKies]
[Benkeika Evangelia CD]
[Schubert]
[The Casars]
[The Charismatic]
[The Chills]
[The Cure]
[The Landy Warhols]
[The Fall]
[The Police]
[The Field Mice]
[The Long Riders]
[The Monochrome Set - The Lost Weekend]
[The Pastels]
[The Psychedelic Furs]
[The Residents]
[The Swans - Back to Wonder]
[The Sinking Pinkies]
[The Sugarcubes]
[Thin White Rope]
[Woodhouse]
[art - Various Artists]
[Violent Femmes - The Very Best Of]
[Virgin Femmes - Over The Rainbow]
[Virgin Femmes - The Moon Looked Down And Laughed (1985)]
[Wall of Voodoo]
  122  507  719  18.757.091.328  600  500  byte
D:\Songs>dir /w > IOC.txt
D:\Songs>
  
```

Εικόνα 3.1 Οθόνη κονσόλας για χρήση εντολών (πηγή: Κουτσαμπάσης 2011).

- *μενού επιλογής* (Εικ.3.2): προσφέρει εναλλακτικές επιλογές που χαρακτηρίζονται από οργάνωση των επιλογών (εννοιολογική, συνεπής), βάθος και υπομενού, και αναγνωρισιμότητα επιλογών (οικειότητα, πολυμορφία).



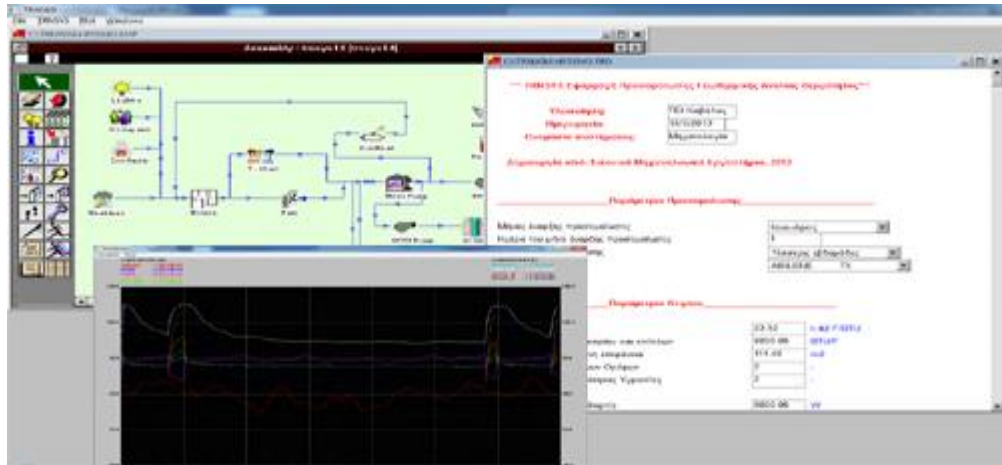
Εικόνα 3.2 Μενού επιλογών (πηγή: Κουτσαμπάσης 2011).

- *παραθυρικό περιβάλλον* (Εικ.3.3): είναι ένα σύνθετο σύστημα αλληλεπίδρασης που ορίζεται ως WIMP (Windows, Icons, Menus/Mouse, Pointers/Pull down menus) και η πιο σημαντική εφαρμογή του είναι ο αυτοματισμός γραφείου (MS Office). Αποτελείται από μεγάλο αριθμό απλών συστατικών διεπαφής (interface components) όπως:
 - πλαίσια παραθύρων (frames),
 - κουμπιά (buttons),
 - μενού (menus),
 - ετικέτες (labels),
 - πλαίσια εισαγωγής κειμένου (text fields),
 - λίστες επιλογών (selection lists),
 - μπάρες κύλισης κειμένου (scrollbars),
 - περιοχές κειμένου (text areas),
 - επισημάνσεις (tooltips),
 - κουτιά επιλογών (checkboxes),
 - όρια (borders).

Η δε σχεδίαση των παραθυρικών περιβαλλόντων διακρίνεται σε:

- *σχεδίαση της διεπαφής (user interface design)*, που περιλαμβάνει σύνθεση στοιχείων διεπαφής από τα απλά συστατικά σε καινούργια.
- *σχεδίαση της αλληλεπίδρασης (interaction design)*, που περιλαμβάνει τη **(α)** διάρθρωση των διαλόγων, και **(β)** τη δυναμική παροχή βοήθειας και ενδείξεων προς τον χρήστη.

Συνολικά, η σχεδίαση απαιτεί επίγνωση και εμπειρία εφαρμογής μέσω των αρχών σχεδίασης και ευχρηστίας, χρήση καθιερωμένων προτύπων σχεδίασης, οδηγιών σχεδίασης και ανάπτυξης, και έρευνα και χρήση κατάλληλων μεταφορών (metaphors) για έννοιες και εικονίδια.



Εικόνα 3.3 Παραθυρικό περιβάλλον λογισμικού MATLAB (πηγή:Matlab.com).

- *υπερκειμένα/υπερμέσα/πολυμέσα*: περιλαμβάνει **(α)** υπερσυνδέσμους (hyperlinks) που έχουν συνδέσεις προς άλλα υπερκειμένα τα οποία συνδέονται ιεραρχικά και σημασιολογικά, και **(β)** κάθε άλλο συστατικό ενός ψηφιακού κειμένου: κείμενα, εικόνες και εικονίδια, φωτογραφίες, διαγράμματα, πίνακες, φόρμες για είσοδο δεδομένων, ήχοι και video.
- *τριδιάστατες διεπαφές* (Εικ.3.4): αναφέρονται σε: **(α)** συστήματα εικονικής πραγματικότητας (virtual reality, VR), **(β)** επιτραπέζια εικονικά περιβάλλοντα (desktop virtual environments), **(γ)** επαυξημένη πραγματικότητα (augmented reality, AR), και **(δ)** διασυνδεδεμένοι εικονικοί κόσμοι (networked virtual worlds). Επίσης, οι διεπαφές αυτές παρέχουν: **(α)** ενδυναμώσεις (empowerments) στους χρήστες όπως την ικανότητα να περνάνε μέσα από κτίρια, **(β)** αντικαταστάσεις (substitutions) όπως η χρήση κάποιας χειρονομίας για πλοήγηση αντί της κίνησης όλου του σώματος, και **(γ)** περιορισμούς (limitations). Τέλος, τυπικές λειτουργίες του χρήστη σε ένα εικονικό περιβάλλον αυτών διεπαφών είναι:
 - περπάτημα,
 - τηλεμεταφορά,
 - αλλαγή οπτικής (viewpoint),
 - εξέταση αντικειμένων,
 - διόρθωση (straighten up).



Εικόνα 3.4 3Δ διεπαφή - game (πηγή: Κουτσαμπάσης 2011).

Τέλος, στην ΑΑΥ παράγονται *διαδραστικά συστήματα/προϊόντα*, που ονομάζονται κάθε σύστημα ή αντικείμενο ή προϊόν που αλληλεπιδρά με τον άνθρωπο που το χρησιμοποιεί (Εικ.3.5). Περιλαμβάνουν συνήθως τα εξής χαρακτηριστικά:

- παροχή κάποιας μορφής υπηρεσία προς το χρήστη,
- ενσωμάτωση κυρίως μονάδων λογισμικού,
- διάθεση κάποιας μορφής διεπαφή χρήστη (user interface), και
- υποστήριξη ενός αριθμού αλληλεπιδράσεων με το χρήστη.

Η ανάπτυξη διαδραστικών συστημάτων είναι κυρίως συνεργατική και συμμετοχική, όπου ο εκάστοτε σχεδιαστής αλληλεπίδρασης ή διάδρασης (interaction designer) συνεργάζεται με: ειδικούς στην οπτική σχεδίαση (visual design), αρχιτεκτονική πληροφορίας (information design), στην έρευνα χρηστών (user research), στην μηχανική λογισμικού (software engineering), κ.α.



Εικόνα 3.5 Διαδραστικά προϊόντα (πηγή: Κουτσαμπάσης 2011).

3.2 Σχεδίαση Διαδραστικών Συστημάτων (ΣΔΣ)

Ο Simon (1969), όρισε την *επιστήμη της σχεδίασης (design science)* ως «ένα σώμα από συγκεκριμένες, αναλυτικές, μερικώς προτυποποιημένες, μερικώς εμπειρικές, ικανές να διδαχθούν, οδηγίες για τη σχεδιαστική διαδικασία (*design process*)». Ο Archer (1979), θεωρεί ότι υπάρχει ένας ιδιαίτερος σχεδιαστικός τρόπος σκέψης που διαφέρει από τον επιστημονικό και ορθολογικό τρόπο σκέψης, αλλά παράλληλα είναι αρκετά σχυρός όσο οι επιστημονικές και λογικές μέθοδοι όταν εφαρμόζονται στα δικά πεδία προβλημάτων (Shneiderman and Plaisant 2010; Αβούρης, 2000).

Η σχεδίαση είναι η προδιαγραφή ενός προϊόντος, όπως εκφράζεται από ένα σχέδιο (αναπαράσταση) που προσπαθεί να ικανοποιήσει έναν συγκεκριμένο στόχο, σε ένα καθορισμένο πλαίσιο, και αποτελείται από στοιχειώδη επιμέρους τμήματα, ικανοποιεί ορισμένες απαιτήσεις και υπόκειται σε συνήθως αυστηρούς περιορισμούς. Η ΣΔΣ (*interactive systems design*) είναι μία διαδικασία που έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο ένα σχέδιο (ενδιάμεση αναπαράσταση), αλλά και το ίδιο το *διαδραστικό μέσο (τελικό προϊόν)*. Αποτελεί μία διαδικασία επίλυσης προβλημάτων που είναι κατευθυνόμενη από τους στόχους των χρηστών και από τον τρόπο που οι χρήστες προτίθενται να χρησιμοποιήσουν τη λύση του προβλήματος (χρηστοκεντρική). Επιπρόσθετα, η σχεδίαση ακολουθεί διάφορους περιορισμούς, όπως: το πεδίο εφαρμογής της λύσης, τα υλικά, το οικονομικό κόστος, και τη δυνατότητα εφαρμογής της λύσης από τεχνική άποψη. Επίσης, είναι μια συνδυαστική δραστηριότητα που αφορά από τη μια πλευρά τη δημιουργικότητα, και από την άλλη, τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, έτσι ώστε να ισορροπούν *τα υπέρ και κατά (balance trade-offs)*. Επιπλέον, αποτελεί μία αναπαράσταση ενός πλάνου ανάπτυξης του συγκεκριμένου προϊόντος/συστήματος και επίσης ένα σύνολο από εναλλακτικές και διαδοχικές επεξεργασίες (Dix et al. 2007; Shneiderman and Plaisant 2010; Αβούρης 2000).

Οι πιο σημαντικές γενικές αρχές σχεδίασης και ευχρηστίας των διαδραστικών συστημάτων είναι οι ακόλουθες (Αβούρης 2000; Κουτσαμπάσης 2011; Gould, and Lewis 1985; Shackel and Richardson 1991; Shneiderman and Plaisant 2010):

- **αρχές σχεδίασης του Norman**
 - *υπονοούμενες δυνατότητες ή νύξεις (affordances)*: θεωρεί ότι το προϊόν θα πρέπει να υπονοεί τους τρόπους που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, και επίσης είναι υποχρέωση του σχεδιαστή να συμπεριλάβει νύξεις που μπορούν να καταλάβουν οι χρήστες.

- *νοητικό μοντέλο (conceptual model)*: αφορά στην ατομική κατανόηση κάθε χρήστη σχετικά με τα αντικείμενα που αποκτά και αλληλεπιδρά, κυρίως ως προς την εσωτερική τους λειτουργία. Η σχεδίαση θα πρέπει να στοχεύει στην επικοινωνία του νοητικού μοντέλου κάθε προϊόντος με τους χρήστες. Το πλέον σημαντικό είναι η κατανόηση της γενικότερης λειτουργίας & φιλοσοφίας του συστήματος από τους χρήστες.
 - *ανάδραση ή ανατροφοδότηση (feedback)*: αφορά στην επικοινωνία (ηχητική, οπτική, απτική) από το σύστημα του αποτελέσματος των ενεργειών του χρήστη. Όσο πιο μεγάλη ποικιλία έχει η ανατροφοδότηση, τόσο πιο εύκολη είναι η εκμάθηση του συστήματος από το χρήστη, και πιο πλούσιο το νοητικό μοντέλο και η εμπιστοσύνη που αναπτύσσει γι αυτό.
 - *ορατότητα (visibility)*: πρέπει ο σχεδιαστής να λαμβάνει σοβαρά υπόψη την θεώρηση ότι οι δυνατότητες του διαδραστικού συστήματος πρέπει να είναι ορατές από το χρήστη.
 - *αντιστοίχιση με το πραγματικό κόσμο (mapping)*:
 - *περιορισμοί*: πρέπει να λαμβάνονται σχεδιαστικά υπόψη περιορισμοί φυσικοί (μορφή, περίγραμμα, φυσικές ιδιότητες, κλπ), εννοιολογικοί (πλαίσιο χρήσης), πολιτισμικοί (υπόβαθρο του χρήστη), λογικοί (βασικές γνώσεις για τη λειτουργία των αντικειμένων), και επιπλέον σε ένα διαδραστικό σύστημα οι περιορισμοί είναι διαφορετικοί σε κάθε στιγμή της αλληλεπίδρασης.
 - *σχεδίαση ανθεκτική στα λάθη*: θα πρέπει κάθε διαδραστικό σύστημα να διαθέτει πρόβλεψη και αντιμετώπιση των λαθών των χρηστών. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω (α) αναζήτησης των αιτιών για τα λάθη, για να αποφευχθούν στη σχεδίαση, (β) ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων από τυχόν λανθασμένες ενέργειες, (γ) δυνατότητα επαναφοράς/ανάκλησης ενεργειών, και (δ) επιδίωξη αλλαγής νοοτροπίας των χρηστών.
 - *χρηστοκεντρική σχεδίαση (user centered design)*: η σχεδίαση του διαδραστικού συστήματος/προϊόντος θα πρέπει να έχει ως επίκεντρο το χρήστη
- **η έννοια της ευχρηστίας σύμφωνα με τους Dix et al.**
 - *Ευκολία εκμάθησης (learnability)*: αφορά την ευκολία κατανόησης της χρήσης ενός διαδραστικού συστήματος.

- *Ευελιξία (flexibility)*: αφορά την πολλαπλότητα αλληλεπίδρασης χρήστη – συστήματος. Περιλαμβάνει πρωτοβουλία διαλόγου (πρωτοβουλία πάντα ο χρήστης), πολλαπλή εκτέλεση, μεταφορά εκτέλεσης εργασιών, ικανότητα αντικατάστασης και διαρθρωσιμότητα.
- *ευρωστία (robustness)*: αφορά την υποστήριξη επίτευξης των στόχων μέσα από την αλληλεπίδραση και περιλαμβάνει παρατηρησιμότητα, δυνατότητα ανάκτησης & αντίδρασης και προσαρμογή εργασίας.
- ***οι 10 αρχές της ευχρηστίας σύμφωνα του Nielsen***
 - *ορατότητα (visibility)* της κατάστασης του συστήματος: αφορά τις λειτουργίες και την ανατροφοδότηση,
 - *ταίριασμα μεταξύ συστήματος και πραγματικού κόσμου*: αφορά ορολογία, συμβάσεις και μεταφορές,
 - *αναγνώριση αντί ανάκλησης (recognition rather than recall)*: αφορά ορατότητα και οδηγίες.
 - *ευελιξία και αποτελεσματικότητα χρήσης*: αφορά επιταχυντές και προσαρμογή.
 - *έλεγχος από το χρήστη και ελευθερία κινήσεων*: περιλαμβάνει πρωτοβουλία στο χρήστη, δυνατότητες ακύρωσης ενεργειών.
 - *συνέπεια και πρότυπα (standards)*: αφορά ορολογία, μορφή, στυλ, χρώματα, συμβάσεις χρήσης μεταξύ παρεμφερών διαδραστικών συστημάτων.
 - *πρόληψη σφάλματος (error prevention)*: αφορά διάρθρωση διαλόγων & ορολογία.
 - *αισθητική και μινιμαλιστική σχεδίαση*: η σχεδίαση πρέπει να αποφεύγει κάθε πρόσθετη πληροφορία που επιβαρύνει τη χρήση του διαδραστικού συστήματος.
 - *βοήθεια στους χρήστες (help) για αναγνώριση, διάγνωση και επαναφορά από σφάλματα*: περιλαμβάνει μηνύματα λάθους, προειδοποιήσεις, αναίρεση, κ.α.
 - *βοήθεια και τεκμηρίωση*: αφορά τη χρήση από πλευράς συστήματος χωρίς την ανάγκη τεκμηρίωσης (εύκολη αναζήτηση της τεκμηρίωσης – βοήθειας).
- ***αρχές σχεδίασης διεπαφών του Schneiderman***

- *σχεδιαστική απόφαση για το επίπεδο ικανοτήτων των χρηστών του συστήματος (πνευματικές, σωματικές, γνωστικές κ.α.),*
- *ανάλυση εργασιών (task analysis),*
- *επιλογή στυλ αλληλεπίδρασης*
- *εφαρμογή 8 κανόνων σχεδίαση διεπαφών:*
 - ✓ *συνέπεια, στη χρήση ορολογίας, δομή διαλόγων, κ.α.*
 - ✓ *καθολική ευχρηστία (universal usability),*
 - ✓ *κατάλληλη ανατροφοδότηση,*
 - ✓ *διάλογοι που ολοκληρώνονται,*
 - ✓ *αποφυγή σφαλμάτων/περιορισμοί, αυτόματοι υπολογισμοί, κ.α.*
 - ✓ *αντιστροφή ενεργειών,*
 - ✓ *πρωτοβουλία ο χρήστης, και*
 - ✓ *μείωση της πνευματικής καταπόνησης.*

Η *σημασία* των αρχών σχεδίασης και ευχρηστίας στην ΑΑΥ αφορά (Κουτσαμπάσης 2011):

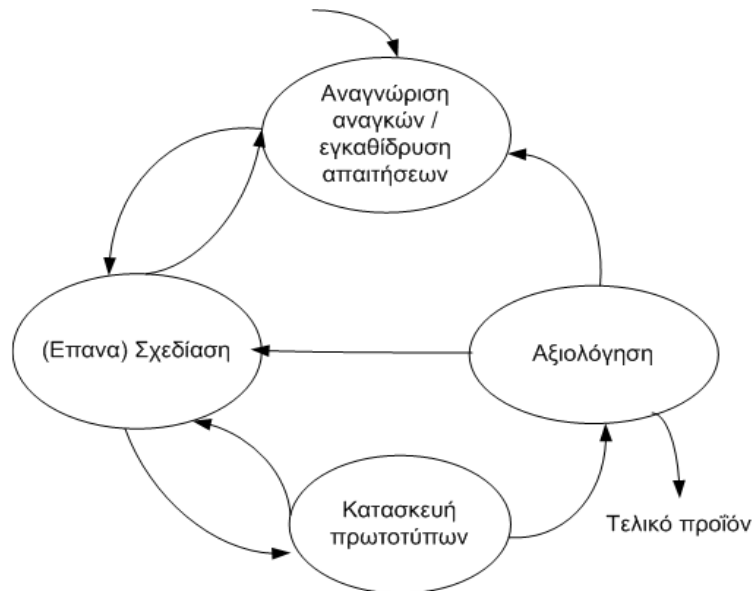
- την επίγνωση των αρχών σχεδίασης και ευχρηστίας που διευκολύνει τους σχεδιαστές να προσδιορίσουν μέρος των στόχων της ανάπτυξης ενός διαδραστικού συστήματος.
- την ειδίκευση των αρχών αυτών, ανάλογα με το πρόβλημα, σε μετρήσιμους δείκτες που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση του έργου.
- οι αρχές ευχρηστίας είναι γενικές και ερμηνεύονται και ειδικεύονται ανάλογα με την εκάστοτε εφαρμογή.
- η εκάστοτε ομάδα σχεδίασης επιλέγει τις αρχές σχεδίασης και ευχρηστίας σύμφωνα με: (α) σχεδιαστικό πρόβλημα, (β) χρήστες, και (γ) πλαίσιο χρήσης.
- η χρήση των αρχών ευχρηστίας απαιτεί αντίστοιχη εμπειρία από τους σχεδιαστές που συνήθως αποκτιέται με την πρακτική εφαρμογή.

Τέλος, σύμφωνα με τους Preece et al., το μοντέλο διαδραστικής σχεδίασης περιλαμβάνει 4 βασικές δραστηριότητες (Σχ.3.3)(Rogers et al. 2013; Shneiderman and Plaisant 2010; Κουτσαμπάσης 2011):

- *καθορισμός απαιτήσεων,*
- *εναλλακτικές λύσεις σχεδίασης,*
- *προτυποποίηση, και*

- αξιολόγηση.

Αυτές οι δραστηριότητες έχουν ως σκοπό να πληροφορούν η μια την άλλη, και να επαναλαμβάνονται.



Σχήμα 3.3 Διεργασία Σχεδίασης Διαδραστικότητας κατά Preece et al. (πηγή: Κουτσαμπάσης 2011).

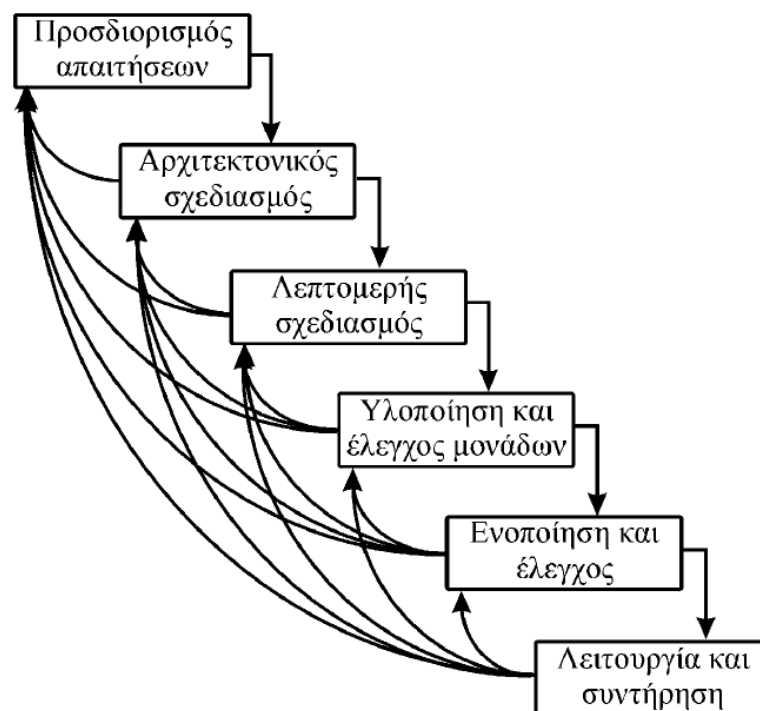
3.3 Ανάπτυξη Συστημάτων ΑΑΥ

Ο βασικός κύκλος ζωής ενός συστήματος λογισμικού ΑΑΥ είναι παρόμοιος με τον αντίστοιχο κύκλο ενός οποιουδήποτε άλλου συστήματος λογισμικού. Η μόνη διαφορά αφορά την εστίαση στον χρήστη (user-centered design), γεγονός που δεν συμβαίνει πάντα σε άλλα συστήματα. Επιπλέον, ο κύκλος ζωής αναφέρεται σε όλες τις σημαντικές φάσεις της ανάπτυξης κάθε διαδραστικού συστήματος. Υπάρχουν πολλές προσεγγίσεις για το κύκλο ζωής διαδραστικών συστημάτων, που κάποιες είναι δανεισμένες από την κλασική τεχνολογία λογισμικού. Αυτές προσφέρουν (Garrett 2011; Αβούρης 2000):

- μια εποπτική εικόνα των διαδικασιών σχεδίασης, ανάπτυξης και αξιολόγησης συστημάτων λογισμικού,
- αναδεικνύουν τα διάφορα στάδια ή φάσεις ανάπτυξης ενός συστήματος το πως σχετίζονται μεταξύ τους,
- χρησιμοποιούνται ως βοηθητικά εργαλεία διαχείρισης της ανάπτυξης του συστήματος, και
- αποτελούν απλές αναπαραστάσεις της πραγματικότητας.

Υπάρχουν διάφορες μεθοδολογίες ανάπτυξης συστημάτων, όπου οι σημαντικότερες είναι οι ακόλουθες (Garrett 2011; Shneiderman and Plaisant 2010; Sommerville 2009; Αβούρης 2000):

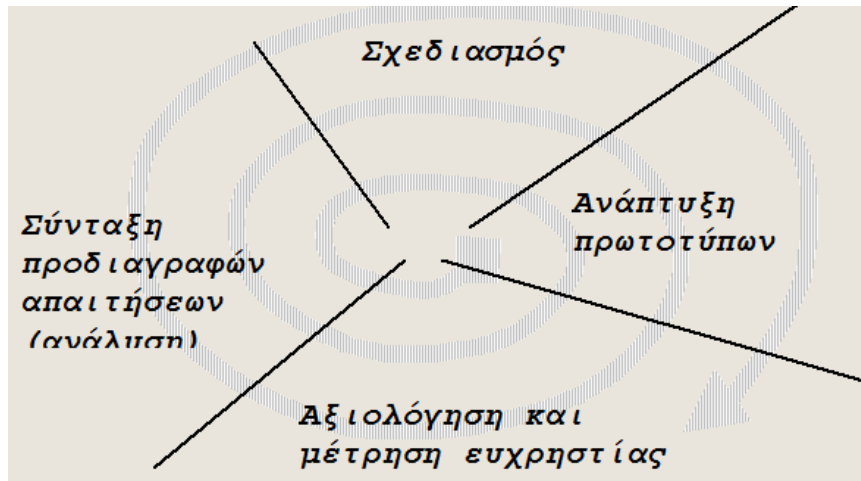
- **πεδίο της τεχνολογίας λογισμικού**
 - **μοντέλο καταρράκτη (waterfall)** (Σχ.3.4): αυτή η διαδικασία ανάπτυξης συστημάτων είναι αυστηρή και ακολουθεί διαδοχικά στάδια. Περιγράφει με σαφή τρόπο τις διάφορες φάσεις ενός προϊόντος και λειτουργεί από το γενικό στο ειδικό. Το αποτέλεσμα της προηγούμενης φάσης είναι η είσοδος της επόμενης. Κάθε φάση ανάπτυξης είναι ανεξάρτητη από την επόμενη, και εκτελείται μόλις ολοκληρωθεί η προηγούμενη. Το μοντέλο του καταρράκτη καθοδηγείται από την τεκμηρίωση και το προγραμματισμό των φάσεων, παρά από από στόχους και επιτεύγματα. Εστιάζει στην ειδίκευση παρά στον πλουραλισμό των μελών της σχεδιαστικής ομάδας. Υπάρχει αδυναμία προδιαγραφής ενός προϊόντος σε λεπτομέρεια πριν από την σχεδίαση, και επίσης χρειάζεται να επαναληφθούν κάποιες από τις φάσεις.



Σχήμα 3.4 Μοντέλο Καταρράκτη (πηγή: Αβούρης; 2000).

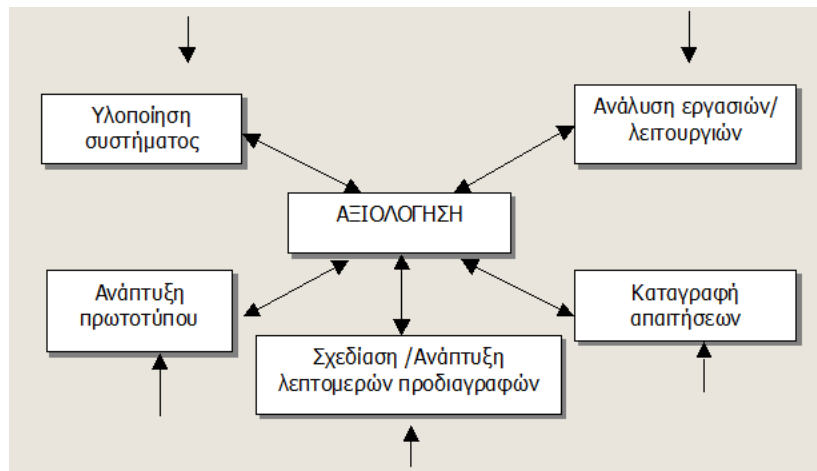
- **εξελικτικό μοντέλο (spiral model)** (Σχ.3.5): η ανάπτυξη λογισμικού θεωρείται μια επαναληπτική και αυξητική διαδικασία. Το μοντέλο αυτό

εξασφαλίζει ότι οι στόχοι και τα αποτελέσματα εξετάζονται επαναληπτικά. Επιτρέπει την ανάπτυξη και αξιολόγηση πρωτοτύπων (mock-ups). Προβλέπει και ενθαρρύνει την αξιολόγηση ως διακριτή φάση του κύκλου ζωής, και συμβάλει στην αποφυγή κρίσιμων λαθών και στη γρήγορη διόρθωσή τους. Επίσης, ταιριάζει στις σύγχρονες μεθοδολογίες αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού, που ξεκινούν από σενάρια χρήσης και προτείνουν επαναληπτική ανάπτυξη.



Σχήμα 3.5 Εξελικτικό Μοντέλο (πηγή: Αβούρης 2000).

- *πεδίο της ΑΑΥ*
 - *αστεροειδές μοντέλο ανάπτυξης (Star (Σχ.3.6))*: το μοντέλο αυτό προέκυψε μέσα από την παρατήρηση των ιδιαίτερων απαιτήσεων της ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων. Εστιάζει στην αξιολόγηση κάθε φάσης. Προσφέρει πολύ μεγάλη ελευθερία στην ομάδα ανάπτυξης για την οργάνωση της σχεδιαστικής διαδικασίας και αναγνωρίζει ως κρίσιμη έννοια της ανάπτυξης την αξιολόγηση. Ωστόσο, η τεκμηρίωση της αξιολόγησης σε κάθε φάση ανάπτυξης μπορεί να προκαλεί καθυστερήσεις στην ανάπτυξη του διαδραστικού συστήματος/προϊόντος. Επίσης, χρειάζεται προσεκτική επιλογή των μεθόδων αξιολόγησης.



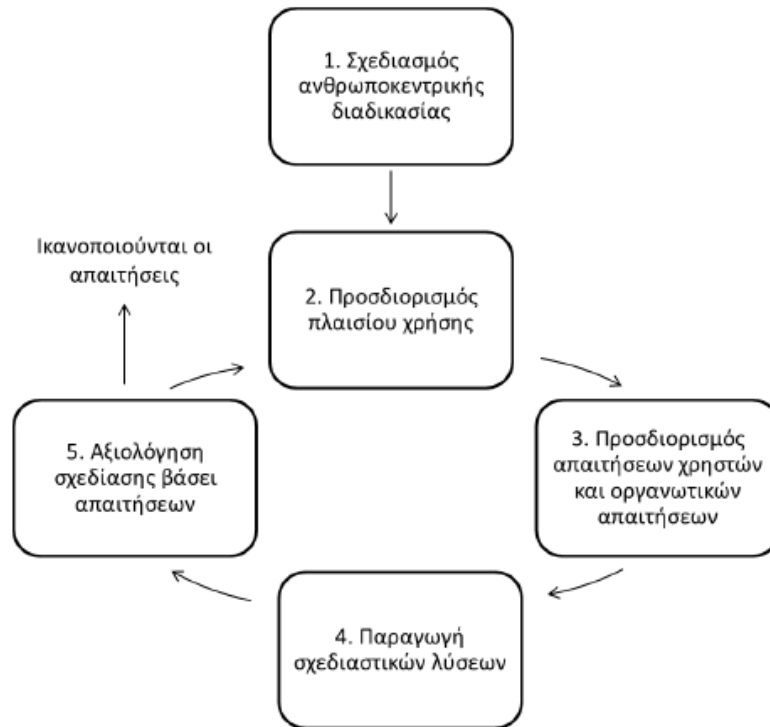
Σχήμα 3.6 Αστεροειδές Μοντέλο Ανάπτυξης (πηγή: Αβούρης 2000).

- *μοντέλο ανθρωποκεντρικής ανάπτυξης* (Σχ.3.7): σύμφωνα με το πρότυπο *ISO 9241-210:2010 (human-centred design for interactive systems)*, η διαδικασία ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων περιλαμβάνει τις εξής φάσεις: **(α)** σχεδιασμός της ανθρωποκεντρικής διαδικασίας, **(β)** προσδιορισμός του πλαισίου χρήσης, **(γ)** προσδιορισμός απαιτήσεων χρηστών και οργανωτικών απαιτήσεων, **(δ)** Παραγωγή σχεδιαστικών λύσεων, και **(ε)** Αξιολόγηση σχεδίασης βάσει απαιτήσεων. Το πρότυπο αυτό προτείνει τις παρακάτω έξι βασικές αρχές προκειμένου να διασφαλίζεται ο ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός ενός διαδραστικού συστήματος:

- ο σχεδιασμός βασίζεται σε μια σαφή κατανόηση των χρηστών, των εργασιών και του περιβάλλοντος χρήσης,
- οι χρήστες εμπλέκονται σε όλη τη διάρκεια του σχεδιασμού και της ανάπτυξης.
- ο σχεδιασμός οδηγείται και βελτιώνεται βάσει ανθρωποκεντρικής αξιολόγησης.
- η διαδικασία είναι επαναληπτική,
- ο σχεδιασμός αφορά το σύνολο της *εμπειρίας του χρήστη (user experience, UX)*, και
- η ομάδα σχεδιασμού περιλαμβάνει διεπιστημονικές δεξιότητες και οπτικές.

- *Logical User Centred Interactive Design (LUCID)*: στηρίζεται στο εξελικτικό μοντέλο ανάπτυξης και διακρίνεται στις εξής φάσεις ανάπτυξης: **(α)** ανάπτυξη αρχικής ιδέας, **(β)** ανάπτυξη αναγκών και

απαιτήσεων, (γ) σχεδιασμός συστήματος με πρότυπη βασική οθόνη, (δ) επαναληπτικός σχεδιασμός και βελτίωση πρωτοτύπου, (ε) ανάπτυξη συστήματος και (στ) αρχική λειτουργία. Ο εξελικτικός χαρακτήρας της βασίζεται στην ανάπτυξη ενός πρωτοτύπου στη γ φάση, και στη διαδοχική βελτίωση του κατά τη δ φάση.



Σχήμα 3.7 Μοντέλο Ανθρωποκεντρικής Ανάπτυξης (πηγή: Αβούρης 2000).

Τέλος, οι σημαντικότεροι στόχοι ανάπτυξης των διαδραστικών συστημάτων είναι οι ακόλουθοι (Shneiderman and Plaisant 2010; Κουτσαμπάσης 2011):

- *λειτουργικότητα*: αποτελεί έναν από τους πρώτους στόχους της ανάπτυξης λογισμικού. Σχετίζεται με τη *χρησιμότητα (utility)*, δηλαδή «ποιες δυνατότητες χρειάζονται οι χρήστες».
- *ευχρηστία*: αφορά την αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα και ικανοποίηση των χρηστών ως προς την επίτευξη των στόχων συγκεκριμένου πλαισίου χρήσης (ISO 9241).
- *προσβασιμότητα*: αφορά την ιδιότητα ενός διαδραστικού συστήματος να χρησιμοποιείται από όλες τις κατηγορίες χρηστών (καθολική σχεδίαση).
- *αισθητική*: χρησιμοποιείται στην σχεδίαση δικτυακών τόπων, και δεν υπάρχουν ευρέως αποδεκτές μέθοδοι σχεδίασης & αξιολόγησης της αισθητικής.

- *συνεργασία ανθρώπων και ομάδων* υποστηριζόμενη από υπολογιστή (computer supported cooperative work).
- *εμπειρία χρήστη*: αφορά τις αντιλήψεις και αντιδράσεις ενός ατόμου ως αποτέλεσμα της χρήσης ή της προσδοκώμενης χρήσης ενός προϊόντος, συστήματος, ή υπηρεσίας (ISO 9241-210).

3.4 Έρευνα Απαιτήσεων και Καταγραφή Προδιαγραφών Συστήματος

Όλα τα μοντέλα ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων περιλαμβάνουν μία διαδικασία έρευνας και καταγραφής απαιτήσεων (*requirements*), όπου μέσω αυτής παράγεται γνώση για την ανθρώπινη δραστηριότητα που μελετάται, με απώτερο σκοπό να τεθούν οι στόχοι ανάπτυξης του συστήματος, και ακολούθως η καταγραφή προδιαγραφών. Η καταγραφή προδιαγραφών, περιλαμβάνει τους τρεις βασικούς συντελεστές της ΑΑΥ: τον *άνθρωπο-χρήστη*, τον *υπολογιστή* και τη *διεργασία* (Garrett 2011; Shneiderman and Plaisant 2010; Sommerville 2009; Αβούρης 2000).

Ειδικότερα όσο αφορά την *Ανάλυση Απαιτήσεων* των χρηστών, ο ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός εστιάζει στην κατανόηση των απαιτήσεων του. Για την έρευνα, καταγραφή και ανάλυση των απαιτήσεων χρήστη χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές, όπως (Sommerville 2009; Αβούρης 2000):

- μελέτες πεδίου,
- παρατήρηση του χρήστη (εξωτερίκευση της σκέψης - think aloud),
- συνεργατική ανακάλυψη,
- συνεντεύξεις ,
- ερωτηματολόγια,
- ομάδες εργασίας (focus groups),
- μελέτη εγγράφων και βιβλιογραφίας,
- μελέτη ανταγωνιστικών προϊόντων.

Στην βιβλιογραφία υπάρχουν συνήθως τρεις κατηγορίες χρηστών (Garrett 2011;Sommerville 2009; Αβούρης 2000):

- *πρωτεύοντες χρήστες*: αφορά τα άτομα που πρόκειται να αλληλεπιδρούν συχνά, απευθείας με το σύστημα. Οι χρήστες αυτοί επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό από την εισαγωγή του νέου συστήματος.

- *δευτερεύοντες χρήστες*: αφορά τα άτομα που χρησιμοποιούν το σύστημα σε μικρό βαθμό ή μέσω ενδιαμέσου, όπως για παράδειγμα τα διοικητικά στελέχη ενός οργανισμού και το προσωπικό συντήρησης του συστήματος.
- *τριτεύοντες χρήστες*: αφορά χρήστες που δεν χρησιμοποιούν ποτέ απευθείας το σύστημα, αλλά επηρεάζονται από την χρήση του, αφού υποχρεώνονται να τροποποιήσουν κάποιες εργασίες τους, έτσι ώστε να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις του (π.χ. εξωτερικοί πελάτες μια επιχείρησης ή οργανισμού).

Επίσης, στην βιβλιογραφία προτείνεται μια άλλη καταγραφή των απαιτήσεων να τεθεί υπόψη της εκάστοτε ομάδας σχεδίασης, που αφορά τις *ομάδες ενδιαφερόμενων (stakeholders)*. Οι ενδιαφερόμενοι είναι όλοι όσοι έχουν άμεση ή έμμεση σχέση με την εισαγωγή και χρήση του συστήματος. Οι κατηγορίες ενδιαφερομένων είναι συνήθως (Αβούρης 2000):

- προσωπικό σχεδίασης & ανάπτυξης συστήματος,
- οι έχοντες οικονομικά συμφέροντα συνδεδεμένα με την ανάπτυξη ή αγορά του συστήματος,
- οι υπεύθυνοι για την εισαγωγή, εγκατάσταση και συντήρηση του μέσα σε μια επιχείρηση ή οργανισμό,
- οι ενδιαφερόμενοι για τη χρήση του συστήματος.

Μετά τον προσδιορισμό των ομάδων των χρηστών χρειάζεται να γίνει καταγραφή των ατομικών χαρακτηριστικών τους, που περιλαμβάνουν (Αβούρης 2000):

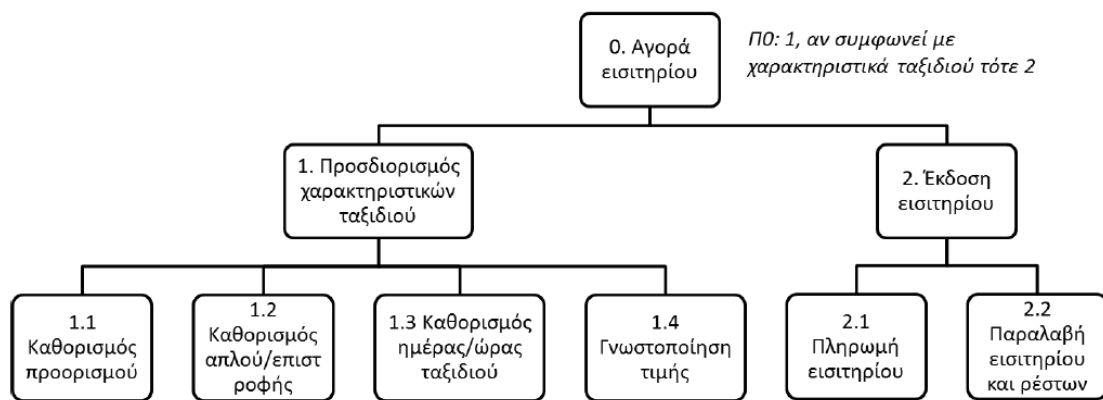
- ατομικά χαρακτηριστικά (ατομικό προφίλ),
- χαρακτηριστικά σε σχέση με υπολογιστές (εμπειρία σε συστήματα),
- ομαδικά χαρακτηριστικά (στόχοι, αποστολή, συνοχή και ομοιογένεια ομάδας).

Επίσης, είναι σημαντικό να καταγραφούν οι στόχοι, οι εργασίες και το περιβάλλον στο οποίο οι χρήστες θα εργάζονται, καθώς το καινούργιο σύστημα σχεδιάζεται για την υποστήριξη κάποιων εργασιών σε ένα σαφώς καθορισμένο περιβάλλον χρήσης. Η *ανάλυση εργασιών (task analysis)* στοχεύει στην αναγνώριση, μελέτη, κατανόηση και περιγραφή των εργασιών στο πλαίσιο της ανθρώπινης δραστηριότητας που μελετάται. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές διαφορετικές τεχνικές ανάλυσης εργασιών, όπως (Sommerville 2009; Αβούρης 2000):

- *ιεραρχική ανάλυση εργασιών (Hierarchical Task Analysis, HTA)*(Σχ.3.8):εστιάζει στον τρόπο με τον οποίο ένα έργο μπορεί να

αναλυθεί και να διασπασθεί σε επιμέρους εργασίες (τμηματοποίηση) με την χρήση διαγραμματικών τεχνικών (CMATool, TATool).

- *γνωσιακή μέθοδος (Goals-Operations-Methods-Selection Rules, GOMS/ Στόχοι-Ενέργειες-Μέθοδοι-Κανόνες Επιλογής)*: εστιάζει στη γνωσιακή διαδικασία που ακολουθεί ο χρήστης με σκοπό την επιλογή κατάλληλου τρόπου επίτευξης των στόχων που συνδέονται με την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας.
- *ανάλυση εργασιών για την περιγραφή γνώσης (Task Analysis for Knowledge Descriptions, TAKD)*: εστιάζει στη γνώση του χρήστη για την επιτελούμενη εργασία και πως είναι οργανωμένη αυτή η γνώση.



Σχήμα 3.8 Ιεραρχική ανάλυση της εργασίας «αγορά εισιτηρίου» (πηγή: Αβούρης; 2000).

Η καταγραφή των προδιαγραφών του λογισμικού θα βασιστεί στην ανάλυση απαιτήσεων των χρηστών. Έτσι, ο εκάστοτε σχεδιαστή πρέπει να "μεταφράσει" τα ευρήματα της ανάλυσης απαιτήσεων σε προδιαγραφές που να μπορούν να υιοθετηθούν άμεσα στη φάση του σχεδιασμού. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της καταγραφής των προδιαγραφών θα πρέπει να ληφθούν υπόψη το νομικό πλαίσιο καθώς και πιθανοί κανονισμοί και οδηγίες που διέπουν και επηρεάζουν τη λειτουργία του συστήματος. Επίσης, σημαντικές είναι και οι παγιωμένες ή καθιερωμένες αντιλήψεις που αφορούν το ευρύτερο χώρο της εφαρμογής.

3.5 Αξιολόγηση Ευχρηστίας

Η έννοια της *ευχρηστίας (usability)* ως ποιοτική διάσταση των διαδραστικών συστημάτων έχει γίνει όλο και περισσότερο σημαντική κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών. Η ευχρηστία είναι μια βασική έννοια του επιστημονικού πεδίου ΑΑΥ και στοχεύει στο να καταστήσει τα συστήματα εύκολα ως προς την εκμάθηση

και τη χρήση μέσω μιας ανθρωποκεντρικής διαδικασίας σχεδιασμού (Preece et. Al. 1994). Η σημασία της ευχρηστίας μπορεί να αναλυθεί από διάφορες πλευρές (Dumas 2001; Nielsen 2000):

- *οπτική του χρήστη*: η ευχρηστία είναι σημαντική αφού μπορεί να κάνει τη διαφορά μεταξύ της ακριβούς εκτέλεσης μιας διεργασίας ή όχι, καθώς και της δημιουργίας θετικών συναισθημάτων όπως της απόλαυσης της διαδικασίας αλληλεπίδρασης ή της αποθάρρυνσης του.
- *οπτική σχεδιαστή*: η ευχρηστία είναι σημαντική επειδή συνεπάγεται τη διαφορά μεταξύ της επιτυχίας ή της αποτυχίας ενός συστήματος.
- *οπτική διοίκησης*: η ευχρηστία επηρεάζει τους δείκτες εργασιακής απόδοσης (ένα μη εύχρηστο διαδραστικό σύστημα μπορεί να μειώσει την παραγωγικότητα των χρηστών – εργαζομένων).

Ο βασικός στόχος εισαγωγής των ανθρωποκεντρικών μεθόδων στο σχεδιασμό διαδραστικών συστημάτων, εστιάζεται στη διασφάλιση της χρήσης τους από τον απλό χρήστη. Αυτό προϋποθέτει εύχρηστες διεπιφάνειες, λειτουργικότητα και υποστήριξη των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων και των ροών εργασίας.

Η ομαδοποίηση των μεθοδολογιών αξιολόγησης ευχρηστίας, μπορεί να διακρίνει τρεις μεγάλες κατηγορίες (Nielsen 1993, 1994, 2000):

- *μεθόδους επιθεώρησης από ειδικούς σε θέματα αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή (usability inspection methods)*: σε αυτές κοινό χαρακτηριστικό είναι η χρήση ειδικών με γνώση κανόνων και μεθοδολογιών χρηστο-κεντρικού σχεδιασμού που αξιολογούν την διεπιφάνεια χρήσης με τη χρήση μεθόδων που συχνά προσομοιώνουν την αναμενόμενη τυπική χρήση του συστήματος από τους τελικούς χρήστες (σενάρια προσομοίωσης). Οι πλέον διαδεδομένες μέθοδοι αξιολόγησης από ειδικούς είναι η *ευρετική αξιολόγηση* (αποτελεί υποκειμενική μέθοδο αξιολόγησης που βασίζεται στην εφαρμογή μικρού αριθμού γνωστών κανόνων σχεδιασμού διαδραστικών συστημάτων που γίνεται από έμπειρους αξιολογητές ευχρηστίας που δεν συνδέονται με την ανάπτυξη του συστήματος), και το *γνωσιακό περιδιάβασμα* (τεχνική ανάλυση διαδραστικών συστημάτων, όπου ο χρήστης μαθαίνει τη χρήση του συστήματος κατά διερευνητικό τρόπο ενώ αλληλεπιδρά με αυτό, προσομοιώνοντας τη διαδικασία σταδιακής εξοικείωσης των χρηστών) (Lewis et al. 1990; Lewis and Rieman 1994; Nielsen and Landauer 1993).

- *μέθοδοι αξιολόγησης με τη συμμετοχή χρηστών*: αφορά τη μέτρηση απόδοσης με στόχο τη πιστοποίηση για το αν ένας στόχος ευχρηστίας επιτεύχθηκε ή όχι. Η απόδοση των χρηστών μετρείται συνήθως υποβάλλοντας μια ομάδα χρηστών σε εκτέλεση ενός προκαθορισμένου συνόλου στοιχειωδών διεργασιών, συλλέγοντας στοιχεία που αφορούν σε σφάλματα που διαπιστώνονται και τους χρόνους εκτέλεσης των διεργασιών αυτών. Οι δοκιμές πραγματοποιούνται συνήθως σε ένα εργαστήριο ευχρηστίας λογισμικού, που διαθέτει τον απαραίτητο εξοπλισμό για καταγραφή των ενεργειών των χρηστών. Η μεθοδολογία αυτή είναι σημαντική, γιατί μπορεί να αναδείξει τυχόν σφάλματα ευχρηστίας αλλά πρέπει να υπάρχει τεχνογνωσία και εμπειρία για να δοκιμάζεται με αξιόπιστο τρόπο. Επίσης μια μέθοδος που συνδυάζεται με τις δοκιμές ευχρηστίας και μετρήσεις απόδοσης είναι η καταγραφή της αλληλεπίδρασης σε *αρχεία πληκτρολογήσεων*. Ο υπολογιστής σε αυτή τη μέθοδο αναλαμβάνει την αυτόματη καταγραφή χρήσης του υπό εξέταση συστήματος. Αποτελεί μια φτηνή μέθοδο συλλογής δεδομένων χρήσης λογισμικού, που εύκολα μπορεί να αναγνωρισθεί η συχνότητα χρήσης συγκεκριμένων εντολών και εμφάνισης γεγονότων που παρουσιάζουν ενδιαφέρον (σφάλματα). Μια άλλη μέθοδος είναι το πρωτόκολλο *ομιλούντος υποκειμένου* (*think aloud/talk aloud*), όπου οι χρήστες εκφράζουν με λόγια τις σκέψεις τους χρησιμοποιώντας το σύστημα. Οι χρήστες σε αυτή τη μέθοδο αφήνουν τον εκτιμητή να αντιληφθεί το πως αντιλαμβάνονται την αλληλεπίδραση με το προς εξέταση σύστημα. Αποτελεί μια οικονομικά προσιτή μέθοδο αναγνώρισης των παρερμηνειών των χρηστών που αφορούν στην διεπιφάνεια χρήσης. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν εφαρμόζεται από το σχεδιαστή της διεπιφάνειας, λόγω του άμεσου ποιοτικού χαρακτήρα ανατροφοδότησης που λαμβάνεται τους χρήστες σχετικά με το σχεδιασμό μιας διεπαφής. Επίσης, τα *ερωτηματολόγια* είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για ζητήματα σχετικά με πιθανές ανησυχίες-παρανοήσεις των χρηστών και την υποκειμενική ικανοποίηση. Διανέμονται εύκολα σε σημαντικό αριθμό χρηστών, και επιπλέον, είναι μια σχετικά χαμηλού κόστους έρευνα. Ωστόσο υπάρχουν προβλήματα αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων της δεδομένου ότι οι απαντήσεις των χρηστών είναι βασισμένες σε αυτό που έχουν την αίσθηση ότι κάνουν, όχι σε αυτό που κάνουν πραγματικά (Nielsen 1993). Τέλος, μια μέθοδος που περιλαμβάνει όλους τους άμεσα εμπλεκόμενους με την ανάπτυξη ενός

διαδραστικού συστήματος, τους χρήστες, τους σχεδιαστές και τους ειδικούς αξιολόγησης ευχρηστίας, μπορεί να πραγματοποιηθεί στα αρχικά στάδια της διαδικασίας σχεδιασμού μέσω του πλουραλιστικού περάσματος (pluralistic walkthrough)(Bias 1991). Είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για την αξιολόγηση της δυνατότητας εκμάθησης της διεπιφάνειας χρήσης από τον χρήστη. Ωστόσο, δεν είναι τόσο αποτελεσματική για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας σε καθημερινή βάση, αφού οι χρήστες δεν μπορούν να προβλέψουν την αλληλεπίδραση τους όταν αποκτήσουν κάποια εμπειρία στη χρήση του συστήματος (Tselios et al. 2001; Jorgensen 1990; Holleran 1991; Garrett 2011).

- *αναλυτικές μέθοδοι αξιολόγησης (analytic methods)*: περιλαμβάνει διάφορες μεθοδολογίες (HTA, GOMS, TAKD, CLG κ.α.) που αφορούν την ανάλυση εργασιών με στόχο τη μελέτη, συλλογή και ανάλυση δεδομένων, σχετικά με το πως οι χρήστες εκτελούν τις συγκεκριμένες διεργασίες, έτσι ώστε να προκύψει μια βαθύτερη κατανόηση των αλληλεπιδράσεων που λαμβάνουν χώρα (Card et al. 1983; Diaper 1989; Olson and Olson 1990; Preece et al. 1994; Shepherd 1989). Βασικός σκοπός της ανάλυσης διεργασιών είναι η συστηματική κατανόηση των διεργασιών που επιτελούν οι χρήστες περιγράφοντας ρητά από τι αυτές αποτελούνται (Kieras 1996). Μια διαδικασία ανάλυσης διεργασιών αποτελείται από πέντε συνήθως γενικά στάδια:
 - προκαταρκτική ανάλυση (προσδιορίζεται το περιβάλλον στο οποίο το σύστημα που αναλύεται χρησιμοποιείται),
 - συλλογή των στοιχείων (επιλογή μεθόδου συλλογής δεδομένων π.χ. παρατήρησης χρηστών της ανάλυσης αρχείων ηλεκτρολογήσεων, συνεντεύξεις),
 - μοντελοποίηση της διεργασίας (αναγνώριση διεργασιών και σύνθεση διαγραμμάτων διεργασιών),
 - ανάλυση του μοντέλου διεργασιών, και
 - απεικόνιση αποτελεσμάτων.

3.6 Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό εισάγονται οι βασικές αρχές του επιστημονικού πεδίου της *Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Υπολογιστή (AAΥ)*. Το πεδίο της AAΥ, είναι ευρύ και εμπεριέχει την ανάγκη για κατανόηση των χρηστών κατά το πως σκέφτονται και

επεξεργάζονται την πληροφορία, πώς συνεργάζονται κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας, και πώς σχεδιάζονται διαδραστικά συστήματα για υποστήριξη των αναγκών των χρηστών. Βασικός σκοπός της ΑΑΥ είναι η κατασκευή μοντέλων και μεθοδολογιών για τον αποτελεσματικότερο σχεδιασμό και αξιολόγηση διαδραστικών συστημάτων, και για αυτό αξιοποιεί πορίσματα και τεχνογνωσία από διάφορα επιστημονικά πεδία όπως γνωστική ψυχολογία, επιστήμη των υπολογιστών, κοινωνιολογία, εργονομία και βιομηχανικό σχεδιασμό κ.α.

3.7 Αναφορές

Ελληνόγλωσσες

Αβούρης, Ν., (2000). *Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Μηχανής: Μία Εισαγωγή*, Αθήνα: Διάυλος.

Ακουμιανάκης, Δ. (2006). *Διεπαφή Χρήστη – υπολογιστή: μια σύγχρονη προσέγγιση*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. D, and Beale, R. (2007). *Επικοινωνία Ανθρώπου – Υπολογιστή* (3η Έκδοση). Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα.

Garrett, J.-J. (2011). *Βασικά Στοιχεία της εμπειρίας του χρήστη*. Μετάφραση Α. Σαράφη, Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Κουτσαμπάσης, Π. (2011). *Αλληλεπίδραση Ανθρώπου Υπολογιστή, αρχές μέθοδοι και παραδείγματα*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Λέπουρας, Γ. (2000). *Αλληλεπίδραση Χρήστη - Υπολογιστή: Η Μεθοδολογία της Συμπληρωματικής Υποστήριξης στην Υπηρεσία Διαφορετικών Πολιτισμικών Κοινοτήτων*. Διδακτορική Διατριβή, τμήμα Πληροφορικής, ΕΚΠΑ, Αθήνα.

Ρετάλης, Σ., (επιμ.) (2005). *Οι προηγμένες τεχνολογίες διαδικτύου στην υπηρεσία της μάθησης*. Αθήνα: Καστανιώτης.

Rogers, Y. Sharp, H. and Preece, J. (2013). *Σχεδίαση Διαδραστικότητας, Επεκτείνοντας την Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Υπολογιστή*. Μεταφρ. Γ. Σαμαράς, Αθήνα: Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας.

Shneiderman, B. and Plaisant, C. (2010). *Σχεδίαση Διεπαφής Χρήστη, Στρατηγικές για αποτελεσματική επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή*. Μετάφραση Γ. Καλπάκης, Θεσ/νίκη: Εκδόσεις Τζιόλας.

Sommerville, I. (2009). *Βασικές Αρχές Τεχνολογίας Λογισμικού*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Ξενόγλωσσες

Bias, R.C. (1991). Walkthroughs: Efficient Collaborative Testing. *IEEE Software*, 8 (5), 94-95.

Card S., Moran T., Newell A. (1983). *The Psychology of Human Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates.

Diaper, D. (1989). Task analysis and systems analysis for software development. *Interacting with computers*, 4(1), pp.124-139.

Dumas, J.S. (2001). How many participants in a usability test are enough. In R.J. Branaghan (Ed.), *Design by People for People: Essays on Usability* (pp. 173–182). Chicago: Usability Professionals Association.

Gould, J., and Lewis, C. (1985) “Designing for usability: Key principles and what designers think,” *Communications of the ACM*, 28(3), 300-311.

- Holleran, P.A. (1991). A methodological note on pitfalls in usability testing. *Behaviour and information technology*, 10 (5), 345-357.
- Jorgensen, A.H. (1990). Thinking-aloud in user interface design: a method promoting cognitive ergonomics. *Ergonomics*, 33, (4), 501-507.
- Kieras, D. (1996). Task analysis and the design of functionality. *CRC Handbook of Computer Science and Engineering*, CRC Press.
- Lewis, C., Polson, P., Wharton, C., Rieman, J. (1990) Testing a Walkthrough methodology for Theory-Based Design of Walk-Up-and-Use Interfaces. *Proceedings of ACM CHI 1990, Seattle, Washington. April 1-5, 1990*, pp: 235-242.
- Lewis, C. and Rieman, J. (1994) Task centered User Interface Design- A practical introduction. Διαθέσιμο στο <http://www.hcibib.org>.
- Nielsen J. (1993). *Usability Engineering*, Academic Press, London 1993.
- Nielsen, J., (1994) Usability inspection methods, in Nielsen J., Mark R.L. (eds.), *Usability Inspection Methods*, John Willey, New York, 1994.
- Nielsen, J., Landauer, T. K. (1993). A mathematical model of the findings of usability problems. *Proceedings ACM/IFIP INTERCHI'93 Conference (Amsterdam, The Netherlands, April 24-29)*, pp.206-213.
- Nielsen, J. (2000). *Designing Web Usability*. Indianapolis, IN: New Riders.
- Olson, J., and Olson, G. (1990). The Growth of Cognitive Modeling in Human-Computer Interaction Since GOMS, *Human Computer Interaction*, Vol.5, Lawrence Erlbaum Associates, Inc pp. 221-265.
- Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S., Carey, T. (1994). *Human-Computer Interaction*. Wokingham, England: Addison-Wesley Publishing Company.
- Shackel, B., and Richardson, S. (1991). *Human factors for Informatics usability*. Cambridge University Press, UK.
- Shepherd, A. (1989). Analysis and training in information technology tasks. In D.Diaper (Ed.), *Task Analysis for Human Computer Interaction* (pp. 15-55). Chichester, England: Ellis Horwood.
- Tselios, N.K., Maragoudakis, M., Avouris, N. M., Fakotakis, N., Kordaki, M. (2001). Automatic diagnosis of student problem solving strategies using Bayesian Networks. 5th Panhellenic conference in mathematics and informatics in education, Thessaloniki, 12-14 October 2001.

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

ΤΕΤΑΡΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται λεπτομερώς η μεθοδολογία ανάπτυξης ενός συγκεκριμένου διαδραστικού εκπαιδευτικού συστήματος σύμφωνα με τη Λογική Χρηστοκεντρική Διαδραστική Σχεδίαση (Logical User-Centered Interactive Design - LUCID) (Dix et al. 2004; Shneiderman and Plaisant 2004; Greenberg 2002). Το προτεινόμενο εκπαιδευτικό σύστημα αφορά το γνωστικό αντικείμενο των Οικονομικών Μαθηματικών της Β' τάξης των *Επαγγελματικών Λυκείων (ΕΠΑΛ)*, του τομέα *Διοίκησης και Οικονομίας*. Οι διδακτικές προδιαγραφές βασίζονται στην ύλη-οδηγίες του *Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής* για το εκπαιδευτικό έτος 2016-2017³. Η εφαρμογή δοκιμάστηκε στο 1^ο ΕΠΑΛ της *Σιβιτανείδιου Δημόσιας Σχολής Τεχνών και Επαγγελμάτων*, το τομέα *Οικονομίας και Διοίκησης* και στην Ειδικότητα *Υπαλλήλων Διοίκησης και Οικονομικών Υπηρεσιών*⁴.

4.2 Ανθρωποκεντρική Ανάπτυξη βάση της LUCID

Η LUCID περιλαμβάνει διάφορες φάσεις, που στην περίπτωση του εκπαιδευτικού συστήματος περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

4.2.1 Ανάπτυξη Αρχικής Ιδέας

Στη φάση αυτή καθορίζεται επιχειρησιακός στόχος και ο ορισμός του προβλήματος:

- *επιχειρησιακός στόχος*: η Σιβιτανίδειος Σχολή επιδιώκει με την εισαγωγή αυτού του συστήματος την παροχή της δυνατότητας εξάσκησης των εκπαιδευόμενων της σε ύλη που έχουν διδαχθεί, στο μάθημα των Οικονομικών Μαθηματικών (Β' ΕΠΑΛ – τομέας Οικονομίας και Διοίκησης). Ειδικότερα αποσκοπεί:
 - στη φιλικότερη, πλουσιότερη και ελκυστικότερη παρουσίαση της ύλης,
 - στην καλύτερη προσαρμογή στις διδακτικές ανάγκες του μαθήματος (πρακτική/εξάσκηση λόγω μαθηματικού υπόβαθρου του γνωστικού αντικειμένου),
 - στη βιωματική προσέγγιση της γνώσης (μέσω της εξάσκησης σε οικονομικά πρακτικά προβλήματα),

³Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής – τομέας Οικονομίας και Διοίκησης, <http://www.iep.edu.gr/el/component/k2/21-tomeas-dioikisis-kai-oikonomias>.

⁴ Σιβιτανίδειος Δημόσια Σχολή Τεχνών και Επαγγελμάτων, <http://www.sivitanidios.edu.gr/>.

- στη συμπύκνωση πολλών μακροσκελών κειμένων σε οπτικά μηνύματα με μεγάλη περιεκτικότητα πληροφορίας, και
- στη μείωση του χρόνου που καταβάλλει ο εκπαιδευόμενος στην αφομοίωση της ύλης-περιεχομένου
- *ορισμός προβλήματος*: περιλαμβάνει την καταγραφή των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων σύμφωνα με το διδακτικό μοντέλο που θα υιοθετηθεί. Τέτοιες μπορεί να είναι:
 - παρουσίαση βασικών εννοιών του γνωστικού αντικείμενου (*οικονομικά μαθηματικά ΕΠΑΛ*).
 - εξάσκηση/πρακτική εκπαιδευόμενου πάνω στο γνωστικό αντικείμενο (ερωτήσεις-ασκήσεις)
 - αξιολόγηση του εκπαιδευόμενου (επίδοση, παρουσίαση των λαθών του για μελλοντική βελτίωση του)

4.2.2 Ανάλυση Αναγκών & Απαιτήσεων

Στη φάση αυτή προσδιορίζεται και αναλύεται ο πληθυσμός των χρηστών, οι ανάγκες τους, και οι εργασίες/δραστηριότητες του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος (Σχ.4.1). Η ανάλυση έγινε με την χρήση *μεικτής μεθόδου (mixed research)*, δηλ. χρήση ερωτηματολογίου, συνέντευξης και παρακολούθησης της διδακτικής πράξης (Νόβα-Καλτσούνη 2006; Dix et al. 2006). Ειδικότερα, το ερωτηματολόγιο αφορούσε τους μαθητές του δείγματος έρευνας, και περιλάμβανε την ακόλουθη συλλογή πληροφοριών (Παράρτημα 1):

- *δημογραφικά-κοινωνικά χαρακτηριστικά,*
- *προφίλ εμπειρίας χρήσης υπολογιστών, διαδικτύου & εκπαιδευτικού λογισμικού,*
- *εκπαιδευτικό υπόβαθρο*
- *εκπαιδευτικές ανάγκες,*
- *προδιαγραφές προτεινόμενου συστήματος.*

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια υπολογιστή (Excel) κάνοντας χρήση τεχνικών της περιγραφικής στατιστικής (Νόβα-Καλτσούνη 2006). Το δείγμα αφορά 40 μαθητές του 1^{ου} ΕΠΑΛ της Σιβιτανίδειου Σχολής (από τα τμήματα Β1,Β2,Β3) με χρήση μεθόδου δειγματοληψίας της *χινοστοιβάδας*. Η μέθοδος αυτή θεωρείται κατάλληλη για τον εντοπισμό μικρών και διασκορπισμένων μονάδων του

πληθυσμού (Welch 1975; Κατσιλλης 2006). Η έρευνα έλαβε μέρος τα τέλη του Απριλίου του 2017. Η επιλογή του δείγματος ακολούθησε τα εξής κριτήρια (KPI_i):

- KPI₁: μαθητής/τρια των τμημάτων Β1-Β3 του τομέα Οικονομίας και Διοίκησης του 1^{ου} ΕΠΑΛ της Σιβιτανιδείου Σχολής),
- KPI₂: την ευκολία πρόσβασης στον ερωτώμενο,
- KPI₃: ελεύθερη επιλογή του αν θα απαντήσει στο ερωτηματολόγιο ή όχι.

$$\text{Set KPI} = [\text{KPI}_1, \text{KPI}_2, \text{KPI}_3] \quad (4.1)$$

Η πλειοψηφία του δείγματος όσο αφορά το φύλο είναι κοπέλες, με ποσοστό 67,5% (27 άτομα), ενώ τα αγόρια έχουν ποσοστό 32,5% (13 άτομα). Επίσης, το 60% (32 άτομα) είχε βαθμολογία στο μάθημα «Οικονομικά Μαθηματικά» το πρώτο τετράμηνο >17, ενώ το ποσοστό που είχε <10, ήταν μόλις 5% (2 άτομα). Επιπλέον, η μεγάλη πλειοψηφία των μαθητών 87,5% (35 άτομα) διαθέτει βασικό επίπεδο Γνώσης Η/Υ, ενώ το 90% των μαθητών (36 άτομα) κάνει καθημερινή χρήση του διαδικτύου, το 70% (28 άτομα) κάνει καθημερινή χρήση MSoffice, και μόλις το 5% προγραμματίζει στον υπολογιστή (2 άτομα). Γενικά το επίπεδο χρήσης των υπολογιστών και διαδικτύου στο δείγμα των μαθητών, είναι υψηλό. Οι μαθητές του δείγματος σε ποσοστό 72,5% (29 άτομα) έχει κάνει χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού, ενώ από αυτό το ποσοστό αυτό, 52,5% (21 άτομα) έχει κάνει χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού τύπου drill & practice, και 42,5% (17 άτομα) εκπαιδευτικό λογισμικό τύπου πολυμέσων, ενώ μόλις 7,5% (6 άτομα) άλλα είδη. Το 10% των μαθητών είναι ήδη απόφοιτοι Γενικού Λυκείου, που επέστρεψαν στο Επαγγελματικό Λύκειο για την απόκτηση μια ειδικότητας. Επιπρόσθετα, η πλειοψηφία των μαθητών (82,5%), οι γονείς τους είναι απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (γενικής ή τεχνικής/επαγγελματικής). Τέλος, το 57,5% (23 άτομα) είναι ικανοποιημένοι (πολύ έως αρκετά) από την παροχή εκπαίδευσης στο ΕΠΑΛ, και ειδικότερα, το 47,5% είναι ικανοποιημένο από την χρήση ΤΠΕ στην διδακτική πράξη του ΕΠΑΛ που σπουδάζει, ενώ το 90% των μαθητών (36 μαθητές) εκτιμά ότι υπάρχουν ακόμα περιθώρια αξιοποίησης των ΤΠΕ στην εκπαίδευση.

Αντίστοιχα, για τους εκπαιδευτικούς πραγματοποιήθηκε συνέντευξη ημι-δομημένου τύπου σε ένα δείγμα 4 καθηγητών που διδάσκουν το μάθημα «Οικονομικά Μαθηματικά» στη Σιβιτανίδειο Σχολή (Παράρτημα 2). Η συγκεκριμένη μορφή συνέντευξης αποτελεί μια ενδιάμεση μορφή μεταξύ δομημένης και μη δομημένης συνέντευξης (Σαραφίδου 2011). Οι ερωτήσεις της καλύπτουν τα ακόλουθα είδη:

- δημογραφικές ερωτήσεις και

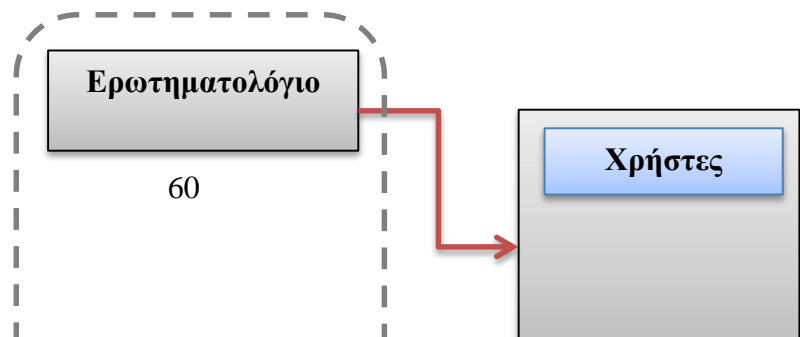
- ερωτήσεις γνώμης.

Η δομή της συνέντευξης περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

- δημογραφικά-κοινωνικά χαρακτηριστικά,
- προφίλ εμπειρίας χρήσης υπολογιστών, διαδικτύου & εκπαιδευτικού λογισμικού,
- εκπαιδευτικό υπόβαθρο,
- εκπαιδευτικές ανάγκες,
- προδιαγραφές προτεινόμενου συστήματος.

Η επεξεργασία του υλικού των συνεντεύξεων ακολούθησε την ποιοτική ανάλυση δεδομένων, με χρήση τεχνικής ανάλυσης περιεχομένου (χρήση κωδικών-open coding)(Τσιώλης 2014). Οι 3 καθηγητές είναι απόφοιτοι ΤΕΙ εκ των οποίων ο ένας έχει μεταπτυχιακό τίτλο στην Διοίκηση Επιχειρήσεων (MBA), ενώ ο τέταρτος είναι απόφοιτος Πανεπιστημίου με μεταπτυχιακό και Διδακτορικό στην Πολιτική Οικονομία. Οι 2 είναι ηλικίας 30 - 45 ετών, ενώ οι άλλοι 2 εκπαιδευτικοί >45 ετών. Οι 3 είναι έκτακτοι εκπαιδευτικοί, ενώ ο τέταρτος είναι μόνιμος (απόφοιτος Πανεπιστημίου). Οι εκπαιδευτικοί στο σύνολο τους είναι χρήστες υψηλού επιπέδου στην χρήση Η/Υ & Διαδικτύου (καθημερινή χρήση) ενώ διαθέτουν και οι 4 μεσαίο επίπεδο γνώσης υπολογιστή και έχουν κάνει χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού στο γνωστικό πεδίο τους. Οι 2 διαθέτουν προϋπηρεσία στην εκπαίδευση περίπου 10 έτη, ο ένας τουλάχιστον 16 έτη, ενώ ο μόνιμος εκπαιδευτικός 18 έτη. Τέλος, οι 3 στους 4 είναι μέτρια ικανοποιημένοι από την παροχή εκπαίδευσης στο ΕΠΑΛ, και ειδικότερα, μόνο ένας είναι ικανοποιημένος από την χρήση ΤΠΕ στην διδακτική πράξη του ΕΠΑΛ που εργάζεται, ενώ όλοι οι εκπαιδευτικοί του δείγματος της έρευνας εκτιμά ότι υπάρχουν ακόμα περιθώρια αξιοποίησης των ΤΠΕ στην εκπαίδευση.

Όσο αφορά την παρακολούθηση (*observation*) της διδακτικής πράξης, επιλέχθηκε η παθητική παρατήρηση όπου ο παρατηρητής παρακολουθεί χωρίς ενεργή του συμμετοχή στη διδακτική πράξη, κρατώντας παρατηρήσεις σχετικά με το μάθημα, & το εκπαιδευτικό περιβάλλον (2 διδακτικές ώρες του μαθήματος Οικονομικά Μαθηματικά) (Παράρτημα 3). Χάρη στην παρατήρηση, συλλέχθηκαν χρήσιμες πληροφορίες για το εκπαιδευτικό περιβάλλον και την ανθρώπινη συμμετοχή σε αυτό (εκπαιδευτικών, εκπαιδευόμενων).





Σχήμα 4.1 Πλαίσιο Ανάλυσης Αναγκών & Απαιτήσεων.

4.2.2.1 Ανάλυση Χρηστών

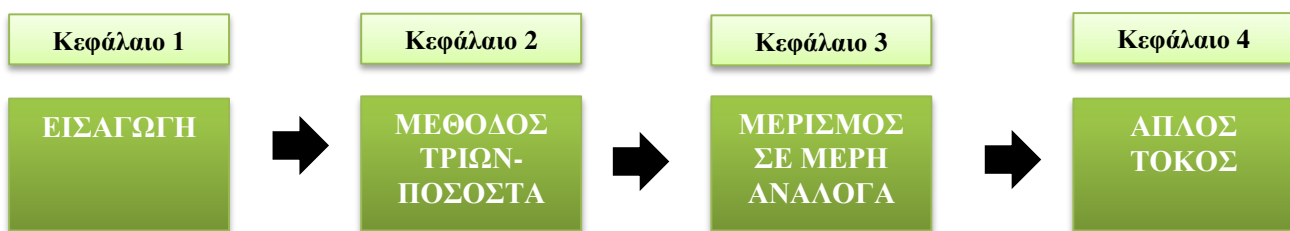
Ο πληθυσμός των χρηστών του προτεινόμενου συστήματος, διακρίνεται στις ακόλουθες ομάδες χρηστών:

- *πρωτεύοντες χρήστες*: αφορά τους μαθητές της Β΄τάξης του *ΕΠΑΛ* του τομέα *Οικονομίας και Διοίκησης*.
- *δευτερεύοντες χρήστες*: αφορά το εκπαιδευτικό προσωπικό (καθηγητές) που διδάσκει το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο (Οικονομικά Μαθηματικά).

Παρατηρούμε ότι οι χρήστες του συστήματος αφορά από μαθητές εφηβικής και μετα-εφηβικής ηλικίας (επαγγελματική εκπαίδευση) μέχρι εκπαιδευτικούς απόφοιτους τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Το *εκπαιδευτικό περιβάλλον* του μαθήματος είναι το τυπικό παραδοσιακό περιβάλλον ενός μαθήματος στο ελληνικό σχολείο. Η διδασκαλία του μαθήματος είναι τύπου διάλεξης με κάποιες φορές επίλυση προβλημάτων με ατομική ή ομαδική συμμετοχή των μαθητών. Η αξιολόγηση των μαθητών γίνεται με 2 τεστ και 1 εργασία ανά τετράμηνο, εκτός της τελικής εξέτασης του μαθήματος που πραγματοποιείται στην εξεταστική περίοδο του Ιουνίου. Η εκπαιδευτική ύλη βασίζεται στο εγκεκριμένο *Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (ΦΕΚ 1561/τ.Β΄/17.08.2007, σελ. 22575-22582)*. Πιο αναλυτικά, η σχολική επίσημη ύλη ακολουθεί μια γραμμική σειρά και περιλαμβάνει βάση του εκπαιδευτικού βοηθήματος (βιβλίο «*Οικονομικά Μαθηματικά*», με συγγραφείς τους Θ. Αποστολόπουλο & Γ. Καΐτσα)(Σχ.4.2):

- *Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή*: μπορούν να διακρίνουν τις κατηγορίες των Μαθηματικών, να κατανοήσουν το πεδίο εφαρμογής των Οικονομικών Μαθηματικών και τις αντίστοιχες βασικές έννοιες, όπως: χρήμα, κεφαλαίο, τόκος, επιτόκιο κ.α.
- *Κεφάλαιο 2 - Η Μέθοδος των Τριών, Ποσοστά*: γίνεται μια σύντομη επανάληψη στις Μεθόδους των Τριών και στα Ποσοστά.

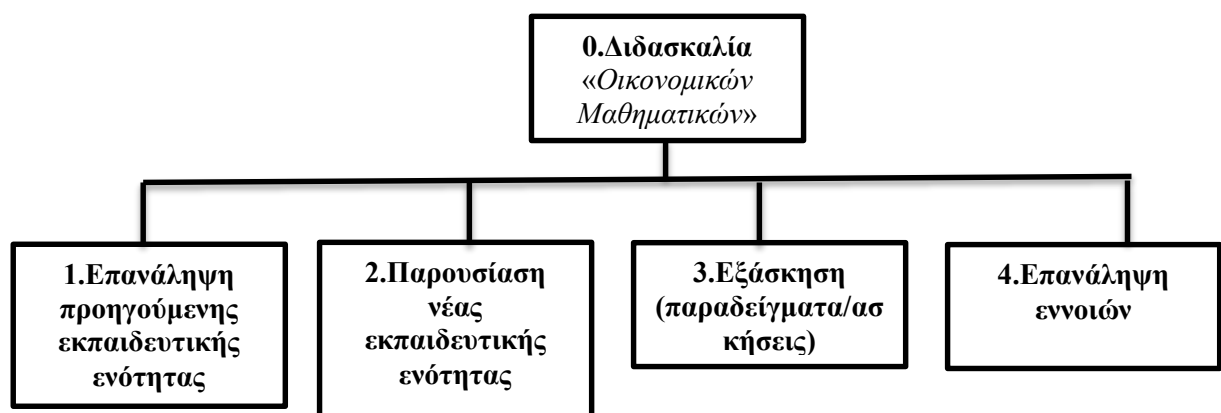
- *Κεφάλαιο 3 - Μερισμός σε μέρη ανάλογα:* οι εκπαιδευόμενοι εξασκούνται στους ανάλογους, αντίστροφους και αντιστρόφως ανάλογους αριθμούς και επιπλέον επιλύουν προβλήματα μερισμού). Επιπρόσθετα γίνεται εισαγωγή στην έννοια της Εταιρείας και τον τρόπο υπολογισμού του κέρδους ή της ζημιάς που αναλογεί σε κάθε εταίρο, ανάλογα με το κεφάλαιό του και ανάλογα με το χρόνο συμμετοχής του κεφαλαίου του στην εταιρεία. Προτείνεται η παρουσίαση παραδειγμάτων προβλημάτων μερισμού και προβλημάτων Εταιρείας.
- *Κεφάλαιο 4 - Απλός Τόκος:* οι εκπαιδευόμενοι γνωρίζουν τις έννοιες του απλού τόκου, του κεφαλαίου, του επιτοκίου, του χρόνου, και μαθαίνουν τα σύμβολά τους και επίσης επιλύουν προβλήματα τόκου για επιχειρήσεις.



Σχήμα 4.2 Γραμμική Διαδοχική Σειρά Παρουσίασης της Εκπαιδευτικής Ύλης των Οικονομικών μαθηματικών του τομέα Διοίκησης & Οικονομίας των ΕΠΑΛ.

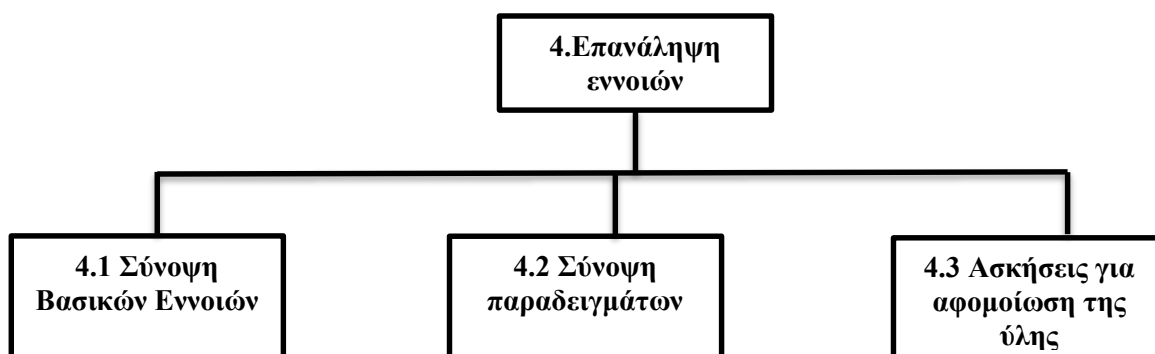
4.2.2.2 Ανάλυση Δραστηριοτήτων

Η ανάλυση δραστηριοτήτων βασίζεται στην ανάλυση εργασιών που χρησιμοποιείται στην μέθοδο LUCID με ιεραρχική κατάταξη. Η ανάλυση δραστηριοτήτων στο παρόν εκπαιδευτικό περιβάλλον, φαίνεται στο επόμενο σχήμα:



Σχήμα 4.3 Ανάλυση δραστηριοτήτων μαθήματος «Οικονομικά Μαθηματικά».

Στον παρόν σύστημα, σύμφωνα με τον επιχειρησιακό στόχο, το ενδιαφέρον εστιάζεται στην δραστηριότητα (εργασία) 4, δηλ. στην επανάληψη των εννοιών. Στο επόμενο σχήμα αναλύεται η συγκεκριμένη διαδικασία:



Σχήμα 4.4 Ανάλυση δραστηριότητας 4 (επανάληψη εννοιών) του μαθήματος «Οικονομικά Μαθηματικά».

4.2.2.3 Απαιτήσεις

Οι χρήστες σχετικά με τις απαιτήσεις ευχρηστίας του συστήματος προέκριναν τα εξής:

- την ευκολία εκμάθησης από τον άπειρο χρήστη,
- γρήγορο ρυθμό ολοκλήρωσης ενεργειών (ταχύτητα), και
- συνολική ικανοποίηση από τη χρήση του προτεινόμενου συστήματος.

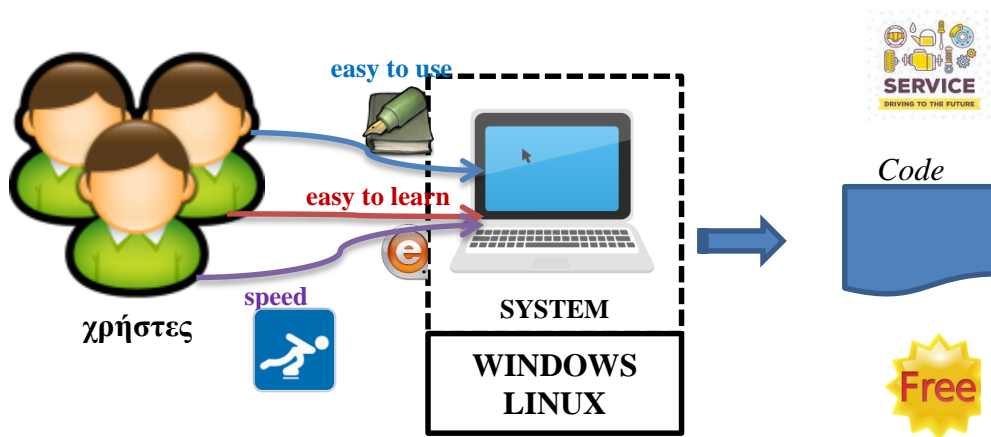
Η μέτρηση των παραπάνω στόχων θα γίνει με τη αξιολόγηση του πρωτοτύπου του συστήματος από μία ομάδα τυπικών χρηστών, επαρκούς αριθμού. Κατά τη δοκιμαστική αυτή χρήση θα επιλεγεί ένα κατάλληλο σενάριο χρήσης, ώστε να μετρηθούν οι δείκτες ευχρηστίας και να συναχθούν συμπεράσματα σχετικά με την απόδοση του συστήματος. Η δοκιμαστική χρήση του συστήματος κατά την αξιολόγηση θα συνδυαστεί με συμπλήρωση κατάλληλα δομημένου ερωτηματολογίου και συνέντευξης με κάποιους χρήστες, ώστε να εξαχθούν τα κατάλληλα συμπεράσματα σχετικά με τις εντυπώσεις τους από το σύστημα.

Εκτός αυτών των απαιτήσεων, οι χρήστες προκρίνουν και τα εξής στοιχεία για το σύστημα:

- να είναι συμβατό σε περιβάλλον Windows ή Linux,
- να μη προϋποθέτει μεγάλη χωρητικότητας RAM,
- να μπορεί να υποστηρίζεται από υπολογιστές 32 ή 64 bit αρχιτεκτονικής,
- να διανέμεται δωρεάν και

- να διαθέτει πηγαίο κώδικα ελεύθερα για συντήρηση και προσθήκες & βελτιώσεις.

Συνοψίζοντας τις τεχνικές απαιτήσεις, στο επόμενο σχήμα (σε μορφή «πλούσιας εικόνας»-rich picture) απεικονίζεται το συνολικό πλαίσιο των απαιτήσεων για το προτεινόμενο σύστημα:



Σχήμα 4.5 Συνολικό πλαίσιο των τεχνικών απαιτήσεων προτεινόμενου συστήματος.

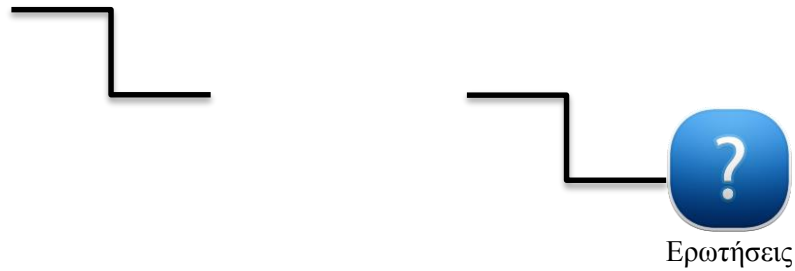
4.2.2.4 Εκπαιδευτικές Ανάγκες

Οι χρήστες σχετικά με τις εκπαιδευτικές ανάγκες προέκριναν τα ακόλουθα ανάλογα με τη κατηγορία τους:

- *εκπαιδευτικοί*
 - το παρεχόμενο εκπαιδευτικό υλικό να βασίζεται αυστηρά στην ύλη του μαθήματος,
 - να υπάρχουν ερωτήσεις θεωρητικές εκτός από ασκήσεις,
 - και να υπάρχουν διαβαθμισμένου επιπέδου δυσκολίας ασκήσεις & ερωτήσεις.
- *εκπαιδευόμενοι (μαθητές)*
 - η παροχή θεωρίας να περιλαμβάνει σχήματα επεξηγηματικά & παραδείγματα, και
 - να υπάρχουν διαβαθμισμένου επιπέδου δυσκολίας ασκήσεις.

Συνοψίζοντας τις εκπαιδευτικές ανάγκες, στο επόμενο σχήμα (σε μορφή «πλούσιας εικόνας»-rich picture) απεικονίζεται το συνολικό πλαίσιο των εκπαιδευτικών αναγκών:





Σχήμα 4.6 Συνολικό πλαίσιο των εκπαιδευτικών αναγκών για το προτεινόμενο σύστημα.

4.2.3 Σχεδιασμός

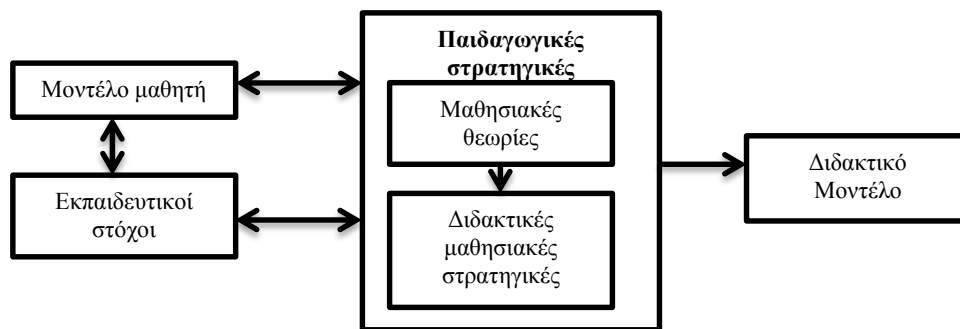
Το προτεινόμενο σύστημα για τη Σιβιτανίδειο Σχολή σύμφωνα με το επιχειρησιακό στόχο, πρέπει να είναι ένα εκπαιδευτικό λογισμικό ανοικτού τύπου και drill & practice. Τα συγκεκριμένα εκπαιδευτικά λογισμικά παρέχουν τη δυνατότητα εξάσκησης στους εκπαιδευόμενους (μαθητές) πάνω στην ύλη που ήδη έχουν διδαχθεί. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζεται μια θεματική ενότητα και ακολουθούν ερωτήσεις ή/και ασκήσεις με τυχαία σειρά πάνω στο περιεχόμενό της. Αξιολογούνται από τους εκπαιδευτικούς που επιθυμούν να εξασκηθούν οι μαθητές τους σε ένα συγκεκριμένο θέμα αλλά και να έχουν άμεση ανάδραση. Χρησιμοποιούνται συχνά για τον εμπλουτισμό μαθημάτων όπως τα Μαθηματικά. Στις ασκήσεις των λογισμικών εξάσκησης-εκγύμνασης το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα συγκράτησης της επίδοσης του μαθητή, τα λάθη του και επιπλέον δίνει παραδείγματα στα σημεία στα οποία ο μαθητής εμφάνισε αδυναμία. Συνολικά προσφέρουν στον εκπαιδευόμενο, απεριόριστη εξάσκηση σε γεγονότα, σχέσεις, προβλήματα και λεξιλόγιο μέχρι να απομνημονεύσει το περιεχόμενο ή να αποκτήσει μια ορισμένη δεξιότητα (Παναγιωτακόπουλος κ.α. 2003; Πιντέλας 2000; Μαρκέα και Πιντέλας 2000).

Στα λογισμικά αυτά η συμβολή του συμπεριφορισμού είναι σημαντική. Ειδικότερα έχει συμβάλει στη (Δημητριάδης 2015; Carpenter 1962; Driscoll 2000):

- συστηματική ανάλυση και καταγραφή των εκπαιδευτικών αναγκών,
- ανάλυση και διατύπωση συγκεκριμένων εκπαιδευτικών στόχων με εστίαση σε έκδηλα και μετρήσιμα μαθησιακά αποτελέσματα,
- οργάνωση του περιεχομένου σε μικρότερα τμήματα (segmenting) με διδακτική γραμμική προσέγγιση (sequencing),

- ο κατανόηση του ρόλου της άμεσης και διορθωτικής ανατροφοδότησης (feedback), και
- ο τη σημασία της συστηματικής άσκησης (drill and practice), εφόσον το γνωστικό αντικείμενο είναι κατάλληλο γι' αυτή την προσέγγιση (π.χ. οικονομικά μαθηματικά).

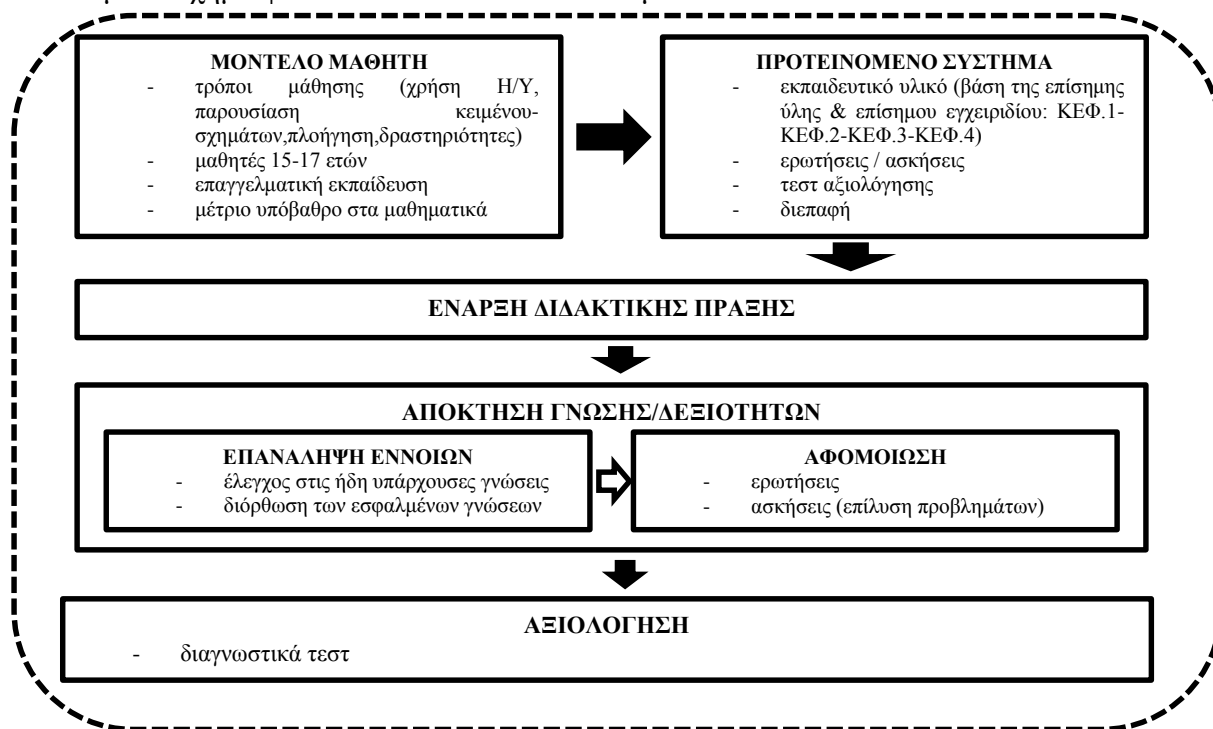
Η διδακτική διαδικασία και οι μεθοδολογίες που ακολουθούνται για την επίτευξη της μάθησης, προσδιορίζουν το *διδακτικό μοντέλο* (Glaser 1962). Στο προτεινόμενο σύστημα το διδακτικό μοντέλο θα αναπτυχθεί σύμφωνα με το επόμενο διάγραμμα:



Σχήμα 4.7 Σχεδιαστική Προσέγγιση του Διδακτικού Μοντέλου.

Αναλυτικά, το *μοντέλο του μαθητή* αφορά τη *δομημένη πληροφόρηση* σχετικά με τη διαδικασία μάθησης και την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών του εκπαιδευομένου. Στη περίπτωση του προτεινόμενου συστήματος η διερεύνηση των χαρακτηριστικών του εκπαιδευομένου (μαθητή) περιέχει μέρος των προσωπικών χαρακτηριστικών του, όπως ηλικία, γνωστικό υπόβαθρο, ασχολίες στον ελεύθερο χρόνο, κίνητρο μάθησης, διαθέσιμος χρόνος και καθορισμός ωραρίου εκπαίδευσης. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από την ανάλυση αναγκών/απαιτήσεων (ερωτηματολόγιο) καθόρισαν τις ανάγκες & κίνητρα που ωθούν τους εκπαιδευόμενους στην μάθηση του γνωστικού αντικειμένου «*Οικονομικά Μαθηματικά*», έτσι ώστε στον σχεδιασμό του προτεινόμενου συστήματος να υπάρξουν τα καλύτερα εκπαιδευτικά αποτελέσματα. Οι *Εκπαιδευτικοί στόχοι* είναι σημαντικοί για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη όλων των φάσεων ανάπτυξης του συστήματος, εφόσον μας λένε τι αναμένουν οι συμμετέχοντες, τι θα μάθουν και ποια τελική αξιολόγηση θα συμπεριληφθεί για καλύτερο εκπαιδευτικό αποτέλεσμα. Οι στόχοι έχουν καθοριστεί βάση της εκπαιδευτικής ύλης και του ορισμού του προβλήματος (βασικές έννοιες, ερωτήσεις/ασκήσεις, αξιολόγηση). Η *παιδαγωγική στρατηγική* (*pedagogical strategy*) αναφέρεται στην επιλογή των διδακτικών στρατηγικών και των κατάλληλα σχεδιασμένων μέσων για αποτελεσματική μάθηση.

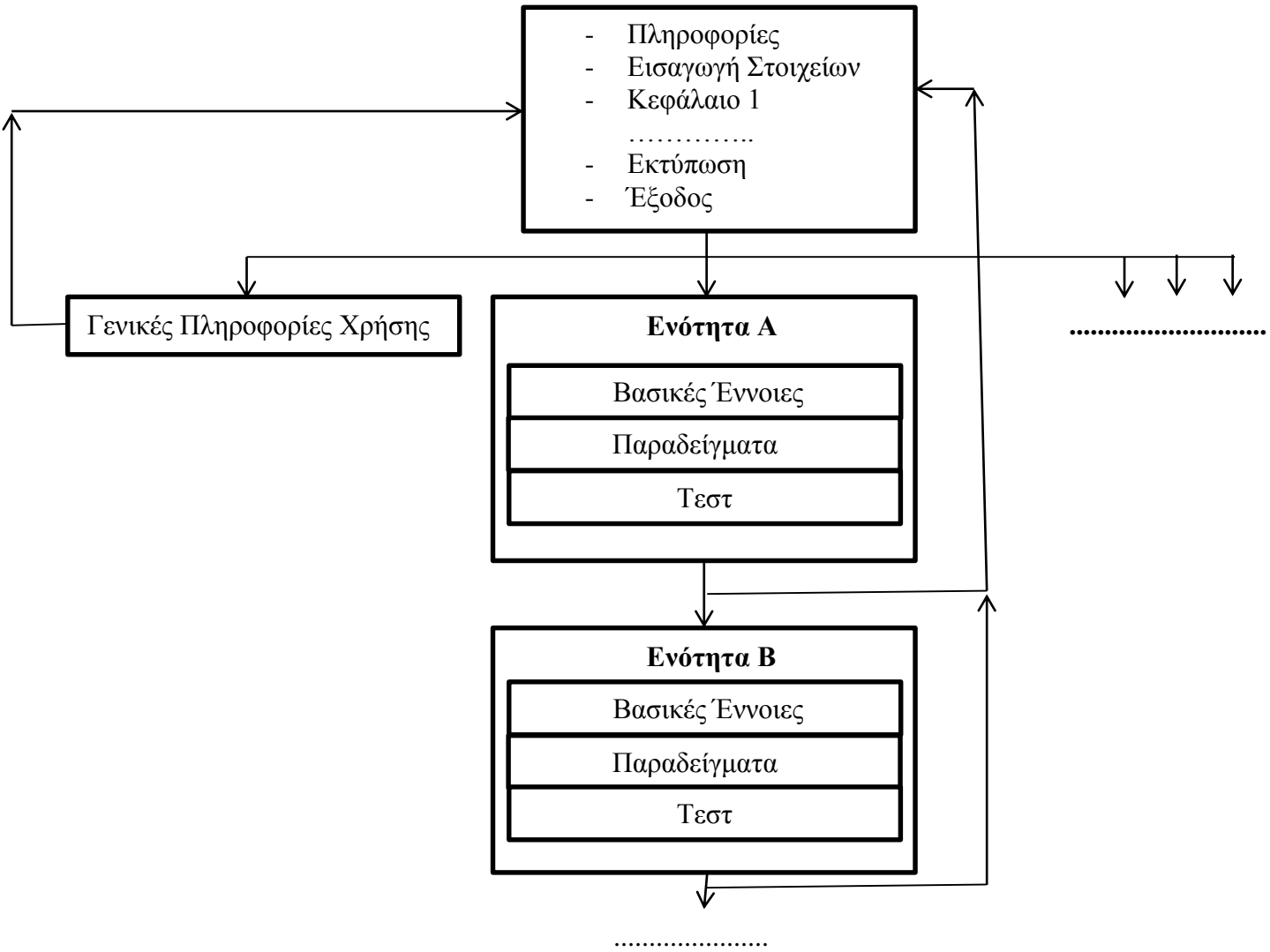
Το προτεινόμενο σύστημα στηρίζεται στη *θεωρία της συμπεριφοράς (Behaviorist theory)* όπου παρέχεται μια βασική γνώση του γνωστικού αντικειμένου χωρίς παρουσία εκπαιδευτικού και παράλληλα παρέχει την δυνατότητα εξάσκησης & αξιολόγησης. Η επιλογή του διδακτικού μέσου αφορά την χρήση υπολογιστή ως υπόβαθρο για την χρήση του υπό ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού (προτεινόμενο σύστημα). Στο επόμενο σχήμα φαίνεται το τελικό διδακτικό μοντέλο:



Σχήμα 4.8 Διδακτικό Μοντέλο του προτεινόμενου Συστήματος.

Όσο αφορά το σχεδιαστικό μέρος του προτεινόμενου συστήματος, ισχύουν τα ακόλουθα:

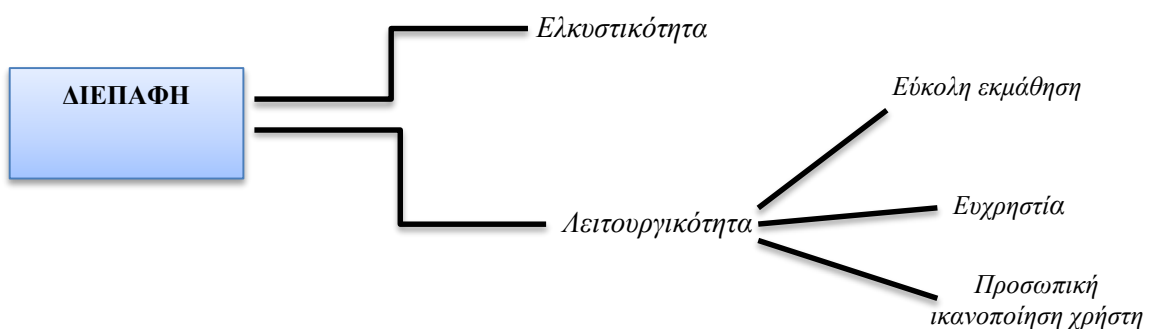
- *περιεχόμενο*: το εκπαιδευτικό υλικό προέρχεται από το εγκεκριμένο βιβλίο «*Οικονομικά Μαθηματικά των Θ. Αποστολόπουλο & Γ. Καΐτσα* (επίσημη σχολική ύλη: κεφ.1-4), και χρησιμοποιείται κείμενο, εικόνες, σχήματα, διαγράμματα.
- *πλοήγηση*: για την αποφυγή αποπροσανατολισμού των μαθητών εάν είχαν μεγάλο βαθμό ελευθερίας στην πλοήγηση, επιλέχθηκε η πλοήγηση από το μαθητή να ακολουθεί τη γραμμική δομή πλοήγησης. Υπάρχει ένα κεντρικό μενού όπου διαρθρώνεται η επίσημη ύλη και η επιλογή κάθε κεφαλαίου της ύλης ακολουθεί μια αυστηρή γραμμική σειρά (Σχ.4.9). Υπάρχει η δυνατότητα για έξοδο από αυτή τη γραμμική ακολουθία.



Σχήμα 4.9 Σκαρίφημα Δομής Πλοήγησης.

- δραστηριότητες: επιλέχθηκαν εύχρηστες και απλές δράσεις από μέρος του χρήστη-εκπαιδευόμενου σύμφωνα και με τον επιχειρησιακό στόχο, όπως: συμπλήρωση κενού (αριθμός ή λέξη/φράση) ή επιλογή από μενού πολλαπλών επιλογών.
- στυλ αλληλεπίδρασης: ο «Απευθείας χειρισμός» φαίνεται κατάλληλος για την εφαρμογή αυτή, αφού απαιτεί ελάχιστη εκπαίδευση και είναι πολύ εύκολος (απλότητα). Οι εντολές πρέπει να δίνονται μέσω πλήκτρων με καθαρά υπαινικσόμενη χρήση. Οι πληκτρολογήσεις πρέπει να ελαχιστοποιηθούν, συνεπώς η συμπλήρωση φορμών, όποτε απαιτείται θα πρέπει να γίνεται με επιλογή από κατάλληλα μενού.
- διεπαφή: για την ανάπτυξη του περιβάλλοντος χρήσης του προτεινόμενου συστήματος δόθηκε μεγάλη σημασία, αφού η σχεδίαση της διεπαφής (user

interface) αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο σε ένα ανθρωποκεντρικό σύστημα σύμφωνα με τη μέθοδο *LUCID*, και επιπλέον αποτελεί το *ενδιάμεσο στοιχείο* στην αλληλεπίδραση μαθητή – υπολογιστή, δηλαδή είναι αυτό που ακριβώς βλέπει ο χρήστης στην οθόνη και παρεμβάλλεται μεταξύ χρήστη και μηχανισμού παρουσίασης του περιεχομένου και της δομής του εκπαιδευτικού λογισμικού (Αβούρης 2000). Το περιβάλλον διεπαφής είναι το μέσο που παρέχει τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ του χρήστη και του προτεινόμενου συστήματος, και από αυτήν εξαρτώνται η λειτουργικότητα και οι δυνατότητες που προσφέρονται. Συνεπώς, η σχεδίαση της διεπαφής, παίζει βασικό ρόλο στην επιτυχία ενός εκπαιδευτικού προγράμματος. Το περιβάλλον διεπαφής της εφαρμογής «*Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΑ*» στοχεύει σε δύο βασικούς άξονες (Σχ.4.10). Ο πρώτος είναι η *προσέλκυση της προσοχής* του εκπαιδευόμενου χωρίς όμως η ελκυστικότητα του περιβάλλοντος διεπαφής να ενεργεί παρελκυστικά ως προς το περιεχόμενο. Ο δεύτερος άξονας είναι να απαιτεί *ελάχιστο χρόνο εκμάθησης* και *υψηλή ευχρηστία (ικανοποίηση)*. Δηλαδή, ο τρόπος χρήσης του προτεινόμενου συστήματος να είναι όσο το δυνατόν πιο φυσικός, έτσι ώστε η *λειτουργικότητα* να μην αποτελεί σημείο που θα απασχολήσουν το χρήστη. Η διεπαφή θα περιλαμβάνει τίτλο, μπάρα επιλογών/πλοήγησης.



Σχήμα 4.10 Φιλοσοφία Σχεδίασης Διεπαφής.

4.2.4 Κατασκευή Πρωτότυπου

Η κατασκευή πρωτοτύπου θα γίνει βασισμένη στην μεθοδολογική προσέγγιση (επιχειρησιακό στόχο, ανάγκες/απαιτήσεις, διδακτική μεθοδολογία). Οι φάσεις κατασκευής ακολουθούν τα εξής στάδια:

- επιλογή γλώσσας/εργαλείου κατασκευής του προτεινόμενου συστήματος,
- σχεδίαση κεντρικής διεπαφής,
- σχεδίαση βοηθητικών διεπαφών,
- οργάνωση εκπαιδευτικού υλικού,
- κατασκευή συστήματος (σύμφωνα με τις σχεδιαστικές προδιαγραφές),
- δοκιμές λειτουργίας (σε πραγματικές συνθήκες).

4.2.5 Αξιολόγηση και Βελτιστοποίηση

Με την ολοκλήρωση της κατασκευής του πρωτοτύπου ακολουθεί η αξιολόγηση που θα γίνει χρήση μεικτής μεθόδου αξιολόγησης, και η τυχόν βελτιστοποίηση στα σημεία που θα υποδειχθούν από την αξιολόγηση, έτσι ώστε να γίνει η ολοκλήρωση του συστήματος προς πλήρη χρήση (in-key system).

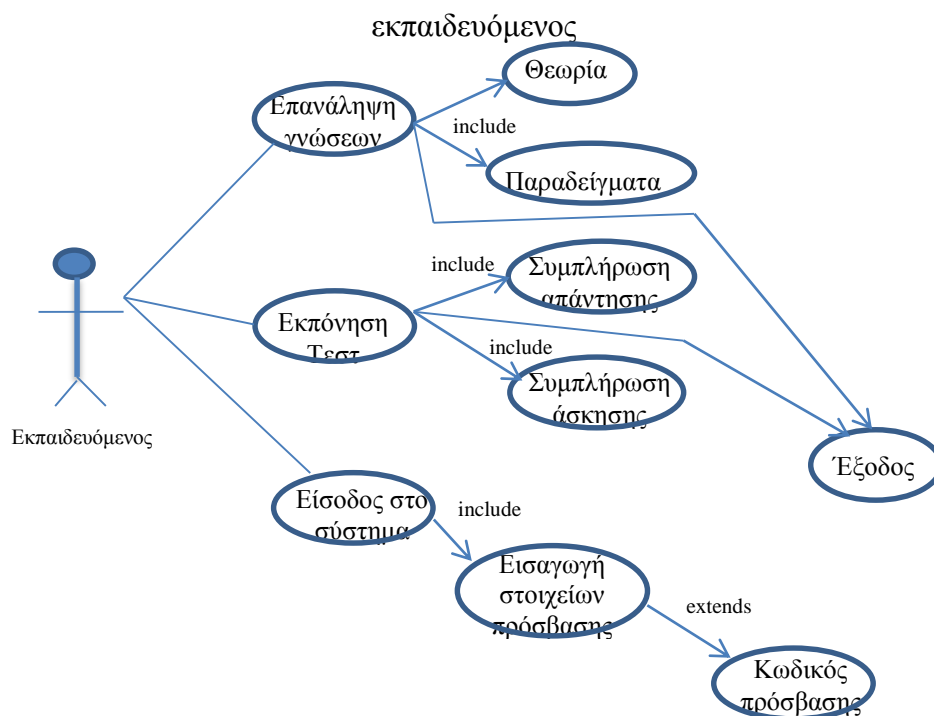
4.3 Διδακτική Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία για την εκπαιδευτική χρήση του προτεινόμενου συστήματος θα ακολουθήσει τις εξής αρχές:

- οι εκπαιδευόμενοι παρακολουθούν (όσο χρόνο επιθυμούν) την βασική θεωρία (επανάληψη γνώσεων – παρουσίαση βασικών εννοιών με χρήση διαφωτιστικών σχημάτων ή διαγραμμάτων ή εικόνων όπου απαιτείται) και συνεχίζουν στην παρουσίαση παραδειγμάτων.
- οι εκπαιδευόμενοι παρακολουθούν (όσο χρόνο επιθυμούν) τα παραδείγματα για καλύτερη κατανόηση της θεωρίας, και συνεχίζουν στην εκπόνηση του τεστ της εκπαιδευτικής ενότητας.
- οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να λύσουν ή να απαντήσουν σε ασκήσεις ή ερωτήσεις, στην οθόνη του υπολογιστή, όπως θα τις έλυναν μέσα στην τάξη. Ο μαθητής έχει την δυνατότητα να βρει την σωστή απάντηση της άσκησης/ερώτησης μέσω δύο (2) προσπαθειών. Αν δεν καταφέρει να βρει την λύση, τότε η εφαρμογή τον παροτρύνει να δει την λύση της άσκησης (εμφανίζει την σωστή απάντηση), και μετέπειτα να μεταβεί στην επόμενη οθόνη. Διευκρινίζεται ότι δεν υπάρχει δυνατότητα επιστροφής σε προηγούμενη άσκηση, παρά μόνο με την επιλογή της εξόδου (OUT).
- η σχεδίαση έγινε κατά αυτό τον τρόπο, για μην αποπροσανατολίζονται οι μαθητές και να είναι όσο πιο απλή, κατανοητή, και εύκολη, η μετάβαση από την μια ερώτηση/άσκηση στην άλλη.

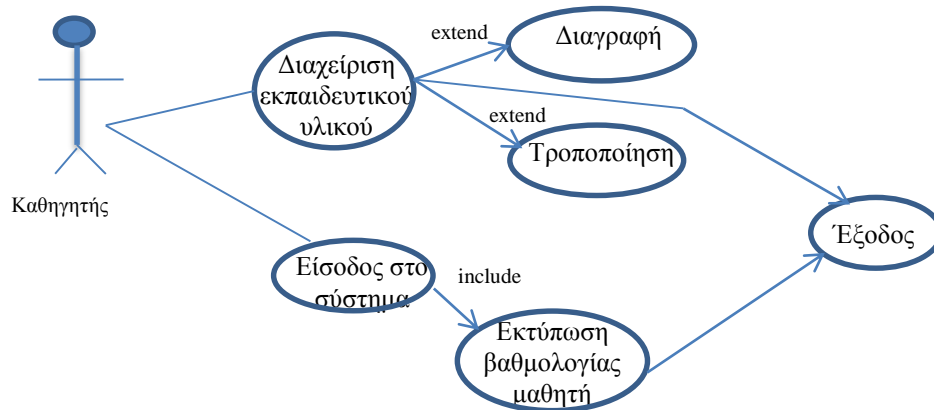
- η βαθμολογία αποθηκεύεται και εξαρτάται ανάλογα με την προσπάθεια όπου επιτυγχάνουν στην λύση ή απάντηση (υπάρχει διαφοροποίηση βαθμολογίας). Οι εκπαιδευόμενοι βλέπουν την συνολική βαθμολογία τους (εκτύπωση στοιχείων).
- Η βαθμολογία του κάθε μαθητή τυπώνεται για να έχει ο καθηγητής πλήρη γνώση της εξάσκησης του μαθητή με τις σχετικές πληροφορίες.
- Το έντυπο βαθμολογία αποτελεί επίσημο έγγραφο εξάσκησης του μαθητή και μπορεί ο καθηγητής να το συμπεριλάβει στην τελική βαθμολογία του.
- Η χρήση του συστήματος μπορεί να γίνεται στο σχολείο ή στο σπίτι ανάλογα με την υπόδειξη του καθηγητή.

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η μελέτη περίπτωσης εξάσκησης ενός μαθητή (μοντελοποίηση σε UML-Use case):



Σχήμα 4.11 Use Case Διάγραμμα Εκπαιδευόμενου (μαθητή).

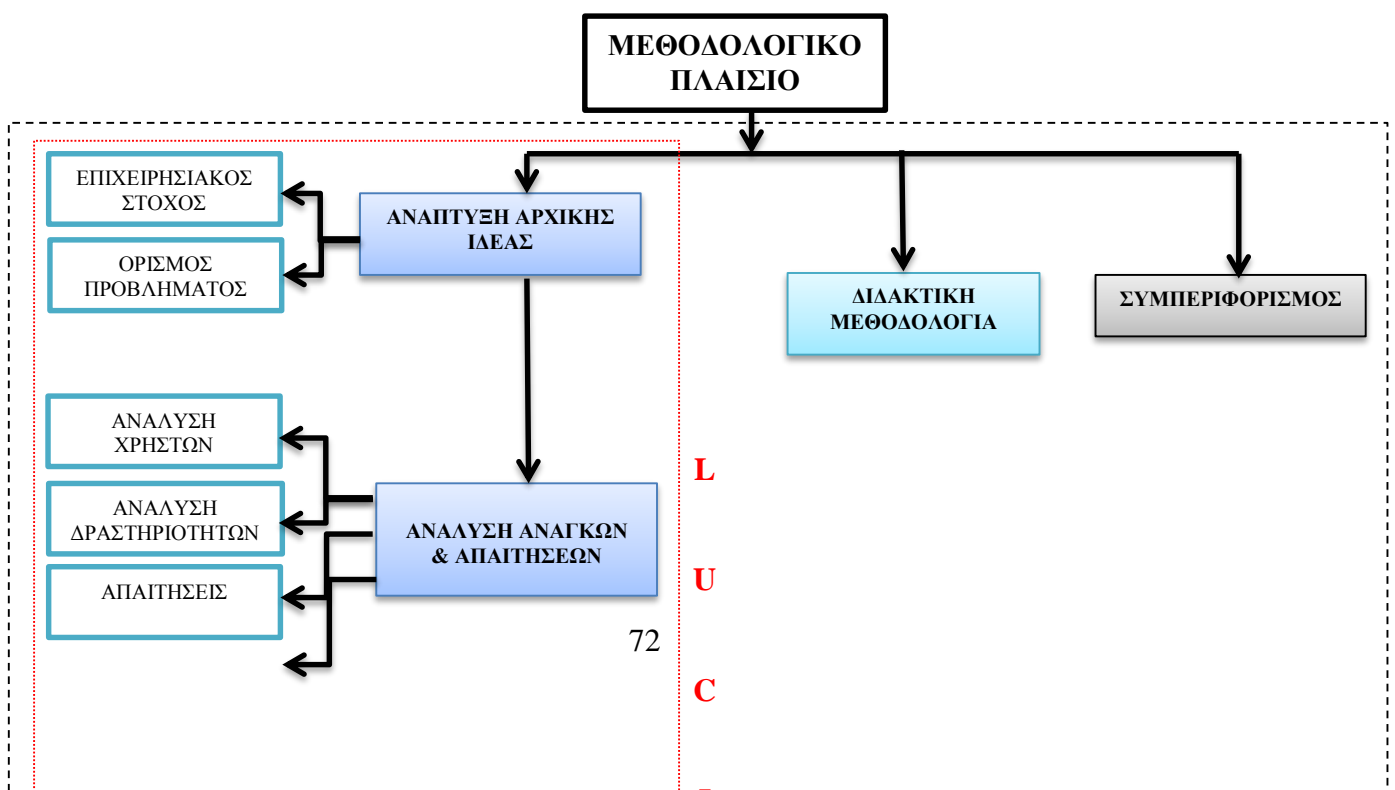
Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η μελέτη περίπτωσης χρήσης του καθηγητή που ορίζεται ως διαχειριστής του συστήματος από τη Δ/ση της Σιβιτανιδείου Σχολής (μοντελοποίηση σε UML-Use case):



Σχήμα 4.13 Use Case Διάγραμμα Καθηγητή-διαχειριστή.

4.4 Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε η μεθοδολογία σχεδίασης του προτεινόμενου συστήματος (Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ), όπου βασίστηκε στην *ανθρωποκεντρική μέθοδο LUCID*. Το προτεινόμενο σύστημα σχεδιάστηκε βάσει των προδιαγραφών που τέθηκαν από τους μελλοντικούς χρήστες του, που ανήκουν στην *Σιβιτανίδειο Δημόσια Σχολή Τεχνών και Επαγγελμάτων*. Συνολικά, η μεθοδολογική προσέγγιση για το προτεινόμενο σύστημα φαίνεται στο επόμενο διάγραμμα:





Σχήμα 4.14 Διαγραμματική απεικόνιση μεθοδολογικού πλαισίου προτεινόμενης εφαρμογής (Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ).

Η τελική στόχευση ήταν η ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού λογισμικού τύπου drill & practice εύκολου στην εκμάθηση, και απλού από σχεδιαστική πλευρά (σε demo-πilotική εφαρμογή).

4.5 Αναφορές

Ελληνόγλωσσες

Αβούρης, Ν., (2000). *Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Μηχανής: Μία Εισαγωγή*, Αθήνα: Δίαυλος.

Δημητριάδης, Σ.Ν. (2015). *Θεωρίες Μάθησης & Εκπαιδευτικό Λογισμικό*. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράματα και Βοήθημα, www.kallipsos.gr.

Κατσίλλης, Ι. (2006). *Επαγωγική Στατιστική: Εφαρμοσμένη στις κοινωνικές επιστήμες και την εκπαίδευση με έμφαση στην ανάλυση με υπολογιστές*. Αθήνα: Gutenberg.

Μαρκέα, Χ. & Πιντέλας, Π. (2000). *Αξιολόγηση εκπαιδευτικού λογισμικού*, Πάτρα, 2000.

Νόβα – Καλτσούνη, Χ, (2006) *Μεθοδολογία Εμπειρικής Έρευνας στις Κοινωνικές Επιστήμες*, Αθήνα, Εκδ. Gutenberg.

Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρακέας, Χ. & Πιντέλας, Π. (2003). *Το Εκπαιδευτικό Λογισμικό και η Αξιολόγησή του*. Αθήνα, Μεταίχμιο.

Πιντέλας, Π. (2000). *Μια πρόταση προς την κατεύθυνση της εξασφάλισης της ποιότητας του Εκπαιδευτικού Λογισμικού*. Πάτρα, 2000.

Σαραφίδου, Γ.-Ο. (2011). *Συνάρθρωση ποσοτικών & ποιοτικών προσεγγίσεων, η εμπειρική έρευνα*. Αθήνα: Gutenberg.

Τσιώλης, Γ. (2014). *Μέθοδοι και τεχνικές ανάλυσης στην ποιοτική κοινωνική έρευνα*. Αθήνα: Κριτική.

Ξενόγλωσσες

Carpenter, C. R. (1962). Boundaries of learning theories and mediators of learning. *AV Communication Review*, 10(6), 295-306.

Driscoll, M. P. (2000). *Psychology of learning for instruction*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., & Beale, R. (2004). *Human computer interaction* (3rd edition). Harlow ; Munich [u.a.]: Pearson Prentice Hall.

Glaser, R. (1962). Psychology and instructional technology, Training Research and Education του R. Glaser, University of Pittsburg press, Pittsburg, p.1-30.

Greenberg, S. (2002) Working through Task-Centered System Design. In Diaper, D. and Stanton, N. (Eds) *The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum Associates.

Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2004). *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction* (4th edition). Boston: Addison Wesley.

Welch, S. (1975). Sampling by referral in a dispersed population. *Public Opinion Quarterly* 39 (2), pp. 237-45.

ΠΕΜΠΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

5.1 Εισαγωγή

Η υλοποίηση του προτεινόμενου συστήματος έγινε με την βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού *PYTHON* v.2.7. Η επιλογή της έγινε γιατί αποτελεί μια γλώσσα υψηλού επιπέδου, που ενθαρρύνει την αναγνωσιμότητα του κώδικα, διαθέτει μεγάλη κύρια βιβλιοθήκη (standard library), και διακρίνεται για την απλότητα και την εύκολη συντήρηση της. Ειδικότερα, διαθέτει τα εξής χαρακτηριστικά (Αβούρης κ.α. 2016; Καρολίδης 2016; Καφές 2017):

- ευκολία εκμάθησης,
- αναγνωσιμότητα (πολύ καθαρό, αναγνώσιμο συντακτικό),
- ευκολία συντήρησης,

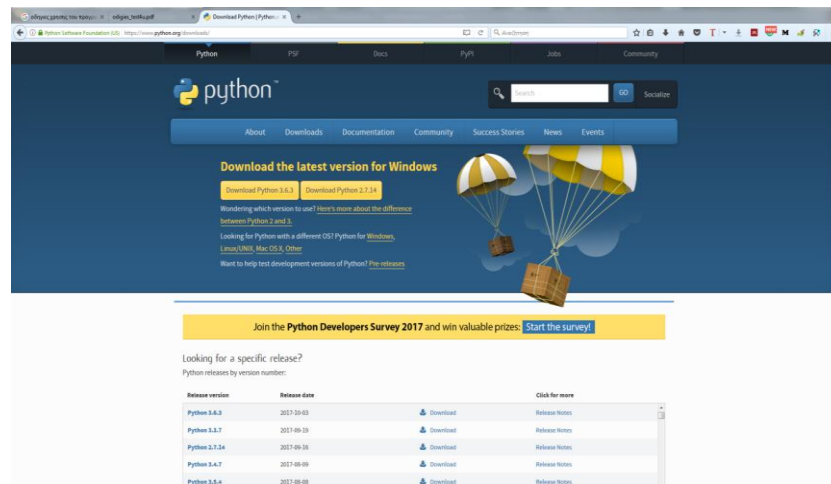
- γρήγορη ανάπτυξη εφαρμογών,
- διεργηγευμένη,
- πολύ υψηλού επιπέδου δομές δεδομένων,
- επεκτάσιμη,
- ανοικτού κώδικα, και
- αυτόματη διαχείριση μνήμης.

Η *PYTHON* επιτρέπει την ταχύτερη ανάπτυξη εφαρμογών ειδικά σε σχέση με άλλες γλώσσες χαμηλότερου επιπέδου (π.χ. C,C++), ενώ έχει συνήθως μικρότερο μέγεθος από ότι άλλες γλώσσες υψηλού επιπέδου (π.χ. Java)(Αβούρης κ.α. 2016).

5.2 Εγκατάσταση Λογισμικού

Για την εκτέλεση του Συστήματος απαιτείται η εγκατάσταση της *PYTHON*. Αυτή γίνεται με τα εξής βήματα:

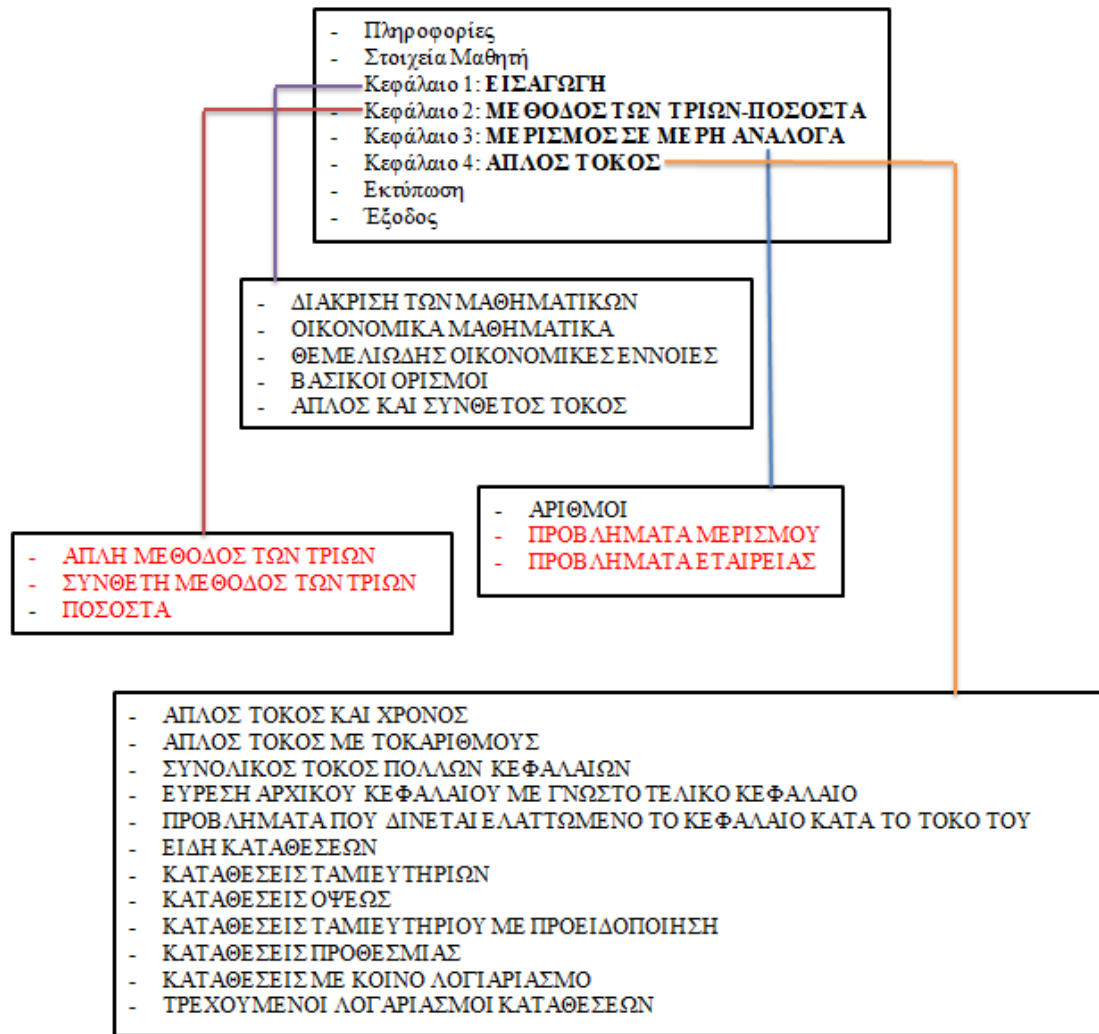
- επίσκεψη στον ιστότοπο της Python (Εικ.5.1),
- <https://www.python.org/downloads/>
- στο κάτω μέρος της σελίδας επιλέγουμε την «Python 2.7.1»,
 - αφήνουμε το πρόγραμμα να «κατέβει» στον υπολογιστή,
 - στην συνέχεια επιλέγεται «Εγκατάσταση», και
 - ακολουθούνται οι οδηγίες μέχρι να τελειώσει η εγκατάσταση.



Εικόνα 5.1 Κεντρική Οθόνη επίσημου ιστότοπου της PYTHON (πηγή: www.python.org/downloads/).

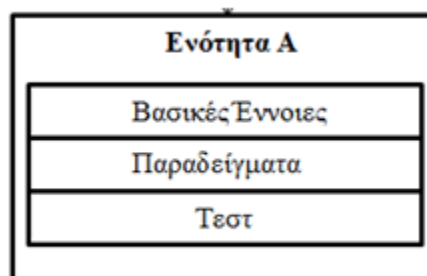
Στη συνέχεια, απαιτείται και η εγκατάσταση της Βιβλιοθήκης απεικόνισης *Python Pillow 2.7* (για την κατασκευή της διεπαφής - menu):

- επίσκεψη στον ιστότοπο της Pillow και επιλέγουμε Pillow-2.7.0.win-amd64-py2.7 (Εικ.5.2),



Σχήμα 5.1 Δομή συστήματος λογισμικού (Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ)⁵.

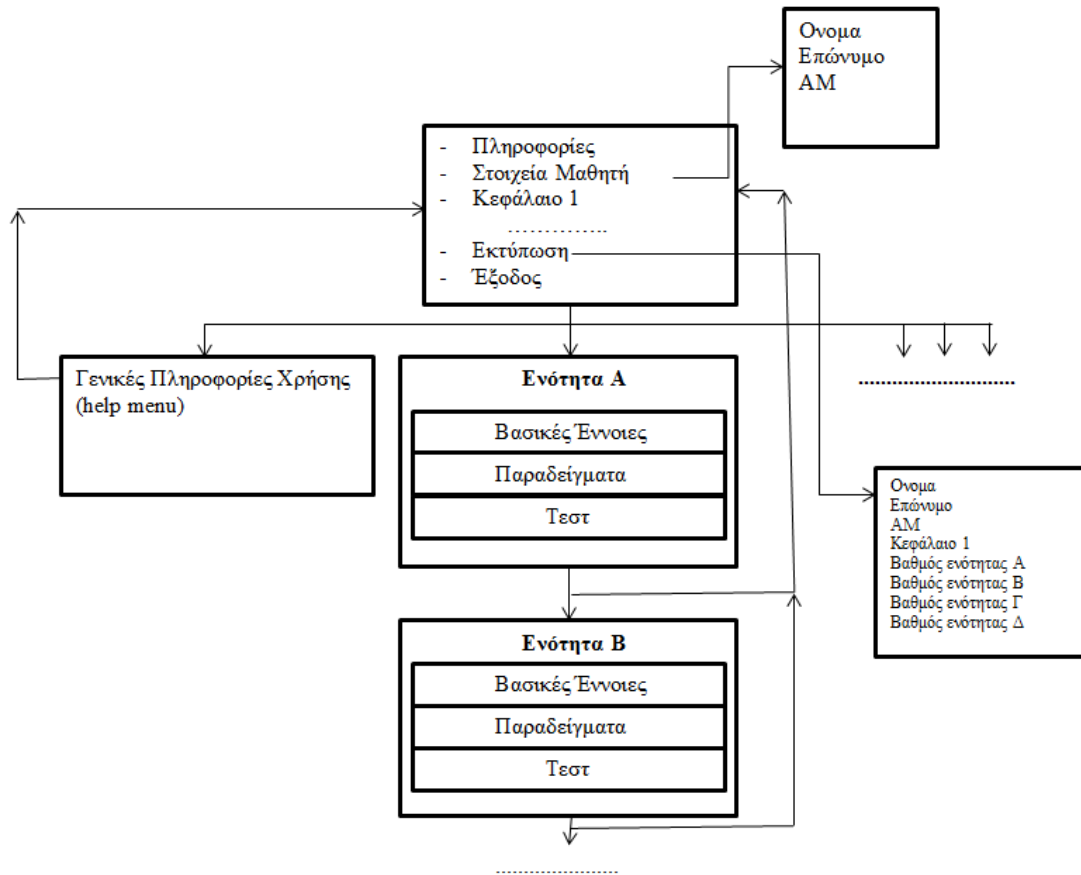
Κάθε ενότητα της διδακτέας ύλης περιλαμβάνει τις εξής επιλογές, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα:



Σχήμα 5.2 Δομή συστήματος λογισμικού (Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ).

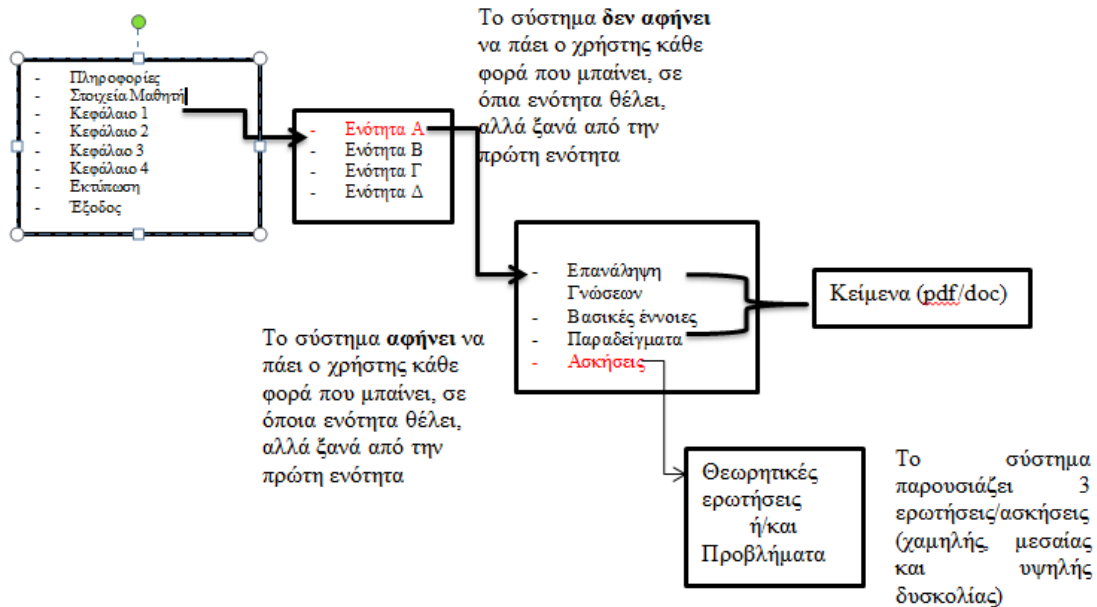
⁵ Με κόκκινο χρώμα είναι οι επιλογές της διδακτέας ύλης του συστήματος, που έχουν υλοποιηθεί στη μορφή DEMO-πλοτική εφαρμογή.

Η πλοήγηση μέσα στο σύστημα ακολουθεί την εξής μεθοδολογία, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα:



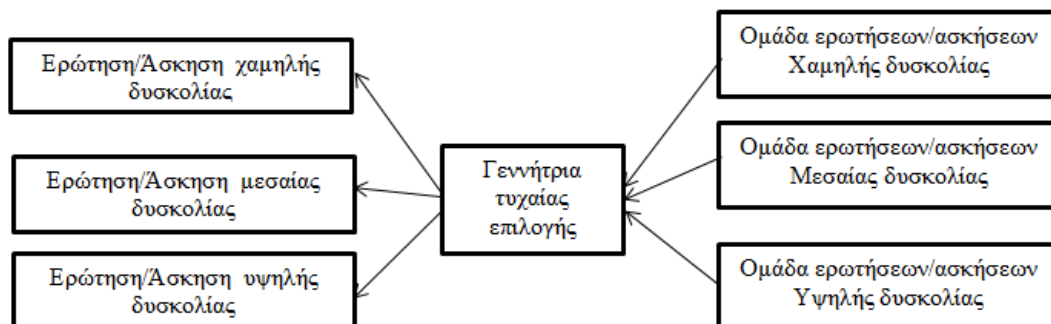
Σχήμα 5.3 Σκαρίφημα πλοήγησης του συστήματος λογισμικού (Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ).

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η φιλοσοφία λειτουργίας του συστήματος:



Σχήμα 5.4 Σκαρίφημα Λειτουργίας του συστήματος λογισμικού (Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ).

Η παραγωγή θεμάτων αξιολόγησης (ερωτήσεις, ασκήσεις) στο σύστημα υλοποιείται με τη βοήθεια *γεννήτριας τυχίας επιλογής*, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα:



Σχήμα 5.5 Σκαρίφημα Παραγωγής Θεμάτων Αξιολόγησης του συστήματος λογισμικού (Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ).

5.4 Κατασκευή Συστήματος

Η κατασκευή του λογισμικού του συστήματος ακολούθησε την *αντικειμενοστραφή φιλοσοφία*, αφού άλλωστε η γλώσσα *PYTHON* λειτουργεί βάση αυτής (Αβούρης κ.α. 2016). Ακολουθεί ο *πυρήνας κατασκευής (κώδικας) της κεντρικής οθόνης (menu)* του συστήματος, από όπου ξεκινούν όλες οι λειτουργίες/δυνατότητες του λογισμικού (σε python με τα σχετικά σχόλια για τεκμηρίωση του):

```
#983E91#!/usr/bin/python
# -*- coding: utf-8 -*-
```



```

# Simple enough, just import everything from tkinter.
from Tkinter import *
from tkMessageBox import *
#download and install pillow:#723E98#723E98
# http://www.lfd.uci.edu/~gohlke/pythonlibs/#pillow
from PIL import Image, ImageTk
import os
import sys
import random
import time

i=0

# Here, we are creating our class, Window, and inheriting from the Frame
# class. Frame is a class from the tkinter module. (see Lib/tkinter/__init__)
class Window(Frame):

# Define settings upon initialization. Here you can specify
def __init__(self, master=None):

# parameters that you want to send through the Frame class.
Frame.__init__(self, master) #1E90FF#1E90FF

#reference to the master widget, which is the tk window
self.master = master

#with that, we want to then run init_window, which doesn't yet exist
self.init_window()
#Creation of init_window
def init_window(self):

# changing the title of our master widget
self.master.title("OIKONOMIKA MAΘHMATIKA")

# allowing the widget to take the full space of the root window
self.pack(fill=BOTH, expand=1)

# creating a menu instance
menu = Menu(self.master)
self.master.config(menu=menu)

file = Menu(menu)
manual = Menu(menu)
mathitis = Menu(menu)

# adds a command to the menu option, calling it exit, and the
# command it runs on event is client_exit

```

```
manual.add_command(label="ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ",  
command=self.manual1)  
menu.add_cascade(label="ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ", menu=manual)
```

```
#added "ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΑΘΗΤΗ" to our menu  
mathitis.add_command(label="ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ",command=self.student)  
menu.add_cascade(label="ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΑΘΗΤΗ", menu=mathitis)
```

#ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΣΤΟ ΚΥΡΙΟ ΜΕΝΟΥ

```
kef1 = Menu(menu)  
enotkef11 = Menu(kef1)  
  
enotkef11.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg6)  
kef1.add_cascade(label="ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ", menu=enotkef11)  
enotkef12 = Menu(kef1)  
enotkef12.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg6)  
kef1.add_cascade(label="ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ", menu=enotkef12)  
enotkef13 = Menu(kef1)  
enotkef13.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg6)  
kef1.add_cascade(label="ΘΕΜΕΛΙΩΔΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",  
menu=enotkef13)  
enotkef14 = Menu(kef1)  
enotkef14.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg6)  
kef1.add_cascade(label="ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ", menu=enotkef14)  
  
enotkef15 = Menu(kef1)  
enotkef15.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg6)  
kef1.add_cascade(label="ΑΠΛΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΟΣ ΤΟΚΟΣ", menu=enotkef15)  
menu.add_cascade(label="ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ", menu=kef1)
```

#ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΤΟ ΚΥΡΙΟ ΜΕΝΟΥ

```
kef2 = Menu(menu)  
enotkef21 = Menu(kef2)  
enotkef21.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg011)  
kef2.add_cascade(label="ΑΠΛΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ", menu=enotkef21)  
  
enotkef22 = Menu(kef2)  
enotkef22.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg012)  
kef2.add_cascade(label="ΣΥΝΘΕΤΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ", menu=enotkef22)  
enotkef23 = Menu(kef2)  
enotkef23.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg013)  
kef2.add_cascade(label="ΠΟΣΟΣΤΑ", menu=enotkef23)  
menu.add_cascade(label="ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ - ΠΟΣΟΣΤΑ",  
menu=kef2)
```

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΣΤΟ ΚΥΡΙΟ ΜΕΝΟΥ

```
kef3 = Menu(menu)  
  
enotkef31 = Menu(kef3)
```

```

enotkef31.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg6)
kef3.add_cascade(label="ΑΡΙΘΜΟΙ", menu=enotkef31)
enotkef32 = Menu(kef3)
enotkef32.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg022)
kef3.add_cascade(label="ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕΡΙΣΜΟΥ", menu=enotkef32)
enotkef33 = Menu(kef3)
enotkef33.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg033)
kef3.add_cascade(label="ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ", menu=enotkef33)
menu.add_cascade(label="ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΜΕΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΜΕΡΗ ΑΝΑΛΟΓΑ",
menu=kef3)

```

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΤΟ ΚΥΡΙΟ ΜΕΝΟΥ

```

kef4 = Menu(menu)

enotkef41 = Menu(kef4)
enotkef41.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg6)
kef4.add_cascade(label="ΑΠΛΟΣ ΤΟΚΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ", menu=enotkef41)
enotkef42 = Menu(kef4)
enotkef42.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg6)
kef4.add_cascade(label="ΑΠΛΟΣ ΤΟΚΟΣ ΜΕ ΑΡΙΘΜΟΥΣ", menu=enotkef42)
enotkef43 = Menu(kef4)
enotkef43.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg6)
kef4.add_cascade(label="ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΤΟΚΟΣ ΠΟΛΛΩΝ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ",
menu=enotkef43)

enotkef44 = Menu(kef4)
enotkef44.add_command(label="ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ",command=self.showImg6)
kef4.add_cascade(label="ΕΥΡΕΣΗ ΑΡΧΙΚΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΜΕ ΓΝΩΣΤΟ
ΤΕΛΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ", menu=enotkef44)
menu.add_cascade(label="ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΑΠΛΟΣ ΤΟΚΟΣ", menu=kef4)

```

ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΚΥΡΙΟ ΜΕΝΟΥ

```

ektyposi = Menu(menu)
ektyposi.add_command(label="ΕΚΤΥΠΩΣΗ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ",command=self.ektyposistudent)
menu.add_cascade(label="ΕΚΤΥΠΩΣΗ", menu=ektyposi)

```

ΕΞΟΔΟΣ ΣΤΟ ΚΥΡΙΟ ΜΕΝΟΥ

```

file.add_command(label="ΕΞΟΔΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ",command=self.onExit )
menu.add_cascade(label="ΕΞΟΔΟΣ", menu=file)

```

ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑΣ ΜΑΘΗΤΗ ΚΑΘΕ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

```

def ektyposistudent(self):
    global e1,e2,e3,e4
    top = Toplevel()
    top.title("ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ")
    top.geometry("1050x50")
    bathmos=k+k1+k2
    print bathmos

```

```

s1 = unicode(e1.get()).encode('utf8')
s2= unicode(e2.get()).encode('utf8')
s3= unicode(e3.get()).encode('utf8')
var = StringVar()
label = Label( top, font = "Arial 14 bold", bg="GREEN", textvariable=var,
relief=RAISED )
label.pack()
var.set('Η ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΜΑΘΗΤΗ {0} {1} ΜΕ ΑΡΙΘΜΟ ΜΗΤΡΩΟΥ {2}
ΕΙΝΑΙ {3} '.format(s1,s2, s3,bathmos))

```

```
# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΜΑΘΗΤΗ
```

```

def student(self):
    top = Toplevel()
    top.geometry("400x150")
    top.title("ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΑΘΗΤΗ")
    new_entry = Entry(top)
    new_entry.grid()

    Label(top, text="ΟΝΟΜΑ ΜΑΘΗΤΗ ").grid(row=0)
    Label(top, text="ΕΠΙΘΥΜΟ ΜΑΘΗΤΗ ").grid(row=1)
    Label(top, text="ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ").grid(row=2)
    global e1,e2,e3

```

```

e1 = Entry(top,font = "Helvetica 10
",justify="left",foreground="BLACK",bg="YELLOW",bd=12,cursor= "XTERM")
e2 = Entry(top, font = "Helvetica 10
",justify="left",foreground="BLACK",bg="YELLOW",bd=12,cursor= "XTERM")
e3 = Entry(top,font = "Helvetica 10
",justify="left",foreground="BLACK",bg="YELLOW",bd=12,cursor= "XTERM" )

```

```

e1.grid(row=0, column=1)
e2.grid(row=1, column=1)
e3.grid(row=2, column=1)

```

```
global e1,e2,e3
```

Ακολουθεί ο κώδικας της πιλοτικής εφαρμογής για την πρώτη Ενότητα του Κεφαλαίου 2 (Απλή Μέθοδος των Τριών):

```

+++++
+++++          ΕΝΟΤΗΤΑ 1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 +++++
+++++

```

```
# ΕΝΟΤΗΤΑ 1 - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ
```

```

def showImg011(self):

    path="C:\PYTHON_FILES\Q1BASICS.gif"

```

```

novi = Toplevel()
novi.title("ΕΝΟΤΗΤΑ 1 - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ")

canvas = Canvas(novi, background="blue",width = 1900, height =
800,scrollregion=(0,0,2100,7000))
hbar=Scrollbar(novi,orient=HORIZONTAL)
hbar.pack(side=BOTTOM,fill=X)
hbar.config(command=canvas.xview)
vbar=Scrollbar(novi,orient=VERTICAL)
vbar.pack(side=RIGHT,fill=Y)
vbar.config(command=canvas.yview)
canvas.config(width=1900,height=800)
canvas.config(xscrollcommand=hbar.set, yscrollcommand=vbar.set)
canvas.pack()
gif1 = PhotoImage(file = path)

canvas.create_image(10, 10, image = gif1, anchor = NW )
#assigned the gif1 to the canvas object
canvas.gif1 = gif1

b1 = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold", bg="GREEN", text="ΤΕΛΟΣ
ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ", command=self.showImg211)
b1.pack()

```

#ΕΝΟΤΗΤΑ 1 - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

```

def showImg211(self):
    if askyesno('ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2', 'ΘΑ ΣΥΝΕΧΙΣΕΙΣ ΣΤΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ;') :

        path="C:\PYTHON_FILES\P21PARADIGM.gif"
        novi = Toplevel()
        novi.title("ΕΝΟΤΗΤΑ 1 - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ")

        canvas = Canvas(novi, background="blue", width =1900, height =
800,scrollregion=(0,0,2100,7000))
        hbar=Scrollbar(novi,orient=HORIZONTAL)
        hbar.pack(side=BOTTOM,fill=X)
        hbar.config(command=canvas.xview)
        vbar=Scrollbar(novi,orient=VERTICAL)
        vbar.pack(side=RIGHT,fill=Y)
        vbar.config(command=canvas.yview)
        canvas.config(width=1900,height=800)
        canvas.config(xscrollcommand=hbar.set, yscrollcommand=vbar.set)
        canvas.pack()
        gif1 = PhotoImage(file = path)

        canvas.create_image(10, 10, image = gif1, anchor = NW )
        #assigned the gif1 to the canvas object
        canvas.gif1 = gif1

```

```

        b2 = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΤΕΛΟΣ
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΩΝ", command=self.showImg311)
        b2.pack()
    else:
        showinfo(title='ΤΕΛΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ',message='ΕΠΕΛΕΞΕ ΚΕΦΑΛΑΙΟ')

```

```
#ΕΝΟΤΗΤΑ 1 - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ
```

```

def showImg311(self):
    i=i+1
    global i,k,k1,k2
    if askyesno('ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2', 'ΘΑ ΣΥΝΕΧΙΣΕΙΣ ΣΤΑ ΤΕΣΤ ;') :

```

```
# ΤΥΧΑΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΑΠΟ ΛΙΣΤΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ
ΑΣΚΗΣΕΩΝ
```

```

        listL=["C:\PYTHON_FILES\L21L1C.gif",
"C:\PYTHON_FILES\L21L2B.gif", "C:\PYTHON_FILES\L21L3C.gif"]
        pathL = random.choice(listL)
        global pathL
        novi = Toplevel()
        novi.title("ΕΝΟΤΗΤΑ 1 -ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΤΕΣΤ 1 ΑΠΟ 3")
        canvas = Canvas(novi, width = 1800, height =
700,scrollregion=(0,0,1850,850))
        hbar=Scrollbar(novi,orient=HORIZONTAL)
        hbar.pack(side=BOTTOM,fill=X)
        hbar.config(command=canvas.xview)
        vbar=Scrollbar(novi,orient=VERTICAL)
        vbar.pack(side=RIGHT,fill=Y)
        vbar.config(command=canvas.yview)
        canvas.config(width=1800,height=700)
        canvas.config(xscrollcommand=hbar.set, yscrollcommand=vbar.set)
        canvas.pack()
        gif1 = PhotoImage(file = pathL)

        canvas.create_image(10, 10, image = gif1, anchor = NW )
        #assigned the gif1 to the canvas object
        canvas.gif1 = gif1

```

```

        ba = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green", text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ
Α", command=self.checkAL)
        bb = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green", text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ
Β", command=self.checkBL)
        bc = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green", text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ
Γ", command=self.checkCL)
        ba.pack()
        bb.pack()
        bc.pack()

```

```
else:
```

```
k=0
k1=0
k2=0
i=0
```

```
showinfo(title='ΤΕΛΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ',message='ΕΠΙΛΕΞΕ ΝΕΟ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ')
```

```
# ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΑΝΤΗΣΗ Α
```

```
def checkAL(self):
    novi = Toplevel()
    a = ["C:\PYTHON_FILES\L21.gif", "C:\PYTHON_FILES\L21.gif",
"C:\PYTHON_FILES\L21.gif"]
    global i,k
    try:
        b=a.index(pathL)
    except ValueError:
        if i == 1:
            k=1
            i=i+1
            bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΠΡΩΤΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ")
            bz.pack()
            bb = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Β", command=self.checkBL)
            bc = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Γ", command=self.checkCL)

            bb.pack()
            bc.pack()
        else :
            k=0
            i=0
```

```
# ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ
```

```
if pathL == "C:\PYTHON_FILES\L21L1C.gif":
    path="C:\PYTHON_FILES\L21L1CL.gif"
elif pathL == "C:\PYTHON_FILES\L21L2B.gif":
    path="C:\PYTHON_FILES\L21L2BL.gif"
else :
    path="C:\PYTHON_FILES\L21L3CL.gif"

novi.title("Η ΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ")
canvas = Canvas(novi, width = 1800, height = 600)
canvas.pack(expand = YES, fill = BOTH)
gif2 = PhotoImage(file = path)
canvas.create_image(50, 10, image = gif2, anchor = NW)
```

```

        canvas.gif2 = gif2

        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg411A)
        bz.pack()
    else:
        if i == 1:
            k=2
            print k

            bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg411A)
            bz.pack()
        else:
            k=1
            print k

            bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg411A)
            bz.pack()

```

```
# ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΑΝΤΗΣΗ Β
```

```

def checkBL(self):
    novi = Toplevel()
    b = ["C:\PYTHON_FILES\L21.gif", "C:\PYTHON_FILES\L21L2B.gif",
"C:\PYTHON_FILES\L21.gif"]
    global i,k
    try:
        b=b.index(pathL)
    except ValueError:
        if i == 1:
            k=1
            i=i+1
            bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΠΡΩΤΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ")
            bz.pack()
            ba = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Α", command=self.checkAL)

            bc = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Γ", command=self.checkCL)
            ba.pack()

            bc.pack()
        else :
            k=0
            i=0

```



```
# ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ  
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ
```

```
if pathL == "C:\PYTHON_FILES\L21L1C.gif":  
    path="C:\PYTHON_FILES\L21L1CL.gif"  
elif pathL == "C:\PYTHON_FILES\L21L2B.gif":  
    path="C:\PYTHON_FILES\L21L2BL.gif"  
else :  
    path="C:\PYTHON_FILES\L21L3CL.gif"  
  
novi.title("Η ΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ")  
canvas = Canvas(novi, width = 1800, height = 600)  
canvas.pack(expand = YES, fill = BOTH)  
gif2 = PhotoImage(file = path)  
canvas.create_image(50, 10, image = gif2, anchor = NW)  
canvas.gif2 = gif2  
bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΔΕΥΤΕΡΗ  
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg411A )  
bz.pack()  
  
else:  
    if i == 1:  
        k=2  
  
        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ  
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg411A)  
        bz.pack()  
    else:  
        k=1  
  
        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ  
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg411A)  
        bz.pack()
```

```
# ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΑΝΤΗΣΗ Γ
```

```
def checkCL(self):  
    novi = Toplevel()  
    c = ["C:\PYTHON_FILES\L21L1C.gif", "C:\PYTHON_FILES\L21.gif",  
"C:\PYTHON_FILES\L21L3C.gif"]  
    global i,k  
    try:  
        b=c.index(pathL)  
    except ValueError:  
        if i == 1:  
            k=1  
            i=i+1  
            bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΠΡΩΤΗ  
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ")  
            bz.pack()
```

```

        ba = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Α", command=self.checkAL)
        bb = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Β", command=self.checkBL)

```

```

        ba.pack()
        bb.pack()
    else :
        k=0
        i=0

```

```

# ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ

```

```

    if pathL == "C:\PYTHON_FILES\L21L1C.gif":
        path="C:\PYTHON_FILES\L21L1CL.gif"
    elif pathL == "C:\PYTHON_FILES\L21L2B.gif":
        path="C:\PYTHON_FILES\L21L2BL.gif"
    else :
        path="C:\PYTHON_FILES\L21L3CL.gif"

```

```

    novi.title("Η ΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ")
    canvas = Canvas(novi, width = 1800, height = 600)
    canvas.pack(expand = YES, fill = BOTH)
    gif2 = PhotoImage(file = path)
    canvas.create_image(50, 10, image = gif2, anchor = NW)
    canvas.gif2 = gif2
    bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ" , command=self.showImg411A)
    bz.pack()

```

```

    else:
        if i == 1:
            k=2
            i=0
            print k
            time.sleep(1)
            bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg411A)
            bz.pack()
        else:
            k=1
            i=0
            print k
            time.sleep(1)
            bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg411A)
            bz.pack()

```

```

#ΕΝΟΤΗΤΑ 1 - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕΣΑΙΑΣ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ

```

```

def showImg411A(self):
    i1=i1+1
    global i1,k1,k2

    if askyesno('ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2', 'ΘΑ ΣΥΝΕΧΙΣΕΙΣ ΣΤΑ ΤΕΣΤ ;') :

# ΤΥΧΑΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΑΠΟ ΛΙΣΤΑ ΜΕΣΑΙΑΣ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ
# ΑΣΚΗΣΕΩΝ

        listM=["C:\PYTHON_FILES\M21M1B.gif",
"C:\PYTHON_FILES\M21M2A.gif", "C:\PYTHON_FILES\M21M3A.gif"]
        pathM = random.choice(listM)
        global pathM
        novi = Toplevel()
        novi.title("ΕΝΟΤΗΤΑ 1 -ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΤΕΣΤ 2 ΑΠΟ 3")
        canvas = Canvas(novi, width = 1900, height =
700,scrollregion=(0,0,1950,850))
        hbar=Scrollbar(novi,orient=HORIZONTAL)
        hbar.pack(side=BOTTOM,fill=X)
        hbar.config(command=canvas.xview)
        vbar=Scrollbar(novi,orient=VERTICAL)
        vbar.pack(side=RIGHT,fill=Y)
        vbar.config(command=canvas.yview)
        canvas.config(width=1900,height=700)
        canvas.config(xscrollcommand=hbar.set, yscrollcommand=vbar.set)
        canvas.pack()
        gif1 = PhotoImage(file = pathM)

        canvas.create_image(10, 10, image = gif1, anchor = NW )
        #assigned the gif1 to the canvas object
        canvas.gif1 = gif1

        ba = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green", text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ
A", command=self.checkAM)
        bb = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green", text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ
B", command=self.checkBM)
        bc = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green", text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ
Γ", command=self.checkCM)
        ba.pack()
        bb.pack()
        bc.pack()

    else:
        k=0
        k1=0
        k2=0
        i1=0

```

```
showinfo(title='ΤΕΛΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ',message='ΕΠΙΛΕΞΕ ΝΕΟ  
ΚΕΦΑΛΑΙΟ')
```

```
# ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΑΝΤΗΣΗ Α
```

```
def checkAM(self):  
    novi = Toplevel()  
    a1 = ["C:\PYTHON_FILES\M21M1.gif", "C:\PYTHON_FILES\M21M2A.gif",  
"C:\PYTHON_FILES\M21M3A.gif"]  
    global i1,k1  
    try:  
        b=a1.index(pathM)  
    except ValueError:  
        if i1 == 1:  
            k1=1  
            i1=i1+1  
            bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΠΡΩΤΗ  
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ")  
            bz.pack()  
            bb = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",  
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Β", command=self.checkBM)  
            bc = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",  
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Γ", command=self.checkCM)  
  
            bb.pack()  
            bc.pack()  
        else :  
            k1=0  
            i1=0
```

```
# ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ  
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ
```

```
if pathM == "C:\PYTHON_FILES\M21M1B.gif":  
    path="C:\PYTHON_FILES\M21M1BL.gif"  
elif pathM == "C:\PYTHON_FILES\M21M2A.gif":  
    path="C:\PYTHON_FILES\M21M2AL.gif"  
else :  
    path="C:\PYTHON_FILES\M21M3AL.gif"  
  
novi.title("Η ΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ")  
canvas = Canvas(novi, width = 1800, height = 500)  
canvas.pack(expand = YES, fill = BOTH)  
gif2 = PhotoImage(file = path)  
canvas.create_image(50, 10, image = gif2, anchor = NW)  
canvas.gif2 = gif2  
  
bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΔΕΥΤΕΡΗ  
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg511A)  
bz.pack()
```

```

else:
    if i1 == 1:
        k1=2

        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg511A)
        bz.pack()
    else:
        k1=1

        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg511A)
        bz.pack()

```

```
# ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΑΝΤΗΣΗ Β
```

```

def checkBM(self):
    novi = Toplevel()
    b1 = ["C:\PYTHON_FILES\M21M1B.gif", "C:\PYTHON_FILES\M21M2.gif",
"C:\PYTHON_FILES\M21M3.gif"]
    global i1,k1
    try:
        b=b1.index(pathM)
    except ValueError:
        if i1 == 1:
            k1=1
            i1=i1+1
            bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΠΡΩΤΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ")
            bz.pack()
            ba = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Α", command=self.checkAM)

            bc = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Γ", command=self.checkCM)
            ba.pack()

            bc.pack()
        else :
            k1=0
            i1=0

```

```
# ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ
```

```

if pathM == "C:\PYTHON_FILES\M21M1B.gif":
    path="C:\PYTHON_FILES\M21M1BL.gif"
elif pathM == "C:\PYTHON_FILES\M21M2A.gif":
    path="C:\PYTHON_FILES\M21M2AL.gif"
else :

```

```

    path="C:\PYTHON_FILES\M21M3AL.gif"

    novi.title("Η ΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ")
    canvas = Canvas(novi, width = 1800, height = 500)
    canvas.pack(expand = YES, fill = BOTH)
    gif2 = PhotoImage(file = path)
    canvas.create_image(50, 10, image = gif2, anchor = NW)
    canvas.gif2 = gif2
    bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg511A )
    bz.pack()

else:
    if i1== 1:
        k1=2

        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg511A)
        bz.pack()
    else:
        k1=1

        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg511A)
        bz.pack()

```

```
# ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΑΝΤΗΣΗ Γ
```

```

def checkCM(self):
    novi = Toplevel()
    c1 = ["C:\PYTHON_FILES\M21M1.gif", "C:\PYTHON_FILES\M21M2.gif",
"C:\PYTHON_FILES\M21M3.gif"]
    global i1,k1
    try:
        b=c1.index(pathM)
    except ValueError:
        if i1 == 1:
            k1=1
            i1=i1+1
            bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΤΡΙΤΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ")
            bz.pack()
            ba = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Α", command=self.checkAM)
            bb = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Β", command=self.checkBM)

            ba.pack()
            bb.pack()
        else :

```

```
k1=0
i1=0
```

```
# ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ
```

```
if pathM == "C:\PYTHON_FILES\M21M1B.gif":
    path="C:\PYTHON_FILES\M21M1BL.gif"
elif pathM == "C:\PYTHON_FILES\M21M2A.gif":
    path="C:\PYTHON_FILES\M21M2AL.gif"
else :
    path="C:\PYTHON_FILES\M21M3AL.gif"

novi.title("Η ΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ")
canvas = Canvas(novi, width = 1800, height = 500)
canvas.pack(expand = YES, fill = BOTH)
gif2 = PhotoImage(file = path)
canvas.create_image(50, 10, image = gif2, anchor = NW)
canvas.gif2 = gif2
bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ" , command=self.showImg511A)
bz.pack()

else:
    if i1 == 1:
        k1=2
        i1=0
        print k
        time.sleep(1)
        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg511A)
        bz.pack()
    else:
        k1=1
        i1=0
        print k
        time.sleep(1)
        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg511A)
        bz.pack()
```

```
#ΕΝΟΤΗΤΑ 1 - ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΥΨΗΛΗΣ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ
```

```
def showImg511A(self):
    i2=i2+1
    global i2,k1,k2

    if askyesno('ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2', 'ΘΑ ΣΥΝΕΧΙΣΕΙΣ ΣΤΑ ΤΕΣΤ ;') :
```

```
# ΤΥΧΑΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΑΠΟ ΛΙΣΤΑ ΥΨΗΛΗΣ ΔΥΣΚΟΛΙΑΣ
ΑΣΚΗΣΕΩΝ
```

```
listH=["C:\PYTHON_FILES\H21H1B.gif",
"C:\PYTHON_FILES\H21H2C.gif", "C:\PYTHON_FILES\H21H3C.gif"]
pathH = random.choice(listH)
global pathH
novi = Toplevel()
novi.title("ΕΝΟΤΗΤΑ 1 -ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΤΕΣΤ 3 ΑΠΟ 3")
canvas = Canvas(novi, width = 1900, height =
700,scrollregion=(0,0,1950,850))
hbar=Scrollbar(novi,orient=HORIZONTAL)
hbar.pack(side=BOTTOM,fill=X)
hbar.config(command=canvas.xview)
vbar=Scrollbar(novi,orient=VERTICAL)
vbar.pack(side=RIGHT,fill=Y)
vbar.config(command=canvas.yview)
canvas.config(width=1900,height=700)
canvas.config(xscrollcommand=hbar.set, yscrollcommand=vbar.set)
canvas.pack()
gif1 = PhotoImage(file = pathH)

canvas.create_image(10, 10, image = gif1, anchor = NW )
#assigned the gif1 to the canvas object
canvas.gif1 = gif1

ba = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green", text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ
Α", command=self.checkAH)
bb = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green", text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ
Β", command=self.checkBH)
bc = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green", text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ
Γ", command=self.checkCH)
ba.pack()
bb.pack()
bc.pack()

else:
k=0
k1=0
k2=0
i2=0

showinfo(title='ΤΕΛΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ',message='ΕΠΙΛΕΞΕ ΝΕΟ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ')
```

```
# ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΑΝΤΗΣΗ Α
```

```
def checkAH(self):
novi = Toplevel()
```



```

a2 = ["C:\PYTHON_FILES\H21H1.gif", "C:\PYTHON_FILES\H21H2.gif",
"C:\PYTHON_FILES\H21H3.gif"]
global i2,k2
try:
    b=a2.index(pathH)
except ValueError:
    if i2 == 1:
        k2=1
        i2=i2+1
        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΠΡΩΤΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ")
        bz.pack()
        bb = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Β", command=self.checkBH)
        bc = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Γ", command=self.checkCH)

        bb.pack()
        bc.pack()
    else :
        k2=0
        i2=0

# ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ

if pathH == "C:\PYTHON_FILES\H21H1B.gif":
    path="C:\PYTHON_FILES\H21H1BL.gif"
elif pathH == "C:\PYTHON_FILES\H21H2C.gif":
    path="C:\PYTHON_FILES\H21H2CL.gif"
else :
    path="C:\PYTHON_FILES\H21H3CL.gif"

novi.title("Η ΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ")
canvas = Canvas(novi, width = 1800, height = 500)
canvas.pack(expand = YES, fill = BOTH)
gif2 = PhotoImage(file = path)
canvas.create_image(50, 10, image = gif2, anchor = NW)
canvas.gif2 = gif2

bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg6)
bz.pack()
else:
    if i2 == 1:
        k2=2

        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg6)
        bz.pack()

```

```

else:
    k2=1

    bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg6)
    bz.pack()

```

```
# ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΑΝΤΗΣΗ Β
```

```

def checkBH(self):
    novi = Toplevel()
    b2 = ["C:\PYTHON_FILES\H21H1B.gif", "C:\PYTHON_FILES\H21H2.gif",
"C:\PYTHON_FILES\H21H3.gif"]
    global i2,k2
    try:
        b=b2.index(pathH)
    except ValueError:
        if i2 == 1:
            k2=1
            i2=i2+1
            bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΠΙΡΩΤΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ")
            bz.pack()
            ba = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Α", command=self.checkAH)

            bc = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Γ", command=self.checkCH)
            ba.pack()

            bc.pack()
        else :
            k2=0
            i2=0

```

```
# ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ
```

```

if pathH == "C:\PYTHON_FILES\H21H1B.gif":
    path="C:\PYTHON_FILES\H21H1BL.gif"
elif pathH == "C:\PYTHON_FILES\H21H2C.gif":
    path="C:\PYTHON_FILES\H21H2CL.gif"
else :
    path="C:\PYTHON_FILES\H21H3CL.gif"

novi.title("Η ΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ")
canvas = Canvas(novi, width = 1800, height = 500)
canvas.pack(expand = YES, fill = BOTH)
gif2 = PhotoImage(file = path)
canvas.create_image(50, 10, image = gif2, anchor = NW)

```

```

        canvas.gif2 = gif2
        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg6)
        bz.pack()

```

```

else:
    if i2== 1:
        k2=2

```

```

        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg6)
        bz.pack()

```

```

else:
    k2=1

```

```

        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg6)
        bz.pack()

```

```
# ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΑΠΑΝΤΗΣΗ Γ
```

```

def checkCH(self):
    novi = Toplevel()
    c3 = ["C:\PYTHON_FILES\H21H1.gif", "C:\PYTHON_FILES\H21H2C.gif",
"C:\PYTHON_FILES\H21H3C.gif"]
    global i2,k2
    try:
        b=c3.index(pathH)
    except ValueError:
        if i2 == 1:
            k2=1
            i2=i2+1
            bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΠΡΩΤΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ")
            bz.pack()
            ba = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Α", command=self.checkAH)
            bb = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="green",
text="ΑΠΑΝΤΗΣΗ Β", command=self.checkBH)

            ba.pack()
            bb.pack()
        else :
            k2=0
            i2=0

```

```
# ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ
```

```

if pathH == "C:\PYTHON_FILES\H21H1B.gif":

```

```

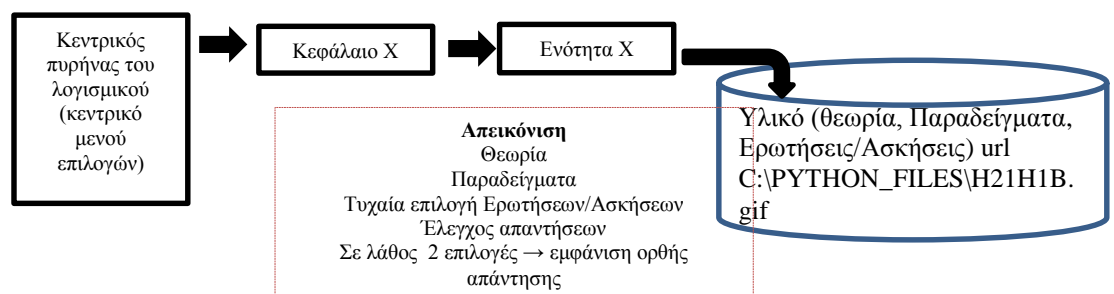
    path="C:\PYTHON_FILES\H21H1BL.gif"
elif pathH == "C:\PYTHON_FILES\H21H2C.gif":
    path="C:\PYTHON_FILES\H21H2CL.gif"
else :
    path="C:\PYTHON_FILES\H21H3CL.gif"

novi.title("Η ΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ")
canvas = Canvas(novi, width = 1800, height = 500)
canvas.pack(expand = YES, fill = BOTH)
gif2 = PhotoImage(file = path)
canvas.create_image(50, 10, image = gif2, anchor = NW)
canvas.gif2 = gif2
bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="RED", text="ΔΕΥΤΕΡΗ
ΛΑΘΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ" , command=self.showImg6)
bz.pack()

else:
    if i2 == 1:
        k2=2
        i2=0
        print k
        time.sleep(1)
        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg6)
        bz.pack()
    else:
        k2=1
        i2=0
        print k
        time.sleep(1)
        bz = Button(novi,font = "Helvetica 12 bold",bg="GREEN", text="ΣΩΣΤΗ
ΑΠΑΝΤΗΣΗ", command=self.showImg6)
        bz.pack()

```

Συνοψίζοντας, ο κώδικας του λογισμικού λειτουργεί με την εξής φιλοσοφία, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα⁶:

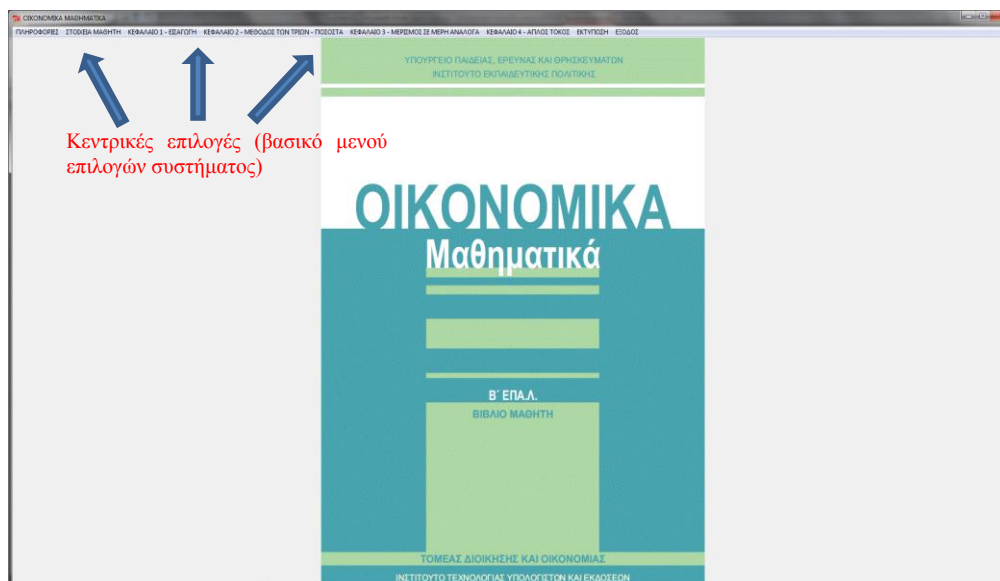


⁶ Όλα τα κείμενα (θεωρία, παραδείγματα, εκφωνήσεις ασκήσεων, ορθές απαντήσεις) είναι σε μορφή gif και ανακτώνται από τον υπολογιστή εγκατάστασης του συστήματος (c:\PYTHON_FILES).

Σχήμα 5.6 Σκαρίφημα Διάρθρωσης Λειτουργιών του Λογισμικού.

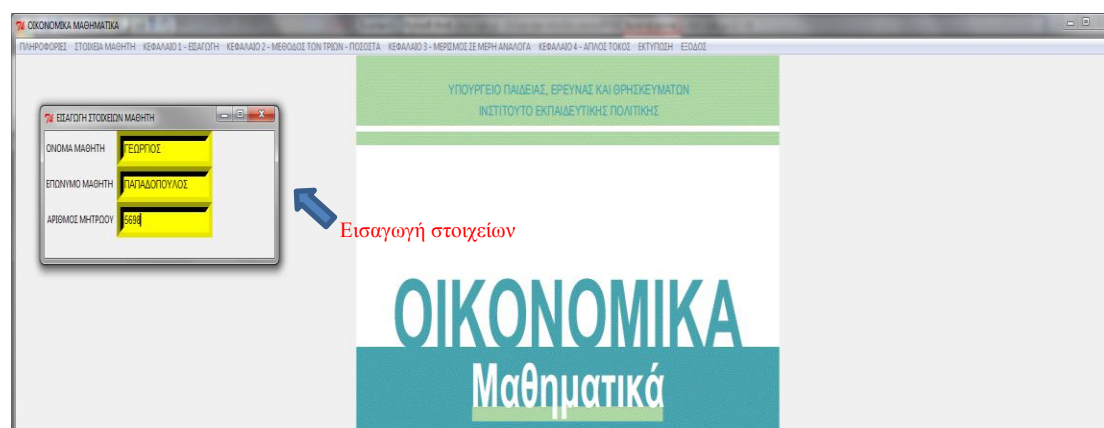
5.5 Διεπαφές Συστήματος

Το σύστημα «*Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ*», διαθέτει διάφορες διεπαφές που αναπτύχθηκαν με τη βοήθεια βιβλιοθηκών σχεδίασης γραφικού περιβάλλοντος της *PYTHON 2.7*. Στην επόμενη εικόνα φαίνεται η αρχική βασική διεπαφή, όπου παρουσιάζεται το *κεντρικό μενού επιλογών* του συστήματος, σύμφωνα με τις σχεδιαστικές οδηγίες (Κεφ.4):



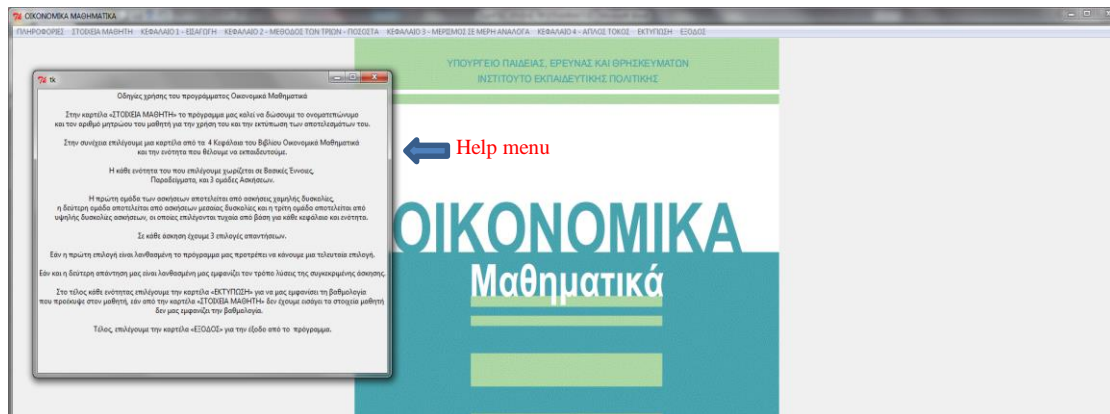
Εικόνα 5.3 Κεντρική Οθόνη Συστήματος (βασική διεπαφή-interface).

Στην επόμενη εικόνα, φαίνεται η επιλογή «*ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΑΘΗΤΗ*», όπου το σύστημα καλεί να δώσει ο χρήστης-μαθητής το ονοματεπώνυμο και τον αριθμό μητρώου του, για την χρήση στην εκτύπωση των αποτελεσμάτων του (σκορ αξιολόγησης).



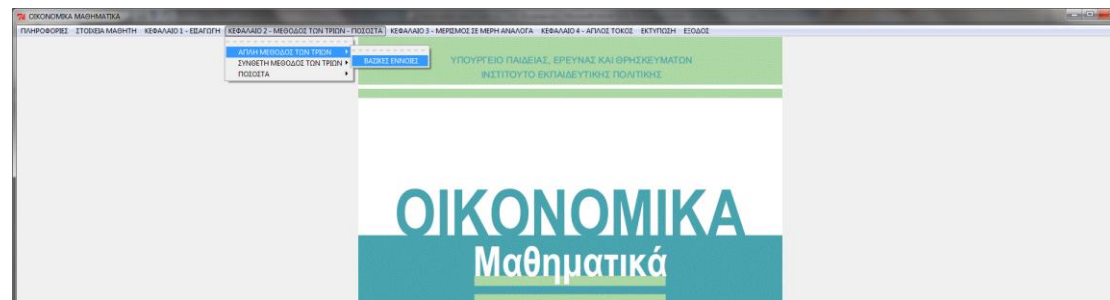
Εικόνα 5.4 Οθόνη «Στοιχεία Μαθητή» (διεπαφή-interface).

Στην επόμενη εικόνα, φαίνεται η επιλογή «ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ», όπου εμφανίζεται ένα παράθυρο με συνοπτικές οδηγίες χρήσης του λογισμικού του συστήματος.

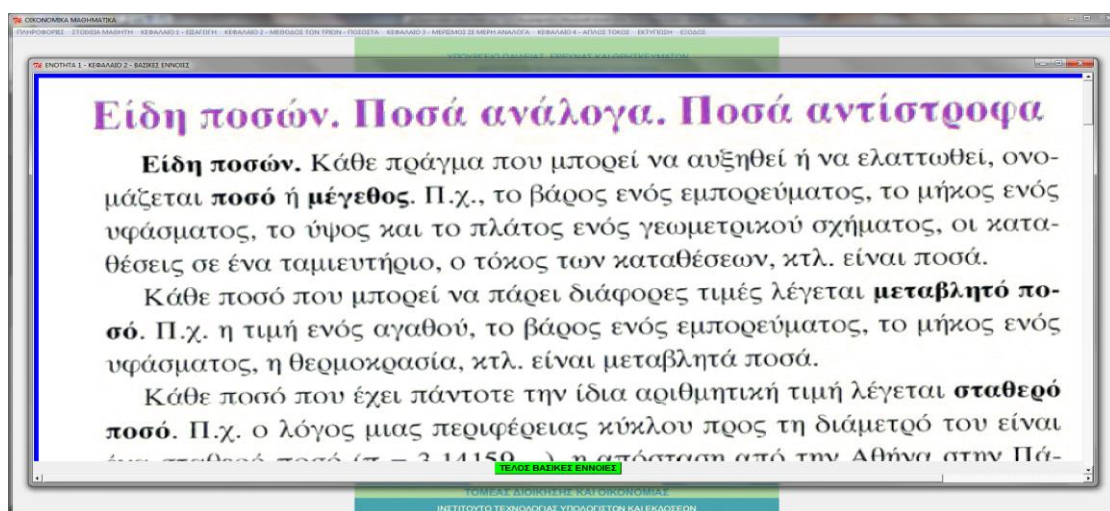


Εικόνα 5.5 Οθόνη «Πληροφορίες» (διεπαφή-interface).

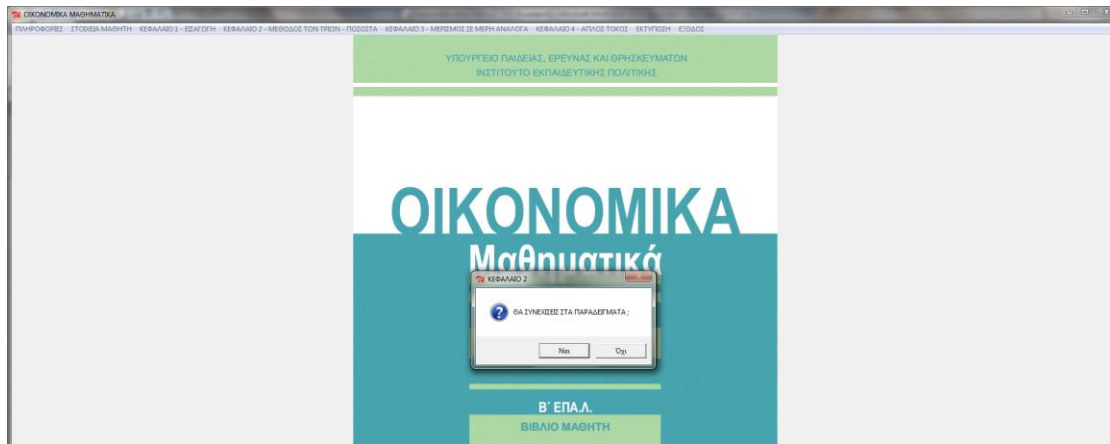
Στην συνέχεια ο κάθε χρήστης-μαθητής μπορεί να επιλέξει μια καρτέλα από τα 4 Κεφάλαια του Βιβλίου Οικονομικά Μαθηματικά (διδασκτέα ύλη) και την ενότητα που θέλει να εκπαιδευτεί. Στις επόμενες εικόνες φαίνεται η διαδρομή που μπορεί να ακολουθηθεί για κάθε ενότητα ενός κεφαλαίου:



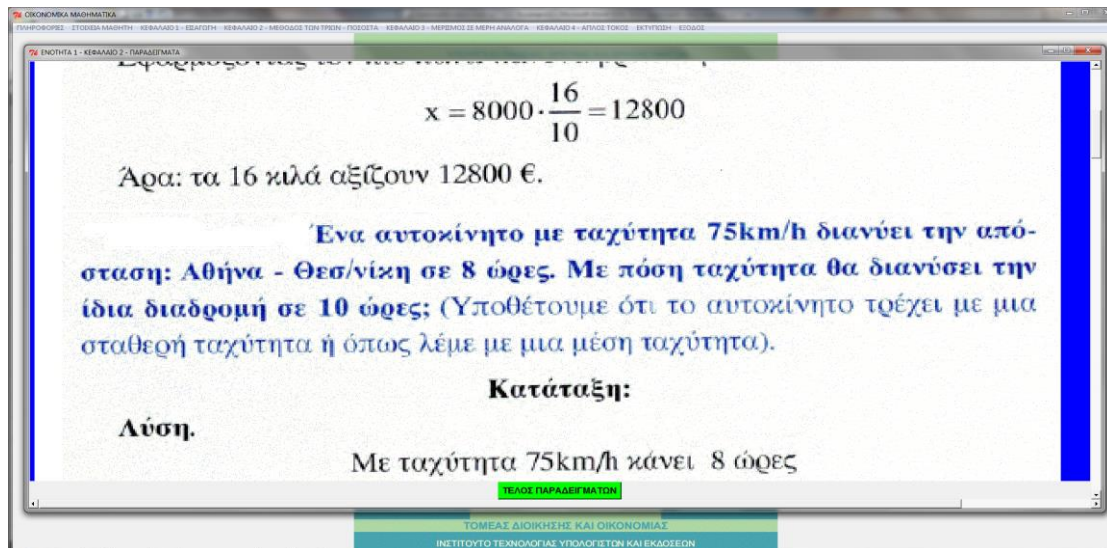
Εικόνα 5.6 Επιλογή Κεφαλαίου (διεπαφή-interface).



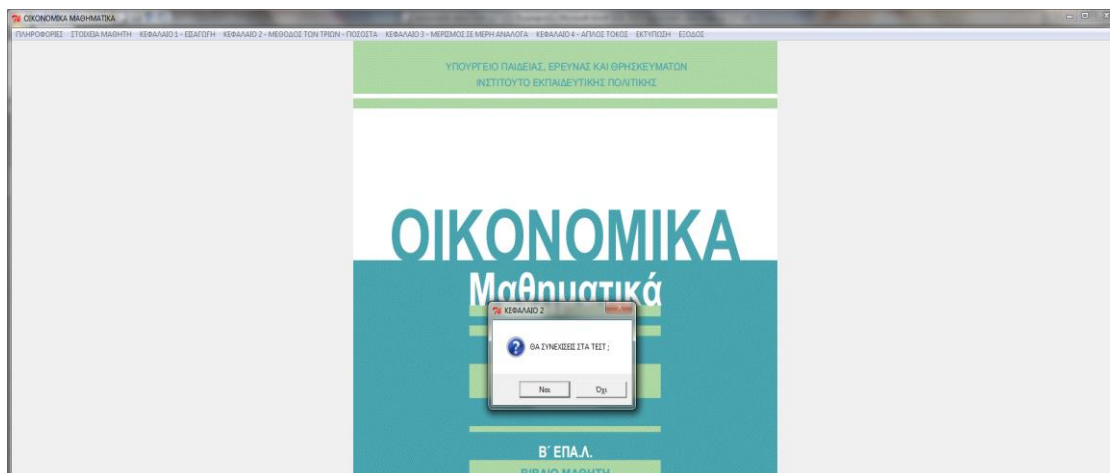
Εικόνα 5.7 Οθόνη «Βασικές Έννοιες» μιας ενότητας που έχει επιλεγεί (διεπαφή-interface).



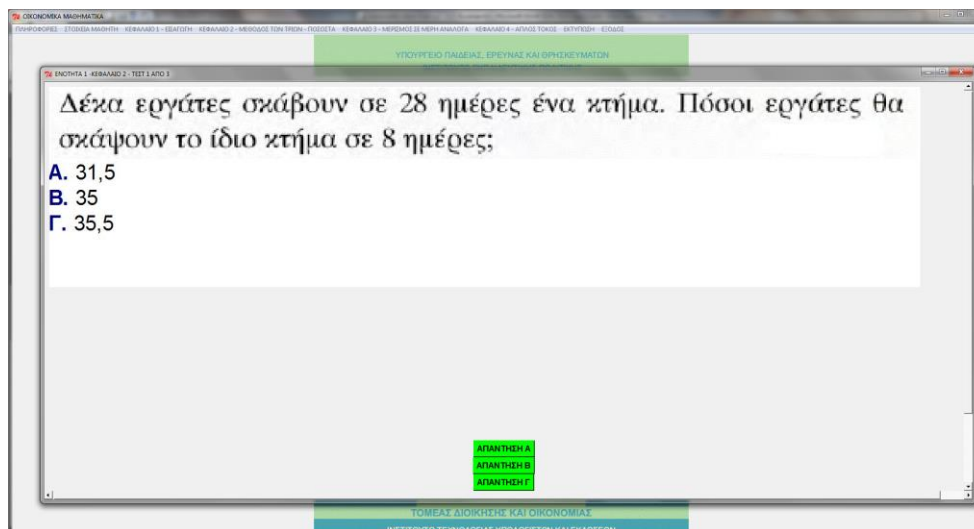
Εικόνα 5.8 Οθόνη επιλογής για συνέχιση της εκπαίδευσης – απεικόνιση παραδειγμάτων (διεπαφή-interface).



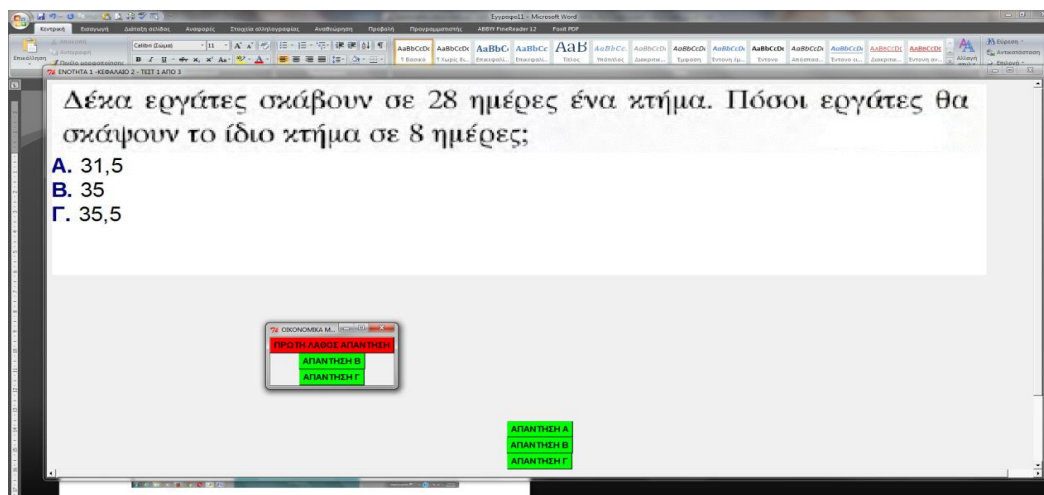
Εικόνα 5.9 Οθόνη Απεικόνισης παραδειγμάτων της επιλεγείσας ενότητας (διεπαφή-interface).



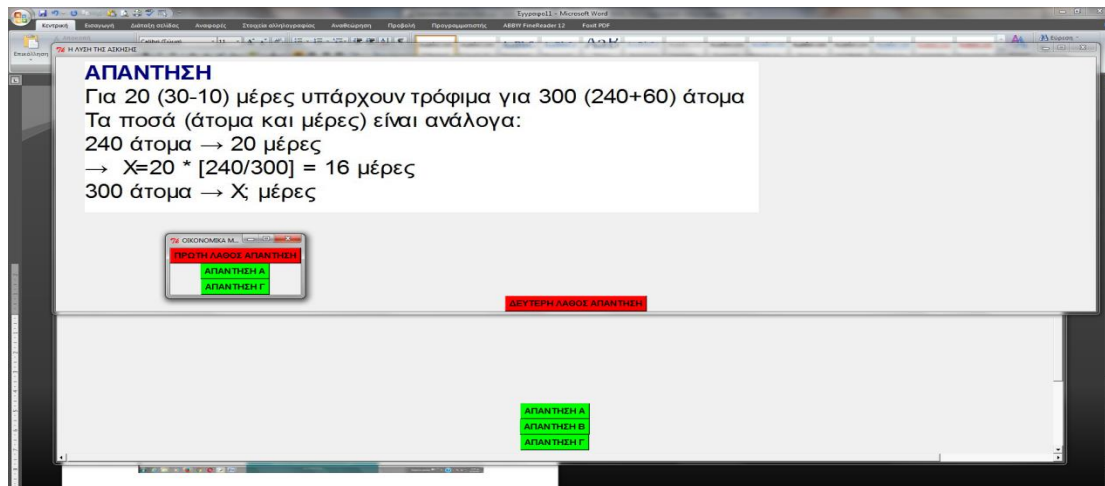
Εικόνα 5.10 Οθόνη επιλογής για συνέχιση της εκπαίδευσης – Αξιολόγηση Μαθητή (διεπαφή-interface).



Εικόνα 5.11 Οθόνη Αξιολόγησης Μαθητή - Άσκηση με 3 επιλογές απαντήσεων (διεπαφή-interface).



Εικόνα 5.12 Οθόνη Αξιολόγησης Μαθητή – Επιλογή από τον μαθητή – 1^ο λάθος επιλογή (διεπαφή-interface).



Εικόνα 5.13 Οθόνη Αξιολόγησης Μαθητή – Επιλογή από τον μαθητή – 2^ο λάθος επιλογή & εμφάνιση ορθής απάντησης (διεπαφή-interface).

5.6 Αξιολόγηση Χρήστη

Στο σύστημα «Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΙΛ», η αξιολόγηση των χρηστών-μαθητών ακολουθεί την εξής διαδικασία:

- Σωστή απάντηση με την πρώτη φορά : 2 βαθμοί
- Σωστή απάντηση με την δεύτερη φορά : 1 βαθμός

Συνεπώς, σε μια ενότητα με 3 ασκήσεις/ερωτήσεις, ο τύπος αξιολόγησης είναι:

$$\text{Τύπος Αξιολόγησης Ενότητας-TAE}_x = \sum \text{Βαθμός Απάντησης}_i \quad (5.1)$$

όπου i : ο αριθμός ερώτησης/άσκησης της εκάστοτε ενότητας $i=[1..3]$, και το συνολικό σκορ αξιολόγησης σε κάθε κεφάλαιο είναι αντίστοιχα:

$$\text{Σκορ_Κεφαλαίου} = \sum \text{TAE}_n \quad (5.2)$$

όπου n : ο αριθμός ενότητων κάθε κεφαλαίου.

Η διαδικασία αξιολόγησης περιλαμβάνει για κάθε ερώτηση/άσκηση τρεις (3) επιλογές απαντήσεων. Η κάθε ερώτηση/άσκηση επιλέγεται από την δεξαμενή θεμάτων αξιολόγησης, που περιλαμβάνει τρεις ομάδες θεμάτων. Η πρώτη ομάδα των ασκήσεων αποτελείται από ασκήσεις/ερωτήσεις χαμηλής δυσκολίας, η δεύτερη ομάδα αποτελείται από ασκήσεις/ερωτήσεις μεσαίας δυσκολίας, και η τρίτη ομάδα αποτελείται από υψηλής δυσκολίας ασκήσεις/ερωτήσεις (Σχ.5.7).

Εκφώνηση Ερώτηση/Άσκηση

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 1^η επιλογή • 2^η επιλογή • 3^η επιλογή |
|---|

Σχήμα 5.7 Σκαρίφημα Εικόνας Αξιολόγησης Χρήστη-Μαθητή (Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ).

5.7 Δοκιμές

Το σύστημα «Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ», δοκιμάστηκε αρκετές φορές πριν οδηγηθεί στην αξιολόγηση από χρήστες-μαθητές. Ειδικότερα, η διαδικασία δοκιμών περιλαμβάνει τα εξής:

- εκτέλεση κάθε κεντρικής επιλογής από 3 φορές τουλάχιστον,
- σχολιασμός εκτέλεσης (καταγραφή σφαλμάτων/αστοχιών), και
- Συνολική Τεκμηρίωση των δοκιμών (Εκθεση δοκιμών)(Εικ.5.15).

Κατά τις δοκιμές, όσα λάθη διαπιστώθηκαν διορθώθηκαν πριν την αξιολόγηση του συστήματος.

Έντυπο Δοκιμών

Νο Δοκιμής	Επιλογή Λογισμικού	Σχόλια	Έλεγχος
1	Κεφάλαιο 1	_____	✓
2	Κεφάλαιο 1	_____	✓
3	Κεφάλαιο 1	_____	✓

Εικόνα 5.15 Έντυπο Τεκμηρίωσης Δοκιμών Συστήματος.

5.8 Τεκμηρίωση και Συντήρηση

Η τεκμηρίωση του συστήματος «Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ», περιλαμβάνει αναλυτικά σχόλια στο κώδικα, και ένα σύντομο εγχειρίδιο χρήσης για τους εκπαιδευτικούς και μαθητές. Επίσης, η συντήρηση του Λογισμικού μπορεί να γίνει από τους Εκπαιδευτικούς αλλάζοντας τα αντίστοιχα αρχεία (κείμενα Βασικών εννοιών & Παραδείγματα, θέματα αξιολόγησης), εφόσον επιθυμούν.

5.9 Σύνοψη

Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάστηκε η δομή και λειτουργία του συστήματος «Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ», η μεθοδολογία κατασκευής & δοκιμών, όπως επίσης και η διαδικασία αξιολόγησης των μαθητών-χρηστών.

5.10 Αναφορές

Ελληνόγλωσσες

Αβούρης, Ν. Σγάρμπας, Κ. Κουκιάς, Μ. και Παλιούρας, Β. (2016). *Python: Εισαγωγή στους υπολογιστές*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Καρολίδης, Δ.Α. (2016). *Μαθαίνεται εύκολα Python*. Αθήνα: Εκδόσεις Καρολίδη.

Καφές, Μ. (2017). *Εξερεύνηση της Python*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

ΕΚΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

6.1 Εισαγωγή

Η αξιολόγηση του προτεινόμενου συστήματος «Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ» επικεντρώνεται στους μαθητές Β΄ τάξης ΕΠΑΛ και στους αντίστοιχους εκπαιδευτικούς Δευτεροβάθμιας Επαγγελματικής Εκπαίδευσης (Μαθηματικούς, Στατιστικούς και Οικονομολόγους), της *Σιβιτανίδειος Δημόσια Σχολή Τεχνών και Επαγγελμάτων*. Η αξιολόγηση αφορούσε το πρωτότυπο του προτεινόμενου συστήματος, και πραγματοποιήθηκε στο τέλος του σχολικού έτους 2016-2017, στις 7 και 8 Ιουνίου 2017, και αυτό γιατί οι μαθητές θα είχαν περατώσει την σχολική ύλη.

6.2 Μεθοδολογία Αξιολόγησης

Η διαδικασία αξιολόγησης του προτεινόμενου συστήματος (πρωτότυπο) αφορά μια διερεύνηση της ευχρηστίας και της μαθησιακής αποτελεσματικότητας του. Η επιλογή των χρηστών είναι μια από τις πλέον κρίσιμες αποφάσεις σε μια δοκιμή ευχρηστίας, επειδή επηρεάζει άμεσα την εγκυρότητα της. Οι γνώσεις, οι ικανότητες και οι δεξιότητες των ανθρώπων παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις, έτσι ώστε να υπάρχουν σημαντικές διαφορές σε αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα, λάθη, κ.α., κατά τη χρήση διαδραστικών συστημάτων (Ζαφειρόπουλος 2015; Κουτσαμπάσης 2011). Συνεπώς, στην παρούσα αξιολόγηση, οι χρήστες που επιλέχθηκαν για να συμμετάσχουν στη δοκιμή ήταν οι πραγματικοί χρήστες του συστήματος (μαθητές, καθηγητές). Επίσης, για την δοκιμή του συστήματος λήφθηκε υπόψη οι ευάλωτοι συμμετέχοντες (μαθητές) λόγω της απειρίας τους σε ρόλο αξιολογητή (υπέγραψαν

βεβαίωση αποδοχής στην αξιολόγηση). Προφανώς όσοι συμμετέχοντες δεν αισθάνονταν άνετα με την έρευνα δεν συμμετείχαν καθόλου, αλλιώς τα αποτελέσματα θα ήταν επηρεασμένα από τη ψυχολογική τους προδιάθεση. Επιπλέον, υπήρξε πληροφόρηση των συμμετεχόντων για τους σκοπούς της έρευνας, ενώ τα δεδομένα της έρευνας όσο αφορά την ιδιωτικότητα και εμπιστοσύνη, διέποντας από την αρχή προστασίας προσωπικών δεδομένων (Αβούρης 2000). Ακολουθεί η παρουσίαση των επιμέρους τμημάτων της μεθοδολογίας.

6.2.1 Δειγματοληψία

Το δείγμα είναι το ίδιο με αυτό όπου έγινε η ανάλυση αναγκών και απαιτήσεων Το δείγμα αφορούσε μαθητές της Σιβιτανίδειου Σχολής του τομέα Οικονομίας και Διοίκησης (40 μαθητές) και καθηγητές σχετικοί με το γνωστικό αντικείμενο των Οικονομικών Μαθηματικών (διδάσκουν ή δίδαξαν στο παρελθόν)(4 καθηγητές). Τα κριτήρια επιλογής στο δείγμα ήταν:

- *πραγματικοί* (τελικοί χρήστες του προτεινόμενου συστήματος), και
- *αποδοχή* της συμμετοχής τους στην αξιολόγηση (βεβαίωση αποδοχής).

6.2.2 Εργαλεία

Στην παρούσα αξιολόγηση χρησιμοποιήθηκαν 2 εργαλεία (Παράρτημα 4 & 5). Το πρώτο αφορά ένα τύπου ερωτηματολογίου που βασίστηκε στη διερεύνηση της ευχρηστίας κατά Dix et al., τις σχεδιαστικές λεπτομέρειες (πλοήγηση, διεπαφή), την αξιολόγηση της μάθησης, και την συνολική προσωπική ικανοποίηση (Ακουμιανάκης 2006; Ρετάλης 2005; Κουτσαμπάσης 2011; Λέπουρας 2000; Dix et al. 2007). Επίσης, έμφαση δίνεται και στην εμπειρία χρήσης (ροή πληροφορίας)(Garrett 2011). Ειδικότερα, η δομή είναι η ακόλουθη:

- *παράγοντες αξιολόγησης*
 - *ευχρηστία* (ευκολία εκμάθησης, ευκολία χρήσης),
 - *σχεδιαστικές λεπτομέρειες* (πλοήγηση, φιλικότητα διεπαφής),
 - *αξιολόγηση μάθησης*,
 - *συνολική ικανοποίηση από το λογισμικό*,
- *σχόλια*.

Οι τύποι ερωτήσεων που χρησιμοποιούνται στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης είναι οι εξής:

- *Ανοικτού τύπου*, και
- *πολλαπλών επιλογών*.

Στις ερωτήσεις της ενότητας αξιολόγηση παραγόντων γίνεται χρήση κλίμακας *Likert*, για καταγραφή απόψεων/γνώμης (Νόβα-Καλτσούνη 2006). Συγκεκριμένα, έχει την ακόλουθη μορφή, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα (Κυριαζή 2009):

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος
---------------------------	------------------------	--------------------------	--------------------------	------------------------

Σχήμα 6.1 Κλίμακα Απαντήσεων των ερωτήσεων παραγόντων αξιολόγησης του προτεινόμενου συστήματος.

Όσο αφορά τη συνέντευξη, αυτή είναι ημι-δομημένης μορφής και έχει αντίστοιχη δομή με αυτή του ερωτηματολογίου με κάποιες προσθήκες (Σχ.6.2):

- *παράγοντες αξιολόγησης*
 - *ευχρηστία* (ευκολία εκμάθησης, ευκολία χρήσης),
 - *σχεδιαστικές λεπτομέρειες* (πλοήγηση, φιλικότητα διεπαφής),
 - *μαθησιακή αποτελεσματικότητα*,
 - *συνολική ικανοποίηση από το λογισμικό*,

6.2.3 Διεξαγωγή Αξιολόγησης

Η διεξαγωγή της Αξιολόγησης πραγματοποιήθηκε σε χώρο της Σιβιτανίδειου Σχολής (εργαστήριο υπολογιστών 1^ο ΕΠΑΛ). Η διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- ενημέρωση για την Αξιολόγηση (αποδοχή στην διαδικασία),
- διεξαγωγή σεναρίου αξιολόγησης (εκτέλεση μιας εκπαιδευτικής ενότητας⁷ – βασικές έννοιες-παραδείγματα-τεστ),
- συμπλήρωση ερωτηματολογίου/καταγραφή συνέντευξης, και
- ολοκλήρωση διαδικασίας.

Ενημέρωση

⁷ Οι μαθητές εξασκήθηκαν σε ενότητες του Κφ.2 & Κεφ.3.



Σχήμα 6.2 Στάδια Διεξαγωγής Αξιολόγησης προτεινόμενου Συστήματος.

6.2.4 Ανάλυση Δεδομένων

Η ανάλυση δεδομένων της αξιολόγησης περιλαμβάνει τα εξής στάδια (Κυριαζή 2009):

- *Περιγραφική ανάλυση* παραγόντων (χρήση πινάκων & διαγραμμάτων για τα κατηγορικά & ποσοτικά δεδομένα) για καλύτερη παρουσίαση του δείγματος της έρευνας και κατανόηση των πτυχών του.
- *Ανάλυση περιεχομένου* με καταγραφή λέξεων/φράσεων κλειδιών-ανοικτή κωδικοποίηση (δεδομένα συνέντευξης).

Επιπλέον, η ποσοτική ανάλυση των παραγόντων αξιολόγησης θα γίνει με ομαδοποίηση των απαντήσεων (περιγραφική στατιστική) στο ακόλουθο μοτίβο:

- ✓ *Ικανοποιημένος*: πολύ ικανοποιημένος + αρκετά ικανοποιημένος,
- ✓ *Μέτρια ικανοποιημένος*: μέτρια ικανοποιημένος,
- ✓ *Μη ικανοποιημένος*: λίγο ικανοποιημένος + καθόλου ικανοποιημένος.

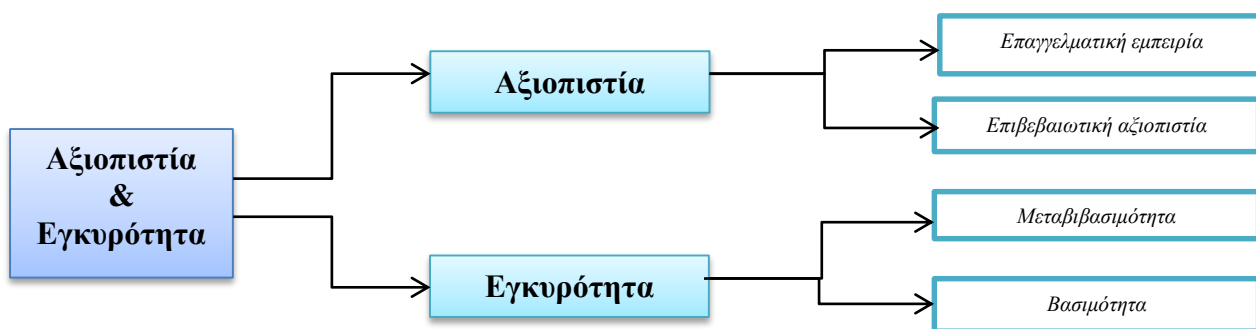
Τέλος, η ποιοτική ανάλυση εστιάζει ανά παράγοντα αξιολόγησης μέσω της κατάτμησης δεδομένων, όπου ερμηνεύεται το συγκεκριμένο για την παραγωγή κωδίκων με στόχο να οργανωθούν γύρω από κομβικούς θεωρητικούς άξονες, ώστε να συστηματοποιηθούν οι κατηγορίες που ήδη υπάρχουν (Τσιώλης 2014).

6.3 Αξιοπιστία και Εγκυρότητα

Η παρούσα *αξιολόγηση* ακολούθησε τα εξής κατά βάση *ποιοτικά κριτήρια* αξιοπιστίας και εγκυρότητας (λόγω μικρού αριθμού συμμετεχόντων στην αξιολόγηση ~50 άτομα)(Σχ.6.3)(Κυριαζή 2009; Νόβα-Καλτσούνη 2006):

- *Αξιοπιστία*

- *Επαγγελματική εμπειρία του ερευνητή-αξιολογητή*: διαθέτει σημαντική επαγγελματική εμπειρία στο χώρο της εκπαίδευσης και των ΤΠΕ (>10 ετών).
 - *Επιβεβαιωτική αξιοπιστία*: η τελική έκθεση των πορισμάτων της έρευνας επιδείχθηκε στους συμμετέχοντες όπου υπήρξε η συγκατάθεση τους ότι συμφωνούν με τα ευρήματα όσον αφορούν τον καθένα τους ξεχωριστά.
- *Εγκυρότητα*
- *Μεταβιβασιμότητα*: η διαδικασία ανάλυσης ακολουθεί την επαγωγική προσέγγιση (ανάλυση ανά παράμετρο, ακολουθεί ανά παράγοντα).
 - *Βασιμότητα*: η διεξαγωγή της έρευνας ακολούθησε ένα συγκροτημένο σχεδιασμό (μεθοδολογικό πλαίσιο αξιολόγησης) με πειθαρχημένο αυτοέλεγχο του ερευνητή-αξιολογητή.



Σχήμα 6.3 Πλαίσιο Αξιοπιστίας & Εγκυρότητας Αξιολόγησης Συστήματος.

6.4 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων Αξιολόγησης

Η ποσοτική ανάλυση των αποτελεσμάτων των παραγόντων έδειξε τα ακόλουθα⁸:

- *παράγοντες αξιολόγησης*
 - *ευχρηστία* (ευκολία εκμάθησης, ευκολία χρήσης)
- ✓ *ευκολία εκμάθησης*: οι μαθητές κρίνουν το πρωτότυπο από πλευράς ευκολίας εκμάθησης, ικανοποιητικό σε υψηλό ποσοστό (>70%), όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 6.1 Προφίλ Ευκολίας Εκμάθησης.

	N	%
--	---	---

⁸ IKAN:Ικανοποίηση, M-IKAN:Μέτρια Ικανοποίηση, MH-IKAN:μη ικανοποίηση.

IKAN	30	75
M-IKAN	7	17,5
MH-IKAN	3	7,5
ΣΥΝΟΛΟ	40	100

- ✓ *ευκολία χρήσης*: οι μαθητές κρίνουν το πρωτότυπο από πλευράς ευκολίας χρήσης, ικανοποιητικό σε υψηλό ποσοστό (>80%), όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 6.2 Προφίλ Ευκολίας Χρήσης.

	<i>N</i>	%
IKAN	33	82,5
M-IKAN	4	10
MH-IKAN	3	7,5
ΣΥΝΟΛΟ	40	100

- *σχεδιαστικές λεπτομέρειες* (πλοήγηση, διεπαφή)
- ✓ *πλοήγηση*: οι μαθητές κρίνουν το πρωτότυπο από πλευρά πλοήγησης, ικανοποιητικό σε υψηλό ποσοστό (>70%), όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 6.3 Προφίλ Πλοήγησης.

	<i>N</i>	%
IKAN	31	77,5
M-IKAN	8	20
MH-IKAN	1	2,5
ΣΥΝΟΛΟ	40	100

- ✓ *φιλικότητα διεπαφή*: οι μαθητές κρίνουν το πρωτότυπο από πλευράς φιλικότητας διεπαφής, ικανοποιητικό (>50%), όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 6.4 Προφίλ Φιλικότητα Διεπαφής.

	<i>N</i>	%
IKAN	26	65
M-IKAN	6	15
MH-IKAN	8	20
ΣΥΝΟΛΟ	40	100

- ✓ *αισθητική διεπαφή*: οι μαθητές κρίνουν το πρωτότυπο από πλευράς αισθητικής διεπαφής, μέτρια ικανοποιητικό (52,5%), όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 6.5 Προφίλ Αισθητική Διεπαφής.

	<i>N</i>	%
IKAN	16	40
M-IKAN	21	52,5
MH- IKAN	3	7,5
ΣΥΝΟΛΟ	40	100

- *αξιολόγηση μάθησης*: οι μαθητές κρίνουν το πρωτότυπο από πλευράς μάθησης, ικανοποιητικό (>50%), όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα:

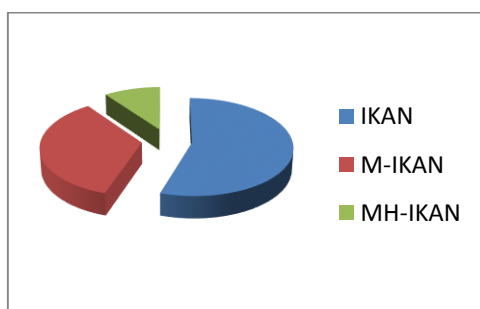
Πίνακας 6.6 Προφίλ Μάθησης.

	<i>N</i>	%
IKAN	22	55
M-IKAN	11	27,5
MH- IKAN	7	17,5
ΣΥΝΟΛΟ	40	100

- *συνολική ικανοποίηση από το λογισμικό*: οι μαθητές κρίνουν το πρωτότυπο από πλευράς συνολικής προσωπικής ικανοποίησης ,σε ικανοποιητικό επίπεδο (>50%), όπως άλλωστε φαίνεται στον επόμενο πίνακα και γράφημα:

Πίνακας 6.6 Προφίλ Συνολικής Ικανοποίησης.

	<i>N</i>	%
IKAN	22	55
M-IKAN	14	35
MH- IKAN	4	10
ΣΥΝΟΛΟ	40	100



Σχήμα 6.4 Γράφημα Αξιολόγησης Πρωτότυπου – Συνολική Προσωπική Ικανοποίηση.

- *Σχόλια*: ομαδοποιώντας τα σχόλια των μαθητών για το πρωτότυπο σύστημα έχουμε τα ακόλουθα
 - ικανοποίηση από την απλότητα της σχεδίασης,
 - απαίτηση για βελτίωση στην διεπαφή από πλευράς αισθητικής (χρώματα, σχήματα), και
 - προσθήκη κίνησης ή video όπου απαιτείται για την παρουσίαση θεωρητικών εννοιών (animation).

Όσο αφορά την ποιοτική ανάλυση, τα ευρήματα της αξιολόγησης από πλευράς εκπαιδευτικών έδειξαν τα ακόλουθα:

- *ευχρηστία* (ευκολία εκμάθησης, ευκολία χρήσης)
 - οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί συμφώνησαν ότι το πρωτότυπο είναι αρκετά ικανοποιητικό από πλευράς απλότητας στην χρήση και στην εκμάθηση. Ένας εκπαιδευτικός πρότεινε να υπάρχει καλύτερο help menu ώστε να βοηθηθεί καλύτερα κάποιος άπειρος χρήστης (χωρίς μεγάλη εμπειρία χρήσης).
- *σχεδιαστικές λεπτομέρειες* (πλοήγηση, διεπαφής)
 - η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών βρήκε την πλοήγηση ικανοποιητική αλλά θα ήθελε να έχει και δυνατότητες μεταφοράς σε όποια εκπαιδευτική ενότητα επιθυμεί ο χρήστης.
 - Η φιλικότητα της διεπαφή κρίθηκε ικανοποιητική χωρίς να «είναι κάτι ιδιαίτερο».
 - Η αισθητική θεωρήθηκε από την πλειοψηφία των εκπαιδευτικών μέτρια (3/4 άτομα), και θα ήθελε προσθήκη ανάλαφρων χρωμάτων και οι σχεδιαστικές γραμμές πιο ευκρινείς.
- *μαθησιακή αποτελεσματικότητα*
 - η μαθησιακή αποτελεσματικότητα θεωρείται από το πρωτότυπο ικανοποιητική γιατί δεν υπάρχουν πολλές άλλες τέτοιες εφαρμογές στο ελληνικό σχολείο.
 - η εξάσκηση με την βοήθεια υπολογιστή σε μαθήματα όπως τα μαθηματικά θεωρείται πολύ καλή παιδαγωγικά βοήθεια, γιατί γενικά οι μαθητές έχουν προβλήματα αφομοίωσης.
- *συνολική ικανοποίηση από το λογισμικό*

- υπάρχει σχετικά υψηλή ικανοποίηση από την χρήση του πρωτότυπου (3/4 άτομα), ωστόσο απαιτούνται βελτιώσεις στην εμφάνιση του λογισμικού, και επίσης να υπήρχε μια πιο αυτοματοποιημένη διαδικασία προσθήκης ή αλλαγής εκπαιδευτικού υλικού στην τελική έκδοση.

6.5 Σύνοψη

Συνολικά, διαπιστώνεται ότι το πρωτότυπο «Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ» από τους τελικούς χρήστες κρίνεται ικανοποιητικό όσο αφορά την ευχρηστία, και την μαθησιακή λειτουργία του, αλλά υστερεί κάπως από σχεδιαστική πλευρά. Ωστόσο, εκτιμάται από όλες τις πλευρές των χρηστών ότι βοηθά πολύ στην καθημερινή διδακτική πράξη.

6.6 Αναφορές

Ελληνόγλωσσες

Αβούρης, Ν., (2000). *Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Μηχανής: Μία Εισαγωγή*, Αθήνα: Δίαυλος.

Ακουμιανάκης, Δ. (2006). *Διεπαφή Χρήστη – υπολογιστή: μια σύγχρονη προσέγγιση*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. D, and Beale, R. (2007). *Επικοινωνία Ανθρώπου – Υπολογιστή* (3η Έκδοση). Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα.

Ζαφειρόπουλος, Κ. (2015). *Πως γίνεται μια επιστημονική εργασία; επιστημονική έρευνα και συγγραφή εργασιών*. Αθήνα: Κριτική.

Garrett, J.-J. (2011). *Βασικά Στοιχεία της εμπειρίας του χρήστη*. Μετάφραση Α. Σαράφη, Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Κουτσαμπάσης, Π. (2011). *Αλληλεπίδραση Ανθρώπου Υπολογιστή, αρχές μέθοδοι και παραδείγματα*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Κυριαζή, Ν. (2009) *Η κοινωνιολογική έρευνα: κριτική επισκόπηση των μεθόδων και των τεχνικών*. Αθήνα: Ελληνικά. Γράμματα.

Λέπουρας, Γ. (2000). *Αλληλεπίδραση Χρήστη - Υπολογιστή: Η Μεθοδολογία της Συμπληρωματικής Υποστήριξης στην Υπηρεσία Διαφορετικών Πολιτισμικών Κοινοτήτων*. Διδακτορική Διατριβή, τμήμα Πληροφορικής, ΕΚΠΑ, Αθήνα.

Νόβα – Καλτσούνη, Χ, (2006) *Μεθοδολογία Εμπειρικής Έρευνας στις Κοινωνικές Επιστήμες*, Αθήνα, Εκδ. Gutenberg.

Ρετάλης, Σ., (επιμ.) (2005). *Οι προηγμένες τεχνολογίες διαδικτύου στην υπηρεσία της μάθησης*. Αθήνα:Καστανιώτης.

Τσιώλης, Γ. (2014). *Μέθοδοι και τεχνικές ανάλυσης στην ποιοτική κοινωνική έρευνα*. Αθήνα: Κριτική.

ΕΒΔΟΜΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

7.1 Συμπεράσματα

Η σημερινή ανάπτυξη της επιστήμης και τεχνολογίας, έφεραν «επανάσταση» στις επιστήμες της εκπαίδευσης. Δόθηκε η δυνατότητα για εκπαίδευση και εξάσκηση με τη βοήθεια των υπολογιστών και κατάλληλων προγραμμάτων εκπαιδευτικού λογισμικού. Επιπλέον, η ανάπτυξη του τομέα της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή πρόσφερε μια πιο «ρεαλιστική» & «ελκυστική» εικόνα των εκπαιδευτικών εργαλείων.

Ένα μοντέρνο εκπαιδευτικό λογισμικό προσφέρει νέες δυνατότητες για χρήση σε διάφορες ηλικίες, παρέχοντας πληροφορίες για αρκετά γνωστικά αντικείμενα, και λειτουργώντας στη διδακτική πράξη μέσα από διάφορες μαθησιακές θεωρίες. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές ταξινομήσεις του εκπαιδευτικού λογισμικού λόγω της ποικιλίας των τύπων του λογισμικού, αλλά και των πεδίων εφαρμογής του (drill & practice, tutorial, simulators κ.α.). Όσο δε για την αξιολόγηση του, διαπιστώθηκε ότι αυτή εκφράζει αξίες που αποδίδει ο εκάστοτε αξιολογητής στην εφαρμογή της τεχνολογίας στο σχολικό περιβάλλον, με απώτερο σκοπό τη βελτίωση του, έτσι ώστε να είναι μαθησιακά αποτελεσματικό, που αποτελεί και το πιο δύσκολο στοίχημα. Όμως οι παράγοντες που το εξετάζουν κρίνονται δύσκολο να καθορισθούν

με σαφήνεια λόγω της πολυπλοκότητας του ανθρώπινου παράγοντα (χρήστη), και αυτό έχει ως επακόλουθο την έλλειψη «αντικειμενικών» μεθόδων αξιολόγησης του εκπαιδευτικού λογισμικού.

Όσο αφορά την αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου και υπολογιστή, αυτή περιλαμβάνει την ανάγκη κατανόησης των χρηστών όσο αφορά το τρόπο σκέψης και επεξεργασίας των πληροφοριών, όπως επίσης και τη συνεργασία τους κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας. Επιπλέον, ένα άλλος σημαντικός παράγοντας είναι ο τρόπος σχεδίασης των λογισμικών, για την ικανοποίηση των αναγκών των χρηστών. Η έρευνα στο τομέα αυτό στοχεύει στην κατασκευή μοντέλων και μεθοδολογιών για αποτελεσματικότερο σχεδιασμό και αξιολόγηση των διαδραστικών συστημάτων, και για αυτό απαιτεί διεπιστημονική προσέγγιση και τεχνογνωσία (εργονομία, γνωστική ψυχολογία, επιστήμη υπολογιστών, κοινωνιολογία, βιομηχανικό σχεδιασμό κ.α.).

Η παρούσα εργασία αφορά τον συγκερασμό μεθόδων σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων και εκπαιδευτικού λογισμικού, με τελική στόχευση την ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού λογισμικού τύπου *drill & practice*, εύκολο στην εκμάθηση, και απλό από σχεδιαστική πλευρά (σε *demo-πilotική εφαρμογή*). Επιλέχθηκε η *ανθρωποκεντρική* μεθοδολογία σχεδίασης *LUCID* για την ανάπτυξη του πρωτότυπου «Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ». Το σύστημα σχεδιάστηκε βάσει των προδιαγραφών που τέθηκαν από τους μελλοντικούς χρήστες του, που ανήκουν στην *Σιβιτανίδειος Δημόσια Σχολή Τεχνών και Επαγγελματιών*.

Από την αξιολόγηση του πρωτότυπου «Οικονομικά Μαθηματικά ΕΠΑΛ» από τους τελικούς χρήστες διαπιστώθηκε ικανοποιητικό όσο αφορά την ευχρηστία, και την μαθησιακή λειτουργία του, αλλά και κάποια υστέρηση όσο αφορά τη σχεδιαστική πλευρά. Ωστόσο, εκτιμάται από όλες τις πλευρές των χρηστών ότι το πρωτότυπο βοηθά πολύ στην καθημερινή διδακτική πράξη, και αν βελτιωθεί στην τελική πλήρη έκδοση του, θα αποτελέσει μια σημαντική συμβολή στην εκπαιδευτική πράξη και ειδικότερα στην πολύπαθη επαγγελματική εκπαίδευση.

7.2 Προτάσεις

Το πρωτότυπο που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε, αποτελεί ένα εκπαιδευτικό λογισμικό εξάσκησης στα οικονομικά μαθηματικά για μαθητές των ΕΠΑΛ. Ωστόσο, όπως συμβαίνει σε κάθε έργο λογισμικού που αναπτύσσεται, πάντοτε παραμένουν ζητήματα προς επίλυση και χαρακτηριστικά προς υλοποίηση. Σε επόμενη φάση

απαιτείται να υπάρξουν σχεδιαστικές παρεμβάσεις στην διεπιφάνεια όσο αφορά τη φιλικότητα και την αισθητική. Επίσης, ολοκλήρωση του εκπαιδευτικού υλικού (προσθήκη όλης της επίσημης ύλης) και ανάπτυξη μιας ειδικής διεπαφής για ανανέωση του εκπαιδευτικού υλικού (για τον διαχειριστή εκπαιδευτικό).

Η μορφή της αλληλεπίδρασης θα μπορούσε να επεκταθεί σε live chat με κείμενο, εικόνα και ήχο. Ακόμα, θα πρέπει να εξεταστούν οι δυνατότητες συνεργατικής εκπόνησης ασκήσεων. Επιπλέον, θα μπορούσε να επεκταθεί και να ολοκληρωθεί σύστημα αυτόματης βαθμολόγησης του εκπαιδευόμενου. Μετά την ολοκλήρωση της άσκησης, θα μπορεί να υπολογίζεται βαθμός, ο οποίος θα καταχωρείται σε μια Βάση Δεδομένων που θα περιέχει όλους τους εκπαιδευόμενους. Παράλληλα, θα μπορούσε να ενισχυθεί η εμπειρία χρήσης του γνωστικού αντικείμενου με την προσθήκη βοηθητικών ενοτήτων που μέσω του συνδυασμού κειμένου, διαγραμμάτων και animation, θα μπορεί να βοηθήσει τον εκπαιδευόμενο να εξοικειωθεί εύκολα και γρήγορα με τα οικονομικά μαθηματικά. Όλες αυτές οι μελλοντικές επεκτάσεις ξεφεύγουν από το στόχο της παρούσας εργασίας και αποτελούν δράσεις σε επόμενο επίπεδο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

Αβούρης, Ν., (2000). *Αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Μηχανής: Μία Εισαγωγή*, Αθήνα: Δίαυλος.

Bertrand, Y. (1994). *Σύγχρονες Εκπαιδευτικές Θεωρίες*, Μετάφρ. Αθηνά Σιπητάνου και Ελένη Λινάρδου (Επιμ. Αθηνά Σιπητάνου). Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Γερογιάννης, Β. Κακαρόντζας, Γ. Καμέας, Α. Σταμέλος, Ι. και Φιτσιλής, Π. (2009). *Αντικειμενοστρεφής Ανάπτυξη Λογισμικού με τη UML*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Γιαννούλιας, Α.Ε. (2009). *Εκπαιδευτικό Λογισμικό*. Αθήνα: Εκδόσεις Κραυκάς.

Δεληγιάννης, Φ. Κωστάκης, Π. Ράμμος, Χ. Χαλκίδης, Α. Σαρρής, Ν. και Δημητριάδης, Σ.Ν. (2015). *Θεωρίες Μάθησης & Εκπαιδευτικό Λογισμικό*. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοήθηματα, www.kallipsos.gr.

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. D, and Beale, R. (2007). *Επικοινωνία Ανθρώπου – Υπολογιστή* (3η Έκδοση). Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα.

Ζαφειρόπουλος, Κ. (2015). *Πως γίνεται μια επιστημονική εργασία; επιστημονική έρευνα και συγγραφή εργασιών*. Αθήνα: Κριτική.

Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις Εφαρμογές των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*. Αθήνα: Εκδ. Νέων Τεχνολογιών.

Κουτσαμπάσης, Π. (2011). *Αλληλεπίδραση Ανθρώπου Υπολογιστή, αρχές μέθοδοι και παραδείγματα*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Μικρόπουλος, Α. (2000). *Εκπαιδευτικό Λογισμικό, Εκπαιδευτικό Λογισμικό, Πολυμέσα, Θέματα Σχεδίασης Λογισμικού και Αξιολόγηση*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Νόβα – Καλτσούνη, Χ, (2006) *Μεθοδολογία Εμπειρικής Έρευνας στις Κοινωνικές Επιστήμες*, Αθήνα, Εκδ. Gutenberg.

Μικρόπουλος, Α. (2006). *Ο υπολογιστής ως γνωστικό εργαλείο*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Μακράκης, Β. (2000). *Υπερμέσα στην Εκπαίδευση. Μια κοινωνικο - εποικοδομιστική προσέγγιση*. Αθήνα: Μεταίχμιο - Επιστήμες.

Πανέτσος, Σπ. (2001). *Οι Υπολογιστές στην Εκπαίδευση*. Αθήνα: ΙΩΝ.

Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρακέας, Χ. & Πιντέλας, Π. (2003). *Το Εκπαιδευτικό Λογισμικό και η Αξιολόγησή του*. Αθήνα, Μεταίχμιο.

Πιντέλας, Π. (2000). *Μια πρόταση προς την κατεύθυνση της εξασφάλισης της ποιότητας του Εκπαιδευτικού Λογισμικού*. Πάτρα, 2000.

Ρετάλης, Σ., (επιμ.) (2005). *Οι προηγμένες τεχνολογίες διαδικτύου στην υπηρεσία της μάθησης*. Αθήνα:Καστανιώτης.

Ράπτης, Α. και Ράπτη, Α. (2002). *Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορικής*. Αθήνα: Έκδοση ιδίων.

Σαραφίδου, Γ.-Ο. (2011). *Συνάρθρωση ποσοτικών & ποιοτικών προσεγγίσεων, η εμπειρική έρευνα*. Αθήνα: Gutenberg.

Σολομωνίδου, Χ. (2001). *Σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία*. Θεσ/νίκη:Κώδικας.

Sommerville, I. (2009). *Βασικές Αρχές Τεχνολογίας Λογισμικού*. Αθήνα: εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Τσιώλης, Γ. (2014). *Μέθοδοι και τεχνικές ανάλυσης στην ποιοτική κοινωνική έρευνα*. Αθήνα: Κριτική.

Χατζηγεωργίου, Ι. (1999). "Γνώθι το Curriculum". Θέματα αναλυτικών προγραμμάτων και διδακτικής. Αθήνα: Ατραπός.

Ξενόγλωσση

Burnstein, I. (2002). *Practical Software Testing. A Process-Oriented Approach*. Springer-Verlag.

Driscoll, M. P. (2000). *Psychology of learning for instruction*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.

Duchastel, P.C. (1987). Structures and methodologies for the evaluation of educational software. In: *Studies in Educational Evaluation*.

Fischer, C. Dwyer, D.C. and Yokam, K. (1999). *Education & Technology: Reflections on Computing in Classrooms*. SF: Jossey-Bass Publishers.

Fullan, M. (1993). *Change Forces: Probing the Depths of Educational Reform*. NY: The Farmer Press. Hinostroza, E.J. & Mellar, H. (2000), Considering Pedagogy in the Design, Development and Evaluation of Educational Software. World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia, Montreal.

Lebrun, M. (1999). *Des technologies pour enseigner at apprendre*. Bruxelles : De Boeck&Larcier.

Mellar, H. Preston, C. Hinostroza, E. and Rehbein, L. (2000). Developing educational software: A professional tool perspective. *Education & Information Technologies*, 5(2), 103-117.

Mitropoulou, V. and Triantafyllidis, G. (2005). Design of Educational Software: Programmer and Teacher Approach. 3rd International Symposium of Interactive media Design. ISIMB, Istanbul.

Nielsen J. (1993). *Usability Engineering*, Academic Press, London 1993.

Nielsen, J., (1994) Usability inspection methods, in Nielsen J., Mark R.L. (eds.), *Usability Inspection Methods*, John Willey, New York, 1994.

Poole, B.J. (1997). *Education for an information age. Teaching in the computerized classroom*. USA: McGraw-Hill.

Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S., Carey, T. (1994). *Human-Computer Interaction*. Wokingham, England: Addison-Wesley Publishing Company.

Schwieb, R.A. and Misanchuk, E.R. (1993). *Interactive multimedia instruction*. Englewood Cliffs, N.J.: Educational Technology Publications.

Shaw, M. and Garlan, D. (1996). *Software Architecture: Perspectives on an Emerging Discipline*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Squires, D. and McDougall, A. (1994). *Choosing and using educational software: a teachers' guide*. Bristol, PA: Taylor & Francis Inc.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

■ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1



ΠΜΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΑΓΚΩΝ-ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΜΑΘΗΤΕΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΠΡΟΦΙΛ

1. Φύλο

ΑΓΟΡΙ ΚΟΡΙΤΣΙ

2. Βαθμολογία στο μάθημα «Οικονομικά Μαθηματικά» στο 1^ο τετράμηνο

<10 10-14 14-17 >17

3. Επίπεδο γνώσης Η/Υ

Χωρίς γνώση Η/Υ

Βασικό επίπεδο (χρήση MSoffice,Internet)

Προσωρημένο επίπεδο γνώσης (προγρ.Η/Υ)

4. Επίπεδο χρήσης Η/Υ

	Πολλές φορές την Ημέρα	Πολλές φορές την εβδομάδα	μία φορά την εβδομάδα	Λιγότερο συχνά	Ποτέ
Διαδίκτυο (e-mail, κοινωνική δικτύωση-facebook,twitter, κ.α.)					
Χρήση MSoffice (Word, Excell, PowerPoint)					
Προγραμματισμός Η/Υ (VBasic, C++,Java κλπ.)					

5. Χρήση Εκπαιδευτικού Λογισμικού

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Αν ΝΑΙ

Χρήση Drill&Practice

Χρήση Tutorial

Χρήση Πολυμέσων

Χρήση άλλου τύπου λογισμικού

6. Είστε ήδη απόφοιτος Γενικού Λυκείου

ΝΑΙ

ΟΧΙ

7. Επίπεδο Σπουδών Γονέων (πατέρα ή μητέρα, επιλέξτε το γονέα με το υψηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης)

Χωρίς γνώση Η/Υ

Βασικό επίπεδο (χρήση MSoffice,Internet)

Προσωρημένο επίπεδο γνώσης (προγρ.Η/Υ)

ΑΠΟΨΗ

8. Είστε ικανοποιημένος από την παροχή εκπαίδευσης στο ΕΠΑΛ σας;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

9. Είστε ικανοποιημένος από την χρήση υπολογιστών και νέων τεχνολογιών στο ΕΠΑΛ σας;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

10. Υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης της χρήσης υπολογιστών και νέων τεχνολογιών στο ΕΠΑΛ σας;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ-ΑΝΑΓΚΕΣ

11. Ποιες απαιτήσεις έχετε από ένα εκπαιδευτικό λογισμικό;

Ευκολία εκμάθησης

Ταχύτητα εκτέλεσης

Ευκολία Χρήσης

Ικανοποίηση χρήσης

Άλλο

12. Τι τεχνικές απαιτήσεις έχετε από ένα εκπαιδευτικό λογισμικό;

Windows

Linux

RAM

Άλλο

13. Τι εκπαιδευτικές ανάγκες έχετε από ένα εκπαιδευτικό λογισμικό για τα Οικονομικά Μαθηματικά;

Σχόλια (ότι άλλο θέλετε να συμπληρώσετε)

Ευχαριστώ για το χρόνο σας

■ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2



ΠΜΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΝΑΓΚΩΝ-ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ
ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ
ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗ**

ΠΡΟΦΙΛ

1. Φύλο

ΑΝΔΡΑΣ ΓΥΝΑΙΚΑ

2. Επίπεδο Σπουδών

ΑΕΙ ΤΕΙ MSc PhD.

Περιγράψτε το αντικείμενο των μεταπτυχιακών ή διδακτορικών σπουδών

3. Επαγγελματική σχέση με την Σιβιτανίδειο Σχολή

Μόνιμος Έκτακτος

4. Εκπαιδευτική Προϋπηρεσία (συνολική σε έτη)

5. Επίπεδο γνώσης Η/Υ

Χωρίς γνώση Η/Υ

Βασικό επίπεδο (χρήση MSoffice,Internet)

Προσορμημένο επίπεδο γνώσης (προγρ.Η/Υ)



6. Επίπεδο χρήσης Η/Υ

	Πολλές φορές την Ημέρα	Πολλές φορές την εβδομάδα	μία φορά την εβδομάδα	Λιγότερο συχνά	Ποτέ
Διαδίκτυο (e-mail, κοινωνική δικτύωση-facebook,twitter, κ.α.)					
Χρήση MSoffice (Word, Excell, PowerPoint)					
Προγραμματισμός Η/Υ (VBasic, C++,Java κλπ.)					

7. Χρήση Εκπαιδευτικού Λογισμικού στο αντικείμενο σας

ΝΑΙ

ΟΧΙ



Περιγράψτε τις εντυπώσεις από την χρήση

ΑΠΟΨΗ

8. Είστε ικανοποιημένος από την παροχή εκπαίδευσης στο ΕΠΑΛ σας;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

9. Είστε ικανοποιημένος από την χρήση υπολογιστών και νέων τεχνολογιών στο ΕΠΑΛ σας;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

10. Υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης της χρήσης υπολογιστών και νέων τεχνολογιών στο ΕΠΑΛ σας;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ-ΑΝΑΓΚΕΣ

11. Ποιες απαιτήσεις έχετε από ένα εκπαιδευτικό λογισμικό;

Ευκολία εκμάθησης

Ταχύτητα εκτέλεσης

Ευκολία Χρήσης

Ικανοποίηση χρήσης

Άλλο

12. Τι τεχνικές απαιτήσεις έχετε από ένα εκπαιδευτικό λογισμικό;

Windows

Linux

RAM

Άλλο

13. Τι εκπαιδευτικές ανάγκες έχετε από ένα εκπαιδευτικό λογισμικό για τα Οικονομικά Μαθηματικά;

Σχόλια (ότι άλλο θέλετε να συμπληρώσετε)

Ευχαριστώ για το χρόνο σας

■ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3



ΠΜΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

ΦΥΛΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

Ημερομηνία Καταγραφής: _____

Τμήμα: _____

1. Διδακτική πράξη (δραστηριότητες, σχολικό περιβάλλον/κλίμα)

2. Εκπαιδευτική επίσημη ύλη (παρατηρήσεις, περιγραφή)

A large, empty rounded rectangular box with a black border, intended for taking notes or providing a description. The box is vertically oriented and occupies most of the lower half of the page.

Γενικά Σχόλια



ΠΜΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

ΜΑΘΗΤΕΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

ΕΥΧΡΗΣΤΙΑ

1. Είστε ικανοποιημένος από την ευκολία εκμάθησης του πρωτότυπου λογισμικού για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

2. Είστε ικανοποιημένος από την ευκολία χρήσης του πρωτότυπου λογισμικού για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

3. Είστε ικανοποιημένος από την δυνατότητα πλοήγησης που διαθέτει το πρωτότυπο λογισμικό για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

4. Είστε ικανοποιημένος από την φιλικότητα προς τον χρήστη που διαθέτουν οι διεπαφές του πρωτότυπου λογισμικού για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

5. Είστε ικανοποιημένος από την αισθητική των διεπαφών που διαθέτει το πρωτότυπο λογισμικό για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

ΜΑΘΗΣΗ

6. Είστε ικανοποιημένος από την εκπαίδευση που παρέχει το πρωτότυπο λογισμικό για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗ

7. Είστε συνολικά ικανοποιημένος από το πρωτότυπο λογισμικό για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

Σχόλια (ότι άλλο θέλετε να συμπληρώσετε)

Ευχαριστώ για το χρόνο σας

■ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5



ΠΜΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

**ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ
ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

ΕΥΧΡΗΣΤΙΑ

1. Είστε ικανοποιημένος από την ευκολία εκμάθησης του πρωτότυπου λογισμικού για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

Αιτιολογήστε την απάντησή σας

2. Είστε ικανοποιημένος από την ευκολία χρήσης του πρωτότυπου λογισμικού για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

Αιτιολογήστε την απάντησή σας

ΣΥΛΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ

3. Είστε ικανοποιημένος από την δυνατότητα πλοήγησης που διαθέτει το πρωτότυπο λογισμικό για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

Αιτιολογήστε την απάντησή σας

4. Είστε ικανοποιημένος από την φιλικότητα προς τον χρήστη που διαθέτουν οι διεπαφές του πρωτότυπου λογισμικού για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

Αιτιολογήστε την απάντησή σας

5. Είστε ικανοποιημένος από την αισθητική των διεπαφών που διαθέτει το πρωτότυπο λογισμικό για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

Αιτιολογήστε την απάντησή σας

ΜΑΘΗΣΗ

6. Είστε ικανοποιημένος από την εκπαίδευση που παρέχει το πρωτότυπο λογισμικό για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

Αιτιολογήστε την απάντησή σας

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗ

7. Είστε συνολικά ικανοποιημένος από το πρωτότυπο λογισμικό για τα «Οικονομικά Μαθηματικά»;

Καθόλου ικανοποιημένος	Λίγο ικανοποιημένος	Μέτρια ικανοποιημένος	Αρκετά ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος

Αιτιολογήστε την απάντησή σας

Σχόλια (ότι άλλο θέλετε να συμπληρώσετε)

Ευχαριστώ για το χρόνο σας