

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών Και Εφαρμοσμένων Επιστημών

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφοριακών Και
Επικοινωνιακών Συστημάτων**

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Υλοποίηση Προσαρμοστικού Συστήματος Ηλεκτρονικής
Μάθησης και Αξιολόγηση της Ευχρηστίας του**

Μαρία Αβραμούλη

**Επιβλέπων Καθηγητής
Θανάσης Χατζηλάκος**

Δεκέμβριος 2016

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών Και Εφαρμοσμένων Επιστημών

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφοριακών Και
Επικοινωνιακών Συστημάτων**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Υλοποίηση Προσαρμοστικού Συστήματος Ηλεκτρονικής
Μάθησης και Αξιολόγηση της Ευχρηστίας του**

Μαρία Αβραμούλη

**Επιβλέπων Καθηγητής
Θανάσης Χατζηλάκος**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών
Στα Πληροφοριακά Και Επικοινωνιακά Συστήματα
από τη Σχολή Θετικών Και Εφαρμοσμένων Επιστημών
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Δεκέμβριος 2016

Περίληψη

Μεταξύ των διαφορετικών μοντέλων μάθησης που έχουν εφαρμοστεί κατά καιρούς, η προσαρμοστική μάθηση κερδίζει σήμερα όλο και περισσότερο έδαφος. Επιπλέον, τα προσαρμοστικά συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης (e-learning) υποστηρίζονται από τα δυναμικά αναπτυσσόμενα εξ αποστάσεως μαθήματα (e-courses), τα οποία αφορούν σ' ένα ευρύ, αλλά και με διαφορετικές ανάγκες κοινό. Ένα τέτοιο μαθησιακό σύστημα μπορεί να προσαρμόζει την παρουσίαση, την πλοήγηση, το περιεχόμενο, την ανατροφοδότηση, τη βοήθεια και την αξιολόγηση στις ανάγκες του μαθητή. Ωστόσο, είναι εύλογο ότι η αποδοχή του συστήματος από την εκπαιδευτική κοινότητα βασίζεται στην ευχρηστία του. Η βελτίωση της μέσω της εμπειρίας χρήστη θα μπορούσε να αναγάγει ένα τέτοιο εκπαιδευτικό προσαρμοστικό σύστημα σ' ένα περαιτέρω επιτυχημένο εκπαιδευτικό εργαλείο με δυναμική ανάπτυξη.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υλοποιήθηκε το προσαρμοστικό σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης e-adapt. Η υλοποίηση του βασίστηκε στο μοντέλο της Mavroudi (2014), με κάποιες τροποποιήσεις και προσθήκες, και στις σχεδιαστές αρχές ευχρηστίας.

Στη συνέχεια σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε στο e-adapt διαμορφωτική αξιολόγηση ευχρηστίας μέσω της εμπειρίας χρήστη. Τρεις διαφορετικές χρονικές φάσεις αξιολόγησης και οι μέθοδοι του πρωτοκόλλου ομιλούντος υποκειμένου, του πρωτοκόλλου ερωτήσεων-απαντήσεων, της συνέντευξη και του ερωτηματολογίου συνδυάζονται κατάλληλα με στόχο την πολύπλευρη αξιολόγηση της ευχρηστίας.

Στα δεδομένα που συλλέχθηκαν εφαρμόστηκε ποιοτική και ποσοτική ανάλυση, η οποία ανέδειξε τα προβλήματα ευχρηστίας και τα λάθη, με βασική αιτία την ορολογία. Παράλληλα, διαπιστώθηκε η αποδοτικότητα, η ευκολία εκμάθησης και η αποδοχή του e-adapt. Τέλος, η προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί από οποιοδήποτε σύστημα.

Λέξεις Κλειδιά: *προσαρμοστική μάθηση, ηλεκτρονική μάθηση, ευχρηστίας, εμπειρία χρήστη*

Summary

Among the different learning models that have been extensively used adaptive learning seems quite promising. Furthermore, adaptive e-learning systems is supported by the dynamically developed e-courses serve as an extremely useful tool for the adaptive educational system. On the other hand, in adaptive educational system the learning tools modify the presentation, the navigation, the content, the feedback, the help and the evaluation to student needs. However, the acceptance of the system from the educational community relies on its usability. Thus, the constant improvement of the certain system through the user experience can further promote its dynamic development.

The adaptive e-learning system e-adapt presented in this thesis. The implementation was based on the Mavroudi's model (2014), with some modifications and adjustments, and on usability principles.

Furthermore, a formative evaluation of usability through the user experience was established for the e-adapt system. Three different time phases of evaluation and the methods of think-aloud protocol, question-asking protocol, interview and questionnaire are appropriately combined to consist a multifaceted usability evaluation.

The data collected was applied qualitative and quantitative analysis, which highlighted usability problems and errors with basic cause the terminology. At the same time, the efficiency, ease of learning and acceptance of e-adapt was discovered. Final, the proposed evaluation methodology can be used by any system.

Keywords: *adaptive learning, e-learning, usability, user experience*

Ευχαριστίες

Για την εκπόνηση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής θεωρώ ηθική μου υποχρέωση να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Θανάση Χατζηλάκο, ο οποίος με ενέπνευσε να επιλέξω το θέμα της διατριβής. Ένα κομμάτι της μεταπτυχιακής διατριβής μου αφορά στο προγραμματισμό, ο οποίος αποτελεί ευχάριστη για εμένα απασχόληση. Ο κ. Χατζηλάκος μου έδειξε όμως επιπλέον και μια άλλη νέα για εμένα πλευρά του προγραμματισμού, το πως μπορείς να αιτιολογήσεις και να παρουσιάσεις τη δουλειά σου ώστε να γίνει χρήσιμη για το κοινό.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Άννα Μαυρουδή για τις πολύτιμες συμβουλές και παρεμβάσεις της κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής διατριβής. Εκτιμώ ωστόσο την κατανόηση που έδειξαν τόσο ο κ. Χατζηλάκος όσο και κ. Μαυρουδή.

Θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω την οικογένεια μου, το κάθε ένα μέλος της με βοήθησε με τον τρόπο του, έτσι ώστε να ασχοληθώ στο βαθμό που ήθελα με τις μεταπτυχιακές μου σπουδές και κυρίως τα δύο παιδιά μου Παναγιώτη και Αγγελική, τα οποία στερήθηκαν την παρουσία μου για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους, οι οποίοι έλαβαν μέρος στην αξιολόγηση του συστήματος και με βοήθησαν έτσι να ολοκληρώσω τη μεταπτυχιακή μου διατριβή.

«Ένας σοφός σχεδιαστής αφήνει τους χρήστες να κάνουν τη δική του δουλειά και δεν προσπαθεί να ανακαλύψει τι θα ήθελαν αυτοί» Theo Mandel (1997).

Περιεχόμενα

| | |
|--|-----------|
| Εισαγωγή | 2 |
| 1.1 Πρόλογος | 2 |
| 1.2 Σκοπός - Ερευνητικά Ερωτήματα..... | 4 |
| 1.3 Ανασκόπηση | 5 |
| 1.4 Δομή εργασίας | 9 |
| Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Συστήματα | 11 |
| 2.1 Θεωρητικό Πλαίσιο..... | 11 |
| 2.1.1 Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας – Προσαρμοστικά Συστήματα Υπερμέσων..... | 12 |
| 2.1.2 Κατηγοριοποίηση Προσαρμοστικών Εκπαιδευτικών Συστημάτων..... | 13 |
| 2.2 Στρατηγικές Προσαρμοστικότητας | 15 |
| 2.3 Υπάρχουσες Προσαρμοστικές Εκπαιδευτικές Εφαρμογές | 16 |
| 2.3.1 Ερευνητικές Εφαρμογές | 16 |
| 2.3.2 Εμπορικές εφαρμογές..... | 19 |
| 2.4 Μαθησιακή Σχεδίαση και IMS-Learning Design | 24 |
| 2.5 Συνεργατική Σχεδίαση/Μάθηση Μέσω Υπολογιστή..... | 25 |
| Ευχρηστία | 28 |
| 3.1 Η Έννοια Της Ευχρηστίας..... | 28 |
| 3.2 Γιατί Πρέπει Μια εφαρμογή Να Είναι Εύχρηστη; | 30 |
| 3.3 Σχεδιαστικές Αρχές Ευχρηστίας..... | 31 |
| 3.3.1 Αρχές Γενικών Διαδικτυακών Εφαρμογών..... | 31 |
| 3.3.2 Αρχές Συστημάτων Ηλεκτρονικής Μάθησης..... | 34 |
| 3.3.3 Αρχές Προσαρμοστικών Συστημάτων | 39 |
| Εμπειρία Χρήστη | 41 |
| 4.1 Η Έννοια Της Εμπειρίας Χρήστη | 41 |
| 4.2 Σχεδιασμός Μέτρησης Εμπειρίας Χρήστη | 42 |
| 4.2.1 Βήματα Μελέτης..... | 43 |
| 4.2.2 Μέθοδοι Αξιολόγησης Ευχρηστίας | 48 |
| 4.3 Μέτρηση Ευχρηστίας..... | 53 |
| 4.3.1 Αποδοτικότητα (Efficiency) | 53 |
| 4.3.2 Προβλήματα Ευχρηστίας (Issue based ή Usability Problems)..... | 54 |
| 4.3.3 Λάθη (Errors) | 56 |
| 4.3.4 Ευκολία εκμάθησης (Learnability) | 57 |
| 4.3.5 Απομνημόνευση (Memorability) | 58 |
| 4.3.6 Ικανοποίηση (Satisfaction) | 58 |
| e-adapt Σύστημα | 68 |

| | |
|---|------------|
| 5.1 Γενικά Για Το Σύστημα e-adapt | 68 |
| 5.2 Αρχιτεκτονική Του e-adapt | 70 |
| 5.2 Τεχνολογία Και Λογισμικό Συστήματος..... | 72 |
| 5.3 Παράμετροι Προσαρμοστικότητας..... | 73 |
| 5.4 Μέθοδοι Προσαρμοστικότητας..... | 76 |
| 5.5 Συνεργατική Σχεδίαση και Μάθηση | 77 |
| 5.6 Παιχνιδοποίηση..... | 77 |
| 5.7 Ευχρηστία..... | 78 |
| Πειραματική Διαδικασία..... | 79 |
| 6.1 Πείραμα | 79 |
| 6.1.1 Φάσεις Αξιολόγησης..... | 80 |
| 6.1.2 Αριθμός Συμμετεχόντων | 81 |
| 6.1.3 Ορισμός Εργασιών..... | 81 |
| 6.2 Ανάλυση | 82 |
| 6.2.1 Ανάλυση Δοκιμής Από Το Χρήστη (Φάση 1 ^η)..... | 82 |
| 6.2.2 Ανάλυση Συνέντευξης (Φάση 2 ^η) | 94 |
| 6.2.3 Ανάλυση Ερωτηματολογίου (Φάση 3 ^η)..... | 95 |
| 6.3 Συμπεράσματα | 100 |
| Επίλογος..... | 103 |
| Παραρτήματα | |
| Επιλεγμένες Οθόνες Εφαρμογής | 107 |
| A.1 Οθόνη Μεταδεδομένων Μαθήματος..... | 107 |
| A.2 Λίστα Μαθημάτων Χρήστη | 107 |
| A.3 Λίστα Όλων Των Μαθημάτων | 108 |
| A.4 Δημιουργία Σχεδίου Μαθήματος | 108 |
| A.5 Φόρμα Δραστηριότητας..... | 109 |
| A.6 Φόρμα διαμοιρασμού | 110 |
| Φόρμες Καταγραφής | 111 |
| B.1 Φόρμα Καταγραφής Εργασίας..... | 111 |
| B.2 Φόρμα Καταγραφής Λαθών | 113 |
| B.3 Φόρμα Καταγραφής Προβλημάτων Ευχρηστίας..... | 114 |
| Ερωτηματολόγια Ευχρηστίας | 115 |
| Γ.1 Ερωτηματολόγιο SUS..... | 115 |
| Γ.2 Ερωτηματολόγιο CSUQ..... | 116 |

| | |
|------------------------------------|------------|
| Γ.3 Ερωτηματολόγιο USE | 117 |
| Γ.4 Ερωτηματολόγιο UMUX..... | 118 |
| Ερωτήσεις Συνέντευξης | 119 |
| Βιβλιογραφία | 120 |

Λίστα Εικόνων

| | |
|--|----|
| Εικόνα 1. Αρχιτεκτονική του UZWEBMAT..... | 17 |
| Εικόνα 2. ΑΕHS-LS Αρχιτεκτονική..... | 19 |
| Εικόνα 3. Knewton πλατφόρμα..... | 21 |
| Εικόνα 4. Smartsparrow πλατφόρμα-Οθόνη σχεδίασης μαθήματος..... | 23 |
| Εικόνα 5. ScootPad πλατφόρμα-Οθόνη σχεδίασης μαθήματος..... | 24 |
| Εικόνα 6. IMS-Learning Design..... | 25 |
| Εικόνα 7. Μοντέλο προσαρμοστικού συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης από Mavroudi (2014)..... | 69 |
| Εικόνα 8. Σχεδιασμός Μαθησιακής Ενότητας στο e-adapt..... | 72 |

Λίστα Πινάκων

| | |
|---|-----|
| Πίνακας 1. Αντιστοίχιση ορισμών ευχρηστίας (ISO 9241-11) - (Nielsen,1994)..... | 30 |
| Πίνακας 2. Σενάρια και μετρικές μελετών ευχρηστίας..... | 45 |
| Πίνακας 3. Διαστάσεις ευχρηστίας στο ερωτηματολόγιο SUS..... | 64 |
| Πίνακας 4. Διαστάσεις ευχρηστίας στο ερωτηματολόγιο CSUQ..... | 65 |
| Πίνακας 5. Διαστάσεις ευχρηστίας στο ερωτηματολόγιο QUIS..... | 65 |
| Πίνακας 6. Διαστάσεις ευχρηστίας στο ερωτηματολόγιο USE..... | 65 |
| Πίνακας 7. Διαστάσεις ευχρηστίας στο ερωτηματολόγιο SUMI..... | 66 |
| Πίνακας 8. Διαστάσεις ευχρηστίας στο ερωτηματολόγιο UMUX..... | 66 |
| Πίνακας 9. Σύνδεση μαθησιακού στυλ (VARK) με δραστηριότητες..... | 73 |
| Πίνακας 10. Κατηγοριοποίηση της πρότερης γνώσης..... | 74 |
| Πίνακας 11. Κατηγοριοποίηση του ποσοστού προόδου..... | 74 |
| Πίνακας 12. Προβλήματα ευχρηστίας ανά χρήστη και ανά σοβαρότητα..... | 86 |
| Πίνακας 13. Λάθη ανά σοβαρότητα..... | 91 |
| Πίνακας 14. Ικανοποίηση ανά εργασία..... | 93 |
| Πίνακας 15. Στοιχεία ερωτηματολογίου USE..... | 96 |
| Πίνακας 16. Συνολική αντίληψη από τις εργασίες (Φάση 1 ^η) και από το ερωτηματολόγιο (Φάση 3 ^η)..... | 97 |
| Πίνακας 17. Θετικά σημεία του e-adapt..... | 99 |
| Πίνακας 18. Αρνητικά σημεία του e-adapt..... | 100 |

Λίστα Διαγραμμάτων

| | |
|---|----|
| Διάγραμμα 1. Ποσοστό ολοκλήρωσης εργασιών χωρίς βοήθεια και με βοήθεια | 84 |
| Διάγραμμα 2. Αριθμός προβλημάτων ανά κατηγορία..... | 89 |
| Διάγραμμα 3. Διάγραμμα διασποράς ικανοποίησης χρήστη..... | 97 |
| Διάγραμμα 4. Αραχνοειδές διάγραμμα ερωτηματολογίου USE..... | 98 |

Συντομογραφίες

| | |
|--------|---|
| CSCD | Συνεργατικός Σχεδιασμός μέσω Υπολογιστή (Computer Supported Collaborative Design) |
| CACL | Συνεργατικός Μάθηση μέσω Υπολογιστή (Computer Supported Collaborative Learning) |
| AHS | Προσαρμοστικά Συστήματα Υπερμέσεων (Adaptive Hypermedia Systems) |
| ITS | Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας (Intelligent Tutoring Systems) |
| LD | Μαθησιακή Σχεδίαση (Learning Design) |
| IMS-LD | IMS-Μαθησιακή Σχεδίαση (IMS- Learning Design) |
| UCD | Χρηστο-κεντρικός Σχεδιασμός (User Centered Design) |
| LCD | Μαθητικο-κεντρικός Σχεδιασμός (Learner Centered Design) |
| ΠΕΣ | Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Συστήματα |

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Πρόλογος

Τα τελευταία χρόνια οι οργανισμοί και τα εκπαιδευτικά ιδρύματα επενδύουν στις νέες τεχνολογίες για να βελτιώσουν την κατάρτιση και την εκπαίδευση. Οι διαδικτυακές εφαρμογές (Web Applications – WebApps) είναι περιβάλλοντα που συνδυάζουν πληροφορία, λειτουργικότητα και υπηρεσίες και έχουν γίνει στις μέρες μας οι επικρατέστερες μορφές ανάπτυξης και διανομής λογισμικού. Ως εκ τούτου, μία από τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι το διαδίκτυο και πιο συγκεκριμένα οι διαδικτυακές εκπαιδευτικές εφαρμογές, οι οποίες μπορούν να θεωρηθούν κατηγορία της ηλεκτρονικής μάθησης (e-learning).

Ο ορισμός της ηλεκτρονικής μάθησης (e-learning) δεν είναι ξεκάθαρος. Ο Nichols (2003) ορίζει ότι η ηλεκτρονική μάθηση είναι η χρήση των τεχνολογικών εργαλείων, που είτε βασίζονται στο διαδίκτυο (web-based) είτε είναι κατανεμημένα στο διαδίκτυο, και έχει σαν στόχο τη μάθηση. Σύμφωνα με τον Clark (2002), η ηλεκτρονική μάθηση αναφέρεται στο περιεχόμενο και στις εκπαιδευτικές μεθόδους που διανέμονται μέσω του CD-ROM, του διαδικτύου (Internet) και του ενδοδικτύου (Intranet). Ο Ellis (2004) στα χαρακτηριστικά του Clark (2002) συμπληρώνει ότι η ηλεκτρονική μάθηση πρέπει να περιέχει ήχο –και βιντεοκασέτες-, δορυφορική μετάδοση και διαδραστική τηλεόραση. Οι Clark και Mayer (2016) ορίζουν ότι ηλεκτρονική μάθηση είναι η διδασκαλία που προσφέρεται από ψηφιακές συσκευές (σταθεροί υπολογιστές, φορητοί υπολογιστές, tablet, έξυπνα κινητά) με σκοπό τη μάθηση. Οι Moore κ.α. (2011) οι οποίοι μελέτησαν τους ορισμούς που δόθηκαν στον όρο ηλεκτρονική μάθηση αναφέρουν ότι «σε όλους τους ορισμούς περιλαμβάνονται τεχνολογικά χαρακτηριστικά» (σελ.3).

Η ηλεκτρονική μάθηση δεν πρέπει να είναι στατική αλλά δυναμική. Η διδασκαλία και το περιεχόμενο της πρέπει να ενημερώνονται και να εμπλουτίζονται συνεχώς, και αυτό

μπορεί επιτευχθεί γρηγορότερα μέσω της τεχνολογίας του διαδικτύου. Κατά συνέπεια, στον ορισμό της ηλεκτρονικής μάθησης θα πρέπει περιλαμβάνεται και η λέξη «*διαδίκτυο*».

Η εκπαιδευτική βιβλιογραφία αναφέρει ότι υπάρχουν αρκετοί τρόποι μάθησης, ένας από αυτούς είναι και η προσαρμοστική μάθηση. Οι εκπαιδευτικοί προσαρμόζουν τα μαθήματα τους με ή χωρίς τη χρήση της τεχνολογίας χρησιμοποιώντας τη σοφία που προέρχεται από την πρακτική τους εμπειρία (Shulman, 1986). Ένα εκπαιδευτικό σύστημα που υποστηρίζει αυτόν τον τρόπο μάθησης προσαρμόζει το περιεχόμενο, την παρουσίαση, την ανατροφοδότηση, τη βοήθεια, την πλοήγηση του εκπαιδευτικού υλικού και την αξιολόγηση, ομαδοποίηση του μαθητή σύμφωνα με τις ανάγκες του.

Αποτελεί γενική παραδοχή ότι όλες οι λύσεις δεν ταιριάζουν σε όλους (One-Size-Fit-All). Η απόδοση των μαθητών μπορεί να βελτιωθεί μέσω των προσαρμοστικών συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης τα οποία ταιριάζουν στις ανάγκες τους (Hwang κ.α.,2012). Πρότερη έρευνα έχει δείξει πώς ένα κατάλληλα σχεδιασμένο προσαρμοστικό εκπαιδευτικό περιβάλλον έχει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα για τους μαθητές με χαμηλή πρότερη γνώση (Manroudi, 2014). Ένα αποδοτικό προσαρμοστικό σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης μπορεί να συμβάλλει α) στη βελτίωση της ικανοποίησης του μαθητή β) στην μείωση του χρόνου μάθησης και γ) στην αύξηση της παραμονής του μαθητή στο σύστημα (Peter κ.α., 2010). Παράλληλα, ένα τέτοιο σύστημα πρέπει να είναι ανεξάρτητο από το γνωστικό αντικείμενο και να μπορεί να υλοποιεί οποιαδήποτε παιδαγωγική προσέγγιση.

Για να είναι λοιπόν, ένα προσαρμοστικό σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης αποδοτικό θα πρέπει να παρέχει «έξυπνες» και προηγμένες λειτουργίες και εύχρηστη διεπαφή χρήστη. Οι χρήστες δεν πρέπει να αντιλαμβάνονται την πολυπλοκότητα του συστήματος, ώστε να μη χάνουν το ενδιαφέρον τους. Επομένως, η ευχρηστία ενός τέτοιου συστήματος, δηλαδή πόσο εύκολο είναι να χρησιμοποιηθεί η διαπεφή χρήστη, αποτελεί σημαντική παράμετρο ποιότητας. Οι σχεδιαστές ενός συστήματος δεν πρέπει να αγνοούν τις αντιλήψεις των χρηστών του για το ίδιο το σύστημα -την εμπειρία χρήστη. Η μέτρηση της εμπειρίας χρήστη και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων βοηθούν τους σχεδιαστές να βελτιώσουν το προϊόν του, έτσι ώστε να γίνει θελκτικό τόσο στους εκπαιδευτικούς όσο και στους μαθητές. Η βελτίωση της ευχρηστίας του

συστήματος λαμβάνοντας υπόψη την εμπειρία χρήστη αποτελεί ένα σημαντικό ερευνητικό ερώτημα.

1.2 Σκοπός - Ερευνητικά Ερωτήματα

Από τη βιβλιογραφία αναδεικνύεται η σπουδαιότητα της προσαρμοστικής μάθησης. Και ενώ η παροχή προσαρμοστικής μάθησης μέσω τεχνολογικών εργαλείων και συστημάτων είναι μία αναγκαιότητα που θέτει τόσο η ερευνητική κοινότητα όσο και η εκπαιδευτική πολιτική, εντούτοις αυτή δεν έχει επιτευχθεί σε μεγάλη κλίμακα. Ένας από τους κύριους λόγους είναι η έλλειψη κατάλληλων περιβαλλόντων γι' αυτόν τον σκοπό. Οι Katsamani και Retalis (2013) υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει ένα κατάλληλο εργαλείο για τη δημιουργία ηλεκτρονικών μαθημάτων, το οποίο μπορεί να καλύψει πλήρως τις διαφορετικές ανάγκες των εκπαιδευτικών και ο σχεδιασμός ενός τέτοιου εργαλείου παραμένει ένα ανοιχτό ερευνητικό ζήτημα. Ανάμεσα σε άλλα, είναι σημαντικό το νέο περιβάλλον να είναι εύχρηστο και αυτό είναι εφικτό αν λαμβάνεται υπόψη η εμπειρία χρήστη που προάγει το χρηστο-κεντρικό τρόπο σχεδιασμού.

Μερικά σημαντικά ερευνητικά θέματα στο πεδίο των προσαρμοστικών συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης λοιπόν είναι: η ανάπτυξη ενός χρηστο-φιλικού και ολοκληρωμένου εργαλείου συγγραφής και εκτέλεσης μαθημάτων (Hernández-Leo κ.α., 2006; De Bra κ.α., 2016) και η γραφική αναπαράσταση του σχεδιασμού μαθήματος (Paquette & Marino, 2006). Σημαντικό στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη από τους σχεδιαστές προσαρμοστικών συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης είναι ο συμμετοχικός/συνεργατικός σχεδιασμός μέσω υπολογιστή (Computer Supported Collaborative Design- CSCD) και η συμμετοχική/συνεργατική μάθηση μέσω υπολογιστή (Computer Supported Collaborative Learning-CSCL).

Πρώτος στόχος της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής είναι η υλοποίηση του προσαρμοστικού συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης e-adapt. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του θα βασιστεί στο μοντέλο προσαρμοστικού συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης που προτείνει η Manroudi (2014) και στις σχεδιαστικές αρχές ευχρηστίας που μελετήθηκαν. Τα πρότυπα διεπαφής χρήστη (user interface mockups) και οι περιπτώσεις χρήσης (use cases) του μοντέλου θα αποτελέσουν το βασικό κορμό της υλοποίησης. Το σύστημα θα περιλαμβάνει υποσυστήματα που αφορούν στην

καταγραφή και αξιοποίηση: 1) των πληροφοριών για το εκπαιδευτικό υλικό, 2) των μαθησιακών προτιμήσεων, της πρότερης γνώσης και της προόδου των μαθητών και 3) των κανόνων συσχέτισης των παραπάνω.

Επόμενος στόχος είναι ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μεθοδολογίας για την αξιολόγηση της ευχρηστίας του e-adapt. Στη μελέτη αξιολόγησης θα ληφθεί υπόψη η εμπειρία χρήστη που υποστηρίζει το χρηστο-κεντρικό σχεδιασμό. Για τον καθορισμό της, θα μελετηθούν και θα αξιολογηθούν οι υπάρχουσες τεχνικές και μετρικές. Η μελέτη που θα προταθεί για να είναι αξιόπιστη, πρέπει να εξετάσει την εμπειρία χρήστη μέσα από περισσότερες από μία οπτικές γωνίες. Επομένως, η τριγωνοποίηση θα αποτελέσει σημαντικό στοιχείο της. Στο τέλος, οι διεπαφές χρήστη θα διορθωθούν σύμφωνα με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης.

Άρα στο σημείο αυτό τίθενται μερικά ερευνητικά ερωτήματα. Μπορεί να αναπτυχθεί ένα εύχρηστο και ολοκληρωμένο προσαρμοστικό σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης; Πως μπορεί να βελτιωθεί η ευχρηστία ενός προσαρμοστικού συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης ως προς την εμπειρία χρήστη; Ο χρήστης μπορεί να είναι είτε σχεδιαστής μαθησιακής ενότητας (π.χ. εκπαιδευτικός) είτε αποδέκτης της (π.χ. μαθητής). Η προτεινόμενη μεθοδολογία είναι πλήρης;

1.3 Ανασκόπηση

Έως σήμερα έχουν προταθεί πολλά προσαρμοστικά εκπαιδευτικά συστήματα τα οποία βασίζονται σε διαφορετικές μαθησιακές στρατηγικές. Όλα τα προσαρμοστικά συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης έχουν βασικό στόχο τη μάθηση. Όμως από τη μια μεριά υπάρχουν συστήματα που στόχο έχουν να ανακαλύψουν και να βελτιώσουν τις μεταγνωστικές ικανότητες των μαθητών, όπως το Cognitive Tutor (Aleven κ.α., 2006) και από την άλλη μεριά, που είναι και τα περισσότερα, στόχο έχουν να ανακαλύψουν και να βελτιώσουν τις γνωστικές ικανότητες των μαθητών, όπως το UZWEBMAT (Özyurt κ.α, 2012), το TAGRAM (Jovanović κ.α.,2009) και το AEHS-LS (Yasir & Sami, 2011).

Το Cognitive Tutor (Aleven κ.α., 2006) παρέχει προσαρμοστική επίλυση προβλημάτων σε τρεις μορφές: ανατροφοδότηση, βοηθητικά στοιχεία (hints) σχετικά με το

περιεχόμενο και οδηγίες. Οι μαθητές μαθαίνουν πώς να αναζητούν βοήθεια (μεταγνωστική ικανότητα). Οι Özyurtk.a (2012) σχεδίασαν ένα προσαρμοστικό διαδικτυακό (web-based) σύστημα διδασκαλίας, το UZWEBMAT, το οποίο βασίζεται στο μαθησιακό στυλ, σύμφωνα με το VAK¹. Παράλληλα αξιολόγησαν την απόδοση μαθητών ηλικίας 16 χρονών(10th grade) πάνω στις πιθανότητες. Οι Jovanović κ.α.(2009) προτείνουν το διαδικτυακό προσαρμοστικό σύστημα, TAGRAM, που σαν βασική αρχή έχει ότι κάθε μαθησιακό αντικείμενο αποτελείται από μικρότερα κομμάτια. Καθώς ο μαθητής χρησιμοποιεί το σύστημα, κομμάτια από διαφορετικά μαθησιακά αντικείμενα ενώνονται για να δημιουργήσουν ένα νέο (on-the-fly). Το προσαρμοστικό σύστημα AEHS-LS που ανέπτυξαν οι Yasir και Sami (2011) βασίζεται στη γνώση του μαθητή και στο μαθησιακό στυλ, σύμφωνα με το VARK², η γνώση του μαθητή αφορά ποιες έννοιες θα πρέπει να καλυφθούν και το μαθησιακό στυλ ποια αντικείμενα θα παρουσιαστούν στο χρήστη. Τέλος, οι Chang κ.α. (2016) ανέπτυξαν ένα προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα βασιζόμενο στο μαθησιακό στυλ του Felder και Silverman³ και στη τύπου mashup⁴ τεχνολογία. Με την τεχνολογία αυτή αναζητούνται συμπληρωματικά μαθησιακά αντικείμενα από διάφορους ιστότοπους (π.χ. Youtube, Flickr).

Για τη συγγραφή μιας προσαρμοστικής μαθησιακής ενότητας υπάρχουν δύο εναλλακτικές απεικονίσεις: αυτού του γράφου και αυτή της ιεραρχικής δομής, η οποία μοιάζει πολύ με το περιβάλλον του Windows Explorer (De Bra κ.α., 2016). Οι De Bra κ.α. (2016) αναφέρουν ότι όσο αυξάνονται τα δεδομένα στο μοντέλο πεδίου (domain model) τόσο μεγαλώνει ο γράφος αναπαράστασης και ως εκ τούτου γίνεται δύσκολη η συγγραφή προσαρμοστικών μαθημάτων και προτείνουν μια ιεραρχική αναπαράσταση της γνώσης. Αντίθετα, οι Hernández-Leo κ.α. (2006) και οι Smits και Bra (2011) προτείνουν το γράφο για τη συγγραφή προσαρμοστικών μαθημάτων. Εντούτοις, όλοι ακολουθούν τη φιλοσοφία που αρχικά προτάθηκε από τον Brusilovsky (2003), που αναφέρει ότι κάθε έννοια αντιστοιχεί σε μια ιστοσελίδα στο διαδίκτυο.

¹Οπτικό-Ακουστικό-Κινησθητικό (Visual-Auditory-Kinesthetic)

²Οπτικό-Ακουστικό-Αναγνωστικό/Λεκτικό-Κινησθητικό (Visual-Auditory-Read/Write-Kinesthetic).

³Οι πέντε διαστάσεις του μοντέλου Felder και Silvermanείναι: αισθητηριακός/δισαιθητικός, οπτικός/λεκτικός, ενεργητικός/στοχαστικός, διαδοχικός/ολιστικός και επαγωγικός/συμπερασματικός (sensing/intuitive, visual/verbal, active/reflective, sequential/global, inductive/deductive).

⁴Mashup είναι μια ιστοσελίδα ή εφαρμογή η οποία ενσωματώνει συμπληρωματικά στοιχεία από δύο ή περισσότερες πηγές (<http://whatis.techtarget.com/definition/mash-up>)

Το γραφικό περιβάλλον ενός προσαρμοστικού συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης πρέπει να είναι εύχρηστο, ώστε να προσελκύει το ενδιαφέρον τόσο του μαθητή όσο και του εκπαιδευτικού. Δύο είναι οι επικρατέστεροι ορισμοί της ευχρηστίας του ISO 9241-11 (ISO, 1998) και του Nielsen (1994). Σύμφωνα με ISO 9241-11 (ISO, 1998) ευχρηστία είναι «η δυνατότητα ενός προϊόντος / συστήματος ή υπηρεσίας, που χρησιμοποιείται από καθορισμένους χρήστες, με καθορισμένους στόχους, υπό καθορισμένες συνθήκες χρήσης, να παρέχει αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα και υποκειμενική ικανοποίηση στους χρήστες του». Στη συνέχεια αναλύονται οι τρεις διαστάσεις: α) αποτελεσματικότητα (effectiveness)-σε ποιο βαθμό οι χρήστες πετυχαίνουν τους στόχους τους χρησιμοποιώντας το σύστημα-, β) αποδοτικότητα (efficiency) -τι πόροι καταναλώνονται προκειμένου οι χρήστες να επιτύχουν τους στόχους τους- και γ) ικανοποίηση (satisfaction)-πώς οι χρήστες αισθάνονται σχετικά με τη χρήση του συστήματος.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή θα μετρηθεί η ευχρηστία σύμφωνα με τον Nielsen (1994), όπου «ευχρηστία είναι ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό που αξιολογεί πόσο εύκολο είναι να χρησιμοποιηθεί η διεπαφή χρήστη (user interface)» (σελ. 25). Οι πέντε διαστάσεις της σύμφωνα με τον Nielsen (1994) είναι: α) η ευκολία και ταχύτητα εκμάθησης (learnability) - πόσο εύκολα μπορεί να μάθει ένας νέος χρήστης το σύστημα- β) η αποδοτικότητα (efficiency) - ένας παλιός χρήστης του συστήματος πόσο γρήγορα μπορεί να εκτελέσει τις εργασίες του-, γ) η απομνημόνευση (memorability) - αν επιστρέψει κάποιος χρήστης μετά από συγκεκριμένο διάστημα πόσο εύκολο είναι να το ξαναχρησιμοποιήσει αποδοτικά-, δ) ο μικρός αριθμός εσφαλμένων χειρισμών (errors) και εύκολη απεμπλοκή από αυτά και ε) η ικανοποίηση (satisfaction) -ο χρήστης πρέπει να νιώθει ευχάριστα όταν χρησιμοποιεί το σύστημα, να του αρέσει.

Από τη στιγμή που η εκτίμηση της ευχρηστίας είναι θέμα πολύπλοκο, δεν υπάρχει βέλτιστη μέθοδος ή μόνο μία μέθοδος αξιολόγησης της ευχρηστίας του κάθε προϊόντος. Οι Fernandez κ.α (2011) εφάρμοσαν την τεχνική συστηματικής χαρτογράφησης (systematic mapping) για όλα τα άρθρα σχετικά με την αξιολόγηση της ευχρηστίας τα τελευταία 14 χρόνια. Ακολούθησαν την κατηγοριοποίηση των Ivory και Hearst (2001) και παρουσίασαν τις πιο αντιπροσωπευτικές μεθόδους αξιολόγησης ευχρηστίας. Οι κατηγορίες σύμφωνα με τους Ivory και Hearst (2001) είναι:

1. οι μέθοδοι με δοκιμή από το χρήστη (user testing methods) με υποκατηγορίες:

- 1.1. το πρωτόκολλο ομιλούντος υποκειμένου (think-aloud protocol)
- 1.2. το πρωτόκολλο ερωτήσεων απαντήσεων (question-asking protocol)
- 1.3. τη μέτρηση της απόδοσης (performance measurement)
- 1.4. την ανάλυση των αρχείων καταγραφής (log analysis)
- 1.5. την απομακρυσμένη δοκιμή (remote testing)
2. οι μέθοδοι επιθεώρησης (inspection methods) οι οποίες περιλαμβάνουν:
 - 2.1. την ευρετική αξιολόγηση (heuristic)
 - 2.2. την γνωστική περιδιάβαση (cognitive walkthrough)
 - 2.3. την επιθεώρηση βάση αντιλήψεων (perspective-based inspection)
 - 2.4. την επιθεώρηση βάση οδηγιών (guideline review)
3. οι μέθοδοι ερωτήσεων (inquiry methods) οι οποίες είναι:
 - 3.1. τα ερωτηματολόγια
 - 3.2. οι συνεντεύξεις
 - 3.3. οι ομάδες συζητήσεων
4. η αναλυτική μοντελοποίηση (analytical modeling) η οποία περιλαμβάνει:
 - 4.1. τη γνωσιακή ανάλυση εργασιών (cognitive task analysis)
 - 4.2. την ανάλυση περιβάλλοντος εργασίας (task environment analysis)
 - 4.3. την ανάλυση GOMS (Goals, Operators, Methods και Selection)
5. οι μέθοδοι προσομοίωσης οι οποίες περιλαμβάνουν:
 - 5.1. τα δίκτυα Petri (Petri net models)
 - 5.2. τα μοντέλα πληροφοριακής οσμής (information scent model)

Η ικανοποίηση των χρηστών ενός συστήματος αποτελεί σημαντικό στοιχείο στον χρηστο-κεντρικό τρόπο σχεδιασμού. Μία από της μεθόδους ευχρηστίας που μετράει την ικανοποίηση είναι το ερωτηματολόγιο. Τα ερωτηματολόγια μπορούν να συμπληρωθούν είτε μετά το τέλος κάθε εργασίας (post-task) ή στο τέλος της μελέτης (post-study). Ερωτηματολόγια μετά την ολοκλήρωση μιας εργασίας είναι τα:

1. Easy of use (Sauro & Dumas, 2009)
2. After-Scenario Questionnaire (ASQ) (Lewis, 1991)
3. Expectation Measure (Alber & Dixon, 2003)
4. Usability Magnitude Estimation (McGee, 2004)
5. Subjective Mental Effort Questionnaire (SMEQ) (Sauro & Dumas, 2009)

Τα ερωτηματολόγια που συμπληρώνονται μετά το τέλος της μελέτης δίνουν μια πιο γενική αντίληψη του χρήστη για το σύστημα, την τελική εικόνα, και μερικά από αυτά είναι τα:

1. System Usability Scale (SUS) (Brooke, 1996)
2. Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) ή Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ) (Lewis,1995)
3. Questionnaire for User Interface Satisfaction (QUIS) (Chin κ.α,1988)
4. Usefulness, Satisfaction, and Ease of Use Questionnaire (USE) (Lund, 2001)
5. Software Usability Measurement Inventory (SUMI) (Kirakowski & Corbett, 1993)
6. Usability Metric for User Experience (UMUX) (Finstad, 2010)

Τα ερωτηματολόγια αξιολόγησης ευχρηστίας είναι η πιο διαδεδομένη εμπειρική μέθοδος. Κάποια από τα παραπάνω ερωτηματολόγια είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο και είτε είναι δωρεάν είτε απαιτούν εγγραφή⁵.

Οι Albert και Tullis (2013), αναφέρουν ότι μια μελέτη ευχρηστίας λαμβάνοντας υπόψη την εμπειρία χρήστη πρέπει να αποτελείται από ένα μείγμα διαφορετικών ποιοτικών και ποσοτικών μεθόδων π.χ. τη χρήση της συνέντευξης, του ερωτηματολογίου, της ανάλυσης της συμπεριφοράς και της αξιολόγησης από ειδικούς. Να εφαρμόζεται, δηλαδή, η τεχνική της τριγωνοποίησης. Η τριγωνοποίηση είναι ο συνδυασμός δύο οι περισσότερων πηγών δεδομένων, ερευνητών, μεθοδολογικών προσεγγίσεων, θεωριών (Denzin, 1973) ή μεθόδων ανάλυσης δεδομένων μέσα στην ίδια μελέτη (Kimchi κ.α., 1991). Στόχος της είναι να εξεταστεί το θέμα που πραγματεύεται η μελέτη μέσα από περισσότερες από μία οπτικές γωνίες.

1.4 Δομή εργασίας

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί (κεφάλαιο 2) γίνεται αναφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο των προσαρμοστικών εκπαιδευτικών συστημάτων. Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της μεταπτυχιακής διατριβής, η e-adapt, είναι ένα διαδικτυακό προσαρμοστικό

⁵SUMI: <http://sumi.uxp.ie/index.html>, QUIS: http://lap.umd.edu/quis/download_now.html

σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης. Ένα τέτοιο σύστημα πρέπει να ακολουθεί τις αρχές ευχρηστίας α) των διαδικτυακών εφαρμογών, β) των συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης και γ) των προσαρμοστικών συστημάτων. Οι αρχές αυτές παρουσιάζονται στο τρίτο κεφάλαιο.

Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στην εμπειρία χρήστη και στο σχεδιασμό μιας μελέτης για την αξιολόγηση της ευχρηστίας λαμβάνοντας υπόψη την εμπειρία χρήστη. Ποια είναι τα βήματα, ποιες μέθοδοι αξιολόγησης υπάρχουν και ποιες μετρικές είναι οι κατάλληλες.

Στο πέμπτο κεφάλαιο επιχειρείται συζήτηση σχετικά με το πως το θεωρητικό υπόβαθρο εφαρμόστηκε στο διαδικτυακό προσαρμοστικό σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης που υλοποιήθηκε, στο e-adapt. Στο επόμενο κεφάλαιο (κεφάλαιο 6) παρουσιάζεται η πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε για την αξιολόγηση της ευχρηστίας του e-adapt συστήματος λαμβάνοντας υπόψη την εμπειρία χρήστη, η ανάλυση των φάσεων αξιολόγησης και τα συμπεράσματα που εξάγονται από την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των δεδομένων.

Τέλος στον επίλογο (κεφάλαιο 7), εκτός από τα γενικά συμπεράσματα, τίθενται προς συζήτηση οι περιορισμοί της έρευνας και κάποια επιπλέον ερευνητικά θέματα.

Κεφάλαιο 2

Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Συστήματα

2.1 Θεωρητικό Πλαίσιο

Σύμφωνα με τους Van Seters κ.α. (2012) σ' ένα προσαρμοστικό σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης (adaptive-learning) «δεν προσαρμόζεται η μάθηση των μαθητών αλλά η διδασκαλία που δίνεται από το σύστημα» (σελ. 943). Οι Kara και Sevim (2013) αναφέρουν ότι στην προσαρμοστική ηλεκτρονική μάθηση γίνεται χρήση της τεχνολογίας, η οποία βοηθάει τους μαθητές στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς το περιεχόμενο και οι υπηρεσίες που τους παρέχονται, ανταποκρίνονται στις ανάγκες κάθε ατόμου ή ομάδας. Η προσαρμοστικότητα (adaptation) σε συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης αφορά «τις προσαρμογές του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος ώστε να ανταποκρίνονται στις ατομικές διαφορές» (Magoulas κ.α., 2003 Μάιος, σελ. 4). Οι Magoulas κ.α. (2003, Μάιος) προσθέτουν επίσης ότι «σημαντικό στοιχείο στο σχεδιασμό προσαρμοστικών συστημάτων είναι πως θα ισορροπηθούν οι δύο μορφές προσαρμοστικότητας α) προσαρμοστικότητα (adaptivity), π.χ. το σύστημα προσαρμόζεται χρησιμοποιώντας τα δεδομένα ή τη γνώση σχετικά με το μαθητή και β) ικανότητα προσαρμογής (adaptability) π.χ. το σύστημα δίνει στο μαθητή τον έλεγχο να αλλάξει κάποια στοιχεία.» (σελ. 4).

Ένα προσαρμοστικό σύστημα αποτελείται κυρίως από τρία διαφορετικά μοντέλα: α) το μοντέλο πεδίου (domain model) που αφορά τη γνώση και τη δομή του μαθήματος, ποιες έννοιες πρέπει να καλυφθούν και ποια είναι η μεταξύ τους σχέση/σύνδεση, β) το μοντέλο μαθητή (learner model) που αναφέρεται στο προφίλ του μαθητή, εκεί αποθηκεύονται στατικές και δυναμικές πληροφορίες για κάθε έναν, όπως το μαθησιακό στυλ, το όνομα χρήστη, η πρόοδος του μαθητή κ.α. και γ) μοντέλο προσαρμοστικότητας (adaptation model), το μοντέλο αυτό καθορίζει με ποιους κανόνες συσχετίζονται οι παράμετροι με τις μεθόδους έτσι ώστε να επιτευχθούν οι μαθησιακοί στόχοι.

Ένα προσαρμοστικό σύστημα μάθησης (adaptive learning system) έχει ως κύριο στόχο να παρέχει εξατομικευμένες εφαρμογές και υπηρεσίες. Σύμφωνα με τον Brusilovsky (1999) ένα προσαρμοστικό διαδικτυακό εκπαιδευτικό σύστημα συλλέγει τυπικά στοιχεία για το μαθητή και στη συνέχεια το σύστημα τα χρησιμοποιεί για να δημιουργήσει το μοντέλο του μαθητή. Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται από το σύστημα για να προσαρμόσει την παρουσίαση και επιλογή του εκπαιδευτικού υλικού, την πλοήγηση, την ανατροφοδότηση στον μαθητή, την οργάνωση των ομάδων μαθητών και την επιλογή των αξιολογήσεων (Brusilovsky, 1999).

2.1.1 Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας - Προσαρμοστικά Συστήματα Υπερμέσων

Για το πεδίο εφαρμογής της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας (Intelligent Tutoring Systems-ITS) είναι «*προσαρμοστικά συστήματα διδασκαλίας τα οποία αναπτύσσονται με τεχνικές της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligent - AI)*» (Mödritscher κ.α, 2004). Για παράδειγμα ένα ITS μπορεί να χρησιμοποιεί το μοντέλο πιθανοτήτων Bayesian για να εκτιμήσει τις ανάγκες των μαθητών. Στην αρχή ένας δάσκαλος-υπολογιστής αρχικοποιεί τη διδασκαλία βάση της απόδοσης των μαθητών στο αρχικό τεστ αξιολόγησης (pretest). Καθώς η διαδικασία συνεχίζεται, τα δεδομένα απόδοσης που προήλθαν από τα αρχικά τεστ αξιολόγησης γίνονται λιγότερο σημαντικά ενώ τα πρόσφατα δεδομένα απόδοσης γίνονται πιο σημαντικά για την εκτίμηση των αναγκών των μαθητών (Park & Lee, 2003).

Ο Brusilovsky, (1996) αναφέρει ότι ένας αριθμός των πρώτων Προσαρμοστικών Συστημάτων Υπερμέσων (Adaptive Hypermedia Systems-AHS), στις αρχές της δεκαετίας του 1990, αναπτύχθηκαν με σκοπό να επεκτείνουν ένα ITS προσθέτοντας του τη λειτουργικότητα υπερκειμένου. Προσαρμοστικά Συστήματα Υπερμέσων είναι «*όλα τα συστήματα υπερκειμένου και υπερμέσων που αποθηκεύουν κάποια χαρακτηριστικά του χρήστη στο μοντέλο χρήστη και χρησιμοποιούν αυτό το μοντέλο για να προσαρμόσουν διάφορες ορατές πλευρές του συστήματος στο χρήστη*» (Brusilovsky, 1996, σελ. 2). Τα AHS «*χτίζουν ένα μοντέλο για τους στόχους, για τις προτιμήσεις και τις γνώσεις κάθε ενός χρήστη και χρησιμοποιούν αυτό το μοντέλο κατά τη διαδικασία της αλληλεπίδρασης του χρήστη με το σύστημα, έτσι ώστε το σύστημα να προσαρμοστεί στις ανάγκες του συγκεκριμένου χρήστη*» (Brusilovsky, 1996, σελ. 1).

2.1.2 Κατηγοριοποίηση Προσαρμοστικών Εκπαιδευτικών Συστημάτων

Παρακάτω παρουσιάζεται μια κατηγοριοποίηση των προσαρμοστικών εκπαιδευτικών συστημάτων (Mödritscher κ.α.,2004):

- Macro-adaptive προσέγγιση: σ' αυτήν την προσέγγιση η προσαρμοστικότητα παρέχεται δίνοντας διαφορετικές επιλογές (λύσεις) για τους μαθησιακούς στόχους, για το περιεχόμενο της διδακτέας ύλης κ.α. και βασίζεται στο προφίλ και τα χαρακτηριστικά του μαθητή. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι: το μαθησιακό στυλ, οι μαθησιακοί στόχοι, το επίπεδο του μαθητή. Τα χαρακτηριστικά επηρεάζουν τα προσαρμοστικά εκπαιδευτικά συστήματα με διάφορους τρόπους: αναγνωρίζουν τις μαθησιακές ανάγκες του μαθητή και του προσφέρουν την κατάλληλη διδασκαλία, προσαρμόζουν το εκπαιδευτικό περιεχόμενο ανάλογα με το μαθησιακό στυλ του μαθητή και ορίζουν διαφορετικούς στόχους ανάλογα με τις ανάγκες και τις ικανότητες του μαθητή. Προσχεδιασμένες τεχνικές προσαρμοστικότητας δημιουργούνται από τους ειδικούς για διάφορες κατηγορίες μαθητών (Goldberg κ.α., 2012).
- Aptitude –Treatment Interaction (ATI) προσέγγιση: η προσέγγιση αυτή βασίζεται στην ιδέα ότι αν οι ικανότητες του μαθητή συνδυαστούν με τις σωστές επιλογές, τα μαθησιακά αποτελέσματα θα είναι βέλτιστα. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι διδασκαλίας και/ή διαφορετικοί τύποι μέσων για διαφορετικούς μαθητές. Ο σκοπός αυτής της προσέγγισης είναι να βρεθούν οι κατάλληλοι δεσμοί μεταξύ της μάθησης και των ικανοτήτων. Οι πιο σημαντικές κατηγορίες ικανοτήτων είναι α) πνευματικές ικανότητες όπως η αξιολόγηση, η λεκτική, η μαθηματική, η νοητική ταχύτητα β) το μαθησιακό στυλ γ) η πρότερη γνώση δ) το άγχος, το κίνητρο και το ενδιαφέρον και ε) η αυτο-αποτελεσματικότητα (self-efficiency).
- Micro-adaptive προσέγγιση: σ' αυτήν την προσέγγιση κατά τη διάρκεια της μάθησης πραγματοποιείται η διάγνωση των μαθησιακών αναγκών και στη συνέχεια παρέχονται κατάλληλες διδασκαλίες και τακτικές για αυτές τις ανάγκες. Η micro-adaptive προσέγγιση αναφέρεται κυρίως σε μετρήσεις καθώς ο μαθητής μαθαίνει (on-task) και όχι σε μετρήσεις πριν ξεκινήσει η μάθηση (pre-

task). Τα Ευφυή Συστήματα Διδασκαλίας είναι ένα παράδειγμα αυτής της προσέγγισης. Η διαφορά με τη macro-adaptive προσέγγιση είναι ότι η διδασκαλία στη macro-adaptive είναι μεγάλη ενώ στη micro-adaptive παρακολουθείται η συμπεριφορά και η απόδοση του μαθητή και μόλις αλλάξει κάποιο χαρακτηριστικό του μαθητή (όπως συναισθηματική κατάσταση, λάθη, αποκρίσεις κ.λ.π.) το σύστημα παρέχει την κατάλληλη διδασκαλία.

- Προσέγγιση βασισμένη στον εποικοδομητισμό και τη συνεργατική μάθηση (Constructivist και collaborative): Σ' αυτήν την προσέγγιση υποστηρίζεται η θεωρία του εποικοδομητισμού. Ένα τέτοιο σύστημα υποστηρίζει κατάλληλους μηχανισμούς αναπαράστασης γνώσης, αιτιολόγησης, λήψης αποφάσεων και τη συνεργασία μέσω των ομάδων. Η συνεργατική μάθηση μέσω υπολογιστή (Computer Supported Collaborative Learning) μπορεί να υποστηρίζεται από τα Web 2.0 εργαλεία και τα κοινωνικά δίκτυα.

Ένα προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα μπορεί να υλοποιεί περισσότερες από μία προσεγγίσεις. Για παράδειγμα μπορεί ένα σύστημα να βασιστεί σε pre-task μετρήσεις όπως η πρότερη γνώση, το μαθησιακό στυλ (macro-adaptive) και στη συνέχεια ένα Ευφυή Σύστημα Διδασκαλίας να προτείνει διδασκαλία σύμφωνα με τις αποκρίσεις του μαθητή (micro-adaptive). Επίσης, μπορεί να υποστηρίζει ταυτόχρονα και τον εποικοδομητισμό και τη συνεργατική προσέγγιση.

Στα διά ζώσης μαθήματα ο εκπαιδευτικός προσαρμόζει το μάθημα του σύμφωνα με τις ανάγκες των μαθητών του. Για να επιτευχθεί όσο το δυνατόν αποδοτικότερη προσαρμοστικότητα, ο εκπαιδευτικός πρέπει να «γνωρίζει» τους μαθητές τους, ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους, ποιο είναι το προφίλ τους, ποιοι είναι οι στόχοι τους, ποια είναι η πρότερη γνώση (macro-adaptive προσέγγιση). Λαμβάνοντας υπόψη τη γνώση του για τους μαθητές του (macro-adaptive προσέγγιση), τις απαντήσεις των μαθητών, είτε σε τεστ αξιολόγησης είτε στην καθημερινή εξέταση (micro-adaptive προσέγγιση) και τη συναισθηματική τους κατάσταση (micro-adaptive προσέγγιση) προσαρμόζει το μάθημα του. Όπως ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί μέσα στην τάξη περισσότερες από μία προσεγγίσεις έτσι και ένα εκπαιδευτικό προσαρμοστικό σύστημα για να είναι αποδοτικό πρέπει να υλοποιεί περισσότερες από μία προσεγγίσεις.

2.2 Στρατηγικές Προσαρμοστικότητας

Οι Vandewaetere κ.α. (2011) συγκέντρωσαν όλες τις μεθόδους και τις παραμέτρους προσαρμοστικότητας που συναντώνται στη βιβλιογραφία, ενώ η Mavroudi (2014) παραθέτει τις πιο αντιπροσωπευτικές και τις πιο συχνά εμφανιζόμενες μεθόδους και παραμέτρους προσαρμοστικότητας. Συγκεκριμένα αυτές παρατίθενται παρακάτω. Σε σχέση με τις μεθόδους, οι πιο συχνές εμφανιζόμενες είναι :

- η προσαρμοστική αλλαγή περιεχομένου
- η υποστήριξη/ανατροφοδότηση που βοηθά το χρήστη να κάνει ένα βήμα πέραιτέρω στην επίλυση ενός προβλήματος (problem solving support)
- η προσαρμοστική ομαδοποίηση χρηστών και συνεργασία
- η αλλαγή στη διεπαφή χρήστη και στη πλοήγηση
- τα μαθησιακά μονοπάτια – αλληλουχία εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων
- το φιλτράρισμα πληροφορίας
- η ανατροφοδότηση
- η προσαρμοστική αξιολόγηση με βάση την απόδοση του εκπαιδευόμενου

Σε σχέση με τις παραμέτρους, οι πιο συχνές εμφανιζόμενες είναι:

- η πρότερη γνώση
- το μαθησιακό στυλ: τα μοντέλα μαθησιακού στυλ που χρησιμοποιούνται πιο συχνά στην έρευνα είναι: το μοντέλο Kolb (Kolb,1984), το μοντέλο των Peter Honey και Alan Mumford's model (Honey και Mumford, 1986), το VARK μοντέλο (Fleming, 2001) και το μοντέλο Feder-Silverman (Felder και Silverman, 1988).
- το κίνητρο
- οι μαθησιακοί στόχοι
- ο χρόνος
- η πρόοδος μαθητή

Τόσο η Mavroudi (2014) όσο και οι Tseng κ.α. (2008) υποστηρίζουν ότι α) δύο τύποι προσαρμοστικότητας σε μαθησιακό περιβάλλον βοηθούν τους μαθητές να βελτιώσουν περισσότερο τη μαθησιακή τους απόδοση σε σχέση με έναν τύπο προσαρμοστικότητας και β) ο ένας τύπος προσαρμοστικότητας είναι πιο αποδοτικός από την μη προσαρμογή.

2.3 Υπάρχουσες Προσαρμοστικές Εκπαιδευτικές Εφαρμογές

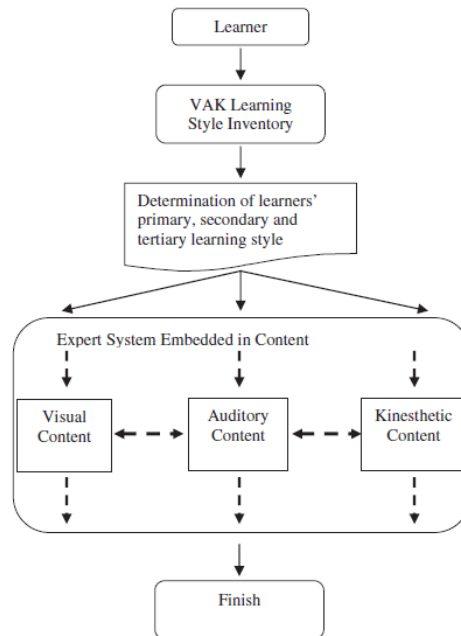
Τόσο η ερευνητική κοινότητα όσο και η εμπορική έχουν σχεδιάσει αρκετά προσαρμοστικά εκπαιδευτικά συστήματα, κάποια από αυτά παρουσιάζονται σ' αυτήν την παράγραφο.

2.3.1 Ερευνητικές Εφαρμογές

Κάποιες από τις υπάρχουσες προσαρμοστικές εκπαιδευτικές εφαρμογές παρουσιάζονται παρακάτω:

- Το UZWEBMAT (Özyurt κ.α, 2012) είναι ένα προσαρμοστικό διαδικτυακό (web-based) σύστημα διδασκαλίας, το οποίο βασίζεται στο μαθησιακό στυλ Οπτικό, Ακουστικό, Κινησθητικό (Visual, Auditory, Kinesthetic-VAK). Οι Özyurt κ.α (2012), εκτός από την υλοποίηση του συστήματος, αξιολόγησαν την απόδοση μαθητών ηλικίας 16 χρονών (10th grade) πάνω στις πιθανότητες χρησιμοποιώντας το UZWEBMAT. Υλοποίησαν μαθησιακά αντικείμενα για κάθε περίπτωση μαθησιακού στυλ. Ο μαθητής μόλις εισέλθει στο σύστημα συμπληρώνει το ερωτηματολόγιο Index of Learning Styles (ILS)⁶, έτσι ώστε να ανακαλυφθεί το μαθησιακό του στυλ. Εκτός από το βασικό στυλ, στη βάση δεδομένων αποθηκεύεται το δεύτερο και το τρίτο σε σειρά στυλ. Ο μαθητής εκτελεί ένα μαθησιακό αντικείμενο και αν το ολοκληρώσει με επιτυχία θα μεταβεί στο επόμενο, αν αποτύχει θα εκτελέσει το αντίστοιχο μαθησιακό αντικείμενο του δεύτερου στυλ. Αν το ολοκληρώσει με επιτυχία θα μεταβεί στο επόμενο, ενώ αν αποτύχει θα μεταβεί στο αντίστοιχο μαθησιακό αντικείμενο του τρίτου στυλ. Αν το ολοκληρώσει με επιτυχία εκτελεί το επόμενο, ενώ στην αποτυχία ενημερώνεται ο εκπαιδευτικός. Όλα τα μαθησιακά αντικείμενα έχουν σχεδιασθεί με την ίδια φιλοσοφία. Για κάθε ένα μαθησιακό αντικείμενο σχεδιάζονται πέντε ερωτήσεις Q1,Q2,Q3,Q4,Q5 και η εκτέλεση του ξεκινάει από την τρίτη ερώτηση. Σε κάθε ερώτηση εάν ο μαθητής απαντήσει σωστά πηγαίνει στην επόμενη, ενώ αν απαντήσει λάθος πηγαίνει στην προηγούμενη. Οι παράμετροι προσαρμοστικότητας είναι το μαθησιακό στυλ και η απόδοση του μαθητή. Στην **Εικόνα 1** παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του UZWEBMAT συστήματος.

⁶<http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSpage.html>



Εικόνα 1. Αρχιτεκτονική του UZWEBMAT
[προσαρμοσμένο από (Özyurt κ.α, 2012)]

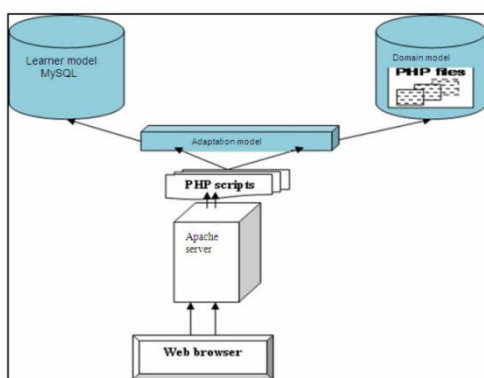
Ένα μειονέκτημα αυτής της εφαρμογής είναι ότι για κάθε μαθησιακό αντικείμενο θα πρέπει να υλοποιηθούν τρεις διαφορετικές εκδόσεις του, για τα τρία διαφορετικά μαθησιακά στυλ. Καθώς ο αριθμός των μαθησιακών αντικειμένων αυξάνεται, αυξάνεται επί τρία οι διαφορετικές εκδόσεις τους.

- Το Cognitive Tutor (<https://www.carnegielearning.com/learning-solutions/software/cognitive-tutor/>) είναι ένα Ευφυή Σύστημα Διδασκαλίας, δημιουργήθηκε από μια ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου Carnegie-Mellon και προσφέρει προσαρμοστική επίλυση προβλημάτων σε τρεις μορφές, ανατροφοδότηση, βοηθητικά στοιχεία (hints) σχετικά με το περιεχόμενο και οδηγίες, που στόχο έχουν να καθοδηγήσουν το μαθητή στο επόμενο βήμα. Ο κύριος σκοπός του συστήματος είναι να αναγνωρίσει και να βελτιώσει τις μεταγνωστικές ικανότητες των μαθητών και ειδικότερα τη συμπεριφορά τους στην αναζήτηση βοήθειας (Aleven κ.α., 2006).
- Οι Ιονανονιό κ.α (2009) υλοποίησαν το διαδικτυακό προσαρμοστικό σύστημα TAGRAM, που σαν βασική αρχή έχει ότι κάθε μαθησιακό αντικείμενο αποτελείται από μικρότερα κομμάτια (content units) και καθώς ο μαθητής χρησιμοποιεί το

σύστημα ενώνονται κομμάτια από διαφορετικά μαθησιακά αντικείμενα για να δημιουργήσουν ένα νέο (on-the-fly). Για να ορίσουν τα μοντέλα χρησιμοποιούν ήδη υπάρχουσες οντολογίες- τεχνολογίες Σηματολογικού Ιστού (Semantic Web technologies). Το σύστημα αποτελείται πέντε μοντέλα-οντολογίες: α) οντολογία πεδίου (Domain Ontology) όπου αποθηκεύονται οι έννοιες β) οντολογία μαθησιακού μονοπατιού (Learning Path Ontology) όπου αποθηκεύονται οι σχέσεις των εννοιών και ο βαθμός δυσκολίας κάθε έννοιας γ) οντολογία δομής περιεχομένου (Content Structure Ontology) ορίζονται τα κομμάτια του μαθησιακού αντικειμένου, δ) οντολογία τύπου περιεχομένου (Content Type Ontology) όπου δηλώνεται το σημείο της εκπαιδευτικής διαδικασίας στο οποίο τα κομμάτια μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για παράδειγμα στην εισαγωγή, στο συμπέρασμα, στις ασκήσεις, στους ορισμούς κ.α. και τέλος ε) η οντολογία του μοντέλου χρήστη (User Model Ontology) όπου αποθηκεύονται πληροφορίες σχετικές με το χρήστη. Οι παράμετροι προσαρμοστικότητας είναι το μαθησιακό στυλ σύμφωνα με το Felder και Silverman μοντέλο, η πρότερη γνώση και η απόδοση του μαθητή. Η μέθοδος προσαρμοστικότητας είναι η τεχνική των κρυμμένων συνδέσμων. Οι Jovanović κ.α (2009) αναφέρουν ότι η «*Η ιδέα του διαχωρισμού του μαθησιακού αντικειμένου σε κομμάτια και η επαναχρησιμοποίηση τους στην αυτόματη σύνθεση νέων και εξατομικευμένων μαθησιακών αντικειμένων, δεν είναι μόνο χρήσιμο για τους μαθητές μας, αλλά φαίνεται επίσης να είναι πολύ ελκυστική και για ορισμένους καθηγητές, στους οποίους έχουμε παρουσιάσει το TANGRAM*». (Jovanović κ.α, 2009, σελ. 18).

- Οι Chang κ.α. (2016) ανέπτυξαν ένα προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα βασιζόμενο στο μαθησιακό στυλ του Felder και Silverman και στη τύπου mashup τεχνολογία. Ο μαθητής μόλις εισέλθει στο σύστημα συμπληρώνει ερωτηματολόγιο για το μαθησιακό στυλ (Index of Learning Styles - ILS). Ο μηχανισμός mashup αναζητά και ενσωματώνει συμπληρωματικό υλικό από κοινωνικές ιστοσελίδες όπως Google Code Search, Flickr και YouTube, με σκοπό να επιτευχθούν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.
- Το AEHS-LS σύστημα αναπτύχθηκε από τους Yasir και Sami (2011) και η προσαρμοστικότητα του βασίζεται στο μαθησιακό στυλ, σύμφωνα με το VARK

και στη γνώση του μαθητή. Αποτελείται από τρία μοντέλα α) μοντέλο πεδίου (domain model): το μοντέλο αυτό αφορά τη γνώση και τη δομή του μαθήματος β) μοντέλο μαθητή (learner model): ουσιαστικά αναφέρεται στο προφίλ του μαθητή, όπου εκεί αποθηκεύονται πληροφορίες για κάθε έναν και γ) μοντέλο προσαρμοστικότητας (adaprtation model) : το μοντέλο αυτό στο AEHS-LS ορίζει τον τρόπο με το οποίο η γνώση των μαθητών και το μαθησιακό στυλ τροποποιούν το περιεχόμενο που παρουσιάζεται. Η αρχιτεκτονική του AEHS-LS παρουσιάζεται στην **Εικόνα 2**, με μπλε χρώμα αποδίδονται το μοντέλο του μαθητή, το μοντέλο πεδίου και το μοντέλο προσαρμοστικότητας.



Εικόνα 2.AEHS-LSΑρχιτεκτονική
[προσαρμοσμένο από (Yasir & Sami, 2011)]

Το μοντέλο προσαρμοστικότητας χωρίζεται σε δύο επίπεδα: το προσαρμοστικό επίπεδο της γνώσης και το προσαρμοστικό επίπεδο του μαθησιακού στυλ. Το πρώτο επίπεδο αποτελείται από κανόνες, οι οποίοι ορίζουν ποιες έννοιες θα καλυφθούν από το μαθητή, σε σχέση με τη γνώση του. Το δεύτερο επίπεδο αποτελείται και αυτό από κανόνες οι οποίοι ορίζουν, ποιο αντικείμενο (έκδοση κειμένου, ηχητική έκδοση, οπτική έκδοση, έκδοση δοκιμής π.χ. μια άσκηση) θα συμπεριληφθεί στην παρουσίαση.

Όπως και στο UZWEBMAT (Özyurt κ.α, 2012), έτσι και στο AEHS-LS θα πρέπει για κάθε έννοια να συμπεριληφθούν τέσσερες διαφορετικές εκδόσεις του αντικειμένου.

2.3.2 Εμπορικές εφαρμογές

- Το DreamBox Learning (<http://www.dreambox.com/intelligent-adaptive-learning/>) είναι ένα εξατομικευμένο μαθηματικό περιβάλλον για μαθητές δημοτικής και μέσης εκπαίδευσης. Στην αρχή ο μαθητής εκτελεί ένα αρχικό τεστ αξιολόγησης (pre-test) για το θέμα με το οποίο θέλει να ασχοληθεί και ανάλογα με το αποτέλεσμα της πρότερης γνώσης το σύστημα τον κατατάσσει στο αντίστοιχο επίπεδο γνώσεων. Το σύστημα καταγράφει τις ενέργειες του μαθητή και αξιολογεί τις στρατηγικές που χρησιμοποίησε για την επίλυση των προβλημάτων. Στη συνέχεια, ανάλογα με την περίπτωση ρυθμίζει το επίπεδο δυσκολίας, το βαθμό της βοήθειας/υποστήριξης και το μαθησιακό μονοπάτι. Τα μαθήματα στην πλατφόρμα DreamBox έχουν σχεδιαστεί να υποστηρίζουν τα πρότυπα Common Core State Standards για μαθηματικά (CCSSM). Σημαντικό στοιχείο της πλατφόρμας είναι η **παιχνιδοποίηση (gamification)**.

Οι Wang και Woodworth (2011) αξιολόγησαν την πλατφόρμα με παιδιά του δημοτικού, τα οποία χώρισαν τυχαία σε δύο ομάδες, στην ομάδα ελέγχου και στην πειραματική ομάδα. Και οι δύο ομάδες παρακολουθούσαν μαθηματικά στο σχολείο, μόνο που τα παιδιά της πειραματικής ομάδας χρησιμοποιούσαν το DreamBox για 20-40 λεπτά στο σπίτι. Οι μαθητές εκτέλεσαν κάποια πρότυπα τεστ αξιολόγησης πριν την έρευνα και μετά την έρευνα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας είχαν καλύτερες βαθμολογίες στα τελικά τεστ αξιολόγησης.

- Η πλατφόρμα Knewton (<https://www.knewton.com/>) συνδυάζει πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο μέσου του γράφου γνώσεων, (κορυφή στην **Εικόνα 3**) και με τα δεδομένα απόκρισης του μαθητή (αριστερά στην **Εικόνα 3**) για να δημιουργήσει/εξάγει σε πραγματικό χρόνο ψυχομετρικά συμπεράσματα σχετικά με τις ικανότητες των μαθητών, η τεχνική που χρησιμοποιείται είναι η Θεωρία Απόκρισης Ερωτήματος (Item Response Theory- IRT)⁷. Αυτά τα συμπεράσματα με τη σειρά τους χρησιμοποιούνται για να ενισχύσουν τις αναλυτικές πληροφορίες (analytics) των μαθητών (κάτω μέρος στην **Εικόνα 3**) και να παράγουν προσαρμοσμένες προτάσεις με το τι θα μελετήσει ο μαθητής στη συνέχεια (δεξιά

⁷Η Θεωρία Απόκρισης ερωτήματος αποτελεί μια στατιστική μέθοδο που χρησιμεύει στο σχεδιασμό, στην ανάλυση και στη βαθμολόγηση των ερωτημάτων ενός τεστ. Βασίζεται στην παραδοχή ότι η πιθανότητα σωστής αντίδρασης σε ένα ερώτημα αποτελεί συνάρτηση των χαρακτηριστικών του ατόμου που απαντά στο ερώτημα και ερωτήματος (δυσκολία ερωτήματος, τυχαία πρόβλεψη και διάκριση)(https://en.wikipedia.org/wiki/Item_response_theory)

στην **Εικόνα 3**). Το σύστημα χρησιμοποιεί τις αποκρίσεις του μαθητή για να αναθεωρήσει και να αναβαθμίσει τα μοντέλα και τις παραμέτρους που χρησιμοποιούνται στις αναλυτικές πληροφορίες και στις προτάσεις του συστήματος (αμφίδρομα βέλη στην **Εικόνα 3**).

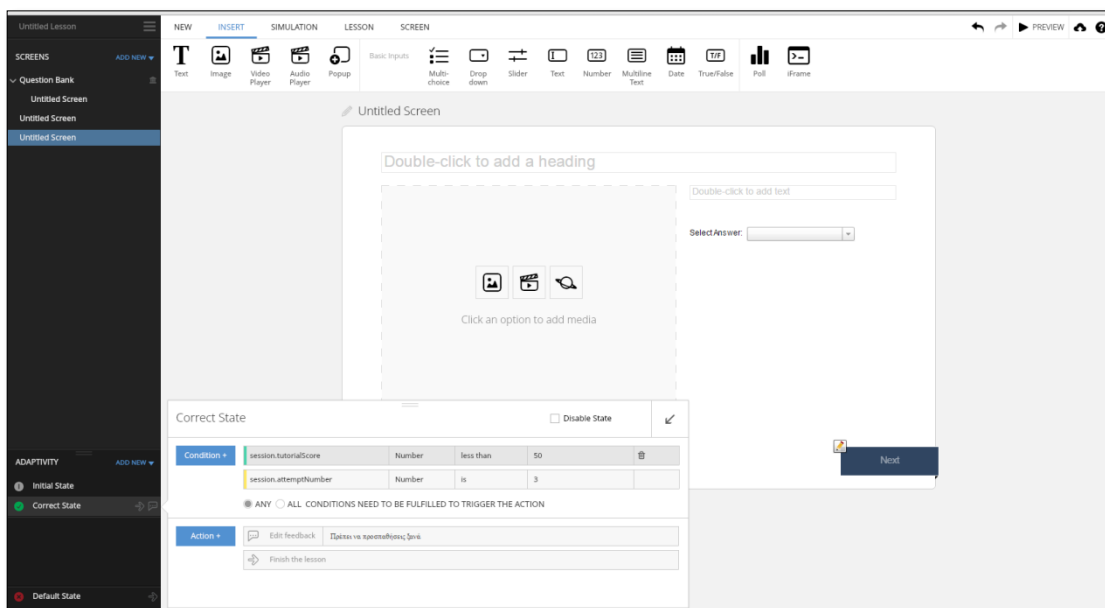


Εικόνα 3. Knewton πλατφόρμα
[προσαρμοσμένο από (Wilson&Nichols, 2015)]

- Βασική σχεδιαστική αρχή που λήφθηκε υπόψη στο Realizeit (<http://realizeitlearning.com/>) είναι ο διαχωρισμός της διδακτέας ύλης από το περιεχόμενο. Η διδακτέα ύλη αναπαριστάται σαν ένα σύνολο από συνδεδεμένες και σχετικές έννοιες και για τον καθορισμό του μονοπατιού της γνώσης χρησιμοποιείται γράφος (Curriculum Prerequisite Network – CPN). Το περιεχόμενο από την άλλη μεριά παρέχει τη γνώση σε καθέναν ξεχωριστά. Όπως ο δάσκαλος μπορεί να διδάξει την ίδια έννοια με διαφορετικούς τρόπους, έτσι και το Realizeit μπορεί να έχει πολλά κομμάτια και τύπους περιεχομένου για κάθε έννοια της διδακτέας ύλης (π.χ. βίντεο, κείμενο κ.α.). Το σύστημα χρησιμοποιεί μηχανισμό τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence Engine). Η αλληλεπίδραση του μαθητή τόσο με τη διδακτέα ύλη όσο και με το περιεχόμενο παράγει μία πλούσια εισροή δεδομένων, που ο μηχανισμός τεχνητής νοημοσύνης πρέπει συνεχώς να τα αναλύει και στη συνέχεια να ενημερώνει το μοντέλο του μαθητή (learner model) και του περιεχομένου (domain model).

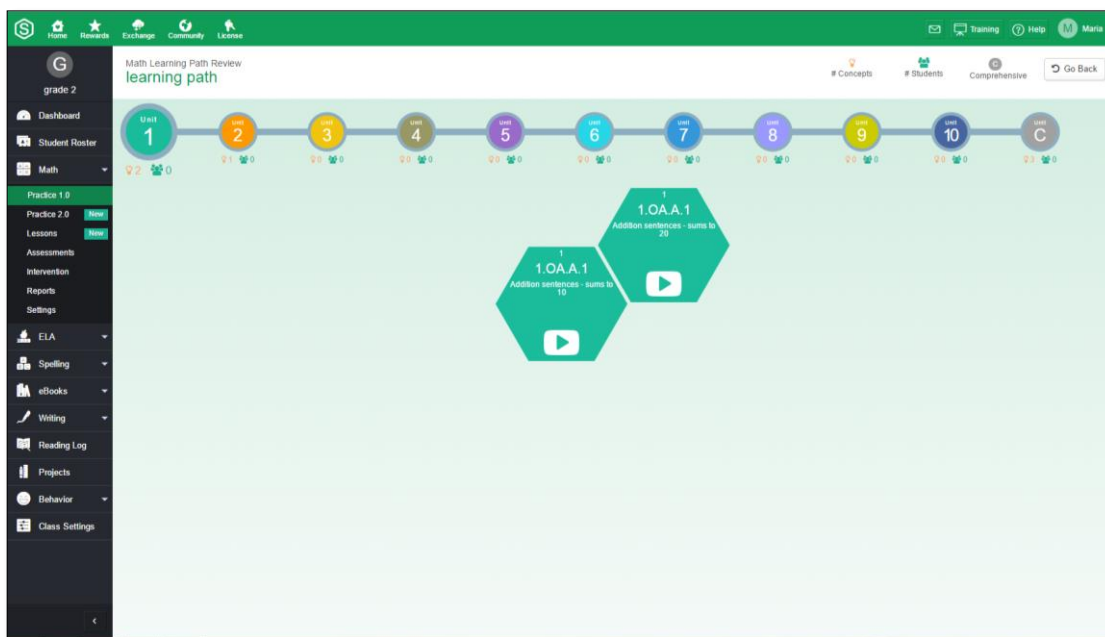
- Με το σύστημα Fishtree (<https://www.fishtree.com/>) ο εκπαιδευτικός δημιουργεί μαθήματα είτε για όλους τους μαθητές είτε για κάποιον συγκεκριμένο και παρακολουθεί την πρόοδο τους. Ο μαθητής μπορεί να δει το μαθησιακό του μονοπάτι, την πρόοδο του (πως ανταποκρίθηκε σε κάθε δραστηριότητα αναλυτικά), να αλλάξει το προφίλ του και πιο συγκεκριμένα να αλλάξει το μαθησιακό του στυλ απαντώντας σε διαγνωστικό ερωτηματολόγιο σύμφωνα με το VARK.
- Το Smarsparrow (<https://www.smartsparrow.com/platform/>) είναι ένα προσαρμοστικό σύστημα βασισμένο σε κανόνες (rule-based) και επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν οθόνες μαθημάτων, στις οποίες μπορούν να τοποθετήσουν κείμενο, βίντεο, εικόνα, input-widgets κυρίως για ερωτήσεις κ.α. Στην **Εικόνα 4** παρουσιάζεται η φόρμα σχεδίασης μαθημάτων. Οι οθόνες συνδέονται μεταξύ με συνθήκες If.. Then. Το σύστημα παράγει αναλυτικές πληροφορίες (analytics) και επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να δει, πως οι μαθητές εκτελούν τις ασκήσεις και πως απαντούν στις ερωτήσεις (Oxman & Wong, 2014). Το σύστημα παρέχει προσαρμοστική ανατροφοδότηση, προσαρμοστικό περιεχόμενο και προσαρμοστικά μαθησιακά μονοπάτια-μαθησιακή ροή. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της προόδου του μαθητή είναι οι εξής:
 - αριθμός προσπαθειών
 - μέγιστος χρόνος αναμονής στην ερώτηση
 - σκορ της τρέχουσας ερώτησης
 - συνολικό σκορ
 - πόσος χρόνος έχει περάσει από το μέγιστο χρόνο αναμονής στην ερώτηση

Επίσης, ο εκπαιδευτικός μπορεί να ορίσει και τις δικές του μεταβλητές. Παράδειγμα προσαρμοστικής μάθησης είναι και το ακόλουθο: ένας μαθητής που θα κατανοήσει το περιεχόμενο θα παραμείνει λίγο χρόνο στην οθόνη, ενώ ένας μαθητής που έχει κάποιους ενδοιασμούς θα παραμείνει περισσότερο χρόνο στην οθόνη και τότε το σύστημα πρέπει να τον οδηγήσει σε άλλο μαθησιακό μονοπάτι ή να αλλάξει το περιεχόμενο της οθόνης. Όμως τίθενται κάποια ερωτήματα, πώς ξέρει το σύστημα ότι ο μαθητής είναι όντως μπροστά στην οθόνη και ασχολείται με το θέμα ή ασχολείται με κάτι άλλο; Υπολογίζεται σωστά ο χρόνος αναμονής στην ερώτηση;



Εικόνα 4. Smartsparrow πλατφόρμα-Οθόνη σχεδίασης μαθήματος
[προσαρμοσμένο από <https://www.smartsparrow.com/platform/>]

- Στο Cogbook (<https://www.cogbooks.com/>) στο τέλος κάθε δραστηριότητας ο μαθητής με μια μπάρα προόδου δηλώνει το ποσοστό κατανόησης της τρέχουσας έννοιας και ανάλογα με την απάντηση, το σύστημα προτείνει στον μαθητή άλλο μαθησιακό μονοπάτι. Το Cogbook ανήκει στην κατηγορία των προσαρμοστικών «Μαζικά Ελεύθερων Διαδικτυακών Μαθημάτων» (Massive Open Online Courses - MOOCs).
- Το ScootPad (<https://www.scootpad.com/>) είναι μια εφαρμογή στην οποία ο εκπαιδευτικός μπορεί να δημιουργήσει εκ' νέου προσαρμοστικά μαθήματα σύμφωνα με το πρότυπο Common Core Standards για μαθηματικά, ανάγνωση, ορθογραφία για μαθητές δημοτικού και γυμνασίου. Στην **Εικόνα 5** παρουσιάζεται η οθόνη συγγραφής μαθημάτων του ScootPad. Και αυτό το σύστημα συγκεντρώνει στατιστικά στοιχεία για τους μαθητές. Ο εκπαιδευτικός δημιουργεί μαθησιακά μονοπάτια και στη συνέχεια τα αντιστοιχεί με τους μαθητές ή με ομάδες μαθητών. Η αντιστοίχιση των μαθησιακών μονοπατιών με ομάδες μαθητών είναι και η μοναδική μέθοδος προσαρμοστικότητας.



Εικόνα 5. ScootPad πλατφόρμα-Οθόνη σχεδίασης μαθήματος
[προσαρμοσμένο από <https://www.scootpad.com/>]

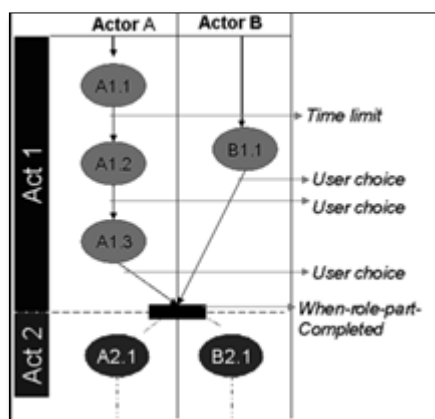
- Στο Brightspace Learning Environment (<https://www.d2l.com/en-eu/products/learning-environment/>), ο εκπαιδευτικός κατά τη φάση δημιουργίας του μαθήματος ορίζει και τους μαθησιακούς στόχους, ενώ σε δεύτερη φάση δημιουργεί τα μαθησιακά μονοπάτια. Το σύστημα μέσω ενός διαγνωστικού τεστ (pre-test) ανακαλύπτει την πρότερη γνώση του μαθητή. Λαμβάνοντας υπόψη την πρότερη γνώση και τους μαθησιακούς στόχους επιλέγει το καταλληλότερο μαθησιακό μονοπάτι. Ο μαθητής κατά τη διάρκεια του μαθήματος μπορεί να απαντήσει ξανά στο διαγνωστικό τεστ με αποτέλεσμα να αλλαχθεί το μαθησιακό μονοπάτι.

2.4 Μαθησιακή Σχεδίαση και IMS-Learning Design

Με τον όρο «Μαθησιακή Σχεδίαση-Learning Design» ορίζεται η περιγραφή της διαδικασίας της διδασκαλίας και της μάθησης που λαμβάνει χώρα σε μια μαθησιακή ενότητα (Unit Of Learning), όπως, ένα μάθημα, μια δραστηριότητα. (Koper, 2005).

Το IMS-Learning Design (IMSGLC, 2003) είναι ένα πρότυπο ηλεκτρονικής μάθησης, το οποίο υποστηρίζει μια μεγάλη ποικιλία παιδαγωγικών τεχνικών. Για να καλύψει αυτές τις παιδαγωγικές τεχνικές χρησιμοποιεί μια γενική και ευέλικτη γλώσσα. Το IMS-LD

παρέχει μια τυποποίηση της διαδικασίας διδασκαλίας-μάθησης μέσα από την μεταφορά του θεατρικού έργου που αποτελείται από τις πράξεις, τους ηθοποιούς, τους ρόλους και τις ακολουθίες των δραστηριοτήτων. Μια αναπαράσταση του IMS-LD παρουσιάζεται στην **Εικόνα 6**, όπου Actor A και Actor B είναι οι ρόλοι. Στην πράξη Act 1 εκτελούν και οι δύο ρόλοι κάποιες δραστηριότητες και όταν τελειώσουν και μεταβαίνουν ταυτόχρονα στην πράξη Act 2.



Εικόνα 6. IMS-Learning Design

[προσαρμοσμένο από (Paquette&Marino,2006)]

Η μαθησιακή σχεδίαση που προτείνεται από την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή βασίζεται στο IMS-LD, Actor 1 είναι ο μαθητής, Actor 2 ο εκπαιδευτικός και πράξεις Act είναι οι φάσεις του μαθήματος. Όταν και οι δύο ρόλοι ολοκληρώσουν τις δραστηριότητες μιας φάσης μεταβαίνουν στην επόμενη.

2.5 Συνεργατική Σχεδίαση/Μάθηση Μέσω Υπολογιστή

Στη συνεργατική σχεδίαση μέσω υπολογιστή (Computer Supported Collaborative Design - CSCD) (Shen κ.α., 2008) οι δημιουργοί συνεργάζονται για να σχεδιάσουν το προϊόν. Ένα CSCD σύστημα που αναπτύσσεται μέσω του διαδικτύου παρέχει α) πρόσβαση στις σχεδιαστικές πληροφορίες των αντικειμένων, β) επικοινωνία μεταξύ των μελών και γ) πιστοποιημένη πρόσβαση στο σχεδιαστικό εργαλείο, στις υπηρεσίες και στα έγγραφα. Στις μέρες μας τα περισσότερα συνεργατικά σχεδιαστικά συστήματα βασίζονται στο διαδίκτυο.

Η διαδικτυακή εφαρμογή που πραγματεύεται η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή παρέχει τη δυνατότητα σε πολλούς χρήστες να σχεδιάσουν ταυτόχρονα τη μαθησιακή ενότητα (μάθημα, σχέδιο μαθήματος). Υποστηρίζει τη σχεδιαστική αρχή WYSIWIS (What You See Is What I See – 'Ότι βλέπεις είναι αυτό που βλέπω και εγώ) που όπως γίνεται αντιληπτό είναι από τις πιο σύγχρονες μορφές συνεργασίας.

Επιπλέον, η κοινή οπτική της μαθησιακής ενότητας μαζί με τη χρήση των Web 2.0 εργαλείων προάγουν την επικοινωνία και την υποστήριξη από τους ειδήμονες δημιουργών μαθημάτων, κάτι που είναι βασικό στην περίπτωση των αρχάριων .

Η συνεργατική μάθηση μέσω υπολογιστή (Computer Supported Collaborative Learning – CSCL) (Stahl κ.α., 2006) είναι μια παιδαγωγική προσέγγιση η οποία μελετά πως οι άνθρωποι μπορούν να μάθουν όλοι μαζί με τη βοήθεια των υπολογιστών. Σ' αυτό τον τρόπο μάθησης οι συμμετέχοντες δημιουργούν και διαμοιράζουν τη γνώση χρησιμοποιώντας την τεχνολογία, με κύριο στόχο την επικοινωνία. Αυτή η μορφή μάθησης μπορεί να υλοποιηθεί τόσο μέσα στην τάξη όσο και σε διαδικτυακά περιβάλλοντα μάθησης, ενώ μπορεί να λάβει χώρα είτε σύγχρονα είτε ασύγχρονα. Τα κυριότερα εργαλεία που υλοποιούν τη συνεργατική μάθηση είναι τα Web 2.0 εργαλεία (όπως forum, chat, wikis κ.α.) που όλο και πιο συχνά ενσωματώνονται στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Ένα μαθησιακό περιβάλλον για να είναι αποδοτικό θα πρέπει να προάγει τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών και των διδασκόντων, να επιτρέπει στο μαθητή να δημιουργεί και να μοιράζει νέες γνώσεις, καθώς και να υποστηρίζει τη δυνατότητα να συνδεθούν διαφορετικά κομμάτια πληροφοριών. Οι Ajjan και Hartshorne (2008) αναφέρουν ότι οι περισσότεροι καθηγητές πιστεύουν ότι η ενσωμάτωση των Web 2.0 τεχνολογιών στο μαθησιακό περιβάλλον αυξάνει την ικανοποίηση των μαθητών για το μάθημα, βελτιώνει τη μάθηση και την ικανότητα γραψίματος. Με τη χρήση αυτών των εργαλείων, οι μαθητές μπορούν να αλληλοεπιδρούν περισσότερο με τους εκπαιδευτικούς, ο ρόλος τους αλλάζει, από παθητικοί γίνονται ενεργητικοί μαθητές, δημιουργούν και διατηρούν τη γνώση καλύτερα (Maloney, 2007).

Η Nurjanah (2013) και η Manroudi (2014) επιβεβαιώνουν πόσο σημαντικό είναι το CSCD στη συγγραφή προσαρμοστικών ηλεκτρονικών μαθησιακών ενοτήτων. Η

Nurjanah (2013) απέδειξε ότι οι συγγραφείς μαθημάτων που συνεργάστηκαν στη δημιουργία προσαρμοστικών μαθημάτων είχαν μεγαλύτερη επίγνωση του χώρου εργασίας και οι δικές τους μαθησιακές ενότητες ήταν καλύτερες από αυτές που δημιούργησαν οι συγγραφείς οι οποίοι δεν συνεργάστηκαν.

Κεφάλαιο 3

Ευχρηστία

3.1 Η Έννοια Της Ευχρηστίας

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετοί ορισμοί για τον όρο Ευχρηστία (Usability), σ' αυτήν την παράγραφο παρουσιάζονται οι ορισμοί κατά το πρότυπο ISO 9241-11 (ISO,1998) και κατά Nielsen (1994).

Το πρότυπο ISO 9241-11 (ISO,1998) αναφέρει ότι Ευχρηστία (Usability) είναι *«η δυνατότητα ενός προϊόντος / συστήματος ή υπηρεσίας, που χρησιμοποιείται από καθορισμένους χρήστες, με καθορισμένους στόχους, υπό καθορισμένες συνθήκες χρήσης, να παρέχει αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα και υποκειμενική ικανοποίηση στους χρήστες του».*

- Αποτελεσματικότητα (effectiveness): με τι ακρίβεια και τι πληρότητα οι χρήστες θα επιτύχουν τους συγκεκριμένους στόχους. Πόσο καλά οι χρήστες πετυχαίνουν τους στόχους τους χρησιμοποιώντας το σύστημα;
- Αποδοτικότητα (efficiency): τι πόροι καταναλώνονται προκειμένου οι χρήστες να επιτύχουν τους στόχους τους με ακρίβεια και πληρότητα;
- Ικανοποίηση (satisfaction): πώς οι χρήστες αισθάνονται σχετικά με τη χρήση του συστήματος; Οι χρήστες νιώθουν άνετα και αποδέχονται το προϊόν;

Σύμφωνα με τον Nielsen (1994) *«η ευχρηστία είναι ένα ποιοτικό χαρακτηριστικό που αξιολογεί πόσο εύκολο είναι να χρησιμοποιηθεί η διεπαφή χρήστη (user interface)»* (σελ. 25). Η λέξη ευχρηστία αναφέρεται επίσης σε μεθόδους για τη βελτίωση της ευκολίας χρήσης (ease-of-use). Η ευχρηστία του συστήματος σύμφωνα με τον Nielsen (1994) αναλύεται στις εξής παραμέτρους:

- Ευκολία και ταχύτητα εκμάθησης (learnability) της χρήσης του συστήματος. Ο χρήστης πρέπει αμέσως να ξεκινήσει να κάνει δουλειά με το σύστημα. Πόσο εύκολα μπορεί να μάθει ένας νέος χρήστης το σύστημα;

- Αποδοτικότητα (efficiency) στη χρήση του συστήματος, από τη στιγμή που κάποιος χρήστης μάθει το σύστημα, ο χρήστης πρέπει να φτάσει στο πιο ψηλό επίπεδο παραγωγικότητας. Ένας παλιός χρήστης του συστήματος πόσο γρήγορα μπορεί να εκτελέσει τις εργασίες του;
- Εύκολη απομνημόνευση (memorability) του τρόπου χρήσης του συστήματος για ορισμένο χρονικό διάστημα. Αν επιστρέψει κάποιος χρήστης μετά από συγκεκριμένο διάστημα πόσο εύκολο είναι να το ξαναχρησιμοποιήσει αποδοτικά, να μην χρειαστεί να το μάθει από την αρχή;
- Μικρός αριθμός εσφαλμένων χειρισμών (errors) κατά τη χρήση του συστήματος και εύκολη απεμπλοκή από αυτά. Καταστροφικά λάθη δεν πρέπει να συμβαίνουν.
- Υποκειμενική ικανοποίηση των χρηστών από την αλληλεπίδρασή τους με το σύστημα (satisfaction). Ο χρήστης πρέπει να νιώθει ευχάριστα όταν χρησιμοποιεί το σύστημα, να του αρέσει.

Και οι δύο ορισμοί θεωρούν βασικές παραμέτρους την ικανοποίηση και την αποδοτικότητα αλλά τις ορίζουν διαφορετικά. Η ικανοποίηση στο ISO 9241-11 αφορά το πόσο άνετα νιώθουν οι χρήστες και το αν θα αποδεχτούν τελικά το προϊόν, ενώ στο (Nielsen, 1994) η ικανοποίηση σχετίζεται με την ευχαρίστηση. Βέβαια εάν ο χρήστης είναι ευχαριστημένος με το προϊόν, νιώθει άνετα μαζί του και θα το αποδεχτεί και το αντίστροφο. Επομένως, οι δύο ορισμοί μπορούν να θεωρηθούν ισοδύναμοι.

Η αποδοτικότητα στο (Nielsen, 1994) αφορά κυρίως τους παλιούς χρήστες ενός προϊόντος, πόσο γρήγορα μπορεί να εκτελέσει ένας παλιός χρήστης τις εργασίες του, ενώ στο ISO 9241-11 η αποδοτικότητα σχετίζεται με τους πόρους που καταναλώνονται (ανθρώπινοι πόροι, χρόνος και χρήμα). Και στους δύο ορισμούς λαμβάνεται υπόψη ο χρόνος, ως εκ τούτου μπορούν να αντιστοιχηθούν μερικώς οι δύο έννοιες.

Στο ISO 9241-11 η αποτελεσματικότητα αφορά την ακρίβεια και την πληρότητα, όπου η ακρίβεια σχετίζεται με τον αριθμό λαθών, όσο λιγότερα λάθη παράγονται τόσο μεγαλύτερη είναι και η ακρίβεια. Επομένως, η αποτελεσματικότητα του ISO 9241-11 μπορεί να αντιστοιχηθεί με τα λάθη του (Nielsen, 1994).

Η εύκολη απομνημόνευση και η εύκολη εκμάθηση του (Nielsen, 1994) δεν συναντάται στο ISO 9241-11. Στον πίνακα (**Πίνακας 1**) παρουσιάζονται οι αντιστοιχίσεις των διαστάσεων, όπως αυτές αναλύθηκαν στην παρούσα παράγραφο.

| ISO 9241-11 | Nielsen, 1994 |
|--------------------|--------------------------------|
| | Ευκολία και ταχύτητα εκμάθησης |
| Αποδοτικότητα | Αποδοτικότητα |
| | Εύκολη απομνημόνευση |
| Αποτελεσματικότητα | Λάθη |
| Ικανοποίηση | Ικανοποίηση |

Πίνακας 1. Αντιστοίχιση ορισμών ευχρηστίας (ISO 9241-11) - (Nielsen,1994)

Όπως όλες οι εφαρμογές πρέπει να είναι εύχρηστες, έτσι και το σύστημα, που υλοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, πρέπει να ακολουθεί τις γενικές αρχές ευχρηστίας.

3.2 Γιατί Πρέπει Μια εφαρμογή Να Είναι Εύχρηστη;

Όσο περισσότερο μια εφαρμογή ανταποκρίνεται σωστά στις προσδοκίες των χρηστών, τόσο περισσότερο θα αισθάνονται ότι έχουν τον έλεγχο της και τόσο περισσότερο θα θέλουν να τη χρησιμοποιούν. Και όσο η εφαρμογή δεν ανταποκρίνεται στις προσδοκίες των χρηστών, τόσο περισσότερο θα αισθάνονται ανασφαλείς και δεν θα θέλουν να τη χρησιμοποιούν. Οι χρήστες διαμορφώνουν τις προσδοκίες τους για μια εφαρμογή βασιζόμενοι σ' αυτό που συνήθως κάνουν στις περισσότερες αντίστοιχες εφαρμογές. Εάν όμως αυτή παρεκκλίνει από τις αντίστοιχες εφαρμογές, η εφαρμογή θα είναι δύσχρηστη και οι χρήστες θα την εγκαταλείψουν. Σε μια εύχρηστη εφαρμογή όχι μόνο αυξάνεται ο αριθμός των εγγεγραμμένων χρηστών αλλά οι χρήστες παραμένουν (Nielsen, 2012).

3.3 Σχεδιαστικές Αρχές Ευχρηστίας

Το σύστημα της μεταπτυχιακής διατριβής είναι μια διαδικτυακή πλατφόρμα προσαρμοστικής ηλεκτρονικής μάθησης. Επομένως, στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι σχεδιαστές αρχές ευχρηστίας για:

- τις γενικές διαδικτυακές εφαρμογές
- τις πλατφόρμες ηλεκτρονικής μάθησης
- τα προσαρμοστικά συστήματα

Οι παρακάτω αρχές – κατευθυντήριες γραμμές είναι και αυτές που ακολουθήθηκαν για το σχεδιασμό του συστήματος που πραγματεύεται η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή.

3.3.1 Αρχές Γενικών Διαδικτυακών Εφαρμογών

Παρακάτω παρατίθενται οι δέκα γενικές αρχές σχεδιασμού διεπαφής (ευρετικοί κανόνες, heuristics), όπως έχουν προταθεί από τον Nielsen (1994). Ένα σύστημα πρέπει:

1. να παρέχει την κατάλληλη ανατροφοδότηση σε εύλογο χρόνο.
2. να χρησιμοποιεί γλώσσα και εικονικές αναπαραστάσεις προσαρμοσμένες στο νοητικό επίπεδο του χρήστη.
3. να δίνει στο χρήστη τον έλεγχο, την ελεύθερη κίνηση και την εύκολη δυνατότητα διόρθωσης λανθασμένων ενεργειών (undo, redo).
4. να υπάρχει συνέπεια στη χρήση ορολογίας και να ακολουθεί κάποια πρότυπα.
5. να προστατεύει το χρήστη από πιθανά λάθη.
6. να βοηθάει το χρήστη να αναγνωρίζει και όχι να θυμάται τις λειτουργίες και τις επιλογές του συστήματος και να παρέχει κατευθυντήριες οδηγίες.
7. να προσαρμόζεται στις ανάγκες των πεπειραμένων χρηστών, παρέχοντας συντομεύσεις σε συχνές ενέργειες.
8. να χαρακτηρίζεται από καλαισθησία και συγχρόνως στις διεπαφές χρήστη να παρέχονται μόνο οι απαραίτητες για το χρήστη πληροφορίες.
9. να παρέχει μηνύματα λάθους κατανοητά από το χρήστη και να προτείνουν μία λύση.
10. η παρεχόμενη βοήθεια και τα εγχειρίδια χρήσης πρέπει να είναι σύντομα, να έχουν εύκολη αναζήτηση, να εστιάζουν στις εργασίες του χρήστη και να παρέχουν λίστα με συγκεκριμένα βήματα που πρέπει να εκτελεστούν.

Οι περισσότερες από τις κατευθυντήριες γραμμές ακολουθούν τις οδηγίες των συνηθισμένων διαδραστικών (interactive) συστημάτων, για παράδειγμα επιλογή εικονιδίων, εμφάνιση λαθών, εμφάνιση μενού, τοποθέτηση των πεδίων ελέγχου στη σωστή θέση κ.τ.λ (Leavitt & Shneiderman, 2006; Dix, 2009). Στη συνέχεια παρατίθενται μερικοί από τους κανόνες σχεδιασμού εύχρηστων διαδικτυακών εφαρμογών:

- **Συνέπεια (consistency)**(Nielsen, 2008; Leavitt & Shneiderman, 2006)
Η συνέπεια είναι μία από τις πιο ισχυρές αρχές ευχρηστίας. Όταν τα αντικείμενα συμπεριφέρονται το ίδιο, οι χρήστες δεν ανησυχούν για το τι θα συμβεί, αντίθετα ξέρουν τι θα συμβεί βάσει της προηγούμενης εμπειρία τους. Ο Nielsen (2008) αναφέρει ότι αν για το ίδιο αντικείμενο χρησιμοποιηθεί το ίδιο όνομα και τοποθετηθεί στην ίδια θέση, οι χρήστες θα διαχειρίζονται την εφαρμογή με μεγαλύτερη ευκολία. Επιπρόσθετα, οι χρήστες συγχέονται όταν τα αντικείμενα κινούνται τριγύρω, παραβιάζοντας έτσι την εντροπία του συστήματος (display inertia).
- **Χρήση γραφικών στοιχείων (widgets) με τα οποία οι χρήστες είναι εξοικειωμένοι** - χρήση πρότυπων στοιχείων Γραφικού Περιβάλλοντος Χρήστη (Standard GUI Controls) (Nielsen, 2008; Leavitt & Shneiderman, 2006)
Τα βασικά γραφικά στοιχεία - όπως τα κουμπιά (buttons), τα κουμπιά επιλογών (radio buttons), τα πλαίσια ελέγχου (checkboxes), οι κυλιόμενες μπάρες (scrollbars) κ.τ.λ - είναι το λεξικό μιας εφαρμογής. Αν αλλαχθεί η εμφάνιση ή η λειτουργία τους ο χρήστης θα δυσκολευτεί να τα χρησιμοποιήσει.
- **Ανατροφοδότηση** (Nielsen, 2008; Leavitt & Shneiderman, 2006)
Μία από τις πιο σημαντικές αρχές που καθιστούν μια εφαρμογή εύχρηστη είναι η δυνατότητα της εφαρμογής για ανατροφοδότηση:
 - Να ενημερώνει τους χρήστες για την τρέχουσα κατάσταση της εφαρμογής (π.χ. κατάσταση μαθήματος πρόχειρη ή τελική- draft or final).
 - Να ενημερώνει τους χρήστες ότι οι εντολές τους έχουν εκτελεστεί (π.χ. μήνυμα για την ολοκλήρωση εισαγωγής νέου μαθήματος, μήνυμα για την ολοκλήρωση πρόσκλησης χρηστών).
 - Να ενημερώνει τους χρήστες τι συμβαίνει.
 - Να προβλέπει τυπικά σφάλματα χρηστών.

Στην περίπτωση που μια ενέργεια έχει μεγάλο χρόνο απόκρισης καλό είναι να χρησιμοποιείται δείκτης προόδου. Όταν δεν υπάρχει κάποια ένδειξη ότι η ενέργεια συνεχίζεται ο χρήστης νομίζει ότι η εφαρμογή δεν «τρέχει» ή κάνει κλικ για να επιλέξει νέα ενέργεια. Επομένως, αν η ενέργεια διαρκεί πάνω από 1 δευτερόλεπτο να εμφανίζεται "απασχολημένος" κέρσορας. Και αν η ενέργεια διαρκεί πάνω από 10 δευτερόλεπτα, καλό είναι να χρησιμοποιηθεί μια μπάρα προόδου.

- **Κατάλληλα μηνύματα λάθους** (Nielsen, 2008; Leavitt & Shneiderman, 2006)
Ένα μήνυμα λάθους δεν πρέπει απλώς να αναφέρει ποιο είναι το λάθος, αλλά και να εξηγεί πως ο χρήστης θα το διορθώσει. Συνήθως οι χρήστες δεν αφιερώνουν χρόνο για να μάθουν τις δυνατότητες της εφαρμογής, αλλά αν τους συμβεί κάποιο λάθος θα αφιερώσουν χρόνο για το κατανοήσουν. Επομένως, ένα λάθος αποτελεί και στοιχείο μάθησης της εφαρμογής.
- **Ελαχιστοποίηση πληκτρολόγησης δεδομένων** (Nielsen, 2008; Leavitt & Shneiderman, 2006)
Οι χρήστες δεν πρέπει να εισάγουν την ίδια πληροφορία πάνω από μία φορά. Οι υπολογιστές είναι πάρα πολύ καλοί στο να θυμούνται. Τα ίδια δεδομένα πρέπει να μεταφέρονται από ένα μέρος της εφαρμογής σε άλλο.
- **Χρήση προεπιλεγμένων (default) τιμών όπου κρίνεται απαραίτητο** (Nielsen, 2008; Leavitt & Shneiderman, 2006)
Οι προεπιλεγμένες τιμές βοηθούν τους χρήστες με διάφορους τρόπους:
 - αυξάνουν την ταχύτητα εισαγωγής δεδομένων
 - διδάσκουν, για παράδειγμα, μία απάντηση που είναι κατάλληλη σε μια ερώτηση
 - κατευθύνουν τους αρχάριους χρήστες σε ασφαλή εισαγωγή δεδομένων, αν δεν ξέρουν τι άλλο να κάνουν.
- **Διαχωρισμός υποχρεωτικών και προαιρετικών πεδίων** (Leavitt & Shneiderman, 2006)
Χρησιμοποιείται το σύμβολο '*' για την ένδειξη των υποχρεωτικών πεδίων.

- **Σαφείς - ξεκάθαρες ετικέτες κουμπιών και πεδίων** (Leavitt & Shneiderman, 2006)
Οι ετικέτες πρέπει να βοηθούν τους χρήστες με το τι δεδομένα πρέπει να εισάγουν (στην περίπτωση των πεδίων) ή τι ενέργεια θα εκτελεστεί στην περίπτωση που πατηθεί το κουμπί.
- **Οι ετικέτες κοντά στα πεδία** (Leavitt & Shneiderman, 2006)
Οι ετικέτες πρέπει να είναι κοντά στα αντίστοιχα πεδία τους έτσι ώστε οι χρήστες να αναγνωρίζουν τις αντιστοιχίες.
- **Οι χρήστες να βλέπουν τα δεδομένα που έχουν πληκτρολογήσει** (Leavitt & Shneiderman, 2006)
Τα πεδία εισαγωγής δεδομένων πρέπει να είναι τόσο μεγάλα έτσι ώστε οι χρήστες να βλέπουν τι πληκτρολογούν.
- **Κουμπί επαναφοράς ή ακύρωσης μόνο με ερώτηση** (Nielsen, 2008)
Σχεδόν όλες οι εφαρμογές έχουν κουμπιά για επαναφορά ή ακύρωση, όμως με ένα λάθος κλικ μπορεί να χαθεί όλη η δουλειά του χρήστη. Αν δεν μπορεί να αποφευχθεί η παραπάνω λειτουργία καλό είναι η εφαρμογή να ρωτά αν ο χρήστης θέλει σίγουρα να επαναφέρει ή να ακυρώσει τα δεδομένα της φόρμας.

Οι Leavitt και Shneiderman (2006) αναφέρονται και σε επιπλέον αρχές ευχρηστίας όπως η τοποθέτηση του κέρσορα στο πρώτο πεδίο εισαγωγής της φόρμας, σωστή τοποθέτηση κουμπιών κ.α.

3.3.2 Αρχές Συστημάτων Ηλεκτρονικής Μάθησης

Μια πρόκληση στο σχεδιασμό των εκπαιδευτικών συστημάτων είναι να αποτρέψει οποιοδήποτε περισπασμό με στόχο ο μαθητής να επικεντρωθεί στο νέο περιεχόμενο. Στην περίπτωση των συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης η πρόκληση είναι να μη δημιουργούν σύγχυση στους μαθητές. Πρώτα από όλα θα πρέπει να γίνει ξεκάθαρο πως υπάρχουν διαφορετικές αρχές για τις πλατφόρμες ηλεκτρονικής μάθησης και για τα εκπαιδευτικά αντικείμενα που παρέχονται από αυτές.

Όταν οι μαθητές παραπονιούνται για τη μάθηση μέσω του διαδικτύου ή προτιμούν το μάθημα μέσα στην τάξη (δια ζώσης μαθήματα) ίσως είναι η σύγχυση που προκαλείται από τα μενού, από τα κουμπιά που δεν γνωρίζουν τη λειτουργία τους, από παράλογους υπερσύνδεσμούς που φοβίζουν τους μαθητές. Η επιτυχία ενός συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης εξαρτάται κυρίως από το κίνητρο και τη διάθεση των μαθητών. Μία φτωχή σχεδιαστικά διεπαφή χρήστη κάνει τους μαθητές να αισθάνονται χαμένοι, συγχυσμένοι, απογοητευμένοι και αποτελεί εμπόδιο στην αποδοτική μάθηση (Kruse, 2000).

Η θεωρία του γνωστικού φορτίου (Cognitive Load Theory) συχνά καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να σχεδιάζονται τα εκπαιδευτικά εργαλεία, προκειμένου οι μαθητές να αποκτήσουν σύνθετες γνωστικές δεξιότητες και ικανότητες (Kirschner, 2002). Το γνωστικό φορτίο διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες 1) το εγγενές (intrinsic), 2) το εξωγενές (extraneous) και 3) το συναφή (germane). Το *εγγενές γνωστικό φορτίο* αφορά την πολυπλοκότητα του αντικειμένου μάθησης (Sweller & Chandler, 1994). Οι απόψεις δίστανται στο εάν μπορεί να αλλαχθεί το εγγενές γνωστικό φορτίο. Από τη μια μεριά, οι Sweller κ.α (1998) υποστηρίζουν ότι οι σχεδιαστές μαθησιακών αντικειμένων δεν μπορούν να μειώσουν αυτό το φορτίο. Η άλλη μεριά προτείνει τεχνικές μείωσης όπως: α) η δομή του γνωστικού αντικειμένου να ξεκινάει από το πιο απλό στο πιο πολύπλοκο (simple-to-complex) (Van Merriënboer κ.α., 2003), β) η εκτέλεση πολλών μικρών εργασιών (part-whole) (Gerjets κ.α., 2004) και γ) να παρουσιάζεται στην αρχή όλο το γνωστικό αντικείμενο με πλήρη πολυπλοκότητα και στη συνέχεια να διαιρείται σε μέρη (whole-part) (Van Merriënboer κ.α., 2006). Το *εξωγενές γνωστικό φορτίο* δεν συμβάλλει στη μάθηση και προέρχεται από τους τρόπους με τους οποίους παρουσιάζεται, οργανώνεται και είναι γραμμένη η πληροφορία. Οι Van Merriënboer και Sweller (2005) αναφέρουν ότι το εξωγενές γνωστικό φορτίο δεν είναι απαραίτητο για τη μάθηση και μπορεί να αλλαχθεί από εκπαιδευτικές παρεμβάσεις. Το *συναφές γνωστικό φορτίο* αφορά στην προσπάθεια που καταβάλλεται από το μαθητή να δημιουργήσει τα νέα σχήματα προκειμένου να οργανώσει τη νέα γνώση, που φυσικά είναι και ο κύριος στόχος της μάθησης. Εάν ένα εκπαιδευτικό σύστημα καταφέρει να μειώσει τους εξωγενείς και τους εγγενείς τύπους γνωστικού φορτίου τόσο περισσότεροι νοητικοί πόροι (βραχύχρονη/εργασιακή μνήμη –short term /working memory) είναι διαθέσιμοι για τα συναφές γνωστικά φορτία, επομένως και για τη μάθηση.

Στην περίπτωση ενός συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης, το εξωγενές φορτίο μπορεί να αντιστοιχηθεί στην εκπαιδευτική πλατφόρμα (διεπαφές χρήστη), το εγγενές φορτίο στη μαθησιακή ενότητα/μαθησιακό περιεχόμενο και το συναφές φορτίο στη προσπάθεια που καταβάλλεται από το μαθητή να κατανοήσει το μαθησιακό περιεχόμενο. Σε αντιστοιχία με τη θεωρία του γνωστικού φορτίου αν οι μαθητές καταναλώσουν περισσότερο χρόνο/κόπο στην κατανόηση μιας φτωχής διεπαφής χρήστη και όχι στο μαθησιακό περιεχόμενο τότε θα δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις νέες έννοιες και να συγκρατήσουν ότι έχουν μάθει. Η διεπαφή χρήστη πρέπει να είναι ξεκάθαρη ως προς την οργάνωση του περιεχομένου και τις λειτουργίες του συστήματος, να είναι απλή ως προς την πλοήγηση και φυσικά να προσαρμόζεται στις ανάγκες του μαθητή. Ο μαθητής πρέπει να ασχολείται με την εκπαιδευτική/μαθησιακή διαδικασία χωρίς να αποσπάται η προσοχή του.

Σ' ένα σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης είναι σημαντικό να γίνει διάκριση μεταξύ της πλατφόρμας και της διδακτικής ενότητας. Στην πραγματικότητα, μια πλατφόρμα ηλεκτρονικής μάθησης είναι ένα σύνθετο περιβάλλον με ολοκληρωμένα εργαλεία και υπηρεσίες για τη διδασκαλία, τη μάθηση, την επικοινωνία και τη διαχείριση των μαθησιακών αντικειμένων. Από την άλλη μεριά, η διδακτική ενότητα είναι ένα εκπαιδευτικό περιεχόμενο που παρέχεται από την πλατφόρμα. Η ευχρηστία στα συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης έχει δύο υποστάσεις α) ευχρηστία της πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης και β) ευχρηστία του εκπαιδευτικού περιεχομένου. Οι Ardito κ.α. (2006), συνέλλεξαν τις βασικές αρχές ευχρηστίας που διέπουν ένα σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης και αντιστοιχούν τις αρχές σε τέσσερες διαστάσεις: α) παρουσίασης (presentation), β) υπερμεσικότητας (hypermediality), γ) λειτουργίες της εφαρμογής (application proactivity) και δ) δραστηριότητες χρήστη (useractivity).

Ευχρηστία πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης

Σύμφωνα με τους Ardito κ.α. (2006), στη διάσταση της παρουσίασης όσο αφορά τη διεπαφή χρήστη, οι λειτουργίες της εφαρμογής πρέπει να είναι ευδιάκριτες και όταν συμβαίνουν λάθη να παρουσιάζονται με εμφανή τρόπο. Ο σκοπός είναι να βοηθούν το χρήστη να απεμπλακεί, να προσαρμόζει τη διεπαφή χρήστη στις προσωπικές του προτιμήσεις (π.χ. μέγεθος γραμμάτων, χρώμα φόντου κ.α.). Παράλληλα, να υπάρχει δυνατότητα καταγραφής και παρουσίασης της χρήσης του συστήματος. Ο μαθητής πρέπει ακόμη να γνωρίζει κάθε φορά σε πιο σημείο του μαθήματος είναι και επίσης να

γνωρίζει πως μπορεί να μεταβεί σε άλλο σημείο. Η πλατφόρμα πρέπει να υποστηρίζει την οπτική αναπαράσταση μιας τάξης, έτσι ώστε να είναι εύκολη η πλοήγηση μεταξύ των αντικειμένων (έναν χάρτη ή μια αναπαράσταση όπως οι φάκελοι).

Στη διάσταση της υπερμεσικότητας, η εφαρμογή πρέπει να επιτρέπει τους συγγραφείς εκπαιδευτικούς να εμπλουτίσουν το μάθημα με διάφορα μέσα (π.χ. βίντεο, εικόνα κ.α.) και τους μαθητές να επιλέγουν το δικό τους μαθησιακό μονοπάτι. Παράλληλα, να δίνεται δυνατότητα επιλογής πολλών πολυμεσικών καναλιών επικοινωνίας π.χ. βίντεο-διάσκεψη (video conference), δυνατότητα δημιουργίας σελιδοδείκτη για μαθήματα που θα επιλέξει ο εκπαιδευτικός ή ο μαθητής και επιλογή απενεργοποίησης (offline) ενός μαθήματος ή μιας δραστηριότητας. Τέλος, κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη βάσεων μαθημάτων για τους εκπαιδευτικούς και για τους μαθητές.

Όσον αφορά στη διάσταση των λειτουργιών της εφαρμογής μια πλατφόρμα ηλεκτρονικής μάθησης θα πρέπει να υποστηρίζει τη θεωρία του κοινωνικού εποικοδομητισμού (social-constructivist) (Vygotsky, 1978). Στο πλαίσιο αυτής της θεωρίας η γνώση «κατασκευάζεται» και μοιράζεται μέσω των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων. Στην περίπτωση της πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης οι τεχνικές που υλοποιούν αυτή τη θεωρία είναι τα forum, chat, e-mail κ.α.. Όμως θα πρέπει να υλοποιούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην απαιτούν ειδικές ικανότητες από τους εκπαιδευτικούς/μαθητές. Οι σύγχρονοι και οι ασύγχρονοι τρόποι επικοινωνίας επιτρέπουν τη συνεργατική μάθηση. Η ευκολία χρήσης αυτών των εργαλείων αποτελεί μία από τις πτυχές των χρηστο-κεντρικών (User Centered Design - UCD) συστημάτων και κερδίζει έδαφος στα μαθητο-κεντρικά περιβάλλοντα (Learner Centered Design - LCD. Το σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης είναι και αυτό ένα σύστημα πολλών χρηστών, επομένως πρέπει να υποστηρίζει διαφορετικές ομάδες χρηστών, όπως ομάδα με τους συγγραφείς μαθημάτων, με τους εκπαιδευτικούς, με τους μαθητές και με τους διαχειριστές του συστήματος. Επιπλέον, είναι απαραίτητο ο σχεδιαστής του συστήματος να λάβει υπόψη τις διαφορετικές γλώσσες που θα πρέπει να χρησιμοποιήσει, άλλη για τους συγγραφείς και άλλη για τους μαθητές. Άλλες δυνατότητες που πρέπει να έχει το σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης είναι (Ardito κ.α., 2006):

- τεστ αξιολόγησης σε διαφορετικούς μορφότευπους (format)
- αυτόματη ενημέρωση της εξέλιξης των μαθητών

- μηχανισμός για τη διαχείριση του προφίλ χρήστη
- μηχανισμός για εμπόδιση λάθους χρήσης
- μηχανισμός για διδασκαλία με τη βοήθεια του λάθους
- διαφορετικές βάσεις μαθημάτων για τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές
- η εξατομίκευση να είναι όσο το δυνατόν η μέγιστη
- ενημέρωση της ημερομηνίας τελευταίας τροποποίησης των εγγράφων/δραστηριοτήτων/μαθημάτων

Αναφορικά στις δραστηριότητες του χρήστη πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλα όσα χρειάζονται ο μεν εκπαιδευτικός για να διδάξει, ο δε μαθητής για να μάθει. Ένα σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης πρέπει να παρέχει (Ardito κ.α., 2006):

- ένα εύκολο εργαλείο συγγραφής μαθημάτων
- δυνατότητα ορισμού ενός ή περισσότερων μαθησιακών μονοπατιών
- υποστήριξη στα τεστ αξιολόγησης
- αναφορές για την παρακολούθηση της τάξης
- σύγχρονα και ασύγχρονα επικοινωνιακά εργαλεία
- επικοινωνιακούς μηχανισμούς μεταξύ των μαθητών και των καθηγητών
- δυνατότητα μηχανισμού δημιουργίας σχολίων
- δυνατότητα εμπλουτισμού του εκπαιδευτικού υλικού
- μηχανισμό αναζήτησης μαθημάτων μέσω ευρετηρίου, λέξεων κλειδιών ή φυσικής γλώσσας
- διαδικασίες εξαγωγής/δημιουργίας μαθημάτων/δραστηριοτήτων συμβατών με τα πρότυπα έγγραφα και τεστ (AICC, IMS, SCORM)
- εργαλεία συγγραφής για εύκολη ενημέρωση των εγγράφων και εύκολη επεξεργασία των τεστ αξιολόγησης

Ευχρηστία περιεχομένου πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης

Η ευχρηστία της πλατφόρμας ηλεκτρονικής μάθησης όμως αποδεικνύεται (Ardito κ.α., 2006) ότι από μόνη της δεν επαρκεί, αλλά αυτή σε συνδυασμό με την ευχρηστία της μαθησιακής ενότητας μπορούν να ωθήσουν τον εκπαιδευτικό/μαθητή να χρησιμοποιήσει επανειλημμένα το σύστημα. Γι' αυτό θα ήταν καλό να ακολουθηθούν κάποιες κατευθυντήριες γραμμές κατά τη συγγραφή της μαθησιακής ενότητας. Οι

Ardito κ.α. (2006) συνέλλεξαν τις κατευθυντήριες γραμμές και κάποιες από αυτές παρουσιάζονται σ' αυτήν την παράγραφο:

- Μαθήματα που αναφέρονται είτε στο ίδιο αντικείμενο είτε στην ίδια τάξη πρέπει να έχουν την ίδια δομή
- Πρέπει να χρησιμοποιείται η γραφική αναπαράσταση καθότι είναι αποδοτική, όχι μόνο από εννοιολογική άποψης αλλά και γιατί τονώνει την οπτική μνήμη των μαθητών.
- Μία καλή πρακτική είναι να αποφεύγονται οι πολλοί υπερσύνδεσμοι, γιατί δίνει τη δυνατότητα στον μαθητή να τους ενεργοποιήσει και μπορεί να «χαθεί» (lost in hyperspace).
- Παράλληλα θα πρέπει να γίνεται προσεκτικά η αφαίρεση της βοήθειας του εκπαιδευτικού προς τον μαθητή (scaffolding).
- Οι Zaharias και Polymenakou (2009) προσθέτουν μία ακόμη διάσταση στην ευχρηστία της μαθησιακής ενότητας, αυτό του κινήτρου (motivation) για μάθηση. Εάν μια μαθησιακή ενότητα έχει νέα χαρακτηριστικά, είναι ευχάριστη, ενδιαφέρον και παρέχει ποικίλες δραστηριότητες, στοιχεία που ωθούν για μάθηση, ο μαθητής θα θέλει να τη χρησιμοποιήσει άρα είναι εύχρηστη.

Παρόλο που η μεταπτυχιακή διατριβή αφορά ένα σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης, το αντικείμενο της έρευνας θα είναι η αξιολόγηση της ευχρηστίας της πλατφόρμας και όχι του εκπαιδευτικού περιεχομένου. Επιπρόσθετα, οι ρόλοι του μαθητή, του δασκάλου/σχεδιαστή και του διαχειριστή του συστήματος πρέπει να αξιολογηθούν ξεχωριστά.

3.3.3 Αρχές Προσαρμοστικών Συστημάτων

Οι Alshammari κ.α. (2015) αποδεικνύουν ότι ένα προσαρμοστικό σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης το οποίο βασίζεται στην πρότερη γνώση του μαθητή και στο μαθησιακό του στυλ έχει υψηλότερη αντιληπτή ευχρηστία από ότι ένα μη-προσαρμοστικό σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης. Η ευχρηστία αυξάνει το επίπεδο της ικανοποίησης, της ενασχόλησης και του κινήτρου των μαθητών και ως εκ τούτου, συστήματα εύκολα στη χρήση αναμένεται να βελτιώσουν τη μάθηση (Ardito κ.α., 2006; Zaharias & Polymenakou, 2009). Οι Magoulas κ.α. (2003, Ιούνιος) προσάρμοσαν τους 10 κανόνες του Nielsen στα Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Συστήματα (ΠΕΣ):

1. Η προσαρμοστικότητα του συστήματος προσελκύει το χρήστη, το περιβάλλον ενημερώνει πάντα τους μαθητές ποιο περιεχόμενο είναι κατάλληλο γι' αυτούς, παρέχει ανατροφοδότηση και πληροφορίες για την πρόοδο του μαθητή με στόχο την ενθάρρυνση του.
2. Συσχέτιση του ΠΕΣ με τον πραγματικό κόσμο, π.χ. το περιβάλλον μάθησης παρουσιάζει τις πληροφορίες με τέτοιο τρόπο που να ταιριάζει στις ατομικές μαθησιακές προτιμήσεις.
3. Διάφορα επίπεδα ελέγχου, π.χ. οι εκπαιδευόμενοι είναι ελεύθεροι να αναπτύξουν τις δικές τους προσωπικές στρατηγικές, να επιλέξουν και να ταξινομήσουν τις δραστηριότητες, να ενεργοποιήσουν ή να απενεργοποιήσουν τα προσαρμοστικά χαρακτηριστικά.
4. Συνέπεια και πρότυπα (standards), π.χ. η διάταξη των στοιχείων στην διεπαφή δεν αλλάζει κάθε φορά που αλλάζει κάποια προσαρμοστική παράμετρος, οι οδηγίες διδασκαλίας είναι πάντα στην ίδια θέση.
5. Εύκολη απεμπλοκή από τα λάθη.
6. Προφύλαξη από λάθη.
7. Η αναγνώριση είναι καλύτερη της ανάκλησης, δηλαδή ο χρήστης να αναγνωρίζει παρά να θυμάται τις λειτουργίες του συστήματος.
8. Ευελιξία και αποδοτικότητα χρήσης, π.χ. το σύστημα λαμβάνει υπόψη τις προτιμήσεις του εκπαιδευόμενου παρέχοντας γρήγορους εναλλακτικούς δρόμους πρόσβασης στην πληροφορία.
9. Καλαίσθητο και μινιμαλιστικό σχεδιασμό, π.χ. το σύστημα παρέχει μια απολαυστική εμπειρία υιοθετώντας μινιμαλιστικό και αισθητικό σχεδιασμό.
10. Εύκολη αναζήτηση βοήθειας και εγχειρίδια χρήσης.

Κεφάλαιο 4

Εμπειρία Χρήστη

4.1 Η Έννοια Της Εμπειρίας Χρήστη

Παρά το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την εμπειρία χρήστη (user experience), δεν υπάρχει συμφωνία σχετικά με τη φύση και την έκταση της. Σύμφωνα με το ISO 9241-210:2010 (DIS, 2009) ο όρος εμπειρία χρήστη «αναφέρεται στις αντιλήψεις και αντιδράσεις ενός ατόμου που προκύπτουν από τη χρήση και/ή την προβλεπόμενη χρήση ενός προϊόντος, συστήματος ή υπηρεσίας». Σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό ο όρος εμπειρία χρήστη περιλαμβάνει μερικά χαρακτηριστικά που έχουν σχέση με τα συναισθήματα, τα πιστεύω, τις αντιλήψεις, τη συμπεριφορά, τις φυσικές και ψυχολογικές αντιδράσεις του χρήστη που συμβαίνουν πριν και μετά τη χρήση ενός προϊόντος, συστήματος ή υπηρεσίας.

Σύμφωνα με τον Kuniavsky (2010) η εμπειρία χρήστη είναι το σύνολο των αντιλήψεων των τελικών χρηστών καθώς αυτοί αλληλεπιδρούν με ένα προϊόν ή μια υπηρεσία. Αυτές οι αντιλήψεις σχετίζονται με (Kuniavsky, 2010):

- την αποτελεσματικότητα (πόσο καλό είναι το αποτέλεσμα;),
- την αποδοτικότητα (πόσο γρήγορο ή φτηνό είναι;),
- τη συναισθηματική ικανοποίηση (πόσο καλά σε κάνει να νιώθεις;), καθώς και
- την ποιότητα της σχέσης του χρήστη με το προϊόν ή την υπηρεσία (ποιες είναι οι προσδοκίες που δημιουργεί για τις επόμενες αλληλεπιδράσεις;).

Πολλές φορές ο όρος ευχρηστία συγχέεται με τον όρο εμπειρία χρήστη. «Η ευχρηστία συνήθως μελετά την ικανότητα του χρήστη να χρησιμοποιήσει ένα αντικείμενο/προϊόν έτσι ώστε να φέρει εις πέρας μια εργασία (με επιτυχία). Ενώ η εμπειρία χρήστη λαμβάνει υπόψη μια ευρύτερη άποψη του αντικειμένου, εξερευνώντας συνολικά την αλληλεπίδραση του χρήστη με το αντικείμενο, όπως τις σκέψεις, τα αισθήματα, τις προσδοκίες τα οποία είναι αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης» (Albert & Tullis, 2013,

σελ. 5). Η ευχρηστία απαντάει στην ερώτηση «Ο χρήστης πέτυχε το σκοπό του;» και αναφέρεται κυρίως στη διεπαφή. Ενώ η εμπειρία χρήστη απαντάει στην ερώτηση «Ο χρήστης έχει όσο το δυνατόν πιο απολαυστική εμπειρία;» και αναφέρεται σε όλο το σύστημα. Η εμπειρία χρήστη είναι μια πιο γενική έννοια από την ευχρηστία.

Από το παρακάτω παράδειγμα μπορεί κάποιος να κατανοήσει την έννοια εμπειρία χρήστη και πως η εμπειρία χρήστη μπορεί να βοηθήσει στη σχεδίαση εύχρηστης διεπαφής.

Ο υπεύθυνος μιας εταιρίας αποφάσισε να αλλάξει τη μάρκα των υπολογιστών της. Η εκκίνηση στους παλιούς υπολογιστές γινόταν με το πράσινο κουμπί. Εξαιτίας της συνήθειας τους οι υπάλληλοι συνέχιζαν να πατάνε το πράσινο κουμπί και στους νέους υπολογιστές, παρόλο που στους νέους η εκκίνηση γίνεται με ένα κόκκινο κουμπί. Για να εκπαιδευτούν οι υπάλληλοι, ο υπεύθυνος τοποθέτησε μια ετικέτα που έγραφε ότι πρέπει να πατάνε το κόκκινο κουμπί για την εκκίνηση. Όταν όμως χάλασε η ετικέτα, οι υπάλληλοι συνέχιζαν να πατάνε το κόκκινο. Συμπέρασμα: με την εμπειρία χρήστη μπορεί να υλοποιηθεί εύχρηστη διεπαφή χρήστη.

4.2 Σχεδιασμός Μέτρησης Εμπειρίας Χρήστη

Ένας από τους στόχους αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής είναι η βελτίωση της ευχρηστίας του συστήματος λαμβάνοντας υπόψη την εμπειρία χρήστη. Η μέτρηση της εμπειρίας χρήστη και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων βοηθούν τους σχεδιαστές να βελτιώσουν ένα προϊόν.

Η αξιολόγηση της ευχρηστίας ενός συστήματος λογισμικού τόσο κατά τη σχεδίαση και ανάπτυξη όσο και κατά τη λειτουργία του, αποτελεί μία πολύ σημαντική διαδικασία. Όμως για να στεφθεί με επιτυχία η μελέτη θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κάποια θέματα. Το πρώτο θέμα που πρέπει να εξεταστεί σε μια μελέτη για την εμπειρία του χρήστη είναι ο ορισμός του στόχου. Τι θέλουμε να μετρήσουμε; Μια καινούρια λειτουργία; Στη συνέχεια πρέπει να κατανοηθούν οι στόχοι των χρηστών. Θέλουν να εκτελέσουν μια εργασία μόνο μία φορά και μετά να σταματήσουν να χρησιμοποιούν το προϊόν ή να χρησιμοποιούν το προϊόν πολλές φορές και καθημερινά. Αν κατανοηθούν οι στόχοι της μελέτης και των χρηστών είναι πολύ πιθανόν ότι θα επιλεγθεί και η

κατάλληλη μετρική. Άλλα ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν είναι ποια μέθοδο αξιολόγησης θα επιλεγεί, πόσοι θα είναι οι συμμετέχοντες έτσι ώστε η ανατροφοδότηση να είναι έγκυρη, πως θα γίνει η μέτρηση λαμβάνοντας υπόψη το χρόνο και το κόστος, ποιο είναι το πιο κατάλληλο εργαλείο για τη συλλογή των δεδομένων και τέλος πως θα γίνει η επεξεργασία αυτών των δεδομένων.

4.2.1 Βήματα Μελέτης

Στην παρούσα παράγραφο παρουσιάζονται τα βήματα που πρέπει να ακολουθεί η μελέτη ευχρηστίας λαμβάνοντας υπόψη την εμπειρία χρήστη όπως αυτά παρουσιάζονται από τους Albert και Tullis (2013).

1^ο Βήμα: *Στόχος της μελέτης – Χρόνος συλλογής δεδομένων*

Ανάλογα με τη φάση στην οποία πραγματοποιείται η αξιολόγηση διακρίνεται σε διαμορφωτική (formative evaluation) και σε συμπερασματική (summative evaluation). Η διαμορφωτική αξιολόγηση πραγματοποιείται κατά τη φάση της ανάπτυξης του λογισμικού και έχει ως στόχο τη διαμόρφωση του λογισμικού έτσι ώστε να πληροί τις προδιαγραφές ευχρηστίας αλλά και να βελτιώνει την ευχρηστία του συστήματος. Η συμπερασματική αξιολόγηση πραγματοποιείται στη φάση που το λογισμικό έχει ολοκληρωθεί (πριν τεθεί σε λειτουργία ή και στη φάση που έχει αρχίσει και χρησιμοποιείται). Σ' αυτή την περίπτωση πραγματοποιείται αξιολόγηση της ευχρηστίας του σε σχέση με τις προδιαγραφές ευχρηστίας, με ανταγωνιστικά συστήματα ακόμα και με προηγούμενη έκδοση του.

2^ο Βήμα: *Στόχος των χρηστών*

Σε γενικές γραμμές οι χρήστες ενδιαφέρονται βασικά για δύο στοιχεία ενός προϊόντος, την απόδοση (performance) και την ικανοποίηση (satisfaction). Η απόδοση αφορά σε όλες τις αλληλεπιδράσεις του χρήστη με το προϊόν και σχετίζεται με ερωτήματα όπως μπόρεσε ο χρήστης να ολοκληρώσει επιτυχώς μια εργασία, πόσο χρόνο αφιέρωσε ο χρήστης για την ολοκλήρωση της, πόσο χρόνο του πήρε για την εκμάθησή της και πόσα λάθη έκανε. Από την άλλη μεριά, η ικανοποίηση αφορά στο τί λέει ή τί σκέφτεται ο χρήστης σχετικά με την αλληλεπίδραση με το προϊόν. Ο χρήστης μπορεί να αναφέρει αν είναι ευχάριστο το περιβάλλον, αν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθεί, να πει τι γνώμη του για το προϊόν κ.ά. Η *ικανοποίηση* των χρηστών αποτελεί σημαντικό στοιχείο στον *χρηστο-κεντρικό* τρόπο σχεδιασμού.

3^ο Βήμα: Τι αφορά η μελέτη και ποιες μετρικές θα επιλεγούν

Στον πίνακα (Πίνακας 2) παρατίθενται δέκα σενάρια μελετών ευχρηστίας όπως τα έχουν κατηγοριοποιήσει οι Albert και Tullis (2013). Σε κάθε σενάριο έχουν αντιστοιχήσει τις μετρικές που είτε είναι οι πιο συνηθισμένες είτε είναι οι πιο κατάλληλες. Οι τέσσερις πρώτες μετρικές αφορούν την απόδοση και οι υπόλοιπες την ικανοποίηση. Οι πιο συνηθισμένες μετρικές είναι (Albert & Tullis, 2013):

- *Ολοκλήρωση Εργασίας (Task Success)*: αν ολοκληρώθηκε με επιτυχία μια εργασία.
- *Χρόνος Εργασίας (Task Time)*: χρόνος ολοκλήρωσης μιας εργασίας.
- *Λάθη (Errors)*: αριθμός λαθών.
- *Αποδοτικότητα (Efficiency)*: πόσος χρόνος χρειάζεται για να εκτελεστεί η ίδια εργασία πολλές φορές.
- *Ευκολία εκμάθησης (Learnability)*: πόσος χρόνος χρειάζεται για να μάθει ο χρήστης την εφαρμογή.
- *Μετρικές επί των ευρημάτων ευχρηστία (Issues-based Metrics ή Usability Problems)*: είναι μετρικές κατάλληλες για να ανακαλυφθούν τα προβλήματα ευχρηστίας.
- *Μετρικές αυτό-αναφοράς (Self-reported Metrics)*: μετράνε την ικανοποίηση του χρήστη και δίνουν μια καλή εικόνα για τη συνολική εμπειρία χρήστη.
- *Μετρικές Συμπεριφοράς και Φυσιολογίας (Behavioral and Physiological Metrics)*: μετράνε τη συμπεριφορά του χρήστη, από τις κινήσεις του σώματος, την ομιλία, τις κινήσεις των ματιών κ.α.
- *Συνδυασμένες και συγκριτικές μετρικές (Combined and Comparative Metrics)*: συνδυασμός μετρικών και υπολογισμός μιας συνολικής βαθμολογίας ευχρηστίας όπως η Summated Usability Metric (SUM).
- *Μετρικές χρήσης ιστοτόπων (Live Website Metrics)*: σ' έναν ιστότοπο υπάρχει ένας θησαυρός δεδομένων, για το τι κάνουν οι επισκέπτες, ποιες σελίδες επισκέπτονται, σε τι κάνουν κλικ και ποια μονοπάτια ακολουθούν.
- *Δεδομένα από ταξινόμηση καρτών (Card Sorting Data)*: η ταξινόμηση καρτών είναι μια τεχνική για την οργάνωση των στοιχείων ενός συστήματος.

| | Ολοκλήρωση Εργασίας | Χρόνος Εργασίας | Λάθη | Αποδοτικότητα | Ευκολία εκμάθησης | Μετρικές επί των ευρημάτων ευχρηστία | Μετρικές αυτό-αναφοράς | Μετρικές Συμπεριφοράς και Φυσιολογίας | Συνδυασμένες και συγκριτικές μετρικές | Μετρικές Χρήσης Ιστότοπων | Δεδομένα από ταξινόμηση καρτών |
|---|---------------------|-----------------|------|---------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Ολοκλήρωση συναλλαγής | X | | | X | | X | X | | | X | |
| Σύγκριση προϊόντων | X | | | X | | | X | | X | | |
| Αξιολόγηση συχνής χρήσης | X | X | | X | X | | X | | | | |
| Αξιολόγηση πλοήγησης ή/και αρχιτεκτονικής πληροφορίας | X | | X | X | | | | | | | X |
| Αύξηση επίγνωσης | | | | | | | X | X | | | |
| Ανακάλυψη προβλημάτων ευχρηστίας | | | | | | X | X | | | | |
| Μεγιστοποίηση της ευχρηστίας για κρίσιμες εφαρμογές | X | | X | X | | | | | | | |
| Δημιουργία συνολικής θετικής εμπειρίας | | | | | | | X | X | | | |
| Αξιολόγηση ανεπαίσθητων αλλαγών | | | | | | | | | | | |
| Σύγκριση εναλλακτικών σχεδίων για ένα διαδραστικό σύστημα | X | X | | | | X | X | | X | | |

Πίνακας 2. Σενάρια και μετρικές μελετών ευχρηστίας
[προσαρμοσμένο από (Albert & Tullis, 2013)]

Οι δέκα κατηγορίες μελετών που συνέλλεξαν οι Albert και Tullis (2013) και παρουσιάζονται στον πίνακα (**Πίνακας 2**) είναι:

- *Ολοκλήρωση συναλλαγής (Completing a Transaction)*: κάθε συναλλαγή έχει αρχή, συγκεκριμένα βήματα και τέλος, για παράδειγμα η παραγγελία σε ηλεκτρονικό κατάστημα, η συμπλήρωση δεδομένων σε μια φόρμα κ.α..
- *Σύγκριση προϊόντων (Comparing Products)*: σ' αυτήν την περίπτωση στόχος της αξιολόγησης ευχρηστίας είναι να συγκριθεί ένα σύστημα με άλλα παρεμφερή ή ανταγωνιστικά συστήματα.
- *Αξιολόγηση συχνής χρήσης (Evaluating Frequent Use)*: η συχνή χρήση δημιουργεί ιδιαίτερες απαιτήσεις για την αξιολόγηση, η οποία μπορεί να γίνει κυρίως με μετρικές που συλλέγονται σε βάθος χρόνου και εξετάζουν την ευκολία εκμάθησης (learnability) από τους χρήστες.

- *Αξιολόγηση πλοήγησης ή/και αρχιτεκτονικής πληροφορίας (Evaluating Navigation and/or Information Architecture)*: η εμπειρία πλοήγησης είναι πολύ σημαντική σχεδόν για κάθε διαδραστική εφαρμογή. Είναι σημαντικό η πλοήγηση να γίνεται με ελάχιστα λάθη και με χρήση όρων που να είναι οικείοι και κατανοητοί στους χρήστες.
- *Αύξηση επίγνωσης (Increasing Awareness)* των δυνατοτήτων του συστήματος. Ο σκοπός της αξιολόγησης σε αυτή την περίπτωση είναι να ανακαλυφθούν και να αναδειχτούν οι πτυχές των συστημάτων που δεν χρησιμοποιούνται από την μέχρι τώρα εμπειρία.
- *Ανακάλυψη προβλημάτων ευχρηστίας (Problem Discovery)*: ο κύριος στόχος κάθε αξιολόγησης ευχρηστίας. Οι σχετικές μετρικές αξιολόγησης ταξινομούν τα προβλήματα ευχρηστίας και αποκαλύπτουν θέματα για τη σημαντικότητά τους.
- *Μεγιστοποίηση της ευχρηστίας για κρίσιμες εφαρμογές (Maximizing Usability for a Critical Product)*: παραδείγματα συστημάτων όπου η ευχρηστία αποτελεί κρίσιμο χαρακτηριστικό είναι τα συστήματα ηλεκτρονικής ψηφοφορίας, ελέγχου αεροσκαφών, ανάληψης χρημάτων, κ.ά.
- *Δημιουργία συνολικής θετικής εμπειρίας (Creating an Overall Positive User Experience)*: κάποια διαδραστικά προϊόντα και συστήματα έχουν ως στόχο όχι απλά να είναι εύχρηστα αλλά να είναι και διασκεδαστικά.
- *Αξιολόγηση ανεπαίσθητων αλλαγών (Evaluating the Impact of Subtle Changes)*: αρκετά διαδραστικά συστήματα υπόκεινται σε συχνές ανεπαίσθητες αλλαγές ως προς τη σχεδίασή τους. Για παράδειγμα, ιδιαίτερα στους δικτυακούς τόπους, είναι συχνό το φαινόμενο αλλαγής της τυπογραφίας, κάποιων στιλ, κάποιων χρωμάτων, ή η προσθήκη νέων δυνατοτήτων και εφαρμογών – οι οποίες όμως αποτελούν ένα μικρό μέρος του όλου συστήματος.
- *Σύγκριση εναλλακτικών σχεδίων για ένα διαδραστικό σύστημα (Comparing Alternative Designs)*: αποτελεί μια από τις πιο συχνές αφορμές για αξιολόγηση και συμβαίνει κατά τη διάρκεια της σχεδιαστικής διαδικασίας. Η αξιολόγηση εναλλακτικών σχεδιάσεων είναι πολύ σημαντική για τη συνέχεια ενός έργου, επειδή θα καθορίσει τη βασική μορφή του συστήματος.

4ο Βήμα: Χρονοδιάγραμμα και προϋπολογισμός

Ο προϋπολογισμός και το χρονοδιάγραμμα θα πρέπει να προγραμματιστεί εκ' των προτέρων. Στην περίπτωση της διαμορφωτικής μελέτης με ένα σχετικά μικρό αριθμό

συμμετεχόντων, η συλλογή των μετρικών θα πρέπει να επηρεάζει ελάχιστα το συνολικό χρονοδιάγραμμα και τον προϋπολογισμό του έργου.

5° Βήμα: Μέθοδος αξιολόγησης

- *Lab-test:* Η πιο συνηθισμένη μέθοδος αξιολόγησης ευχρηστίας είναι σε εργαστήρια (lab test) και απαιτεί μικρό αριθμό συμμετεχόντων (4-10 συμμετέχοντες). Ο συντονιστής δίνει στον συμμετέχοντα ένα σύνολο εργασιών για να εκτελέσει, του κάνει ερωτήσεις και σημειώνει τις αντιδράσεις του. Είναι κατάλληλο για τη διαμορφωτική αξιολόγηση. Πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στα δεδομένα των αυτό-αναφερόμενων μετρικών γιατί δεν μπορούν να γενικευτούν τα συμπεράσματα μιας και ο πληθυσμός είναι μικρός.
- *On line studies:* Και στις διαδικτυακές μελέτες (on line studies) οι συμμετέχοντες εκτελούν κάποιες εργασίες, απαντούν σε ερωτήσεις μόνο που δεν υπάρχει η επαφή του συντονιστή με το συμμετέχοντα, όπως συμβαίνει στην προηγούμενη μέθοδο. Είναι όμως δύσκολο να συλλεχθούν δεδομένα που αφορούν προβλήματα του συστήματος. Ένα μέρος της δυσκολίας αυτής μπορεί να ξεπεραστεί αν υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής σχολίων στο ερωτηματολόγιο. Οι διαδικτυακές μελέτες είναι κατάλληλες για ιστότοπους και λογισμικά.

6° Βήμα: Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες θα ελέγξουν ένα περιορισμένο εύρος εργασιών (συνήθως 5-10 εργασίες) και επομένως το πιο σημαντικό είναι ο πληθυσμός να είναι καλά ορισμένος και αντιπροσωπευτικός, να γίνει δηλαδή *προσεκτική* επιλογή συμμετεχόντων. Για τη διαμορφωτική αξιολόγηση ο αριθμός των έξι με οκτώ συμμετεχόντων είναι αρκετός για κάθε επανάληψη. Για την αθροιστική αξιολόγηση προτείνονται 40-100 συμμετέχοντες. Μεγάλο μέρος των ερευνητών πιστεύουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό θεμάτων ευχρηστίας, περίπου το 80%, μπορούν να ανακαλυφθούν από πέντε συμμετέχοντες (Nielsen & Landauer, 1993). Ο αριθμός αυτός είναι καλός και στην περίπτωση του επαναληπτικού σχεδιασμού. Οι Albert και Tullis (2013) προτείνουν πέντε συμμετέχοντες για κάθε κατηγορία χρηστών (πχ. εκπαιδευτικοί, μαθητές). Ο αριθμός αυτός είναι αρκετός για να ανακαλυφθούν τα πιο σημαντικά θέματα ευχρηστίας, κάτω όμως από κάποιες προϋποθέσεις.

7ο Βήμα: Συλλογή δεδομένων

Πρέπει να σχεδιαστεί προσεκτικά ο τρόπος συλλογής των δεδομένων. Σε μια μελέτη εργαστηρίου ένα πρότυπο (template) μπορεί να βοηθήσει αρκετά στην καταγραφή των δεδομένων. Στις διαδικτυακές μετρήσεις τα δεδομένα συλλέγονται αυτόματα.

8ο Βήμα: Καθαρισμός/προεπεξεργασία δεδομένων

Ο καθαρισμός των δεδομένων είναι μια διαδικασία που σκοπό έχει να γίνουν τα δεδομένα χρησιμοποιήσιμα και αξιόπιστα. Για παράδειγμα, το φιλτράρισμα των δεδομένων αφορά την αφαίρεση των ακραίων τιμών ή την αφαίρεση προβληματικών εγγραφών. Οι έλεγχοι συνέπειας και οι επαληθεύσεις των απαντήσεων είναι σημαντικά βήματα για να διασφαλιστεί ότι οι προθέσεις των συμμετεχόντων συμβαδίζουν με τις απαντήσεις τους.

4.2.2 Μέθοδοι Αξιολόγησης Ευχρηστίας

Οι Fernandez κ.α (2011) συγκέντρωσαν όλες τις μεθοδολογίες αξιολόγησης ευχρηστίας και ακολουθώντας την ομαδοποίηση των Ivory και Hearst (2001) παρουσίασαν τις πιο αντιπροσωπευτικές μεθόδους αξιολόγησης ευχρηστίας. Οι κατηγορίες είναι οι παρακάτω:

Μέθοδοι με δοκιμή χρήστη (user testing methods)

Ένας αξιολογητής παρατηρεί τους συμμετέχοντες καθώς αλληλοεπιδρούν με το σύστημα. Οι μέθοδοι αυτής της κατηγορίας εφαρμόζονται κυρίως στα τελευταία στάδια ανάπτυξης εφαρμογών. Οι πιο αντιπροσωπευτικές υπο-κατηγορίες μεθόδων είναι:

- *Πρωτόκολλο ομιλούντος υποκειμένου (think-aloud protocol):* Οι χρήστες εξωτερικεύουν τις σκέψεις τους, τις απόψεις τους και τα συναισθήματά τους καθώς εκτελούν ένα προκαθορισμένο σύνολο εργασιών, ενώ την ίδια ώρα πραγματοποιείται καταγραφή αυτών των δεδομένων είτε από τον αξιολογητή είτε από λογισμικό καταγραφής. Αυτή η τεχνική έχει το πλεονέκτημα ότι είναι απλή. Χρησιμοποιείται συνήθως στις αρχικές φάσεις λειτουργίας ενός συστήματος (όπως η εφαρμογή που πραγματεύεται η μεταπτυχιακή διατριβή).
- *Πρωτόκολλο ερωτήσεων απαντήσεων (question-asking protocol):* Ο αξιολογητής έχει προετοιμάσει ένα σύνολο ερωτήσεων που υποβάλει στο χρήστη, καθώς αυτός αλληλοεπιδρά με το σύστημα.

- *Μέτρηση απόδοσης (performance measurement)*: Σ' αυτήν τη μέθοδο οι χρήστες εκτελούν διαφορετικές εργασίες. Ο αξιολογητής ή εργαλεία λογισμικού καταγράφουν λεπτομερώς τα δεδομένα χρήσης και συλλέγουν στατιστικά στοιχεία. Αποτελεί μια μέθοδο συλλογής ποσοτικών δεδομένων, τα οποία σχετίζονται με την εκτέλεση εργασιών και έχει ως κύριο σκοπό τη συλλογή δεδομένων που αφορούν κυρίως το χρόνο εκτέλεσης εργασιών και τα προβλήματα ευχρηστίας του συστήματος.
- *Ανάλυση καταγραφής (Log Analysis)*: Ο αξιολογητής ή τα εργαλεία λογισμικού καταγράφουν και αναλύουν τα δεδομένα χρήσης. Παράδειγμα τέτοιας μεθοδολογίας είναι το *eye tracking*, όπου καταγράφονται οι κινήσεις του βλέμματος.
- *Απομακρυσμένη δοκιμή (Remote Testing)*: Ο αξιολογητής και ο χρήστης δεν βρίσκονται στον ίδιο χώρο κατά τη διάρκεια της δοκιμής. Αυτές οι μέθοδοι εφαρμόζονται συνήθως σε συνδυασμό με τις μεθόδους *ανάλυσης καταγραφής*.

Μέθοδοι επιθεώρησης (inspection methods)

Ένας ειδικός αξιολογητής χρησιμοποιεί ένα σύνολο από κριτήρια για να ανακαλύψει ενδεχόμενα προβλήματα ευχρηστίας. Αν και οι μέθοδοι επιθεώρησης δημιουργήθηκαν για να εκτελούνται από ειδικούς αξιολογητές, οι περισσότερες απ' αυτές εφαρμόζονται από αρχάριους, όπως σχεδιαστές συστημάτων ή τελικούς χρήστες. Οι πιο αντιπροσωπευτικές υπο-κατηγορίες μεθόδων είναι:

- *Ευρετική αξιολόγηση (Heuristic evaluation)*: Ειδικοί ευχρηστίας κρίνουν αν το σύστημα ακολουθεί καθιερωμένες και κοινά αποδεκτές αρχές, όπως αυτές που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, για παράδειγμα οι δέκα κανόνες του Nielsen (Nielsen,1994). Πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν απαιτούνται τελικοί χρήστες του συστήματος και ο τρόπος επιθεώρησης είναι φθηνός και γρήγορος. Η ευρετική αξιολόγηση είναι από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους αξιολόγησης.
- *Γνωστική περιδιάβαση (Cognitive Walkthrough)*: Ο κύριος στόχος της μεθόδου είναι να εξερευνηθούν θέματα που αφορούν την ικανότητα μάθησης, πόσο εύκολο είναι μάθει ο χρήστης το σύστημα κάνοντας εξερεύνηση. Υπάρχουν τέσσερα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την αξιολόγηση: α) μια λεπτομερή περιγραφή του συστήματος (το οποίο μπορεί να υλοποιεί είτε μερικές λειτουργίες – semifunctional είτε να είναι πλήρες), β) τα σενάρια εργασιών τα οποία θα εκτελέσουν οι χρήστες, γ) την αλληλουχία ενεργειών που πρέπει να

εκτελέσουν οι συμμετέχοντες έτσι ώστε να ολοκληρώσουν κάθε μία εργασία και δ) πληροφορίες σχετικά με την εμπειρία των τελικών χρηστών. Ο αξιολογητής παρατηρεί το χρήστη καθώς εκτελεί τις ενέργειες για να ολοκληρώσει μια εργασία και αξιολογεί τη συμπεριφορά του χρήστη ως προς το αν επέλεξε τις σωστές ενέργειες και προς προχωράει στη λύση. Δεδομένου ότι ο κύριος στόχος είναι να εξερευνηθεί η ευκολία μάθησης, ένα σημαντικό σημείο είναι να αναλυθεί τι ήξερε ο χρήστης πριν εκτελέσει τις ενέργειες και τι έμαθε αφού τις εκτέλεσε.

- *Επιθεώρηση βάση της αντίληψης (Perspective-based inspection)*: Σ' αυτή τη μέθοδο κάθε ένας ειδικός επικεντρώνεται σε μία διάσταση της ευχρηστίας και στο τέλος όλα τα αποτελέσματα συνδυάζονται. Για παράδειγμα, οι συμμετέχοντες μπορούν να αξιολογήσουν το προϊόν σύμφωνα με τις παρακάτω διαστάσεις: consistency user – ο χρήστης εξετάζει θέματα συνέπειας, disabled user – ο χρήστης παίζει το ρόλο ενός ανθρώπου με δυσκολίες και αξιολογεί το προϊόν αν είναι προσιτό, super power user – ο χρήστης αξιολογεί την αποδοτικότητα του συστήματος π.χ. Shortcuts, error expert – ο χρήστης επικεντρώνεται στα πιθανά σημεία λαθών και σημεία που μπορούν να αποφευχθούν τα λάθη, artist – ο χρήστης επικεντρώνεται στην αισθητική πλευρά του συστήματος, κακή χρήση χρωμάτων, ερασιτεχνικά γραφικά, άσχημα εικονίδια. Η μέθοδος αυτή δεν είναι ακριβή και μπορούν να ανακαλυφθούν πολλά διαφορετικά θέματα ευχρηστίας.
- *Επιθεώρηση βάση οδηγιών (Guideline review)*: Οι ειδικοί επιβεβαιώνουν τη συνέπεια ενός συστήματος χρησιμοποιώντας τις οδηγίες-κατευθυντήριες γραμμές για παράδειγμα όπως αυτές αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο π.χ. (Leavitt & Shneiderman, 2006).

Μέθοδοι ερωτήσεων (inquiry methods)

Σε μια τέτοια μέθοδο συλλέγονται τα υποκειμενικά στοιχεία των συμμετεχόντων, όπως οι προτιμήσεις τους και τα αισθήματά τους. Από τότε που αυτές οι μέθοδοι επικεντρώθηκαν στη συλλογή υποκειμενικών δεδομένων, η πλειοψηφία των μεθόδων χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλους τύπους, όπως η δοκιμή ή η επιθεώρηση, έτσι ώστε να εκτελεστεί μια πιο πλήρη αξιολόγηση. Οι πιο αντιπροσωπευτικές υπο-κατηγορίες μεθόδων είναι:

- *Ερωτηματολόγιο (Questionnaire)*: Οι χρήστες απαντούν σε συγκεκριμένες ερωτήσεις. Σ' αυτήν τη μέθοδο ζητείται από τους χρήστες να χρησιμοποιήσουν το σύστημα όπως θέλουν (ανοικτά) ή να εκτελέσουν συγκεκριμένες ενέργειες

(κλειστά) και στη συνέχεια τους ζητούν να απαντήσουν ένα ερωτηματολόγιο. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι μπορούν συλλεχθούν δεδομένα γρήγορα από μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ερωτήσεων όπως οι ανοικτού τύπου (open-ended) για τη προσωπική τους άποψη, διαβαθμίσεων (1-5: 1 διαφωνώ, 5 συμφωνώ) για να βαθμολογήσουν οι χρήστες μια κατάσταση, πολλαπλών επιλογών και βαθμολόγησης.

- *Συνεντεύξεις (Interviews)*: Ένας χρήστης και ένας ειδικός συμμετέχουν σε μια συζήτηση σχετικά με τη στάση του χρήστη ως προς το σύστημα που αξιολογείται. Ο αξιολογητής μπορεί να κατευθύνει τη συνέντευξη έτσι ώστε να συλλέξει πληροφορίες σχετικές με συγκεκριμένα θέματα που τον ενδιαφέρουν ή που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της. Οι συνεντεύξεις μπορούν να διακριθούν σε τρεις τύπους: τις δομημένες, τις μη δομημένες και τις ημι-δομημένες. Στις δομημένες ο ερευνητής θέτει μια σειρά προκαθορισμένων ερωτήσεων και ζητάει απαντήσεις πάνω σε συγκεκριμένα θέματα, οι ερωτήσεις είναι ίδιες για όλους. Στις μη δομημένες υπάρχει μια αρχική δομή αλλά μπορεί να αλλαχθεί η σειρά των ερωτήσεων αλλά και οι ίδιες ερωτήσεις. Στόχος της είναι να επικεντρωθεί ο ερευνητής στα θέματα που τον ενδιαφέρουν, μπορούν να συλλεχθούν πολλές πληροφορίες και είναι ευέλικτη. Στις ημι-δομημένες συνεντεύξεις ο χρήστης πρέπει να απαντήσει σε συγκεκριμένες ερωτήσεις και μπορεί να αλλαχθούν οι διευκρινιστικές ερωτήσεις ή και η σειρά των ερωτήσεων.
- *Ομάδες συζητήσεων (Focus group)*: Σ' αυτήν την περίπτωση οι συμμετέχοντες χωρίζονται σε ομάδες και συζητούν για το προϊόν. Συνήθως δεν χρησιμοποιείται αυτή η μέθοδος αξιολόγησης, διότι για να υπάρξουν αξιόπιστα αποτελέσματα απαιτούνται τουλάχιστον 3 ομάδες των 8-10 ατόμων. Τα δεδομένα από μια ομάδα μόνο των οκτώ ή δέκα συμμετεχόντων μπορεί να μην είναι πολύ αξιόπιστα. Μπορεί η άποψη της ομάδας να είναι η άποψη του ποιο ομιλητικού ατόμου.

Μέθοδοι Αναλυτικής Μοντελοποίησης (Analytical Modeling methods)

Στόχος των μεθόδων αυτών είναι να μοντελοποιήσουν ορισμένες πτυχές του συστήματος, όπως διεπαφές χρηστών, περιβάλλοντα εργασίας ή την απόδοση των χρηστών, προκειμένου να προβλεφθεί η ευχρηστία. Η αναλυτική μοντελοποίηση συμπληρώνει τις παραδοσιακές τεχνικές αξιολόγησης όπως τη δοκιμή από χρήστη. Οι πιο αντιπροσωπευτικές υπο-κατηγορίες μεθόδων είναι:

- *Γνωσιακή Ανάλυση Εργασιών (Cognitive Task Analysis)*: Οι εργασίες του χρήστη μοντελοποιούνται με στόχο να προβλεφθούν τα προβλήματα ευχρηστίας. Η βασική άποψη των γνωσιακών θεωριών είναι ότι ο χρήστης κατανοεί τον κόσμο και δημιουργεί μια αναπαράστασή του στο μυαλό του. Η αναπαράσταση αυτή είναι αυτό που ονομάζεται γνώση. Η κύρια θεωρία των γνωσιακών μοντέλων ανάλυσης εργασιών είναι ότι όταν το νοητικό μοντέλο του χρήστη αντικατοπτρίζει την εικόνα του συστήματος τότε η ευχρηστία είναι επαυξημένη.
- *Ανάλυση περιβάλλοντος εργασίας (Task environment analysis)*: Αξιολόγηση της αντιστοίχισης μεταξύ των στόχων των χρηστών και της διεπαφής χρήστη, πως δηλαδή ο χρήστης επιτυγχάνει τους στόχους του μέσα από τη διεπαφή χρήστη. Τέτοιες μέθοδοι προβλέπουν την ικανότητα μάθησης.
- *Ανάλυση GOMS (GOMS analysis)*: Η ανθρώπινη απόδοση μοντελοποιείται με στόχο το μοντέλο να προβλέψει το χρόνο εκτέλεσης και μάθησης. Το ακρωνύμιο GOMS προέρχεται από τις λέξεις Goals, Operators, Methods και Selection Rules (στόχοι, ενέργειες, μέθοδοι, και κανόνες επιλογής). Οι *στόχοι* είναι οι στόχοι του χρήστη π.χ. ο χρήστης θέλει να κλείσει το παράθυρο, οι *ενέργειες* είναι οι ενέργειες που επιτρέπονται/υλοποιήθηκαν από το σύστημα π.χ. υλοποιήθηκε η ενέργεια κλείσιμο παραθύρου, οι διαφορετικοί *μέθοδοι* εκτέλεσης ενός στόχου π.χ. για να κλείσει ένα παράθυρο υπάρχουν δυο μέθοδοι είτε το Alt+F4 είτε πατώντας το X. Αν υπάρχουν παραπάνω από μία μεθόδους για την εκτέλεση ενός στόχου τότε χρησιμοποιούνται οι κανόνες επιλογής. Οι *κανόνες επιλογής* είναι οι προσωπικοί κανόνες που οι χρήστες ακολουθούν όταν θέλουν να αποφασίσουν για το ποια μέθοδο θα χρησιμοποιήσουν σε μία συγκεκριμένη περίπτωση. Το μοντέλο GOMS δεν αφήνει τη διαδικασία επιλογής στην τύχη της αλλά επιχειρεί να προβλέψει ποιες μέθοδοι θα χρησιμοποιηθούν.

Προσομοίωση (Simulation)

Στις μεθόδους αυτές πραγματοποιείται προσομοίωση της αλληλεπίδρασης του χρήστη είτε μέσω αλγορίθμων προσομοίωσης είτε μέσω της ανάλυσης των δεδομένων χρήσης. Σύμφωνα με τους Fernandez κ.α (2011) ένας πολύ μικρός αριθμός ερευνών αναφέρονται στις καθαρές μεθόδους προσομοίωσης, γιατί οι πιο πολλές έχουν χαρακτηριστικά από άλλα είδη μεθόδων, συνήθως από την αναλυτική μοντελοποίηση. Μέθοδοι προσομοίωσης είναι τα δίκτυα Petri (Petri net models) και τα μοντέλα πληροφοριακής οσμής (information scent model).

4.3 Μέτρηση Ευχρηστίας

Οι περισσότερες μετρήσεις ευχρηστίας αφορούν τις τρεις διαστάσεις της αποτελεσματικότητας, της αποδοτικότητας και της ικανοποίησης όπως αυτές προτείνονται από το ISO 9241-11 (ISO,1998). Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή θα μετρηθεί η ευχρηστία σύμφωνα με τον Nielsen (2012). Ο Nielsen προτείνει τις παρακάτω πέντε διαστάσεις ευχρηστίας: την αποδοτικότητα (efficiency), το μικρό αριθμό εσφαλμένων χειρισμών (errors), την ευκολία εκμάθησης (learnability), την απομνημόνευση (memorability) και την ικανοποίηση (satisfaction). Όμως, δεν θα μπορούσε να παραλειφθεί και η μελέτη των προβλημάτων ευχρηστίας (usability problems). Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά οι έξι αυτές διαστάσεις της ευχρηστίας και πως μπορούν να μετρηθούν.

4.3.1 Αποδοτικότητα (Efficiency)

Η ολοκλήρωση εργασίας (task success) είναι ίσως η πιο διαδομένη μετρική απόδοσης. Άλλοι δύο τρόποι μέτρησης απόδοσης είναι ο χρόνος ολοκλήρωσης (time-on-task) των εργασιών και η εξέταση του μεγέθους της προσπάθειας που απαιτείται για να ολοκληρωθεί μια εργασία. Αυτό συνήθως γίνεται με τη μέτρηση του αριθμού των ενεργειών ή των βημάτων που οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν κατά την εκτέλεση της εργασίας.

4.3.1.1 Ολοκλήρωση Εργασίας (Task Success)

Μετρά το πόσο οι χρήστες είναι σε θέση να ολοκληρώσουν ένα δεδομένο σύνολο εργασιών (Albert & Tullis, 2013). Για κάθε μία εργασία επιλέγεται ένα από τα παρακάτω (Φόρμα Καταγραφής Εργασίας - Παράρτημα Β.1):

- Πλήρη επιτυχία
 - Με βοήθεια
 - Χωρίς βοήθεια
- Μερική επιτυχία
 - Με βοήθεια
 - Χωρίς βοήθεια
- Πλήρης αποτυχία
 - Ο συμμετέχων θεωρεί ότι η εργασία ολοκληρώθηκε, αλλά δεν ισχύει

- Ο συμμετέχων εγκατέλειψε

Μερικές από τις πιθανές αναλύσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν είναι οι εξής:

- Ποσοτική ανάλυση με γραφική αναπαράσταση
- Ποσοστό επιτυχίας

4.3.1.2 Χρόνος Εργασίας (Time-on-task)

Στην περίπτωση της εφαρμογής που πραγματεύεται η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή είναι επικίνδυνο να χρησιμοποιηθεί ο χρόνος ολοκλήρωσης εργασίας, μιας και ένας εκπαιδευτικός την ώρα που δημιουργεί το σχέδιο μαθήματος μπορεί να αφιερώσει χρόνο για αναζήτηση εκπαιδευτικού υλικού. Παρόλα αυτά θα χρονομετρηθούν κάποιες εργασίες και στη συνέχεια θα εξεταστεί αν μπορεί να γίνει κάποια ανάλυση (Φόρμα Καταγραφής Εργασίας - Παράρτημα Β.1).

Μερικές από τις αναλύσεις που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν είναι οι εξής:

- Χρόνος μόνο για τις ολοκληρωμένες εργασίες. Το πλεονέκτημα είναι ότι μετριέται σωστά η απόδοση του συστήματος.
- Χρόνος για όλες τις εργασίες. Το πλεονέκτημα είναι ότι μετριέται όλη η εμπειρία χρήστη, αν ο χρήστης προσπαθεί να ολοκληρώσει μια εργασία και χρειάζεται πολύ χρόνο αυτό δείχνει ότι κάτι δεν πάει καλά με τη διεπαφή χρήστη. Αν πάλι ένα μικρό ποσοστό χρηστών έχει ολοκληρώσει τις εργασίες σε πολύ μικρό χρόνο (επομένως πολύ καλή απόδοση) αλλά ο συνολικός χρόνος των εργασιών είναι μεγάλος πάλι κάτι δεν πάει καλά.

4.3.2 Προβλήματα Ευχρηστίας (Issue based ή Usability Problems)

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος για να ανακαλυφθούν θέματα ευχρηστίας είναι κατά τη διάρκεια ενός πειράματος να υπάρχει απευθείας αλληλεπίδραση με το συμμετέχοντα. Για να αποκαλυφθούν προβλήματα του συστήματος ο καταλληλότερος τρόπος είναι οι ανοιχτού τύπου ερωτήσεις. Κάποιοι ερευνητές ευχρηστίας θεωρούν ότι τα λάθη και τα προβλήματα ευχρηστίας είναι το ίδιο. Ένα πρόβλημα ευχρηστίας είναι η βασική αιτία, ενώ το αποτέλεσμα είναι τα λάθη που μπορούν να συμβούν (Albert & Tullis, 2013). Για παράδειγμα, πρόβλημα ευχρηστίας μπορεί να είναι μια δυσνόητη ετικέτα και λάθος είναι η επιλογή μιας λανθασμένης ενέργειας.

Η μετρική αυτή συνήθως μετριέται όταν δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία φορά αξιολόγηση ευχρηστίας σε ένα προϊόν, όπως και στη περίπτωση του συστήματος της μεταπτυχιακής διατριβής. Σ' αυτές τις περιπτώσεις δημιουργούνται λογαριασμοί για τους χρήστες, χρησιμοποιούν την εφαρμογή και εργάζονται είτε στο δικό τους περιβάλλον (σπίτι, εργασία) είτε στο εργαστήριο. Πέρα από τις προκαθορισμένες εργασίες οι χρήστες μπορούν να εκτελούν και δικές τους εργασίες. Διακρίνονται δύο περιπτώσεις πειράματος:

- Με ένα χρήστη: στην περίπτωση που παρατηρείται ένας χρήστης, ο καλύτερος τρόπος για να ανακαλυφθούν θέματα ευχρηστίας είναι το σκέψου δυνατά πρωτόκολλο (think-aloud).
- Διαδικτυακή μέτρηση: ο χρήστης σχολιάζει την κάθε εργασία μετά το τέλος της και ο ερευνητής συλλέγει τα αυτολεξεί σχόλια.

Αν ο χρήστης δώσει χαμηλή βαθμολογία στις ερωτήσεις ικανοποίησης (τα δύο χαμηλότερα) θα πρέπει να ερωτηθεί γιατί έδωσε τόσο χαμηλή βαθμολογία, επίσης ο συμμετέχοντας θα πρέπει να σχολιάσει γιατί μια εργασία δεν ολοκληρώθηκε με επιτυχία.

Δεν είναι όλα τα θέματα σημαντικά, γι' αυτό βαθμολογούνται ως προς τη σοβαρότητα τους. Μετά την ανακάλυψη των θεμάτων πραγματοποιείται η ιεράρχηση τους ως προς τη σοβαρότητα τους. Οι χρήστες βαθμολογούν, και όχι ο ερευνητής, τα θέματα ως προς τη σοβαρότητα μιας και η σχεδίαση είναι χρηστο-κεντρική (Kuniavsky, 2003) (Φόρμα Καταγραφής Προβλημάτων Ευχρηστίας - Παράρτημα Β.3). Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μία από τις παρακάτω τιμές:

- 1 - Υψηλή: οδηγεί σε αποτυχία εργασίας.
- 2 - Μεσαία: μπορεί να συμβάλλει σε αποτυχία εργασίας και επηρεάζει την αποτελεσματικότητα, την απόδοση και την ικανοποίηση.
- 3 - Χαμηλή: το θέμα ενοχλεί το χρήστη και επηρεάζει την απόδοση και/ή την ικανοποίηση.

Στο τέλος της μελέτης, κάθε ένας συμμετέχων σχολιάζει για τρία στοιχεία του συστήματος που του αρέσουν περισσότερο και για τρία που του αρέσουν λιγότερο.

Από τα σχόλια των χρηστών μπορούν να εξαχθούν ποια είναι τα «δυνατά» και τα «αδύνατα» σημεία της εφαρμογής (Ερωτηματολόγιο - Παράρτημα Γ.3).

Μία ανάλυση που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί είναι η εξής:

1. Ποιοτική Συγκριτική Ανάλυση (Qualitative Comparative Analysis - QCA) ταιριάζει την ποιοτική με την ποσοτική ανάλυση και παρέχει στοιχεία για την ανάλυση των αιτιών πολυπλοκότητας του υπό μελέτη θέματος (Ragin, 1987). Επιπρόσθετα, εξετάζει την αναγκαιότητα και την επάρκεια που είναι δύσκολο να εκτιμηθούν με τη χρήση συμβατικών ποσοτικών μεθόδων. Τέλος, είναι ιδανική για έρευνες με μικρό ή μεσαίο πληθυσμό.

4.3.3 Λάθη (Errors)

Τα λάθη είναι λανθασμένες ενέργειες οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε αποτυχία της εργασίας (task failure). Μετρώντας τα λάθη είναι χρήσιμο να κατανοηθεί γιατί μία ή περισσότερες εργασίες οδηγήθηκαν σε αποτυχία. Τα λάθη πρέπει να είναι όσο το δυνατόν λιγότερα, αλλά όταν συμβούν η απεμπλοκή πρέπει να είναι εύκολη (Albert & Tullis, 2013; Nielsen, 1993). Για κάθε εργασία καταγράφονται τα λάθη και ο χρήστης χαρακτηρίζει το λάθος σύμφωνα με τα παρακάτω (Φόρμα Καταγραφής Λαθών - Παράρτημα Β.2):

- 1 - Σοβαρό: Ο συμμετέχων αδυνατεί να ολοκληρώσει την εργασία με επιτυχία.
- 2 - Μέτριο (δύσκολη απεμπλοκή): Ο συμμετέχων απεμπλέκεται δύσκολα από το πρόβλημα.
- 3 - Μέτριο (εύκολη απεμπλοκή): Ο συμμετέχων απεμπλέκεται εύκολα από το πρόβλημα.
- 4 - Ασήμαντο: Όταν ένα λάθος θα οδηγήσει σε μείωση της αποδοτικότητας, για παράδειγμα όταν ένα λάθος έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια των δεδομένων και ο χρήστης θα πρέπει να τα ξαναπληκτρολογήσει.

Μερικές από τις αναλύσεις που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν είναι οι εξής:

- Κατηγοριοποίηση λαθών (λάθη πλοήγησης, επιλογής, ερμηνείας) και ποσοτικές αναλύσεις.
- Ανάθεση βάρους σε κάθε κατηγορία σημαντικότητας, δηλαδή όσο πιο σημαντικό είναι το λάθος τόσο μεγαλύτερο βάρος έχει π.χ. Σοβαρό: 10, Δύσκολη απεμπλοκή: 5, Εύκολη απεμπλοκή: 2 και ασήμαντο: 1. Στην συνέχεια υπολογίζεται η σοβαρότητα λάθους από τον τύπο : συχνότητα λάθους * βάρος,

όσο πιο ψηλή είναι η σοβαρότητα τόσο πιο άμεση πρέπει να είναι η αντιμετώπιση του λάθους.

4.3.4 Ευκολία εκμάθησης (Learnability)

Σύμφωνα με τους Albert και Tullis (2013) η ευκολία εκμάθησης (learnability) είναι ο βαθμός στον οποίο μπορεί να μάθει ο χρήστης το προϊόν, ο Nielsen (1994) αναφέρει ότι ευκολία εκμάθησης είναι πόσο εύκολα και γρήγορα μπορεί ο χρήστης να μάθει το σύστημα. Η ευκολία εκμάθησης μπορεί να μετρηθεί παρατηρώντας πόσο χρόνο και πόση προσπάθεια κατέβαλε ο χρήστης για να γίνει ειδήμονας στο σύστημα. Για να υπολογιστεί αυτή η μετρική απαιτείται επανάληψη της αξιολόγησης (trial) μετά από κάποιο χρονικό διάστημα. Δεν μας ενδιαφέρει μόνο μια αρχική μέτρηση αλλά μας ενδιαφέρει τι προσπάθεια κατέβαλε ο χρήστης για να γίνει ειδήμων στην εφαρμογή.

Η πρώτη απόφαση είναι ποια μετρική θα χρησιμοποιηθεί. Η ευκολία εκμάθησης μπορεί να μετρηθεί χρησιμοποιώντας οποιαδήποτε μετρική απόδοσης, όπως είναι ο χρόνος εργασίας (time-on-task), τα λάθη (errors), ο αριθμός των βημάτων (number of steps), ή επιτυχία της εργασίας ανά λεπτό (task success per minute). Καθώς ο χρήστης μαθαίνει το σύστημα, αναμένεται βελτίωση της αποδοτικότητας. Αφού αποφασιστεί η μετρική που θα χρησιμοποιηθεί, θα πρέπει να αποφασιστεί ποιος θα είναι ο χρόνος μεταξύ των δοκιμών.

Η συλλογή και μέτρηση των δεδομένων είναι βασικά η ίδια όπως και για τις άλλες μετρικές απόδοσης, με τη διαφορά ότι η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιείται πολλές φορές. Μια δοκιμή θα μπορούσε να είναι κάθε πέντε λεπτά, κάθε μέρα, ή μια φορά το μήνα. Ο χρόνος μεταξύ των δοκιμών, ή της συλλογής δεδομένων, βασίζεται στην αναμενόμενη συχνότητα χρήσης.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, δοκιμή μπορεί να θεωρηθεί και η δημιουργία μιας δραστηριότητας, βέβαια αυτό θα αφορούσε μόνο μια εργασία.

Δοκιμή

Αρχική
1^η επανάληψη
2^η επανάληψη

Δραστηριότητα

1^η δραστηριότητα
2^η δραστηριότητα
3^η δραστηριότητα

Μία ανάλυση που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί είναι η εξής:

- Παρουσίαση σε γράφημα της μετρικής που θα αποφασιστεί, είτε για κάθε εργασία είτε συγκεντρωτικά σε όλες τις εργασίες. Η γραμμή λέγεται και γραμμή μάθησης (learning curve) και πρέπει να τείνει ασυμπτωτικά στον άξονα ψ (άξονας του χρόνου). Στην περίπτωση που θα εξεταστεί η ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς μεταξύ των γραμμών μάθησης, θα πρέπει να γίνει μια ανάλυση διακύμανσης ώστε να εξεταστεί αν υπάρχει επίδραση της δοκιμής.

4.3.5 Απομνημόνευση (Memorability)

Η έννοια της απομνημόνευσης, στο πλαίσιο της ευχρηστίας, αφορά στο αν ο χρήστης αφήσει ένα σύστημα και, όταν αυτός ή αυτή επιστρέφει σ' αυτό, να θυμάται πώς εκτελούνται οι εργασίες. Μπορεί κάποια εργασία να εκτελείται μια φορά κάθε 2 μήνες π.χ. εξαγωγή αναφοράς, γι' αυτό απαιτείται να απομνημονεύεται εύκολα. Ο πιο απλός τρόπος μέτρησης της απομνημόνευσης είναι να πραγματοποιηθούν επαναληπτικές δοκιμές με διάστημα ημερών. Αντί αυτού μπορούν να προστεθούν στο ερωτηματολόγιο ερωτήσεις σχετικές με τη απομνημόνευση π.χ. Ποιο είναι το όνομα μιας εντολής; Εξηγήστε τη λειτουργία μιας εντολής; Στην παρούσα φάση αξιολόγησης της ευχρηστίας δεν έχει νόημα να μετρηθεί η απομνημόνευση.

4.3.6 Ικανοποίηση (Satisfaction)

Η ικανοποίηση αποτελεί υποκειμενικό μέτρο και η μέτρηση της αφορά πόσο καλά η εμπειρία με ένα προϊόν ή μια υπηρεσία συναντά τις προσδοκίες των πελατών. Είναι η πιο διαδιδόμενη μέτρηση ευχρηστίας. Συνήθως κατά τη διάρκεια μιας τυπικής αξιολόγησης ευχρηστίας, οι περισσότεροι συμμετέχοντες αυτό που κάνουν είναι να ολοκληρώνουν εργασίες και να συμπληρώνουν ερωτηματολόγια. Μπορούν όμως να γελάσουν, να βγάλουν μια κραυγή, να κάνουν μια γκριμάτσα, να χαμογελάσουν, να νευριάσουν, να κινηθούν νευρικά στην καρέκλα τους, να χτυπούν τα δάχτυλά τους πάνω στο τραπέζι. Επομένως, πέρα από το ερωτηματολόγιο, οι ερευνητές πρέπει να μελετούν και τις συμπεριφορές των συμμετεχόντων.

4.3.6.1 Μετρική αυτό-αναφοράς (Self-reported metric ή subjective ή preference)

Η μετρική αυτή δίνει την αντίληψη του χρήστη για το σύστημα και για την αλληλεπίδραση του με αυτό. Τα πιο συνηθισμένα ερωτηματολόγια τα Likert Scale (με 5 ή 7 διαβαθμίσεις) και τα Semantical Differential Scale με ζευγάρια αντίθετων λέξεων. Τα ερωτηματολόγια μπορούν να συμπληρωθούν είτε μετά το τέλος κάθε εργασίας (post-task) ή στο τέλος της μελέτης (post-study). Η post-task χρησιμοποιείται συνήθως αν ο στόχος της μελέτης είναι η βελτίωση της εφαρμογής (επαναληπτικός σχεδιασμός) ενώ η post-study αν ο στόχος της είναι η συνολική αντίληψη του συστήματος, δηλαδή η τελευταία αντίληψη.

4.3.6.1.1 Post-task

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν οι παρακάτω τρόποι για να ερωτηθούν οι χρήστες.

- Easy of use
- After-Scenario Questionnaire (ASQ)
- Expectation Measure
- Usability Magnitude Estimation
- Subjective Mental Effort Questionnaire (SMEQ)

Easy of use

Η πιο συνηθισμένη μετρική ικανοποίησης είναι να απαντήσουν οι χρήστες πόσο εύκολη ή δύσκολη ήταν η εργασία.

«Ήταν εύκολο να ολοκληρωθεί η εργασία;»

(1 = Διαφωνώ απόλυτα, 2= Διαφωνώ, 3 = Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ, 4=Συμφωνώ, 5 = Συμφωνώ απόλυτα).

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η τεχνική των σημασιολογικών διαφορών (semantic differential) και επομένως η απάντηση θα έχει την παρακάτω μορφή.

Εύκολη ○ ○ ○ ○ ○ Δύσκολη

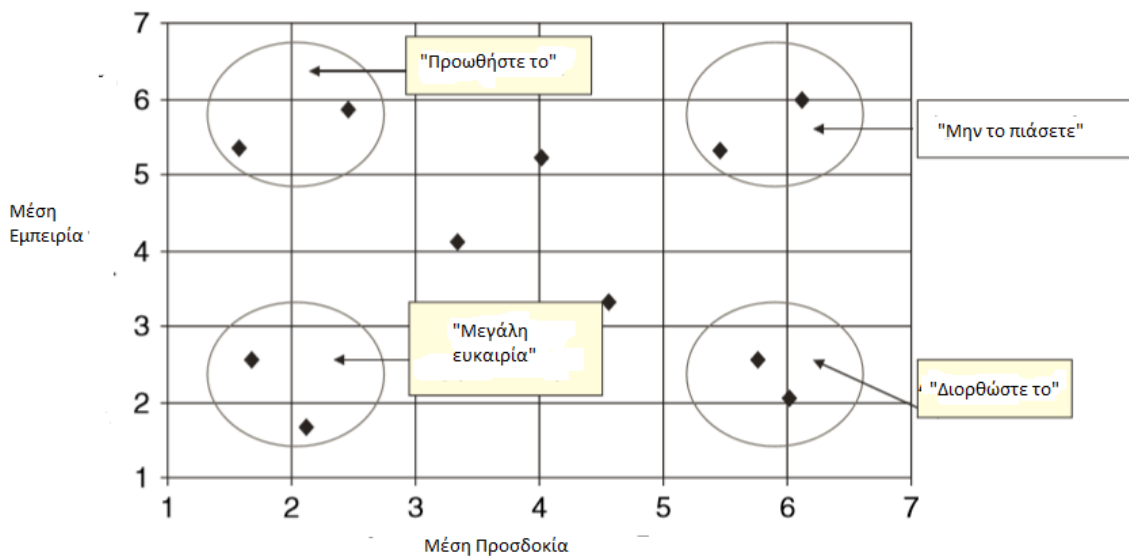
Οι Sauro και Dumas (2009) προτείνουν την παρακάτω ερώτηση (Single Ease Question - SEQ), στην οποία χρησιμοποιείται η τεχνική των σημασιολογικών διαφορών αλλά με 7-βάθμια κλίμακα Likert.

«Συνολικά, αυτή η εργασία ήταν;»

(Μετά από κάθε εργασία): «Πόσο δύσκολη ή εύκολη ήταν τελικά η εργασία;»

Πολύ δύσκολη ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ Πολύ εύκολη

Και για τις δύο ερωτήσεις χρησιμοποιείται επταβάθμια Likert κλίμακα (1 = Πολύ δύσκολη, 7 = Πολύ εύκολη). Για κάθε μία εργασία υπολογίζεται μια μέση βαθμολογία προσδοκίας (average expectation rating) και μια μέση βαθμολογία εμπειρίας (average experience rating). Για την ανάλυση τοποθετούνται οι μέσες τιμές για κάθε εργασία σε διάγραμμα διασποράς, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (expectation measure).



Σχήμα 1. Σύγκριση μέσης προσδοκίας με μέση εμπειρία [προσαρμοσμένο από (Albert και Dixon,2003)]

Usability Magnitude Estimation

Ο McGee (2004), προτείνει έναν άλλο τρόπο μέτρησης. Για κάθε μία εργασία υπάρχει ένας «καλός» και ένα «κακός» σχεδιασμός και ο χρήστης δίνει μία τιμή ανάμεσα σ' αυτές τις δύο εκδόσεις. Επειδή όμως είναι αρκετά δύσκολο να υλοποιηθεί αυτήν η μέτρηση, γιατί πάντα πρέπει να υπάρχουν δύο σχέδια αναφοράς, μία απλή εκδοχή είναι ο χρήστης να δίνει τις δικές του τιμές, να δημιουργεί δικό του χάρακα (φυσικά για τη σύγκριση γίνονται λογαριθμικοί μετασχηματισμοί) ή ακόμη μία πιο απλή έκδοση να δίνει τιμές ανάμεσα στο 0 και 100.

Subjective Mental Effort Questionnaire (SMEQ)

Το SMEQ αναφέρεται επίσης και ως Rating Scale for Mental Effort (Sauro & Dumas, 2009) και αποτελείται από μια απλή κλίμακα με εννέα ετικέτες από «Δεν είναι καθόλου

4.3.6.1.2 Post-study

Μία από τις πιο κοινές χρήσεις των μετρικών αυτό-αναφοράς είναι να μετρηθεί η συνολική αντιληπτή ευχρηστία. Για να επιτευχθεί αυτό οι χρήστες ερωτώνται αφού έχουν ολοκληρώσει όλες τις εργασίες τους.

Μερικές μελέτες έδειξαν ότι όταν οι άνθρωποι ρωτιούνται απευθείας για δεδομένα αυτό-αναφοράς είτε από κάποιο άτομο είτε από το τηλέφωνο παρέχουν πιο θετική ανατροφοδότηση από ότι αν ρωτιούνταν από ένα ανώνυμο διαδικτυακό ή μη ερωτηματολόγιο (Dillman κ. α., 2001). Επομένως, μετά το τέλος όλων των εργασιών οι συμμετέχοντες συμπληρώνουν ένα ερωτηματολόγιο για τη συνολική αντίληψη τους για το σύστημα.

Το ερώτημα είναι όμως αν οι χρήστες θα συμπληρώσουν ένα πρότυπο ερωτηματολόγιο ή θα δημιουργεί ένα καινούριο, είτε από την αρχή είτε παίρνοντας ερωτήσεις από άλλα ερωτηματολόγια. Στην παρούσα φάση υλοποίησης του συστήματος ο αριθμός των συμμετεχόντων είναι μικρός, επομένως δεν μπορεί να γίνει έλεγχος αξιοπιστίας και εγκυρότητας του ερωτηματολογίου. Σύμφωνα με το Sauro (2012) η χρησιμοποίηση ενός πρότυπου ερωτηματολογίου έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα: αξιοπιστία, εγκυρότητα, ευαισθησία, αντικειμενικότητα, ποσοτικοποίηση, οικονομία, καλή επικοινωνία και σύγκριση με άλλα προϊόντα. Τέτοια ερωτηματολόγια είναι τα:

- System Usability Scale (SUS)
- Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) ή Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ)
- Questionnaire for User Interface Satisfaction (QUIS)
- Usefulness, Satisfaction, and Ease of Use Questionnaire (USE)
- Software Usability Measurement Inventory (SUMI)
- Usability Metric for User Experience (UMUX)

System Usability Scale (SUS)

Το SUS (Brooke, 1996) αποτελείται από 10 ερωτήσεις και οι συμμετέχοντες δηλώνουν αν συμφωνούν ή διαφωνούν σε μια πενταβάθμια κλίμακα Likert (1: Διαφωνώ απόλυτα, 5: Συμφωνώ απόλυτα) (Παράρτημα Γ.1). Οι μισές ερωτήσεις είναι διατυπωμένες θετικά

και οι άλλες μισές αρνητικά. Υπάρχει αλγόριθμος που υπολογίζει μία βαθμολογία στην κλίμακα 0-100 (αλλά δεν είναι ποσοστό). Οι ερωτήσεις δεν μπορούν να αξιολογηθούν μεμονωμένα. Για την αξιολόγηση λαμβάνεται υπόψη η συνολική βαθμολογία. Ο αλγόριθμος υπολογισμού της βαθμολογίας είναι:

- Για τις περιττές ερωτήσεις: μείον ένα από την απάντηση του χρήστη.
- Για τις ζυγές ερωτήσεις: αφαίρεση της απάντησης του χρήστη από το 5.
- Η κλίμακα τώρα είναι 0-4 (με το 4 να είναι η θετικότερη απάντηση). Προστίθενται όλες οι προσεγγμένες απαντήσεις για κάθε χρήστη και το άθροισμα πολλαπλασιάζεται με το 2.5.

Ενώ το SUS προοριζόταν μόνο για τη μέτρηση της αντιληπτής ευκολίας χρήσης (ease-of-use) (μια ενιαία διάσταση), οι Lewis και Sauro (2009) απέδειξαν ότι το SUS παρέχει ένα συνολικό μέτρο της ικανοποίησης του συστήματος που περιλαμβάνει και τις διαστάσεις της ευχρηστίας και την ευκολία εκμάθησης. Τα στοιχεία 4 και 10 παρέχουν τη διάσταση της ευκολίας μάθησης και τα άλλα 8 στοιχεία παρέχουν τη διάσταση της ευχρηστίας. Επομένως, μπορεί να γίνει αναφορά και για τις δύο διαστάσεις αλλά και για τη συνολική βαθμολογία SUS.

| Διάσταση | Στοιχεία |
|--------------------------------|-----------------|
| Ευχρηστία (Usability) | 1,2,3,5,6,7,8,9 |
| Ευκολία Μάθησης (Learnability) | 4,10 |

Πίνακας 3. Διαστάσεις ευχρηστίας στο ερωτηματολόγιο SUS

Αν η βαθμολογία του SUS τείνει να είναι κάτω από 60 μπορεί το σύστημα να αξιολογηθεί μη εύχρηστο, ενώ πάνω από 80 μπορεί να θεωρηθεί εξαιρετικά εύχρηστο.

Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) ή Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ)

Το CSUQ είναι ίδιο με το PSSUQ με διαφορετικές λέξεις. Το PSSUQ (Lewis,1995) σχεδιάστηκε για να χορηγηθεί απευθείας σε άτομα ενώ το CSUQ σχεδιάστηκε να χορηγηθεί μέσω e-mail ή online. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από 19 επταβάθμιες ερωτήσεις (Παράρτημα Γ.2). Σε αντίθεση με το SUS όλες οι ερωτήσεις είναι θετικά διατυπωμένες. Το ερωτηματολόγιο καλύπτει τις παρακάτω διαστάσεις.

| Διάσταση | Στοιχεία |
|--|----------|
| Χρησιμότητα Συστήματος (System Usefulness) | 1-8 |
| Ποιότητα Πληροφορίας (Information Quality) | 9-15 |
| Ποιότητα Διεπαφής (Interface Quality) | 16-18 |

| | |
|---|------|
| Συνολική Ικανοποίηση (Overall Satisfaction) | 1-19 |
|---|------|

Πίνακας 4. Διαστάσεις ευχρηστίας στο ερωτηματολόγιο CSUQ

Questionnaire for User Interface Satisfaction (QUIS)

Το QUIS (Chin κ.α,1988) αποτελείται από 27 ερωτήσεις χωρισμένες σε 5 διαστάσεις, κάθε ερώτηση έχει μια 10-βάθμια κλίμακα και οι απαντήσεις αλλάζουν ανάλογα με την ερώτηση⁸.

| Διάσταση | Στοιχεία |
|--|----------|
| Συνολική αντίδραση (Overall Reaction) | 1-6 |
| Οθόνη (Screen) | 7-10 |
| Ορολογία/Πληροφορίες Συστήματος (Terminology / System Information) | 11-16 |
| Μάθηση (Learning) | 17-22 |
| Δυνατότητες συστήματος (System Capabilities) | 23-27 |

Πίνακας 5. Διαστάσεις ευχρηστίας στο ερωτηματολόγιο QUIS

Usefulness, Satisfaction, and Ease of Use Questionnaire (USE)

Ο Lund (2001) προτείνει το USE ερωτηματολόγιο με 30 ερωτήσεις της επταβάθμιας κλίμακας Likert, οι οποίες είναι χωρισμένες σε 4 κατηγορίες. Οι ερωτήσεις που είναι με πλαγιαστά γράμματα έχουν λιγότερο βάρος στις κατηγορίες. Σ' ένα σύντομο ερωτηματολόγιο αυτές οι ερωτήσεις μπορούν να μην χρησιμοποιηθούν (Παράρτημα Γ.3).

| Διάσταση | Στοιχεία |
|------------------------------------|----------|
| Χρησιμότητα (Usefulness) | 1-8 |
| Ευκολία χρήσης (Ease of Use) | 9-19 |
| Ευκολία μάθησης (Ease of Learning) | 20-23 |
| Ικανοποίηση (Satisfaction) | 24-30 |

Πίνακας 6. Διαστάσεις ευχρηστίας στο ερωτηματολόγιο USE

Software Usability Measurement Inventory (SUMI)

Το SUMI αποτελείται από 50 τριτοβάθμιες ερωτήσεις τύπου Likert και ο χρήστης πρέπει να επιλέξει μεταξύ του «συμφωνώ», «δεν γνωρίζω» και «διαφωνώ». Το ερωτηματολόγιο χωρίζεται σε 5 διαστάσεις: αποδοτικότητα (efficiency), επίδραση (affect), χρησιμότητα (helpfulness), έλεγχος (control) και ευκολία εκμάθησης

⁸ <http://garyperlman.com/quest/quest.cgi?form=QUIS>

(learnability) και κάθε μία αποτελείται από 10 ερωτήσεις. (Kirakowski & Corbett, 1993)⁹.

| Διάσταση | Στοιχεία |
|----------------------------------|-----------------|
| Αποδοτικότητα (Efficiency) | 1-10 |
| Επίδραση (Affect) | 11-20 |
| Χρησιμότητα (Helpfulness) | 21-30 |
| Έλεγχος (Control) | 31-40 |
| Ευκολία εκμάθησης (Learnability) | 41-50 |

Πίνακας 7. Διαστάσεις ευχρηστίας στο ερωτηματολόγιο SUMI

Usability Metric for User Experience (UMUX)

Το UMUX αποτελείται από τέσσερις επταβάθμιες ερωτήσεις Likert (Finstad, 2010) (Παράρτημα Γ.4).

| Διάσταση | Στοιχεία |
|------------------------------------|-----------------|
| Αποτελεσματικότητα (Effectiveness) | 1 |
| Ικανοποίηση (Satisfaction) | 2 |
| Ολική αντίληψη (Overall) | 3 |
| Αποδοτικότητα (Efficiency) | 4 |

Πίνακας 8. Διαστάσεις ευχρηστίας στο ερωτηματολόγιο UMUX

Άλλα ερωτηματολόγια

Το Standardized User Experience Percentile Rank Questionnaire (SUPR-Q) και το Website Analysis and Measurement Inventory (WAMMI) είναι για ιστοσελίδες.

Σύγκριση

Για μικρό πληθυσμό είναι καλύτερο το SUS (Tullis & Stetson, 2004), γιατί έχει και θετικές και αρνητικές προτάσεις και κρατάει τους χρήστες σε εγρήγορση και οι ερωτήσεις του είναι πιο λεπτομερείς (ease of learning, ease of navigation). Επίσης και σε επαναλαμβανόμενες μελέτες το SUS υπερτερεί. Απαντάει πόσο εύκολο είναι ένα σύστημα και σίγουρα σ' αυτήν τη φάση θα χρησιμοποιηθεί ένα πρότυπο ερωτηματολόγιο. Για λογισμικό και για οποιαδήποτε διεπαφή το SUS είναι το πιο διαδεδομένο ερωτηματολόγιο, το πιο γρήγορο και το πιο αξιόπιστο.

⁹ <http://sumi.ucc.ie/en/>

Οι Chung και Sahari (2015) συγκρίνοντας όλα τα παραπάνω ερωτηματολόγια προτείνουν το USE, γιατί οι ερωτήσεις που επιλέχθηκαν για τη μέτρηση της ευχρηστίας του συστήματος αφορούν την απόδοση του, χωρίς όμως να παραμελούν την εμπειρία χρήστη. Το USE είναι πιο κοντά στον ορισμό της ευχρηστίας ενός συστήματος κατά Nielsen (1994). και θα επιλεγεί τελικά αυτό το ερωτηματολόγιο.

Στο τέλος του ερωτηματολογίου είναι χρήσιμο ο συμμετέχων να αναφέρει τρία θετικά και τρία αρνητικά στοιχεία και όχι γενικά σχόλια για το σύστημα.

4.3.6.2 Μετρικές Συμπεριφοράς και Φυσιολογίας (Behavioral and Physiological Metrics)

Όπως προαναφέρθηκε κατά τη διάρκεια μιας αξιολόγησης ευχρηστίας οι συμμετέχοντες μπορούν να γελάσουν, να βγάλουν μια κραυγή, να κάνουν μια γκριμάτσα, να χαμογελάσουν, να νευριάσουν, να κινηθούν νευρικά στην καρέκλα τους, να χτυπούν τα δάχτυλά τους πάνω στο τραπέζι. Αυτές οι συμπεριφορές είναι δυνητικά μετρήσιμες και προσφέρουν πληροφορίες για την ευχρηστία του προϊόντος. Το μεγαλύτερο μέρος της γλώσσας του σώματος και της λεκτικής διατύπωσης μπορεί να παρατηρηθεί και καταγραφεί από έναν προσεκτικό συντονιστή, αλλά ορισμένες συμπεριφορές είναι πιο δύσκολο να παρατηρηθούν. Για παράδειγμα, οι εκφράσεις του προσώπου μπορεί να αλλάξουν πολύ γρήγορα, όμως με τη χρήση μιας καλής ποιότητας βίντεο του προσώπου του συμμετέχοντα θα μπορούσαν οι εκφράσεις αυτές να αξιολογηθούν. Άλλες συμπεριφορές που μπορούν να μετρηθούν είναι η αύξηση του καρδιακού ρυθμού, η διαστολή της κόρης και μικρές αυξήσεις στην εφίδρωση, αλλά απαιτούν εξειδικευμένο εξοπλισμό για την παρακολούθηση.

Στην μεταπτυχιακή διατριβή θα καταγραφούν μόνο οι κινήσεις του σώματος και οι λεκτικές διατυπώσεις (Φόρμα Καταγραφής Εργασίας - Παράρτημα Β.1).

Κεφάλαιο 5

e-adapt Σύστημα

5.1 Γενικά Για Το Σύστημα e-adapt

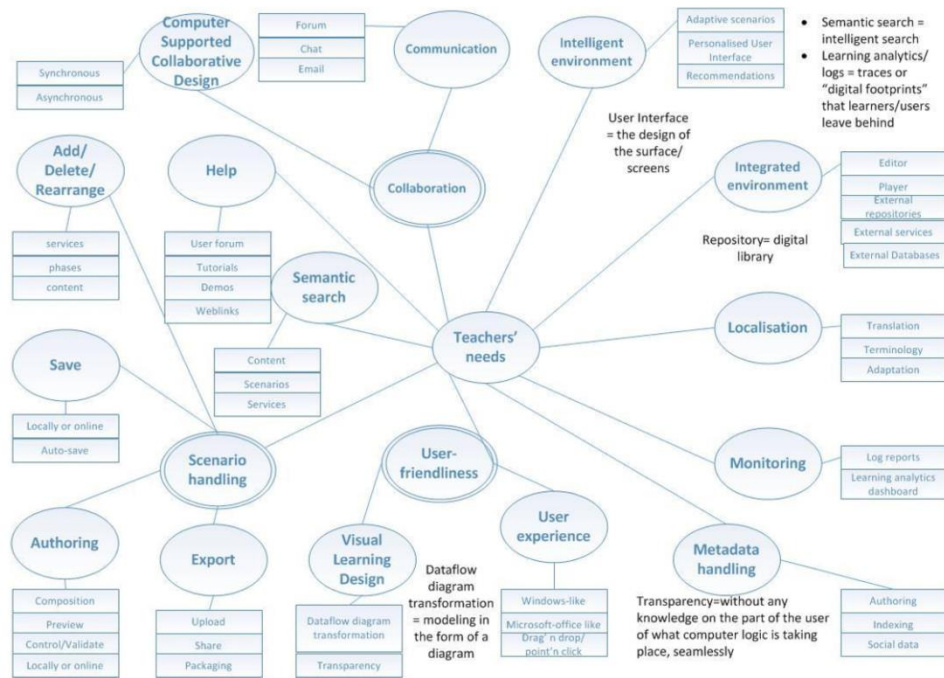
Οι Katsamani και Retalis (2013) ισχυρίζονται ότι δεν υπάρχει ιδανική γλώσσα Μαθησιακής Σχεδίασης ή ένα εργαλείο που μπορεί να καλύψει πλήρως τις διαφορετικές ανάγκες των εκπαιδευτικών και ο σχεδιασμός ενός τέτοιου εργαλείου παραμένει ένα ανοιχτό ζήτημα της έρευνας. Είναι δύσκολο να αναπτυχθεί ένα προσαρμοστικό σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης και ακόμη πιο δύσκολο αυτό το σύστημα να είναι εύχρηστο.

Η Mavroudi (2014) σχεδίασε ένα μοντέλο προσαρμοστικού συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης με χρηστο-κεντρικό τρόπο και δημιούργησε κάποια πρότυπα διεπαφών χρήστη. Παράλληλα, κατέταξε τις σχεδιαστικές απαιτήσεις που πρέπει να έχει ένα τέτοιο σύστημα σύμφωνα με το χρηστο-κεντρικό τρόπο, δηλαδή τι είναι πιο σημαντικό για ένα χρήστη να έχει ένα τέτοιο σύστημα.

Σύμφωνα με τη Mavroudi (2014) τα χαρακτηριστικά ενός εκπαιδευτικού προσαρμοστικού συστήματος που έχουν μεγαλύτερη σημασία για τους σχεδιαστές-εκπαιδευτικούς είναι τα παρακάτω:

1. δυνατότητα αλλαγών σε μια υπάρχουσα μαθησιακή ενότητα
2. δυνατότητα προσαρμογής συστήματος π.χ. το σύστημα δίνει στο μαθητή τον έλεγχο να αλλάζει κάποια στοιχεία (μέγεθος γραμμάτων, χρώματα)
3. να λαμβάνει υπόψη το μέσο χρήστη, ο οποίος δεν έχει τεχνολογικές γνώσεις
4. δυνατότητα «πλούσιων» προσαρμοστικών σχεδιασμών
5. μειωμένη πολυπλοκότητα στη συγγραφική διαδικασία
6. συνεργατικότητα στο σχεδιασμό
7. Windows-like ή/και Microsoft-like περιβάλλον
8. οπτική αναπαράσταση της Μαθησιακής Σχεδίασης
9. βοήθεια χρήστη

Το μοντέλο του εκπαιδευτικού προσαρμοστικού συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης, το τμήμα συγγραφής μαθησιακών ενοτήτων, που σχεδίασε η Mavroudi (2014) παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 7).



Εικόνα 7. Μοντέλο προσαρμοστικού συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης από Mavroudi (2014)

[προσαρμοσμένη από (Mavroudi, 2014)]

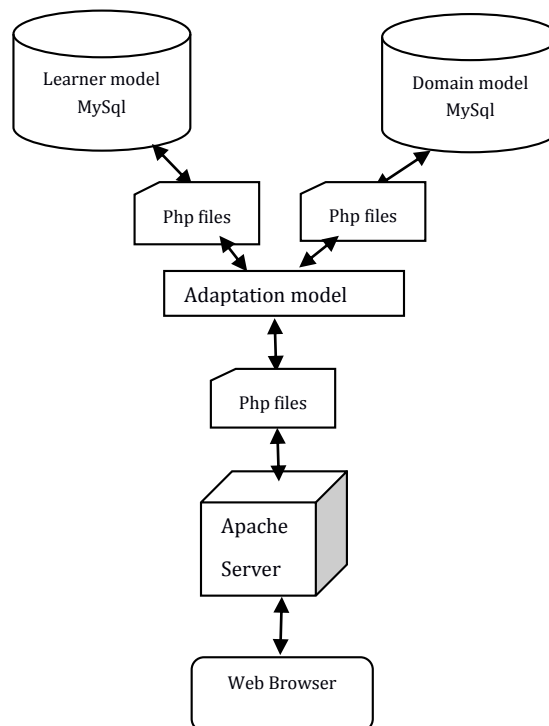
Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υλοποιήθηκε το προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα e-adapt. Για να υλοποιηθεί το e-adapt λήφθηκαν υπόψη τα παρακάτω:

- το μοντέλο του προσαρμοστικού συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης (Mavroudi, 2014)
- τα πρότυπα διεπαφής χρήστη (user interface mockups) και περιπτώσεις χρήσης (use cases) όπως αυτά περιγράφονται στη διατριβή της Mavroudi (2014, σελ. 215-244)
- βιβλιογραφία σχετικά με την ευχρηστία
- MOOC συστήματα που υπάρχουν (π.χ. Coursera)
- προηγούμενη εμπειρία από άλλα συστήματα Μαθησιακής Σχεδίασης (π.χ. Open Discovery Space-ODS (Hadzilacos κ.α., 2013))
- κάποια προσαρμοστικά συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης (π.χ. Dreambox)

- η προσωπική εμπειρία ως εκπαιδευτικός (Shulman, 1987) και ως προγραμματίστρια
- βιβλιογραφία σχετικά με το σχεδιασμό προσαρμοστικών συστημάτων

5.2 Αρχιτεκτονική Του e-adapt

Η αρχιτεκτονική του συστήματος e-adapt παρουσιάζεται στο **Σχήμα 3**, όπως φαίνεται, ακολουθεί και αυτό τη φιλοσοφία των προσαρμοστικών συστημάτων, αποτελείται από τρία μοντέλα, του γνωστικού πεδίου, του μαθητή και της προσαρμοστικότητας.



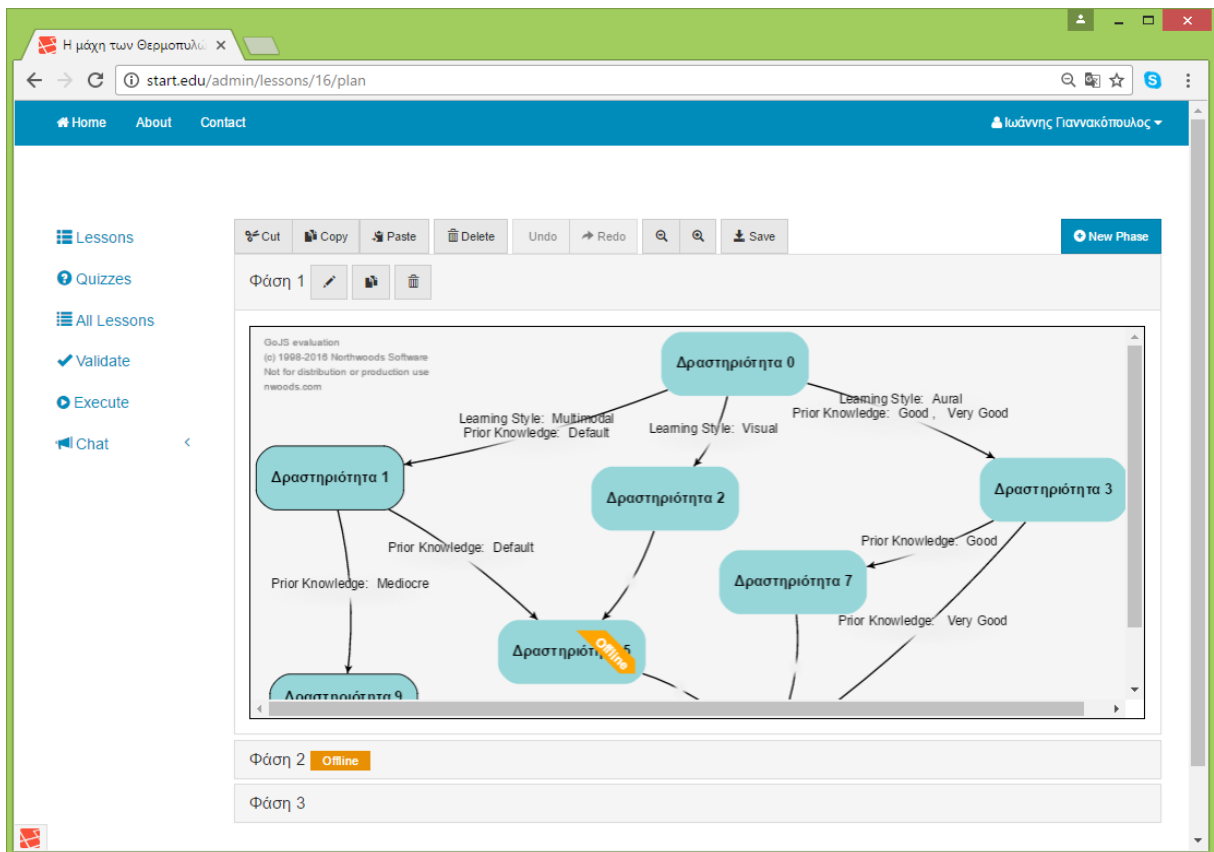
Σχήμα 3. Αρχιτεκτονική e-adapt

1. Μοντέλο γνωστικού πεδίου (domain model): το μοντέλο αυτό αφορά τη γνώση και τη δομή του μαθήματος. Ένας εννοιολογικός χάρτης (γράφος με κόμβους και ακμές) χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση του μοντέλου (**Εικόνα 8**). Οι κόμβοι αναπαριστούν τις δραστηριότητες και οι ακμές αναπαριστούν τις σχέσεις μεταξύ αυτών. Μία δραστηριότητα μπορεί να περιέχει πολλές υποδραστηριότητες.
2. Μοντέλο μαθητή (learner model): ουσιαστικά αναφέρεται στο προφίλ του μαθητή, όπου εκεί αποθηκεύονται πληροφορίες για κάθε έναν. Το προφίλ του μαθητή υλοποιείται με ένα σύνολο από πεδία, τα οποία αποθηκεύουν στατικές προσωπικές πληροφορίες σχετικές με το μαθητή, όπως το ονοματεπώνυμο, το όνομα χρήστη, τον

κωδικό, το e-mail, το μαθησιακό στυλ καθώς και δυναμικές πληροφορίες, όπως η πρότερη γνώση, ο χρόνος σε μια δραστηριότητα, η πρόοδος του μαθητή.

3. Μοντέλο προσαρμοστικότητας (adaptation model): το μοντέλο καθορίζει με ποιο τρόπο η πρότερη γνώση, το μαθησιακό στυλ, η πρόοδος του μαθητή και ο χρόνος απόκρισης τροποποιούν το μονοπάτι μάθησης. Αποτελεί ένα rule-based προσαρμοστικό σύστημα. Μόνο αν ισχύει η συνθήκη θα εκτελεστεί μια δραστηριότητα (If... then... else). Οι συνθήκες αυτές ορίζονται πάνω στις ακμές που ενώνουν τους κόμβους (δραστηριότητες) (**Εικόνα 8**).

Στην **Εικόνα 8** παρουσιάζεται η οθόνη συγγραφής του σχεδίου μαθήματος στο e-dapt σύστημα. Ένα μάθημα αποτελείται από μία ή περισσότερες φάσεις. Το e-adapt ακολουθεί τη φιλοσοφία της IMS-LD (Μαθησιακής Σχεδίασης), μία φάση του μαθήματος αντιστοιχεί σε μια πράξη του IMS-LD. Αν υπήρχε ένας ενιαίος και μεγάλος γράφος δραστηριοτήτων στην οθόνη, ο εκπαιδευτικός θα έχανε τον έλεγχο, όπως υποστηρίζουν και οι De Bra κ.α. (2016). Επομένως, ο γράφος χωρίζεται σε μικρότερα τμήματα που αντιστοιχούν στις φάσεις του μαθήματος. Για παράδειγμα, η πρώτη φάση θα μπορούσε να είναι η εισαγωγή του μαθήματος, με πρώτη δραστηριότητα ένα τεστ αξιολόγησης, με σκοπό να ανακαλυφθεί η πρότερη γνώση του μαθητή. Η τελευταία φάση μπορεί να είναι η φάση της αξιολόγησης.



Εικόνα 8. Σχεδιασμός Μαθησιακής Ενότητας στο e-adapt

5.2 Τεχνολογία Και Λογισμικό Συστήματος

Για την ανάπτυξη του συστήματος επιλέχθηκαν ο Apache Server, η MySQL βάση δεδομένων και η PHP γλώσσα προγραμματισμού. Χρησιμοποιήθηκαν αυτές οι τεχνολογίες λόγω του ότι μπορούν γρήγορα να δημιουργήσουν δυναμικές διαδικτυακές εφαρμογές και εξαιτίας της πολύ καλής μεταξύ τους επικοινωνίας. Για τη υλοποίηση της βάσης και τη συγγραφή του php κώδικα χρησιμοποιήθηκε το Laravel 5.1, το οποίο είναι ένα web application framework. Για τη μορφοποίηση των οθονών και των αντικειμένων τους χρησιμοποιήθηκε το Bootstrap (έκδοση 3.3.7), που είναι μια συλλογή εργαλείων ανοιχτού κώδικα για τη δημιουργία ιστοσελίδων και διαδικτυακών εφαρμογών. Το σύστημα υλοποιήθηκε με τις παρακάτω εκδόσεις λογισμικού:

1. Apache 2.4
2. MySQL 5.6
3. PHP 5.5.9
4. Windows 8.1
5. Laravel Framework 5.1
6. Bootstrap 3.3.7

5.3 Παράμετροι Προσαρμοστικότητας

Οι παράμετροι προσαρμοστικότητας που έχουν υλοποιηθεί μέχρι τώρα στο σύστημα είναι οι παρακάτω:

- **Μαθησιακό στυλ:** σύμφωνα με τη Mavroudi (2014) μετά από ερωτηματολόγιο που διανεμήθηκε στους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στην έρευνα της, οι περισσότεροι επέλεξαν το VARK μοντέλο (Οπτικό-Visual, Ακουστικό-Aural, Αναγνωστικό/Λεκτικό- Read/Write, Κιναισθητικό-Kinesthetic) (Fleming, 2001) για τον ορισμό του μαθησιακού στυλ. Σε σχέση με τα υπόλοιπα μοντέλα οι κατηγορίες αυτού του μοντέλου μπορούν να αντιστοιχηθούν ξεκάθαρα με τους διαφορετικούς τύπους εκπαιδευτικών υλικών. Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας αντιστοιχίας μαθησιακού στυλ και εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων όπως αυτός παρουσιάζεται στο (Mavroudi & Hadzilacos, 2012). Αν στις συνθήκες προσαρμοστικότητας δεν έχει οριστεί συνθήκη για μαθησιακά στυλ: ακουστικό, οπτικό, αναγνωστικό/λεκτικό ή κιναισθητικό επιλέγεται η συνθήκη που περιλαμβάνει το πολυτροπικό.

| Μαθησιακό στυλ | Μαθησιακές Δραστηριότητες με |
|---------------------|---|
| Ακουστικό | Ηχογραφήσεις, ηχητικές αφηγήσεις |
| Οπτικό | Διαγράμματα, εικόνες, διαγράμματα ροής, διαφάνειες |
| Αναγνωστικό/Λεκτικό | Web 2.0 εργαλεία (forum, chat, wikis), ανοικτού τύπου ερωτήσεις, εκθέσεις |
| Κιναισθητικό | Κινητή μάθηση (mobile learning), εμπειρίες από την πραγματική ζωή |
| Πολυτροπικό | Όλα τα παραπάνω |

Πίνακας 9. Σύνδεση μαθησιακού στυλ (VARK) με δραστηριότητες
[προσαρμοσμένο από (Mavroudi & Hadzilacos, 2012)]

- **Πρότερη γνώση:** Στην πρώτη φάση του μαθήματος, ο εκπαιδευτικός μπορεί να ορίσει μια δραστηριότητα-ερωτηματολόγιο για να βρεθεί το επίπεδο γνώσης του μαθητή σε σχέση με το θέμα που διακυβεύεται το μάθημα. Ο συγγραφέας στο σχέδιο μαθήματος μπορεί να ορίσει διαφορετικές δραστηριότητες για κάθε μία από τις παρακάτω κατηγορίες βαθμολογίας. Για την κατηγοριοποίηση της πρότερης γνώσης επιλέχθηκε η πιο απλή μορφή της, με τις τρεις κατηγορίες χαμηλή, μέτρια,

υψηλή. Αν επιλεγόταν μεγαλύτερη διαβάθμιση, για παράδειγμα πέντε, ο σχεδιαστής μαθήματος θα έπρεπε να δημιουργήσει πέντε διαφορετικές δραστηριότητες για κάθε μία κατηγορία και όχι τρεις.

| Κατηγοριοποίηση | Βαθμολογία |
|-----------------|--|
| Χαμηλή | <25% |
| Μέτρια | <25-75% |
| Υψηλή | >75% |
| Προεπιλεγμένη | Όταν δεν ορίζεται μία από τις παραπάνω κατηγορίες, επιλέγεται η προεπιλεγμένη (default) τιμή |

Πίνακας 10. Κατηγοριοποίηση της πρότερης γνώσης

- **Πρόοδος μαθητή:** Ο εκπαιδευτικός στο σχέδιο μαθήματος μπορεί να ορίσει διαφορετικές δραστηριότητες για κάθε μία από τις παρακάτω κατηγορίες. Και σ' αυτήν την παράμετρο επιλέχθηκε η πιο απλή μορφή κατηγοριοποίησης. Μία μεγαλύτερη διαβάθμιση θα δυσκόλευε το σχεδιαστή του μαθήματος.

| Κατηγοριοποίηση | Ποσοστό προόδου |
|-----------------|--|
| Χαμηλή | <25% |
| Μέτρια | <25-75% |
| Υψηλή | >75% |
| Προεπιλεγμένη | Όταν δεν ορίζεται μία από τις παραπάνω κατηγορίες, επιλέγεται η προεπιλεγμένη (default) τιμή |

Πίνακας 11. Κατηγοριοποίηση του ποσοστού προόδου

- **Χρόνος:** Στα περισσότερα συστήματα που μελετήθηκαν η προσαρμοστικότητα εξαρτάται από ένα πολύ μικρό κομμάτι του μαθήματος. Στην περίπτωση της Smartsparrow πλατφόρμας ο χρόνος αντιστοιχεί στο χρόνο απάντησης μιας ερώτησης. Όμως αυτή η διαδικασία ορισμού προσαρμοστικότητας σε τόσο

μεγάλο βάθος είναι πολύ χρονοβόρα για έναν εκπαιδευτικό. Γι' αυτό ο χρόνος αναφέρεται στο χρόνο εκτέλεσης μιας δραστηριότητας.

Στο μοντέλο που προτείνει η Mavroudi (2014) ο εκπαιδευτικός επιλέγει τις κατηγορίες των παραμέτρων προσαρμοστικότητας, για παράδειγμα μπορεί να επιλέξει 2 επίπεδα για την πρότερη γνώση και 4 κατηγορίες για το μαθησιακό στυλ. Στο e-adapt οι κατηγορίες είναι προκαθορισμένες, όπως φαίνεται και από τους παραπάνω πίνακες. Το e-adapt ακολουθεί αντίστροφη φιλοσοφία, από το μοντέλο της Mavroudi (2014), τα συστήματα UZWEBMAT (Özyurtk.α, 2012) και AEHS-LS (Yasir & Sami, 2011). Σ' αυτά τα συστήματα στο σχέδιο μαθήματος υλοποιούνται όλες οι περιπτώσεις προσαρμοστικότητας. Για παράδειγμα στο AEHS-LS (Yasir & Sami, 2011), το μαθησιακό στυλ είναι το VARK, θα πρέπει να υλοποιηθούν τέσσερα διαφορετικά μαθησιακά αντικείμενα (π.χ. εικόνα, ήχος, κείμενο, βίντεο). Στο e-adapt ο εκπαιδευτικός δημιουργεί το σχέδιο μαθήματος με το διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό. Θα πρέπει να τονιστεί ότι στα προηγούμενα συστήματα, η διαδικασία συγγραφής της μαθησιακής ενότητας είναι πολύ επίπονη για τον εκπαιδευτικό, επειδή θα πρέπει να δημιουργήσει και να συντηρεί πολλές διαφορετικές δραστηριότητες. Στην επόμενη παράγραφο συγκρίνονται το μοντέλο της Mavroudi (2014) και το e-adapt σε σχέση με το πλήθος των δραστηριοτήτων.

Έστω ότι στο μοντέλο της Mavroudi (2014), ο εκπαιδευτικός επιλέγει 3 επίπεδα για την πρότερη γνώση και 4 κατηγορίες για το μαθησιακό στυλ. Γι' αυτό το σενάριο η Mavroudi (2014) προτείνει $3 * 4 = 12$ διαφορετικά μαθησιακά μονοπάτια, σχεδιάζονται πρώτα τα μαθησιακά μονοπάτια και μετά προστίθενται οι δραστηριότητες. Ενώ στο e-adapt, ο εκπαιδευτικός είναι αρκετά ευέλικτος να δημιουργήσει τις δικές του συνθήκες. Το παραπάνω σενάριο μπορεί να υλοποιηθεί με λιγότερα μονοπάτια. Ο εκπαιδευτικός δημιουργεί μια δραστηριότητα για όλες τις κατηγορίες μαθητών (προεπιλεγμένες τιμές) και στη συνέχεια υλοποιεί τις εξαιρέσεις, επομένως ο αριθμός των αρχικών μονοπατιών μειώνεται σημαντικά. Στο παραπάνω σενάριο ο εκπαιδευτικός θα δημιουργήσει μια δραστηριότητα για τις τιμές, πολυτροπικό μαθησιακό στυλ και την προεπιλεγμένη τιμή της πρότερης γνώσης. Στη συνέχεια μπορεί να ορίσει όσα μονοπάτια θέλει, να προσθέσει όσες συνθήκες θέλει. Σ' μια συνθήκη μπορούν να επιλεγούν μία ή και περισσότερες κατηγορίες μιας παραμέτρου. Για παράδειγμα μαθησιακό στυλ = ακουστικό ή οπτικό. Και με αυτόν τον τρόπο μειώνεται ο αριθμός συνθηκών, επομένως

και των μονοπατιών. Ο μέγιστος αριθμός μονοπατιών είναι 12, όπως και στη Mavroudi (2014).

Το παραπάνω σενάριο παρουσιάζεται στην **Εικόνα 8** και αναλύεται παρακάτω. Ο εκπαιδευτικός για τα αρχικά μονοπάτια έχει στη διάθεση του τρεις δραστηριότητες, Δραστηριότητα 1, Δραστηριότητα 2 και Δραστηριότητα 3 και οι συνθήκες έχουν ως εξής:

- Για τη Δραστηριότητα 1: η συνθήκη είναι μαθησιακό στυλ=πολυτροπικό **και** πρότερη γνώση = προεπιλεγμένη, δηλαδή **όλοι** μαθητές.
- Για τη Δραστηριότητα 2: αυτό το μονοπάτι θα το ακολουθήσουν **μόνο** οι μαθητές με μαθησιακό στυλ =οπτικό
- Για τη Δραστηριότητα 3: αυτό το μονοπάτι θα το ακολουθήσουν **μόνο** οι μαθητές που έχουν μαθησιακό στυλ=ακουστικό **και** πρότερη γνώση: μέτρια ή υψηλή.

5.4 Μέθοδοι Προσαρμοστικότητας

Στο e-adapt υλοποιούνται οι παρακάτω μέθοδοι προσαρμοστικότητας:

- **Διαφορετικό μαθησιακό μονοπάτι:** ο εκπαιδευτικός δημιουργεί πολλά διαφορετικά μαθησιακά μονοπάτια και ανάλογα με την πρότερη γνώση του μαθητή, το μαθησιακό στυλ, την πρόοδο του και το χρόνο επιλέγεται δυναμικά η επόμενη δραστηριότητα. Η επιλογή του μαθησιακού μονοπατιού βασίζεται σε συνθήκες (rule based).
- **Περιεχόμενο ανάλογα με το μαθησιακό στυλ:** όπως ειπώθηκε παραπάνω διαφορετικά μαθησιακά στυλ οδηγούν σε διαφορετικές δραστηριότητες.
- **Αλλαγή των χρωμάτων και του μεγέθους των γραμμάτων:** η αλλαγή των χρωμάτων και του μεγέθους των γραμμάτων ανήκει στην δυνατότητα προσαρμογής (adaptability) που παρέχει ένα προσαρμοστικό σύστημα όπως αναφέρουν οι Magoulas κ.α. (2003, Μάιος). Ο Rose και Gravel (2011) προτείνουν ανάλογα με το μαθητή θα πρέπει να αλλάζει το μέγεθος των γραμμάτων και των σχημάτων, το χρώμα, η ένταση του ήχου κ.α.

5.5 Συνεργατική Σχεδίαση και Μάθηση

Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάστηκαν τα πλεονεκτήματα της συνεργατικής σχεδίασης ενός προϊόντος υποστηριζόμενη από υπολογιστή. Το σύστημα υποστηρίζει αυτήν την μεθοδολογία. Ένας χρήστης-συγγραφέας μπορεί να προσκαλέσει είτε οποιοδήποτε άλλον χρήστη του συστήματος είτε έναν νέο υποψήφιο χρήστη για να δημιουργήσουν μαζί το μάθημα και το σχέδιο μαθήματος (σχεδιαστική αρχή WYSIWIS -What You See Is What I See - Ότι βλέπεις είναι αυτό που βλέπω και εγώ). Μία άλλη τεχνική συνεργατικής σχεδίασης και μάθησης που έχει υλοποιηθεί μέχρι τώρα είναι η συζήτηση μέσω ασύγχρονης επικοινωνίας (Forum).

5.6 Παιχνιδοποίηση

Ένα στοιχείο που δεν υπάρχει στο μοντέλο της Mantrouidi (2014) αλλά προστέθηκε στο e-adapt είναι η παιχνιδοποίηση (gamification). Στόχος της μεταπτυχιακής διατριβής δεν είναι μόνο η υλοποίηση και η αξιολόγηση της εφαρμογής e-adapt αλλά και η μετέπειτα χρήση της από τους εκπαιδευτικούς. Η παιχνιδοποίηση ενθαρρύνει τους χρήστες να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν την εφαρμογή χρησιμοποιώντας τεχνικές παιχνιδιών, όπως πίνακες βαθμολογιών και γρήγορες εξατομικευμένες ανατροφοδοτήσεις (Flatla κ.α, 2011) και γι' αυτό το λόγο ενσωματώθηκε στο e-adapt.

Οι Amrighani (2013) προτείνουν ότι αν η παιχνιδοποίηση συνδυαστεί με την ηλεκτρονική μάθηση, τα περιβάλλοντα μάθησης που θα δημιουργηθούν, θα κάνουν τους μαθητές πιο πρόθυμους, και θα τους ωθούν να ολοκληρώσουν την προτεινόμενη εργασία. Ο Nicholson (2012) αναφέρει ότι η παιχνιδοποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυξήσει το εγγενή κίνητρο και αυτό θα το καταφέρει αν οι τεχνικές παιχνιδοποίησης που θα χρησιμοποιηθούν έχουν κάποιο νόημα για τους χρήστες. Τεχνικές της παιχνιδοποίησης που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

- Άβαταρ-Φωτογραφία
- Ψηφοφορία μαθήματος και ταξινόμηση ως προς την βαθμολογία
- Εξατομικευμένη ανατροφοδότηση (σχόλιο/review)
- Μπάρα προόδου κατά τη δημιουργία του μαθήματος

5.7 Ευχρηστία

Στη συνέχεια παρατίθενται κάποιες από τις αρχές ευχρηστίας που λήφθηκαν υπόψη στην υλοποίηση του e-adapt.

Αρχές διαδραστικών συστημάτων

- *Συνέπεια*: οι φόρμες του συστήματος έχουν την ίδια δομή (π.χ. φόρμες χρηστών, ομάδων), τα κουμπιά έχουν την ίδια λειτουργία και είναι περίπου στην ίδια θέση, χρησιμοποιούνται οι ίδιες ετικέτες για τις ίδιες εντολές ή τα ίδια πεδία (π.χ. New, Edit, Delete, Title)
- *Χρήση πρότυπων στοιχείων Γραφικού Περιβάλλοντος Χρήστη*: για την υλοποίηση της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε το πρότυπο Bootstrap (έκδοση 3.3.7).
- *Ανατροφοδότηση*: το e-adapt ενημερώνει με μηνύματα τους χρήστες για την κατάσταση της εφαρμογής (π.χ. Το e-mail στάλθηκε στο χρήστη “paras”, Το μάθημα αποθηκεύτηκε.)
- *Κατάλληλα μηνύματα λάθους*: Το σύστημα ενημερώνει τους χρήστες για τυχόν λάθη (π.χ. Το πεδίο «Τίτλος» είναι υποχρεωτικό).
- *Διαχωρισμός υποχρεωτικών και προαιρετικών πεδίων*: Χρησιμοποιείται το σύμβολο ‘*’ για την ένδειξη των υποχρεωτικών πεδίων.
- Οι ετικέτες βρίσκονται κοντά στα πεδία.

Αρχές συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης

- Εμπλουτισμός δραστηριοτήτων με διάφορα μέσα (π.χ. βίντεο, εικόνα κ.α.)
- Επιλογή απενεργοποίησης (offline) μαθήματος, δραστηριότητας ή φάσης.
- Ασύγχρονη επικοινωνία (forum)
- Μηχανισμός για τη διαχείριση του προφίλ χρήστη
- Μηχανισμός για εμπόδιση λάθους χρήσης
- Ενημέρωση της ημερομηνίας τελευταίας τροποποίησης των μαθημάτων/δραστηριοτήτων
- Εύκολο εργαλείο συγγραφής μαθημάτων
- Δυνατότητα ορισμού ενός ή περισσότερων μαθησιακών μονοπατιών
- Υποστήριξη τεστ αξιολόγησης
- Δυνατότητα μηχανισμού δημιουργίας σχολίων
- Μηχανισμό αναζήτησης μαθημάτων

Κεφάλαιο 6

Πειραματική Διαδικασία

6.1 Πείραμα

Η εφαρμογή e-adapt που υλοποιήθηκε στα πλαίσια της μεταπτυχιακής διατριβής έχει κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, δεν έχει όλες τις λειτουργίες της (semifunctional) και βρίσκεται στη φάση της υλοποίησης, επομένως θα εφαρμοστεί διαμορφωτική αξιολόγηση (formative). Όλα τα ερωτηματολόγια παρέχουν στον ερευνητή μια υποκειμενική αξιολόγηση της ευχρηστίας ενός συστήματος. Όμως ένα πείραμα πρέπει να περιέχει και ποσοτικές μετρικές, όπως είναι τα ποσοστά σφάλματος και χρόνος εργασίας. Το να συμπληρωθεί ένα ερωτηματολόγιο δεν θα βοηθήσει στη βελτίωση της εφαρμογής, γιατί οι μετρικές της απόδοσης βασίζονται στη συμπεριφορά των συμμετεχόντων και όχι σ' αυτά που μαρτυρούν. Επιπρόσθετα, στόχος της μεταπτυχιακής διατριβής δεν είναι να αποδειχτεί ότι η χρήση ενός προσαρμοστικού μαθήματος βελτιώνει τη γνώση. Στόχος της είναι να βελτιωθεί η ευχρηστία του συστήματος μέσω της εμπειρίας χρήστη. Για να επιτευχθεί αυτό θα οριστούν εργασίες που καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος του e-adapt.

Στην περίπτωση ενός νέου προϊόντος, όπως και το e-adapt, πραγματοποιείται μια αρχική μέτρηση για να υπάρξει μια βάση και στη συνέχεια επαναλαμβάνεται η διαδικασία της αξιολόγησης. Συνήθως συμπληρώνονται καινούριες ερωτήσεις στην αρχή ή στο τέλος του ερωτηματολογίου. Αντί να εκτελεστεί ένα μεγάλο και ακριβό σενάριο δοκιμής, είναι καλύτερο να χρησιμοποιηθούν οι πόροι για να εκτελεστούν πολλές μικρές δοκιμές και να αναθεωρηθεί ο σχεδιασμός ανάμεσα σε κάθε μία δοκιμή έτσι ώστε να διορθωθούν τα λάθη ευχρηστίας. Ο επαναληπτικός σχεδιασμός είναι ο καλύτερος τρόπος για να αυξηθεί η ποιότητα της εμπειρίας χρήστη. Όσο περισσότερες εκδόσεις ελέγξουν οι χρήστες τόσο το καλύτερο. Επομένως, η προτεινόμενη μεθοδολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στις επόμενες φάσεις αξιολόγησης.

Οι συμμετέχοντες δεν θα εκτελέσουν μόνο τις οριζόμενες εργασίες αλλά θα έχουν και μια ελευθερία κινήσεων. Δεν θα υλοποιήσουν το ίδιο σχέδιο μαθήματος, αλλά θα υλοποιήσουν ένα δικό τους. Θα πρέπει να τονιστεί ότι δεν θα γίνει κάποια παρουσίαση του e-adapt στους χρήστες, αλλά θα προσπαθήσουν εκτελέσουν τις εργασίες λαμβάνοντας υπόψη την εμπειρία τους από άλλα συστήματα.

6.1.1 Φάσεις Αξιολόγησης

Η διαδικασία αξιολόγησης απαρτίζεται από τις παρακάτω φάσεις:

- **Φάση 1^η** : Οι συμμετέχοντες θα δοκιμάσουν το e-adapt προσπαθώντας να εκτελέσουν τις οριζόμενες εργασίες. Καθώς ο συμμετέχων αλληλοεπιδρά με το σύστημα εξωτερικεύει τις σκέψεις του, τις απόψεις του (Μέθοδος: *πρωτόκολλο ομιλούντος υποκειμένου-think-aloud protocol*) και η ερευνήτρια παρατηρεί και καταγράφει τα ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα στις φόρμες του παραρτήματος Β. Μόλις ο συμμετέχων ολοκληρώσει μια εργασία η ερευνήτρια τον ρωτάει «Συνολικά, αυτή η εργασία ήταν;» με απάντηση μια επταβάθμια κλίμακα Likert (1: Πολύ Δύσκολη, 7: Πολύ Εύκολη) (μέθοδος: *Πρωτόκολλο ερωτήσεων απαντήσεων-question asking protocol*). Κατά τη διάρκεια της δοκιμής η ερευνήτρια με το χρήστη συζητούν διάφορα θέματα σχετικά με την ευχρηστία της εφαρμογής, τα οποία και καταγράφονται. Η δοκιμή μπορεί να γίνει και στην περίπτωση που η ερευνήτρια και ο χρήστης δεν βρίσκονται στον ίδιο χώρο (μέθοδος: *απομακρυσμένη δοκιμή - remote testing*).
- **Φάση 2^η** : Αμέσως μετά από το τέλος της δοκιμής του e-adapt από το χρήστη, η ερευνήτρια με το χρήστη συμμετέχουν σε συνέντευξη. (Παράρτημα Δ) (μέθοδος: *συνέντευξη- interview*)
- **Φάση 3^η** : Μετά το τέλος της συνέντευξης και όποια στιγμή επιθυμεί, είτε αμέσως είτε μετά από ώρες/μέρες, ο συμμετέχων καλείται να συμπληρώσει διαδικτυακό ερωτηματολόγιο για τη συνολική αντίληψη που έχει για το σύστημα (μέθοδος: *ερωτηματολογίου-questionnaire*). Το ερωτηματολόγιο που επιλέχθηκε είναι το Usefulness, Satisfaction, and Ease of Use Questionnaire (USE) (Lund, 2001) (Παράρτημα Γ.3)

Η προτεινόμενη μεθοδολογία αξιολόγησης ακολουθεί τη τεχνική της τριγωνοποίησης. Η χρονική τριγωνοποίηση στη συλλογή των δεδομένων αφορά τις τρεις διαφορετικές φάσεις αξιολόγησης. Η μεθοδολογική τριγωνοποίηση συνδυάζει τις παρακάτω μεθόδους 1) παρατήρηση, 2) συνέντευξη και 3) ερωτηματολόγιο. Η ποσοτική και ποιοτική ανάλυση της παρατήρησης, η ποιοτική ανάλυση συνεντεύξεων και η ποσοτική και η ποιοτική ανάλυση ερωτηματολογίου συνδυάζονται ώστε να εξαχθούν αξιόπιστα συμπεράσματα.

6.1.2 Αριθμός Συμμετεχόντων

Σύμφωνα με την παράγραφο 4.2.1, ο αριθμός των 5 συμμετεχόντων για κάθε κατηγορία χρηστών είναι ικανοποιητικός για να ανακαλυφθούν τα περισσότερα θέματα ευχρηστίας. Οι χρήστες που συμμετείχαν στη μελέτη αξιολόγησης του e-adapt ήταν 8, 4 εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, 2 εκπαιδευτικοί τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και 1 εκπαιδευτικός που έχει εργαστεί και στη δευτεροβάθμια και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση ως εξωτερικός συνεργάτης και 1 εκπαιδευτικός δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που τα τελευταία χρόνια δεν ασκεί το επάγγελμα του εκπαιδευτικού. Τα γνωστικά πεδία των συμμετεχόντων είναι η πληροφορική, η χημεία, η φυσική και η βιολογία. 6 από τους συμμετέχοντες ήταν γυναίκες και 2 άντρες, οι μισοί ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα των 31-40 και άλλοι μισοί στην ηλικιακή ομάδα των 41-50. Όλοι οι συμμετέχοντες πήραν μέρος και στις τρεις φάσεις της αξιολόγησης. 3 από τους χρήστες δοκίμασαν το σύστημα ενώ η ερευνήτρια ήταν δίπλα τους και οι υπόλοιποι 5 δοκίμασαν το e-adapt με απομακρυσμένη δοκιμή μέσω Skype™. Η δυνατότητα διαμοιρασμού της οθόνης, βοήθησε την ερευνήτρια να παρατηρεί τις ενέργειες των χρηστών.

6.1.3 Ορισμός Εργασιών

Οι εργασίες είναι πιο το κρίσιμο κομμάτι σε μια αξιολόγηση ευχρηστίας (Nielsen, 1993). Θα πρέπει να είναι κατάλληλα ορισμένες και κατά τη διαδικασία του ορισμού πρέπει να ληφθούν υπόψη τα σημεία της διεπαφής που πρέπει να μελετηθούν, οι τελικοί χρήστες και η μέθοδος αξιολόγησης. Οι Lindgaard και Chattratichart (2007) σημειώνουν ότι αν γίνει προσεκτική επιλογή συμμετεχόντων και δοθεί περισσότερο προσοχή στην ευρεία κάλυψη εργασιών τα αποτελέσματα θα είναι πιο καρποφόρα από την αύξηση του αριθμού των χρηστών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι 17 εργασίες που εκτέλεσαν οι χρήστες (οι γραμμές με πλάγια γράμματα δηλώνουν ομαδοποίηση κάποιων εργασιών):

1. Άνοιγμα λογαριασμού (εγγραφή)
2. Δημιουργία νέου μαθήματος
 - 2.1 Εισαγωγή μεταδεδομένων
 - 2.2 Δημιουργία σχεδίου μαθήματος
 - 2.2.1 Δημιουργία φάσεων
 - 2.2.2 Δημιουργία δραστηριότητας
 - 2.2.3. Ενημέρωση δραστηριότητας
 - 2.2.4 Διαγραφή δραστηριότητας
 - 2.2.5 Ορισμός συνθηκών προσαρμοστικότητας
 - 2.2.6 Εκτέλεση μαθήματος
 - 2.2.7 Αντιγραφή φάσης
3. Δημιουργία κουίζ- τεστ αξιολόγησης- και εκτέλεση
4. Προσθήκη κουίζ σαν δραστηριότητα στο μάθημα
5. Πρόσκληση παλιού ή νέου χρήστη για συν-συγγραφή μαθήματος
6. Αναζήτηση μαθήματος
 - 6.1 Με ελεύθερο κείμενο
 - 6.2 Βαθμολόγηση και κριτική
7. Διαχείριση
 - 7.1 Δημιουργία ομάδας
 - 7.2 Δημιουργία χρήστη

6.2 Ανάλυση

Στην παρούσα παράγραφο αναλύονται οι τρεις φάσεις της αξιολόγησης: α) της δοκιμής από το χρήστη, β) της συνέντευξης και γ) του ερωτηματολογίου.

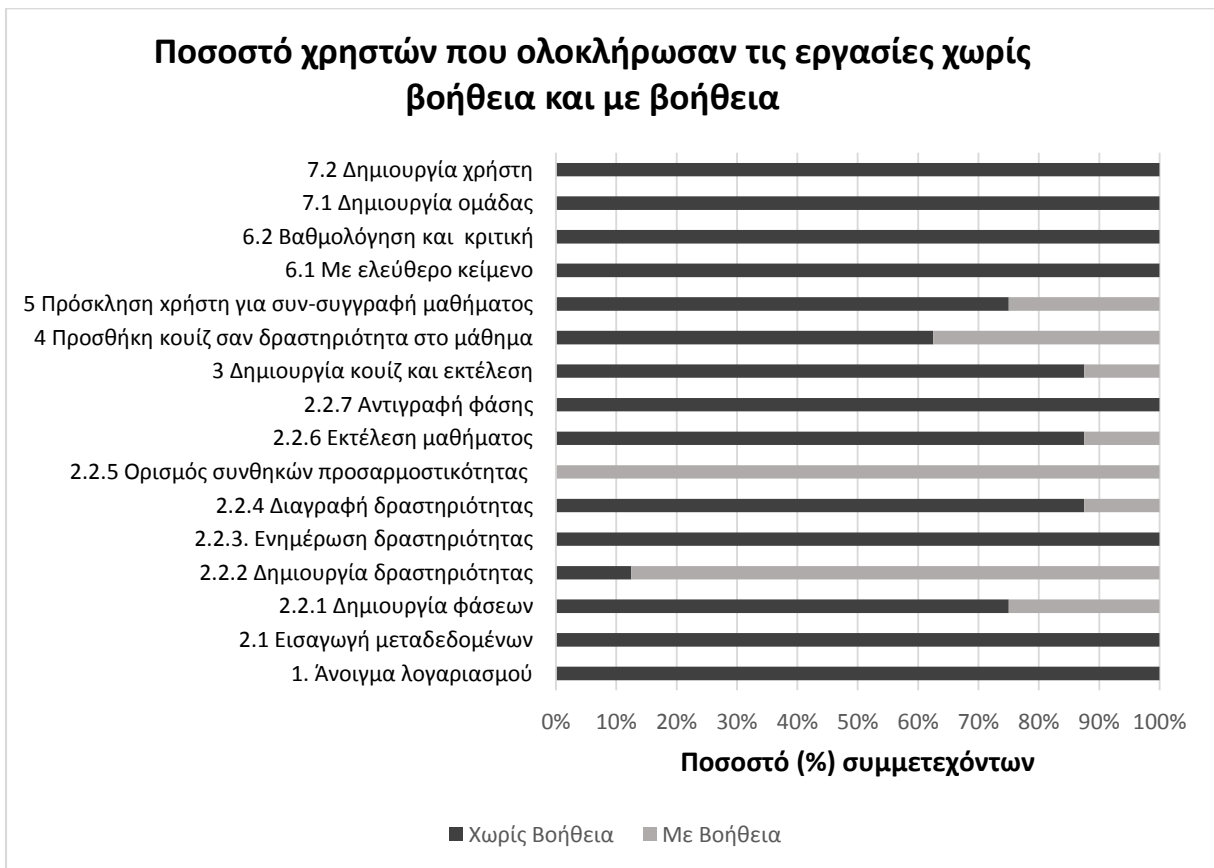
6.2.1 Ανάλυση Δοκιμής Από Το Χρήστη (Φάση 1^η)

Για την ανάλυση της δοκιμής από το χρήστη χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία της Φόρμας Καταγραφής Εργασίας (Παράρτημα Β.1), της Φόρμας Καταγραφής Λαθών (Παράρτημα Β.2) και της Φόρμας Καταγραφής Προβλημάτων Ευχρηστίας (Παράρτημα Β.3).

6.2.1.1 Ολοκλήρωση Εργασίας

Όλοι οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν με επιτυχία όλες τις εργασίες είτε μόνοι τους είτε με βοήθεια. Επομένως, έχει ενδιαφέρον να εξεταστούν ποιες εργασίες εκτελέστηκαν με βοήθεια. Στις εργασίες που δυσκολεύτηκαν να εκτελέσουν οι χρήστες, καθοδηγήθηκαν από ερωτήσεις, όπως «Που πιθανόν θα τοποθετούσες τις συνθήκες;» «Σε ποιο σημείο γίνεται ο διαχωρισμός των μαθησιακών μονοπατιών;» «Το μαύρο πλαίσιο δηλώνει το χώρο της φάσης. Επομένως, μέσα σ' αυτό το χώρο πρέπει να τοποθετήσεις τη δραστηριότητα σου». Οι χρήστες έπρεπε να ολοκληρώσουν εργασίες, είτε με βοήθεια είτε χωρίς βοήθεια, γιατί η ολοκλήρωση τους ήταν προϋπόθεση για την έναρξη άλλων εργασιών.

Το μέσο ποσοστό ολοκλήρωσης χωρίς βοήθεια για όλες τις εργασίες είναι 80% (**Διάγραμμα 1**). Επίσης, από το **Διάγραμμα 1** παρατηρείται ότι την Εργασία «2.2.5 Ορισμός συνθηκών προσαρμοστικότητας», δεν την ολοκλήρωσε κανένας μόνος του. Όλοι οι χρήστες δυσκολευτήκαν και όλοι ανέφεραν ότι πρέπει να ενσωματωθεί στη φόρμα μια μικρή βοήθεια. Την Εργασία «2.2.2 Δημιουργία δραστηριότητας» τη ολοκλήρωσε χωρίς βοήθεια μόνο ένας χρήστης (χρήστης 6), από το πρωτόκολλο ομιλούντος υποκειμένου, παρατηρήθηκε ότι ακολούθησε την επαγωγική μέθοδο και βρήκε τον τρόπο εκτέλεσης της. Επιπρόσθετα, και σ' αυτήν την εργασία όλοι ανέφεραν ότι πρέπει να ενσωματωθεί μια μικρή βοήθεια.



Διάγραμμα 1. Ποσοστό ολοκλήρωσης εργασιών χωρίς βοήθεια και με βοήθεια

6.2.1.2 Προβλήματα Ευχρηστίας

Κατά τη διάρκεια της δοκιμής από το χρήστη και λαμβάνοντας υπόψη την παρατήρηση και τη συζήτηση με το συμμετέχοντα, συγκεντρώθηκαν 25 προβλήματα ευχρηστίας. Τα προβλήματα αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας τη Θεμελιώδη Θεωρία (Grounded Theory) (Glaser & Strauss, 1967). Τα αποτελέσματα του δεύτερου επιπέδου της Θεμελιώδης Θεωρίας παρουσιάζονται στον πίνακα (Πίνακας 12) και του τρίτου επιπέδου στο **Διάγραμμα 2.**

| Α/Α | Πρόβλημα | Εργασία | Χρήστες | | | | | | | | Σύνολο Χρηστών | Ποσοστό | Σοβαρότητα | Κατηγορία |
|-----|--|---------|---------|---|---|---|---|---|---|---|----------------|---------|------------|-----------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | |
| 1 | Πρέπει να είναι πιο ξεκάθαρη η δημιουργία νέας δραστηριότητας (ίσως μια μικρή βοήθεια ή ένα κουμπί) | 2.2.2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 0,32 | 75 | Λ |
| 2 | Πρέπει να είναι πιο ξεκάθαρος ο ορισμός (ίσως μια μικρή βοήθεια ή ένα κουμπί) | 2.2.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 8 | 0,32 | 75 | Λ |
| 3 | Δύσκολη μετακίνηση δραστηριοτήτων | 2.2.2 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 6 | 0,24 | 60 | Λ |
| 4 | Δύσκολη σύνδεση δραστηριοτήτων | 2.2.5 | 1 | | | 1 | | | 1 | 2 | 4 | 0,16 | 35 | Λ |
| 5 | Χρειάζεται βοηθητικό στοιχείο (hint) στο πεδίο «Λέξεις Κλειδιά» | 2.1 | 3 | 2 | 2 | 1 | | | 1 | | 5 | 0,20 | 32 | 0 |
| 6 | Δεξί κλικ για διαγραφή/ενημέρωση στις ακμές/συνθήκες | 2.2.5 | | 1 | | | | 1 | 1 | | 3 | 0,12 | 30 | Λ |
| 7 | Η «Διόρθωση/Δημιουργία-Edit/Create» δεν είναι κατανοητό (να αλλαχθούν σε Αποθήκευση-Save) | | | 2 | | 1 | 2 | 2 | | 2 | 5 | 0,20 | 30 | 0 |
| 8 | «Διάρκεια Ωρών/Διάρκεια Λεπτών-Duration Hours/Duration Minutes» είναι συγκεχυμένα | 2.1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | | 7 | 0,28 | 23 | 0 |
| 9 | Η επιλογή για πρόσκληση βρίσκεται δύσκολα, να προστεθεί στο μενού της φόρμας του σχεδίου μαθήματος | 5 | | | | 1 | | | 1 | 3 | 3 | 0,12 | 22 | Π |
| 10 | Σε κάποιους υπολογιστές δεν φαίνεται το κουμπί «Δημιουργία-Create» και δεν λειτουργεί η κυλιόμενη μπάρα στη φόρμα δραστηριοτήτων αν προσθέσεις πολλές υποδραστηριότητες | 2.2.2 | | | | 1 | | | 1 | | 2 | 0,08 | 20 | Λ |
| 11 | Τα πεδία «Περιγραφή/Main», «Αποτελέσματα/Results», «Ανατροφοδότηση σε λάθος απάντηση/Incorrect Feedback» και «Ανατροφοδότηση σε σωστή απάντηση/Correct Feedback» δεν είναι κατανοητά (φόρμα κουίζ) | 3 | | 3 | | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 6 | 0,24 | 18 | 0 |
| 12 | Η «Φόρτωση αρχείου/Upload file» είναι δυσνόητη | 2.2.2 | | | 2 | | | | 1 | | 2 | 0,08 | 15 | 0 |
| 13 | Στην επιλογή του κουίζ ως δραστηριότητα, η επιλογή για νέο (+) να είναι μέσα στη λίστα ή αριστερά (μπερδεύει) | 4 | | | | 2 | | | 1 | | 2 | 0,08 | 15 | Π |
| 14 | Η «Εγγραφή/Register» να είναι μέσα στο «Σύνδεση/Login» | 1 | | | 2 | 2 | | | | | 2 | 0,08 | 10 | Π |
| 15 | Το εικονίδιο του σχεδίου μαθήματος είναι το κλασικό εικονίδιο των ρυθμίσεων (γρανάζι) και μπερδεύει | 2.2 | | | | 2 | | | 2 | | 2 | 0,08 | 10 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|-------|--|--|--|--|--|--|---|---|------|----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 16 | Η λέξη «πολύτροπος/multimodal είναι δυσνόητο (νομίζει κανείς ότι ένας μαθητής είναι και ακουστικός και οπτικός κ.α.) | 2.2.6 | | | | | | | 1 | 1 | 0,04 | 10 | 0 | | | | | | | | | |
| 17 | Η λέξη «Delivery» είναι συγκεχυμένη, ίσως να αλλαχθεί Share | 5 | | | | | | | | | | 2 | 2 | | | | | | | | | |
| 18 | Το μενού «Μαθήματα/Lessons» να γίνει «Τα Μαθήματα μου/My Lessons» | | | | | | | | | | | 2 | 2 | | | | | | | | | |
| 19 | Embedded να γίνει Embed (Δυσνόητο) | 2.2.2 | | | | | | | | | | 3 | 3 | | | | | | | | | |
| 20 | Στη φόρμα «Κριτικής/Review» να εμφανίζονται πρώτα τα τελευταία μηνύματα και η φόρμα αποστολής. | 6.2 | | | | | | | | | | 2 | 2 | | | | | | | | | |
| 21 | Το κουμπί «Απενεργοποίηση/offline» είναι δυσνόητο (ίσως offline-Πορτοκαλί, online πράσινο) | 2.2.2 | | | | | | | | | | 2 | 1 | | | | | | | | | |
| 22 | Το σύμβολο «-» πάνω στη δραστηριότητα προκαλεί σύγχυση | 2.2.4 | | | | | | | | | | 2 | 1 | | | | | | | | | |
| 23 | Η σειρά των παραμέτρων προσαρμοστικότητας είναι λίγο μπερδεμένη (πρώτα πρότερη γνώση κ.τ.λ) | 2.2.5 | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | |
| 24 | Οι κατηγορίες του μαθησιακού στυλ να αλλάξουν σειρά | 2.2.6 | | | | | | | | | | 2 | 1 | | | | | | | | | |
| 25 | Στο φόρμα «Κριτικής/Review» να τοποθετηθούν πρώτα τα αστέρια και μετά η συνολική βαθμολογία | 6.2 | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | |
| Σύνολο Προβλημάτων | | | | | | | | | | | | | 6 | 9 | 8 | 14 | 7 | 9 | 14 | 13 | | |
| Ποσοστό | | | | | | | | | | | | | | 0,24 | 0,36 | 0,32 | 0,56 | 0,28 | 0,36 | 0,56 | 0,52 | 0,40 |

Πίνακας 12. Προβλήματα ευχρηστίας ανά χρήστη και ανά σοβαρότητα

Στον πίνακα (**Πίνακας 12**) τα προβλήματα είναι ταξινομημένα κατά φθίνουσα σειρά ως προς τη σοβαρότητά τους. Κάθε χρήστης κατηγοριοποίησε το πρόβλημα ανάλογα με τη σοβαρότητα του, όπως αυτός την αντιλήφθηκε, σύμφωνα με την παρακάτω κωδικοποίηση:

1: Υψηλή (Βάρος 10)

2: Μεσαία(Βάρος 5)

3: Χαμηλή (Βάρος 2)

Η κατηγοριοποίηση πραγματοποιείται από το χρήστη διότι η μελέτη αφορά σε χρηστο-κεντρικό σχεδιασμό. Για κάθε πρόβλημα ευχρηστίας η *στήλη σοβαρότητα* υπολογίστηκε από τον τύπο: πλήθος υψηλής σημασίας * 10 + πλήθος μεσαίας σημασίας * 5 + πλήθος χαμηλής σημασίας * 2.

Από τα συγκεκριμένα προβλήματα ευχρηστίας εξήχθησαν 3 κατηγορίες προβλημάτων: Π: Πλοήγησης, Ο: Ορολογίας, Λ: Λειτουργικότητας. Η *τελευταία στήλη* του πίνακα δηλώνει σε ποια κατηγορία ανήκει το πρόβλημα ευχρηστίας.

Η *γραμμή ποσοστό* αφορά το ποσοστό των προβλημάτων που εντοπίστηκαν από το χρήστη (αριθμός προβλημάτων που ανακάλυψε ο χρήστης/σύνολο των διαφορετικών προβλημάτων). Η μέση τιμή του ποσοστού είναι 0,40, που σημαίνει ότι το ποσοστό προβλημάτων που μπορεί να ανακαλύψει ένας χρήστης 0,40 (ή η πιθανότητα να συμβεί ένα πρόβλημα ευχρηστίας είναι 0,40). Για να υπολογιστεί το ποσοστό των μοναδικών προβλημάτων που εντοπίστηκαν (U), ο Virzi (1992) προτείνει τον τύπο (1)

$$U = 1 - (1 - p)^n \quad (1)$$

όπου p το ποσοστό προβλημάτων που διαπίστωσε ένας χρήστη (p=0,40) και n ο αριθμός των συμμετεχόντων (n=8). Ο Lewis (2001) απέδειξε ότι η καταλληλότερη προσαρμογή που πρέπει να εφαρμοστεί στο p, βασίζεται στην Good Turing προσαρμογή. Η προσαρμοσμένη τιμή του p δίνεται από παρακάτω τύπο (2)

$$p_{adj} = \frac{1}{2} [(p-1/n)(1-1/n)] + \frac{1}{2}[p/(1+GT_{adj})] \quad (2)$$




όπου p το ποσοστό των προβλημάτων που διαπιστώνει ένας χρήστης, n ο αριθμός των χρηστών και GT_{adj} η προσαρμογή Good-Turing στο διάστημα πιθανότητας, η οποία

είναι το ποσοστό του αριθμού των προβλημάτων που εμφανίστηκαν μια φορά διά τον αριθμό των διαφορετικών προβλημάτων ($GT_{adj} = 6/25=0,24$)



Κάνοντας αντικατάσταση στον τύπο (2) $p_{adj} = 0,28$ και στον τύπο (1) $U=1-(1-0,28)^8 = 0,90$, με 8 χρήστες ανακαλύφθηκε το 90% των προβλημάτων του e-adapt συστήματος. Ο αριθμός των συμμετεχόντων αποδεικνύεται ότι είναι ιδανικός.

Για να βρεθεί πόσοι χρήστες απαιτούνται για να ανακαλυφθεί το 95% των προβλημάτων ευχρηστίας ($U=95\%$), με ποσοστό προβλημάτων που ανακαλύπτονται από ένα χρήστη $p=0,28=28\%$ θα πρέπει να λυθεί η εξίσωση $U = 1 - (1 - p)^n \Rightarrow 0,95=1 - (1 - 0,28)^8$ ως προς το n , και το αποτέλεσμα της είναι $9,12 \sim 9$ χρήστες¹⁰, απαιτούνται 9 χρήστες για να διαπιστωθεί το 95% των προβλημάτων ευχρηστίας, αν ληφθεί υπόψη ότι το ποσοστό των προβλημάτων που ανακαλύπτονται από ένα χρήστη είναι 0,28.

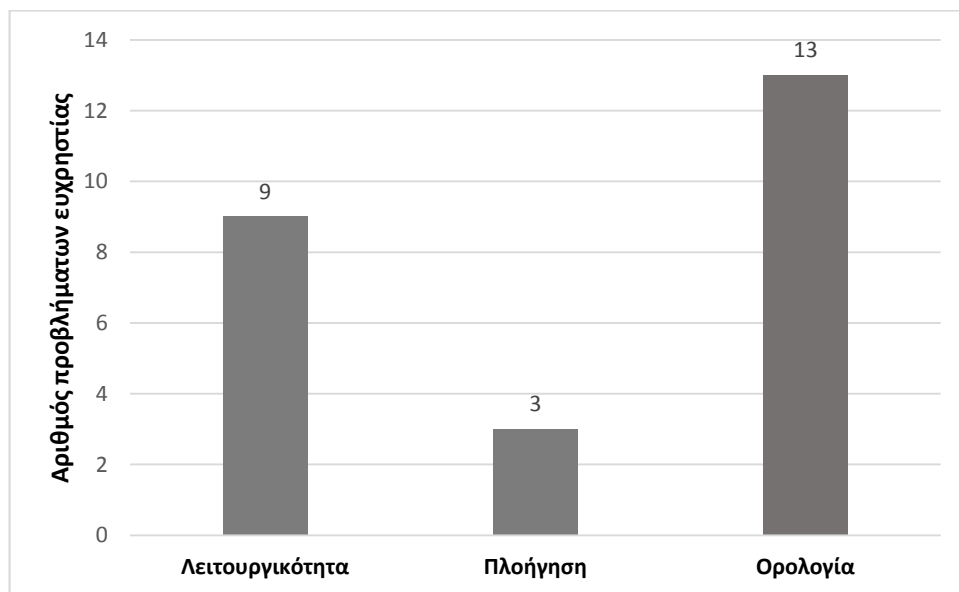
Τα δύο προβλήματα που έχουν τη μεγαλύτερη σοβαρότητα αντιστοιχούν στις δύο εργασίες που σχεδόν όλοι οι χρήστες χρειάστηκαν βοήθεια. Τα προβλήματα αυτά είναι τα «Πρέπει να είναι πιο ξεκάθαρη η δημιουργία νέας δραστηριότητας (ίσως μια μικρή βοήθεια ή ένα κουμπί)» της Εργασίας 2.2.2 και «Πρέπει να είναι πιο ξεκάθαρος ο ορισμός (ίσως μια μικρή βοήθεια ή ένα κουμπί)» της Εργασίας 2.2.5. Για τη δημιουργία της πρώτης δραστηριότητας το βοηθητικό στοιχείο (hint) που εμφανίζεται, δεν ήταν αρκετό. Όλοι οι χρήστες εντόπισαν αυτά τα προβλήματα και ανέφεραν δύο τρόπους αντιμετώπισης είτε μια μικρή βοήθεια ή ένα κουμπί με κατανοητή ετικέτα. Η πρόταση «Λείπει ένα μικρό ενσωματωμένο κείμενο βοήθειας» το ανέφεραν σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας.

Τα επόμενα πιο σοβαρά προβλήματα ήταν η «Δύσκολη μετακίνηση των δραστηριοτήτων» και η «Δύσκολη σύνδεση δραστηριοτήτων». Η μετακίνηση πραγματοποιείται όταν ο κέρσορας γίνει  και η σύνδεση όταν ο κέρσορας γίνει . Οι χρήστες λαμβάνοντας υπόψη την εμπειρία τους από άλλα συστήματα ήταν δύσκολο να αντιληφθούν τον τρόπο μετακίνησης και σύνδεσης. Κάποιοι χρήστες πρότειναν στη μετακίνηση ο κέρσορας να αλλάζει σε  και στη σύνδεση δραστηριοτήτων να αλλάζει

¹⁰ Για τον υπολογισμό χρησιμοποιήθηκε το http://www.measuringu.com/problem_discovery.php *Sample Size Calculator For Discovering Problems In A User Interface* (Sauro, J, October 1, 2006)

σε  ή , όπως γίνεται και σε άλλα συστήματα. Το πρόβλημα αυτό αντικατροπτίζει το συμπέρασμα του Nielsen (2012), ότι οι χρήστες διαμορφώνουν τις προσδοκίες τους για μια εφαρμογή βασιζόμενοι σ' αυτό που συνήθως κάνουν στις περισσότερες αντίστοιχες εφαρμογές.

Στο **Διάγραμμα 2** παρουσιάζεται ο αριθμός των προβλημάτων ευχρηστίας ανά Λειτουργικότητα, Πλοήγηση και Ορολογία. Τα περισσότερα προβλήματα ευχρηστίας (αριθμός=13, ποσοστό=52%) έχουν σχέση με την ορολογία. Επομένως, στην επόμενη έκδοση του e-adapt θα πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στην ορολογία.



Διάγραμμα 2. Αριθμός προβλημάτων ανά κατηγορία

6.2.1.3 Λάθη

Για την καταγραφή των λαθών χρησιμοποιήθηκε η Φόρμα Καταγραφής Λαθών (Παράρτημα Β.2) και κάθε ένα λάθος χαρακτηρίστηκε ως προς τη σοβαρότητα του από τους χρήστες με ένα από τα παρακάτω:

1. Σοβαρό (Βάρος 10)
2. Δύσκολη απεμπλοκή (Βάρος 5)
3. Εύκολη απεμπλοκή (Βάρος 2)
4. Ασήμαντο (Βάρος 1)

Στον πίνακα (**Πίνακας 13**) παρουσιάζονται τα λάθη που παρατηρήθηκαν ταξινομημένα ως προς τη σοβαρότητα τους. Τα πιο πολλά λάθη (69%) (2,3,4,5,6,10,11,12,13) είναι

αποτελέσματα προβλημάτων ευχρηστίας που εντοπίστηκαν στον πίνακα (**Πίνακας 12**) και τα πιο πολλά (38%) (2,3,10,11,12) προέρχονται από προβλήματα ορολογίας. Το πιο σοβαρό λάθος, πάντα σύμφωνα με τους συμμετέχοντες εντοπίστηκε στη Εργασία 6.1. Στην αναζήτηση με ελεύθερο κείμενο οι χαρακτήρες με τόνο είναι διαφορετικοί από τους ίδιους χαρακτήρες χωρίς τόνο. Οι 7 από τους 8 χρήστες στο πεδίο «Διάρκεια λεπτών/Duration Minutes» πληκτρολόγησαν τα λεπτά που αντιστοιχούν στις ώρες που διαρκεί το μάθημα (Εργασία 2.1). Το τρίτο πιο σοβαρό λάθος διαπιστώθηκε και αυτό στην Εργασία 2.1, 5 από τους 7 χρήστες δεν κατάφεραν να συμπληρώσουν τις λέξεις κλειδιά. Είναι αξιοσημείωτο ότι καταστροφικά λάθη δεν σημειώθηκαν.

| Α/Α | Λάθη | Εργασία | Χρήστες | | | | | | | | Σύνολο Χρηστών | Σοβαρότητα | |
|-----|---|---------|---------|---|---|----|---|---|----|---|----------------|------------|----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | |
| 1 | Η αναζήτηση με ελεύθερο κείμενο δεν αντιστοιχεί τα γράμματα με τόνο με αυτά χωρίς τόνο "ή" είναι διαφορετικό με το "η" | 6.1 | | 2 | | 2 | | | | 2 | 2 | 4 | 20 |
| 2 | Στο πεδίο «Διάρκεια Λεπτών/Duration Minutes» πληκτρολόγησαν τα λεπτά που αντιστοιχούν στην τιμή του πεδίου «Διάρκεια Ωρών/Duration Hours» | 2.1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | 7 | 20 |
| 3 | Δεν ολοκληρώθηκε με επιτυχία η εισαγωγή των λέξεων κλειδιών | 2.1 | 3 | 2 | 2 | 3 | | | | 3 | | 5 | 16 |
| 4 | Το «+» στην προσθήκη κουίζ ως δραστηριότητα άνοιξε τη φόρμα δημιουργίας κουίζ, αλλά μετά το κλείσιμο δεν επέστρεψε στο σωστό σημείο. | 4 | | | | 2 | | | 3 | 2 | | 3 | 12 |
| 5 | Μετακίνηση δραστηριοτήτων (συνέδεαν μια δραστηριότητα με τον εαυτό της) | 2.2.2 | 3 | 3 | | 3 | | | 3 | 3 | | 5 | 10 |
| 6 | Σύνδεση δραστηριοτήτων (συνέδεαν μια δραστηριότητα με τον εαυτό της) | 2.2.5 | 3 | 3 | | 3 | | | 3 | 3 | | 5 | 10 |
| 7 | Λάθος στο πεδίο «Ενεργοποίηση χρήστη/Activate user» πρέπει να είναι "No" (φόρμα δημιουργίας χρήστη) | 7.2 | | | | 2 | | | | 2 | | 2 | 10 |
| 8 | Αν δεν γίνει έγκαιρα η Αποθήκευση/Save και διακοπεί η σύνδεση οι δραστηριότητες εμφανίζονται η μία πάνω στην άλλη | | | | | | | | | 2 | | 1 | 5 |
| 9 | Για διαγραφή δραστηριότητας πάτησαν το κουμπί Διαγραφή/Delete της φάσης | 2.2.4 | | | | | | | | 2 | | 1 | 5 |
| 10 | Στο «Φόρτωμα Αρχείου/Upload file» δεν δούλεψε καλά το drag and drop | 2.2.2 | | | | | | | | 2 | | 1 | 5 |
| 11 | Δεν αποθηκεύτηκε η νέα δραστηριότητα (δεν πατήθηκε το κουμπί «Δημιουργία/Create») | 2.2.2 | | 4 | | 4 | | | | 4 | | 3 | 3 |
| 12 | Δεν ενημερώθηκε η δραστηριότητα (δεν πατήθηκε το κουμπί Ενημέρωση/Edit) | 2.2.3 | | | | 3 | | | | | | 1 | 2 |
| 13 | Για να κάνουν Εγγραφή/Register μπήκαν στο Σύνδεση/Login | 1 | | | | 3 | | | | | | 1 | 2 |
| | Σύνολο λαθών | | 4 | 6 | 2 | 10 | 1 | 4 | 10 | 2 | | | |

Πίνακας 13. Λάθη ανά σοβαρότητα

6.2.1.4 Ικανοποίηση ανά εργασία

Μετά το τέλος κάθε εργασίας ο συμμετέχων απαντούσε στην ερώτηση «Συνολικά, αυτή η εργασία ήταν;» με επταβάθμια κλίμακα Likert (όπου 1 αντιστοιχεί στο Πολύ Δύσκολη και 7 στο Πολύ Εύκολη) (Sauro και Dumas, 2009). Ο πίνακας (Πίνακας 14) περιέχει τις απαντήσεις των 8 συμμετεχόντων. Οι εργασίες που έχουν το μικρότερο βαθμό ικανοποίησης είναι και αυτές στις οποίες εντοπίστηκαν τα προβλήματα ευχρηστίας και τα λάθη με τους μεγαλύτερους βαθμούς σοβαρότητας, Εργασία 2.2.2 (MT=5,1 και TA=1,1), Εργασία 2.2.5 (MT=5,5 και TA=0,5) και Εργασία 4 (MT=5,9 και TA=0,8). Η Εργασία 7.1 έχει το μεγαλύτερο βαθμό ικανοποίησης (MT=6,9 και TA=0,4) και σ' αυτήν δεν διαπιστώθηκε πρόβλημα ή λάθος.

Η μέση τιμή της συνολικής ικανοποίησης είναι MT=6,4 με TA=0,3 και 95% Διάστημα Εμπιστοσύνης 6,1 έως 6,7. Οι μέσες τιμές και τα κατώτατα όρια στο 95% Διάστημα Εμπιστοσύνης, όχι μόνο σε όλες τις εργασίες αλλά και στη συνολική ικανοποίηση, είναι πάνω από τη μεσαία τιμή (4) της επταβάθμιας κλίμακας Likert και αυτό δηλώνει ότι οι χρήστες είναι ικανοποιημένοι από το e-adapt σύστημα.

| Εργασία | Χρήστες | | | | | | | | Ικανοποίηση | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-----------------|-----------------------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Μέση Τιμή | Τυπική Απόκλιση | Διάστημα Εμπιστοσύνης (95%) | |
| 1. Άνοιγμα λογαριασμού (εγγραφή) | 7 | 7 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6,8 | 0,5 | 6,4 | 7,0 |
| 2. Δημιουργία νέου μαθήματος | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 Εισαγωγή μεταδεδομένων | 7 | 7 | 6 | 6 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6,5 | 0,5 | 6,1 | 6,9 |
| 2.2 Δημιουργία σχεδίου μαθήματος | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.1 Δημιουργία φάσεων | 7 | 6 | 6 | 7 | 6 | 6 | 7 | 7 | 6,5 | 0,5 | 6,1 | 6,9 |
| 2.2.2 Δημιουργία δραστηριότητας | 6 | 6 | 5 | 4 | 6 | 6 | 3 | 5 | 5,1 | 1,1 | 4,2 | 6,1 |
| 2.2.3. Ενημέρωση δραστηριότητας | 7 | 7 | 5 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6,8 | 0,7 | 6,2 | 7,0 |
| 2.2.4 Διαγραφή δραστηριότητας | 7 | 7 | 5 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6,6 | 0,7 | 6,0 | 7,0 |
| 2.2.5 Ορισμός συνθηκών προσαρμοστικότητας | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5,5 | 0,5 | 5,1 | 5,9 |
| 2.2.6 Εκτέλεση μαθήματος | 5 | 5 | 6 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6,1 | 0,8 | 5,4 | 6,8 |
| 2.2.7 Αντιγραφή φάσης | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 6 | 7 | 6,8 | 0,5 | 6,4 | 7,0 |
| 3 Δημιουργία κουίζ- τεστ αξιολόγησης- και εκτέλεση | 7 | 6 | 5 | 6 | 7 | 7 | 4 | 6 | 6,0 | 1,1 | 5,1 | 6,9 |
| 4 Προσθήκη κουίζ σαν δραστηριότητα στο μάθημα | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 7 | 5,9 | 0,8 | 5,2 | 6,6 |
| 5 Πρόσκληση χρήστη για συν-συγγραφή μαθήματος | 7 | 6 | 7 | 5 | 7 | 7 | 7 | 5 | 6,4 | 0,9 | 5,6 | 7,0 |
| 6. Αναζήτηση μαθήματος | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 Με ελεύθερο κείμενο | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 6,8 | 0,5 | 6,4 | 7,0 |
| 6.2 Βαθμολόγηση και κριτική | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6,8 | 0,5 | 6,4 | 7,0 |
| 7. Διαχείριση | | | | | | | | | | | | |
| 7.1 Δημιουργία ομάδας | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6,9 | 0,4 | 6,6 | 7,0 |
| 7.2 Δημιουργία χρήστη | 7 | 7 | 5 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6,6 | 0,7 | 6,0 | 7,0 |
| Ικανοποίηση (Μέση Τιμή) | 6,7 | 6,5 | 5,8 | 6,2 | 6,8 | 6,7 | 6,0 | 6,3 | 6,4 | 0,3 | 6,1 | 6,7 |

Πίνακας 14. Ικανοποίηση ανά εργασία

Παρατηρήσεις σχετικά με τη φάση της δοκιμής από τους χρήστες:

- Όλοι οι χρήστες χρησιμοποίησαν το μαθησιακό στυλ σαν παράμετρο προσαρμοστικότητας, γιατί ήταν τους ήταν πιο κατανοητό και μπορούσαν να αντιστοιχήσουν το μαθησιακό στυλ με αντίστοιχες δραστηριότητες. Μόνο 2 χρήστες χρησιμοποίησαν και την πρότερη γνώση σαν παράμετρο προσαρμοστικότητας.
- Πριν ξεκινήσουν τη δημιουργία των συνθηκών προσαρμοστικότητας, η ερευνήτρια τους εξηγούσε την έννοια της προεπιλεγμένης τιμής και των εξαιρέσεων.
- Παρόλο που μία δραστηριότητα μπορεί να έχει πολλές υποδραστηριότητες μόνο ο χρήστης 8 δημιούργησε μια τέτοια δραστηριότητα, οι υπόλοιποι αρκέστηκαν στην πιο απλής της μορφή.

6.2.2 Ανάλυση Συνέντευξης (Φάση 2^η)

Μετά το τέλος της δοκιμής από το χρήστη, οι χρήστες συμμετείχαν σε συνέντευξη, οι ερωτήσεις της παρατίθενται στο Παράρτημα Δ. Όμως, τα περισσότερα θέματα είχαν συζητηθεί κατά τη διάρκεια της δοκιμής του e-adapt από χρήστη, επομένως η συνέντευξη δεν διαρκούσε πολύ.

Κανένας εκπαιδευτικός δεν έχει χρησιμοποιήσει στο παρελθόν πλατφόρμα δημιουργίας προσαρμοστικών μαθημάτων. Μόνο ένας χρήστης (1) δήλωσε ότι έχει μεγάλη εμπειρία στο σχεδιασμό μαθημάτων, ενώ οι χρήστες 2 και 3 δεν έχουν καθόλου εμπειρία και οι υπόλοιποι (4,5,6,7,8) έχουν μικρή εμπειρία.

Όσοι έχουν προηγούμενη εμπειρία στη σχεδίαση μαθημάτων έχουν χρησιμοποιήσει εργαλεία όπως: Lams, eXe, e-class, Edmodo, Google Docs, διαδικτυακή πλατφόρμα του International Baccalaureate. Στην ερώτηση «Σε σύγκριση με τα εργαλεία που έχεις χρησιμοποιήσει, το σύστημα e-adapt είναι καλύτερο ή χειρότερο;»

Οι θετικές απαντήσεις είναι:

- *«Θεωρώ το σύστημα e-adapt καλύτερο γιατί προσφέρει πληθώρα δυνατοτήτων σε ένα εύχρηστο, εύκολο και γραφικό περιβάλλον. Η*

εκμάθηση και χρήση του είναι πολλή εύκολη χωρίς την ανάγκη καθοδήγησης. Καλύπτει τις περισσότερες ανάγκες για τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό μαθημάτων πληροφορικής.»

- «Είναι πιο απλό από το Lams, έχει πιο απλή διεπαφή χρήστη»
- «Η πλατφόρμα χρησιμοποιεί μια σύγχρονη διεπαφή με εικονίδια και λεζάντες και είναι εύκολη στη χρήση.»
- «Το πλεονέκτημα σε σχέση με άλλα εργαλεία που έχω χρησιμοποιήσει είναι η εύκολη δυνατότητα ενσωμάτωσης βίντεο» (εννοεί τα Google Docs, στο Edmodo είναι λίγο δύσκολη η ενσωμάτωση βίντεο).
- «Το σύστημα έχει περισσότερες δυνατότητες διαχείρισης από τη διαδικτυακή πλατφόρμα του International Baccalaureate »

Οι αρνητικές απαντήσεις είναι:

- «Σε σχέση με το e-class είναι πιο δύσχρηστο γιατί πρέπει να δημιουργείς φάσεις. Στο e-class απλά ανεβάζεις υλικό. Το e-adapt έχει λεπτομέρειες σε βάθος, είναι πολύ αναλυτικό».

Ομοιότητες:

- «Σε σύγκριση με τα άλλα εργαλεία οι ομοιότητες αφορούν στη δημιουργία μαθημάτων διαφορετικών γνωστικών αντικείμενων καθώς και στη δημιουργία κουίζ.»

Στην ερώτηση εάν θα χρησιμοποιούσαν το e-adapt για να δημιουργήσουν προσαρμοστικά ή μη-προσαρμοστικά (γραμμικά) μαθήματα, οι 7 χρήστες απάντησαν ότι θα το χρησιμοποιούσαν, θα ήθελαν να το δοκιμάσουν στην πράξη. Μόνο ένας χρήστης (7) δεν θα το χρησιμοποιούσε, γιατί ανέφερε «Ότι οι φοιτητές βρίσκουν δύσκολα το εκπαιδευτικό υλικό στο e-class, θα τους είναι δύσκολο να χρησιμοποιήσουν το e-adapt».

6.2.3 Ανάλυση Ερωτηματολογίου (Φάση 3^η)

Το ερωτηματολόγιο που επιλέχθηκε για να μετρηθεί η συνολική αντίληψη των χρηστών για το e-adapt σύστημα είναι το Usefulness, Satisfaction, and Ease of Use Questionnaire (USE) (Lund, 2001) (Παράρτημα Γ.3) με επταβάθμια κλίμακα (1:Διαφωνώ Απόλυτα, 7:

Συμφωνώ Απόλυτα). Το USE πέρα από τη συνολική αντίληψη του χρήστη μετράει και την ευκολία εκμάθησης, μία διάσταση που δεν μπόρεσε να μετρηθεί από τις προηγούμενες φάσεις.

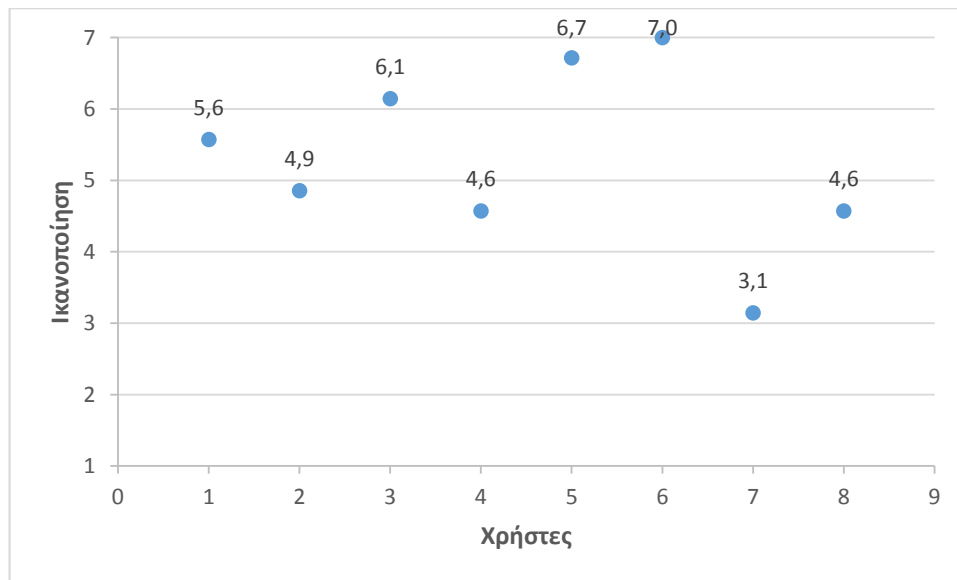
Μερικοί χρήστες συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο αμέσως μετά το τέλος της δοκιμής, κάποιοι άλλοι μετά από ώρες και κάποιοι μετά από μέρες. Στον πίνακα (**Πίνακας 15**) παρατίθενται οι μέσες τιμές των 4 διαστάσεων του ερωτηματολογίου και της συνολικής αντίληψης για το σύστημα.

| | Μέση Τιμή | Τυπική Απόκλιση | 95% Διάστημα Εμπιστοσύνης | |
|-------------------|------------------|------------------------|----------------------------------|-----|
| Χρησιμότητα | 5,6 | 0,8 | 5,0 | 6,3 |
| Ευκολία χρήσης | 5,6 | 0,8 | 5,0 | 6,3 |
| Ευκολία εκμάθησης | 6,2 | 0,8 | 5,5 | 6,9 |
| Ικανοποίηση | 5,3 | 1,2 | 4,3 | 6,3 |
| Συνολική αντίληψη | 5,7 | 0,8 | 5,0 | 6,4 |

Πίνακας 15. Στοιχεία ερωτηματολογίου USE

Η μέση τιμή της συνολικής αντίληψης είναι (MT=5,7 με TA=0,8) και 95% Διάστημα Εμπιστοσύνης 5,0 έως 6,4. Όλες οι μέσες τιμές και όλα τα κάτω όρια του 95% Διαστημάτων Εμπιστοσύνης είναι πάνω από τη μεσαία τιμή -4- της επταβάθμιας κλίμακας Likert που χρησιμοποιήθηκε στο ερωτηματολόγιο. Τα αποτελέσματα της υποκειμενικής αντίληψης των χρηστών για το e-adapt, λαμβάνοντας υπόψη τις συγκεκριμένες εργασίες και τους συγκεκριμένους χρήστες, είναι ευοίωνα.

Επιπλέον, τη χαμηλότερη μέση τιμή και τη μεγαλύτερη απόκλιση έχει η ικανοποίηση (MT=5,3 με TA=1,2) και 95% Διάστημα Εμπιστοσύνης από 4,3 έως 6,3. Από το διάγραμμα διασποράς παρατηρείται πως κατανέμονται οι τιμές ικανοποίησης και ότι ο χρήστης (7) που δεν επιθυμεί να χρησιμοποιήσει το e-adapt το εκφράσει και με τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου.



Διάγραμμα 3. Διάγραμμα διασποράς ικανοποίησης χρήστη

Στον πίνακα (**Πίνακας 16**) παρουσιάζονται η συνολική αντίληψη του χρήστη όπως αυτή υπολογίστηκε στον πίνακα (**Πίνακας 14**) (Φάση 1^η) και η συνολική του αντίληψη από το ερωτηματολόγιο (Φάση 3^η).

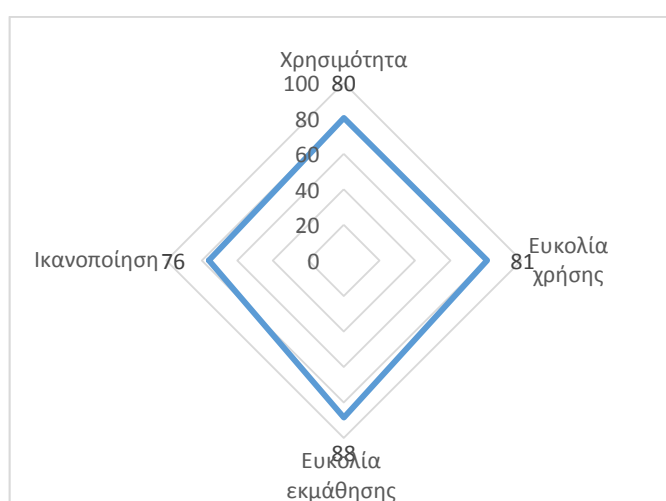
| | Χρήστες | | | | | | | | Μέση Τιμή | Τυπική Απόκλιση | 95% Διάστημα Εμπιστοσύνης | |
|---|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|-----------------|---------------------------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | |
| Συνολική αντίληψη από τις εργασίες (Φάση 1 ^η) | 6,7 | 6,5 | 5,8 | 6 | 6,8 | 6,7 | 6 | 6,3 | 6,4 | 0,3 | 6,1 | 6,7 |
| Συνολική αντίληψη από ερωτηματολόγιο (Φάση 3 ^η) | 6,0 | 5,5 | 6,2 | 4,9 | 6,9 | 6,6 | 4,7 | 4,7 | 5,7 | 0,8 | 5,0 | 6,4 |

Πίνακας 16. Συνολική αντίληψη από τις εργασίες (Φάση 1^η) και από το ερωτηματολόγιο (Φάση 3^η)

Η μέση τιμή της συνολικής αντίληψης της τρίτης φάσης ($MT = 5,7$ με $TA = 0,8$) είναι μικρότερη από τη συνολική αντίληψη των χρηστών στην πρώτη φάση ($MT = 6,4$ με $TA = 0,3$), η παρατήρηση αυτή επιβεβαιώνει το συμπέρασμα των Dillman κ.α (2001) ότι όταν οι άνθρωποι ρωτιούνται απευθείας για δεδομένα αυτό-αναφοράς είτε από κάποιο άτομο είτε από το τηλέφωνο παρέχουν πιο θετική ανατροφοδότηση από ότι αν ρωτιούνταν από ένα ανώνυμο διαδικτυακό ή μη ερωτηματολόγιο.

6.2.3.1 Ευκολία Εκμάθησης

Όλοι οι συμμετέχοντες όταν τους ζητήθηκε να δημιουργήσουν μια δεύτερη δραστηριότητα είπαν ότι είναι πολύ εύκολο. Από τον πίνακα (**Πίνακας 15**) η ευκολία εκμάθησης έχει τη μεγαλύτερη μέση τιμή ($MT=6,2$ και $TA=0,8$) και το μεγαλύτερο κατώτερο όριο στο 95% Διάστημα Εμπιστοσύνης 5,5 από όλες τις διαστάσεις. Επομένως, το πιο δυνατό σημείο του e-adapt είναι η ευκολία εκμάθησης. Το ίδιο παρατηρείται και από το **Διάγραμμα 4**. Στο διάγραμμα παρουσιάζεται το αραχνοειδές διάγραμμα των 4 διαστάσεων του ερωτηματολογίου, όπου οι τιμές έχουν γίνει αναγωγή από την 7βάθμια στην 100βάθμια κλίμακα.



Διάγραμμα 4. Αραχνοειδές διάγραμμα ερωτηματολογίου USE

6.2.3.2 Θετικά και αρνητικά σημεία

Στο τέλος του ερωτηματολογίου οι χρήστες απάντησαν σε δύο ανοιχτού τύπου ερωτήσεις «Κατέγραψε τα 3 πιο θετικά σημεία του συστήματος» και «Κατέγραψε τα 3 πιο αρνητικά σημεία του συστήματος». Τα θετικά σημεία παρουσιάζονται στον πίνακα (**Πίνακας 17**) και τα αρνητικά στον πίνακα (**Πίνακας 18**). Στις παρενθέσεις είναι οι κωδικοί των χρηστών που διατύπωσαν τη συγκεκριμένη γνώμη. Τα πιο συχνά χαρακτηριστικά που άρεσαν στους συμμετέχοντες είναι το απλό γραφικό περιβάλλον, η ποικιλία δραστηριοτήτων και δυνατότητα αξιολόγησης, διαμοιρασμού και επαναχρησιμοποίησης των εκπαιδευτικών πόρων. Ενώ, τα πιο συχνά χαρακτηριστικά που δεν άρεσαν στους συμμετέχοντες είναι η συγκεχυμένη ονομασία κουμπιών-ετικετών, τα μικρά κουμπιά και η μονοχρωμία. Αρκετά από τα αρνητικά σημεία που συμπλήρωσαν οι χρήστες, τα είχαν ήδη αναφέρει στα προβλήματα ευχρηστίας. Πρέπει

να σημειωθεί ότι στα αρνητικά σημεία, σχεδόν κάθε ένας χρήστης διατυπώνει και διαφορετικό αρνητικό χαρακτηριστικό, οι άνθρωποι είναι μοναδικοί και επομένως αντιλαμβάνονται διαφορετικά το e-adapt σύστημα.

| Θετικά σημεία του e-adapt | Πλήθος |
|---|---------------|
| Απλό γραφικό περιβάλλον (1,2,3,6,7) | 5 |
| Ποικιλία δραστηριοτήτων π.χ. κείμενο, βίντεο, κουίζ, (έτοιμο υλικό) (3,4,5,6,8) | 5 |
| Δυνατότητα αξιολόγησης, διαμοιρασμού και επαναχρησιμοποίησης των εκπαιδευτικών πόρων και σεναρίων (1,8) | 2 |
| Καλή οργάνωση του μαθήματος (7,8) | 2 |
| Προσαρμογή και εκτέλεση του σεναρίου και των δραστηριοτήτων ανάλογα με την τάξη (π.χ. μαθησιακό στυλ των μαθητών) (1,4) | 2 |
| Εύκολη εκμάθηση γιατί η δομή των φορμών επαναλαμβάνεται (2,3) | 2 |
| Ολοκληρωμένο εργαλείο (8) | 1 |
| Συνεργασία με άλλους εκπαιδευτικούς (4) | 1 |
| Οπτικός σχεδιασμός μαθημάτων (5) | 1 |
| Λιτό («καθαρό») περιβάλλον διεπαφής (7) | 1 |

Πίνακας 17. Θετικά σημεία του e-adapt

| Αρνητικά σημεία του e-adapt | Πλήθος |
|---|---------------|
| Η συγκεχυμένη ονομασία κουμπιών-ετικετών (5,6) | 2 |
| Τα γραφικά δεν δημιουργούν και τόσο ευχάριστο περιβάλλον χρήσης (μικρά κουμπιά, μονοχρωμία) (2,4) | 2 |
| Περιορισμένες επιλογές ερωτήσεων στα κουίζ (1) | 1 |
| Δυσκολία στην δημιουργία δραστηριοτήτων (1) | 1 |
| Απαιτείται καλή γνώση στο σχεδιασμό μαθήματος (2) | 1 |
| Κάποιες λειτουργίες (π.χ. αναζήτηση) παρουσιάζουν κάποια προβλήματα (2) | 1 |
| Δεν είναι εύκολη η δημιουργία δεντρικής δομής (σύνδεση των δραστηριοτήτων) (4) | 1 |

| | |
|--|---|
| Δεν είχε κάποιο έτοιμο μάθημα προς επίδειξη (demo) για να καταλάβω τη χρησιμότητα του (4) | 1 |
| Λείπει ένα μικρό ενσωματωμένο κείμενο βοήθειας σε κάθε φόρμα (5) | 1 |
| Δεν φαίνονται κάποια κουμπιά (7) | 1 |
| Αναλυτικός σχεδιασμός μαθήματος, δεν ενδείκνυται για απλή χρήση (7) | 1 |
| Έλλειψη εργαλειοθήκης στη φόρμα του σχεδίου μαθήματος (8) | 1 |
| Έλλειψη γραμμής προόδου στη δημιουργία του σχεδίου μαθήματος, η φόρμα του σχεδίου μαθήματος να είναι συνέχεια της φόρμας μεταδεδομένων (8) | 1 |
| Δυσκολίες στη διεπαφή χρήστη (3) | 1 |

Πίνακας 18. Αρνητικά σημεία του e-adapt

6.3 Συμπεράσματα

Για τη αποδοτικότητα του συστήματος θα ληφθεί υπόψη το ποσοστό ολοκλήρωσης των εργασιών χωρίς βοήθεια, το ποσοστό αυτό είναι 80% και είναι εξαιρετικό. Δύο εργασίες, «Εργασία 2.2.5: Ορισμός συνθηκών προσαρμοστικότητας» και «Εργασία 2.2.2: Δημιουργία νέας δραστηριότητας», ήταν οι κύριες αιτίες της μείωσης του ποσοστού ολοκλήρωσης, των σοβαρότερων προβλημάτων ευχρηστίας και των σοβαρότερων λαθών. Όλοι οι χρήστες σχολίασαν ότι η ενσωμάτωση μιας μικρής βοήθειας, τουλάχιστον στη φόρμα του σχεδίου μαθήματος, είναι αρκετή να επιλύσει πολλά προβλήματα ευχρηστίας και να αποφευχθούν λανθασμένοι χειρισμοί.

Με τις συγκεκριμένες 17 εργασίες και τους 8 χρήστες ανακαλύφθηκαν 25 προβλήματα ευχρηστίας, το 90% των προβλημάτων που μπορεί να εμφανιστούν στο e-adapt. Επομένως, η επιλογή των συμμετεχόντων αποδείχτηκε αποτελεσματική. Το σημαντικότερο πρόβλημα του e-adapt είναι η ορολογία, δηλαδή οι λέξεις και τα εικονίδια που χρησιμοποιήθηκαν στα πεδία, στα κουμπιά, στα βοηθητικά στοιχεία (hint) και στους τίτλους των φορμών. Το προηγούμενο συμπέρασμα εξάγεται από τρεις πηγές: α) η ορολογία προκάλεσε το μεγαλύτερο μέρος (52%) των προβλημάτων ευχρηστίας β) τα περισσότερα λάθη (38%) ήταν επακόλουθο της δυσνόητης ορολογίας και γ) στα αρνητικά σημεία του συστήματος οι περισσότεροι χρήστες δήλωσαν τη συγκεκριμένη ονοματολογία.

Ο αριθμός εσφαλμένων χειρισμών (λάθη) ήταν μικρός (πλήθος=13) και τα περισσότερα (69%) προέρχονταν από τα προβλήματα ευχρηστίας και κυρίως από θέματα ορολογίας (38%). Το πιο σημαντικό είναι ότι δεν συνέβησαν καταστροφικά λάθη και στα περισσότερα η απεμπλοκή από αυτά ήταν εύκολη.

Σε σύγκριση με τις υπόλοιπες διαστάσεις της ευχρηστίας, η ευκολία εκμάθησης του e-adapt είναι η πιο βέλτιστη. Η πρόταση αυτή συμπεραίνεται τόσο από το ερωτηματολόγιο (88%) όσο και από τις συζητήσεις με τους συμμετέχοντες κατά τη διάρκεια της δοκιμής. Τις επόμενες φορές που ο συμμετέχων εκτελούσε μια ίδια εργασία, την εκτελούσε με πλήρη επιτυχία, χωρίς βοήθεια και γρήγορα. Η ικανοποίηση έχει τη χαμηλότερη μέση τιμή και τη μεγαλύτερη τυπική απόκλιση (MT=5,3 με TA=1,2) και 95% Διάστημα Εμπιστοσύνης από 4,3 έως 6,3. Η ποικιλομορφία των απαντήσεων αντικατοπτρίζει και τα αποτελέσματα της συνέντευξης.

Η υποκειμενική αντίληψη των χρηστών για το e-adapt μετρήθηκε στην πρώτη φάση αξιολόγησης (δοκιμή συστήματος από τους χρήστες) και στην τρίτη φάση (ερωτηματολόγιο). Και στις δύο περιπτώσεις οι μέσες τιμές (Φάση 1^η : MT = 6,4, TA = 0,3 και Φάση 3^η : MT = 5,7, TA = 0,8) και τα κατώτερα όρια του 95% Διαστήματος Εμπιστοσύνης τους (Φάση 1^η : κάτω όριο = 6,1 και Φάση 3^η : κάτω όριο = 5) ήταν πάνω από τη μεσαία τιμή -4- της επταβάθμιας κλίμακας, που και αυτό είναι ένα ακόμη θετικό στοιχείο του συστήματος. Η μέση τιμή της υποκειμενικής αντίληψης του διαδικτυακού ερωτηματολογίου είναι μικρότερη από αυτήν της πρώτης φάσης και αυτή η πρόταση επιβεβαιώνει τον Dillman et al. (2001), που αναφέρει ότι οι άνθρωποι όταν ρωτιούνται απευθείας από τον ερευνητή δίνουν πιο θετικές απαντήσεις από ότι αν απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο.

Η απλότητα του γραφικού περιβάλλοντος, η ποικιλία των δραστηριοτήτων (π.χ. κείμενο, βίντεο, κουίζ, έτοιμο υλικό) και η δυνατότητα αξιολόγησης, διαμοιρασμού και επαναχρησιμοποίησης των εκπαιδευτικών πόρων και σεναρίων αποτελούν τα πιο συχνά εμφανιζόμενα θετικά χαρακτηριστικά του e-adapt. Αντίθετα, τα πιο συχνά αρνητικά χαρακτηριστικά είναι η συγκεχυμένη ονομασία κουμπιών/ετικετών/βοηθητικών στοιχείων, η μονοχρωμία και τα μικρά κουμπιά. Επομένως, κάποιοι θεωρούν ότι το απλό και λυτό περιβάλλον είναι προτέρημα ενώ

κάποιοι άλλοι θα ήθελαν περισσότερο χρώμα. Βέβαια, οι Magoulas κ.α. (2003, Ιούνιος) τονίζουν ότι ένα περιβάλλον προσαρμοστικού συστήματος πρέπει να είναι καλαίσθητο και μινιμαλιστικό. Τέλος, είναι ευοίωνο ότι οι 7 στους 8 χρήστες θα δοκίμαζαν το e-adapt στην πράξη για να δουν τα αποτελέσματα σε πραγματικό περιβάλλον.

Κεφάλαιο 7

Επίλογος

Σε σύγκριση με τις μη αμφίδρομες παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, η προσαρμοστική μάθηση διεγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών και τους επιτρέπει να μάθουν βασιζόμενοι στις δικές τους προσωπικές ανάγκες και προτιμήσεις.

Επομένως, αποτελεί σημαντική πρόκληση η δημιουργία ενός προσαρμοστικού συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης, με προηγμένες λειτουργίες και γραφικό περιβάλλον τέτοιο, ώστε να προσελκύσει το ενδιαφέρον τόσο του μαθητή όσο και του εκπαιδευτικού.

Στα πλαίσια της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής υλοποιήθηκε το e-adapt προσαρμοστικό σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης. Παράμετροι όπως το μαθησιακό στυλ με βάση το μοντέλο VARK, η πρότερη γνώση, η πρόοδος του μαθητή και ο χρόνος απόκρισης συμπεριλήφθηκαν στο σχεδιασμό του συστήματος. Η πιο σημαντική διαφορά του e-adapt με άλλα αντίστοιχα συστήματα [UZWEBMAT (Özyurt κ.α, 2012), AEHS-LS (Yasir & Sami, 2011)] είναι ότι ο εκπαιδευτικός σχεδιάζει το προσαρμοστικό μάθημα με βάση το διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό. Για παράδειγμα, σε άλλα συστήματα ο συγγραφέας του μαθήματος πρέπει να ορίσει διαφορετικό εκπαιδευτικό υλικό για όλες τις κατηγορίες μαθησιακού στυλ. Ενώ, στο e-adapt σχεδιάζει μια προεπιλεγμένη δραστηριότητα για όλα τα μαθησιακά στυλ και στη συνέχεια δηλώνει τις εξαιρέσεις.

Επιπρόσθετα, η συνεργατική σχεδίαση αξιοποιείται κατάλληλα στο e-adapt σύστημα, όπου ένας εκπαιδευτικός μπορεί να προσκαλέσει είτε οποιοδήποτε άλλο συγγραφέα μαθημάτων - χρήστη του συστήματος-, είτε ένα νέο υποψήφιο χρήστη, ώστε το μάθημα να είναι αποτέλεσμα της συνεργασίας τους. Η Nurjanah (2013) και η Manroudi (2014) επιβεβαιώνουν τη σημαντικότητα της συνεργασίας στη συγγραφή προσαρμοστικών ηλεκτρονικών μαθησιακών ενοτήτων.

Μεταξύ των άλλων, και η παιχνιδοποίηση λαμβάνεται υπόψη στη σχεδίαση των μαθημάτων ενισχύοντας την εμπλοκή και την προσήλωση των εκπαιδευτικών στο e-adapt σύστημα. Ο Amriani (2013) αναφέρει ότι η ενσωμάτωση της παιχνιδοποίησης στην εκπαιδευτική διαδικασία των μαθητών, επιφέρει εξαιρετικά αποτελέσματα στη δέσμευση και στη συμμετοχή τους.

Εκτός της παιχνιδοποίησης και η ευχρηστία έχει άμεσο αντίκτυπο στην ικανοποίηση, δέσμευση και ενθάρρυνση του εκπαιδευτικού και του μαθητή όταν σχεδιάζει και χρησιμοποιεί μαθήματα αντίστοιχα. Σκοπός άλλωστε και του e-adapt μέσω της ευχρηστίας του είναι όχι μόνο να γίνει αποδεκτό σ' ένα ευρύ φάσμα χρηστών αλλά και να έχει διάρκεια, ώστε οι χρήστες να το χρησιμοποιήσουν για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Σε αντιστοιχία με τη θεωρία του γνωστικού φορτίου αν οι μαθητές καταναλώσουν περισσότερο χρόνο/κόπο στην κατανόηση μιας δύσχρηστης διεπαφής χρήστη (εξωγενές φορτίο) και όχι στο μαθησιακό περιεχόμενο (εγγενές φορτίο) τότε θα δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις νέες έννοιες και να συγκρατήσουν ότι έχουν μάθει (συναφές φορτίο). Επομένως, η διεπαφή χρήστη πρέπει να είναι ξεκάθαρη ως προς την οργάνωση του περιεχομένου και τις λειτουργίες του συστήματος, να είναι απλή ως προς την πλοήγηση και φυσικά να προσαρμόζεται στις ανάγκες του μαθητή. Ο εκπαιδευτικός και ο μαθητής πρέπει να ασχολούνται με την εκπαιδευτική διαδικασία χωρίς να αποσπάται η προσοχή τους.

Επομένως, κρίθηκε απαραίτητη η αξιολόγηση της ευχρηστίας του e-adapt λαμβάνοντας υπόψη την εμπειρία χρήστη. Λόγω του ότι το e-adapt είναι ένα ημιλειτουργικό σύστημα εφαρμόστηκε διαμορφωτική αξιολόγηση. Η μελέτη της ευχρηστίας ακολουθεί τη χρονική και μεθοδολογική τριγωνοποίηση. Τρεις διαφορετικές χρονικές φάσεις αξιολόγησης και οι μέθοδοι του πρωτοκόλλου ομιλούντος υποκειμένου, του πρωτοκόλλου ερωτήσεων-απαντήσεων, της συνέντευξη και του ερωτηματολογίου συνδυάστηκαν κατάλληλα με στόχο την πολύπλευρη αξιολόγηση της ευχρηστίας. Οι μετρικές που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν τις τέσσερις από τις πέντε διαστάσεις (αποδοτικότητα, λάθη, ευκολία εκμάθησης και ικανοποίησης), όπως τις ορίζει ο Nielsen (1994), και από μία επιπλέον, τη διάσταση των προβλημάτων ευχρηστίας. Η προτεινόμενη μεθοδολογία θεωρείται πλήρης διότι εξετάζει το θέμα της ευχρηστίας από όλες τις οπτικές γωνίες.

Στα δεδομένα που συλλέχθηκαν εφαρμόστηκε ποιοτική και ποσοτική ανάλυση, η οποία ανέδειξε τα προβλήματα ευχρηστίας και τα λάθη, με βασική αιτία την ορολογία. Η ευκολία εκμάθησης χαίρει της μεγαλύτερης αποδοχής ενώ και η αποδοτικότητα βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα. Τέλος, στην ικανοποίηση παρατηρείται η μεγαλύτερη διασπορά, που όμως αυτό εξαρτάται από την ποικιλομορφία των συμμετεχόντων. Τα συμπεράσματα επιβεβαιώνουν τους Katsamani και Retalis (2013) που υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει ένα κατάλληλο εργαλείο για τη δημιουργία ηλεκτρονικών μαθημάτων.

Η εκπόνηση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής στηρίζεται σε κάποιους περιορισμούς που είναι απαραίτητο να αναφερθούν. Η μετάβαση του συστήματος σε εξυπηρετητή προσβάσιμο από όλους, προκάλεσε πρόβλημα στην εμφάνιση των ελληνικών γραμμάτων στη δεντρική δομή του σχεδίου μαθήματος. Επειδή, το σημείο αυτό είναι το πιο σημαντικό κομμάτι του e-adapt και δεν μπορούσε να παραληφθεί, οι χρήστες αξιολόγησαν το σύστημα στην αγγλική του έκδοση.

Επιπλέον, δεν ήταν εφικτό να καταγραφούν οι μη λεκτικές συμπεριφορές όλων των χρηστών και επομένως τα ελλιπή δεδομένα δεν επαρκούσαν για μελέτη. Σε μερικές περιπτώσεις απομακρυσμένης αξιολόγησης το βίντεο απενεργοποιήθηκε εξαιτίας της κακής ποιότητας του διαδικτύου. Η διάσταση της απομνημόνευσης δεν αναλύθηκε, διότι η μελέτη της απαιτεί χρονικό διάστημα ανάμεσα στις δοκιμές από τον ίδιο χρήστη. Ακόμη ένας σημαντικός περιορισμός είναι ότι το σύστημα δεν αξιολογήθηκε από εκπαιδευόμενους (μαθητές ή φοιτητές), όπως αρχικά είχε σχεδιαστεί.

Μελλοντικές επεκτάσεις της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής αφορούν κυρίως στην αξιολόγηση του e-adapt ως προσαρμοστικού εκπαιδευτικού συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης όχι μόνο από εκπαιδευτικούς αλλά και από εκπαιδευόμενους. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να εξεταστεί πως οι μέθοδοι και οι παράμετροι προσαρμοστικότητας, που ελήφθησαν υπόψη στο e-adapt, βελτιώνουν τη μαθησιακή ικανότητα των μαθητών.

Επιπρόσθετες επεκτάσεις στο e-adapt σύστημα θα μπορούσαν να αφορούν σε στοιχεία παιχνιδοποίησης π.χ. σύστημα πόντων. Επιπλέον, η δυνατότητα εξαγωγής/εισαγωγής σε/από πρότυπα π.χ. SCORM θα καθιστούσε δυνατή τη συνεργασία του e-adapt με άλλα αντίστοιχα συστήματα, οδηγώντας σε ακόμη περισσότερους χρήστες. Μεταξύ των

άλλων είναι απαραίτητο να προστεθεί στο e-adapt ένα σύστημα υπολογισμού και παρακολούθησης της προόδου του μαθητή και παρακολούθησης των στατιστικών στοιχείων αλληλεπίδρασης με το σύστημα (Learning Analytics). Τελευταίες αλλά εξίσου σημαντικές επεκτάσεις είναι η ενσωμάτωση στο e-adapt του διαγνωστικού ερωτηματολογίου VARK και της σύγχρονης επικοινωνίας (chat).

Παράρτημα Α

Επιλεγμένες Οθόνες Εφαρμογής

Α.1 Οθόνη Μεταδεδομένων Μαθήματος

The screenshot shows a web browser window with the URL `eadappt.teilar.gr/admin/lessons`. The page has a dark header with navigation tabs: **General Info**, **Educational Context**, **Objectives**, and **Additional Information**. The main content area is a form for creating or editing a lesson. It includes the following fields and controls:

- Language***: A dropdown menu currently set to "English".
- Title***: A text input field.
- Description***: A rich text editor with a toolbar containing icons for bold, italic, underline, link, unlink, list, and other text formatting options. Below the editor, it states "Description of lesson at least 20 characters".
- Tags**: A text input field.
- Status**: A dropdown menu currently set to "Draft".
- Licence**: A dropdown menu currently set to "Private".
- A blue **Continue** button at the bottom right.

Α.2 Λίστα Μαθημάτων Χρήστη

The screenshot shows the "Lessons" management page in the eadappt.teilar.gr system. The page features a sidebar with navigation options: **Dashboard**, **New Lesson**, **Lessons** (selected), **Quizzes**, **All Lessons**, **Groups**, **Users**, and **Language**. The main content area displays a table of lessons with the following columns: **Title**, **Description**, **Status**, **Language**, **Created at**, and **Actions**. The table contains two entries:

| Title | Description | Status | Language | Created at | Actions |
|---------------------------------------|------------------------------------|--------|----------|------------|---|
| τεστ | τεστ τεστ τεστ τεστ τεστ τεστ τεστ | Draft | Ελληνικά | 2016-12-14 | [Icons for view, edit, delete, share, etc.] |
| Υλικό Μέρος Ηλεκτρονικού Υπολογιστή-2 | Εισαγωγή στο Υλικό Μέρος | Final | Ελληνικά | 2016-12-15 | [Icons for view, edit, delete, share, etc.] |

Below the table, it indicates "Showing 1 to 2 of 2 entries" and includes pagination controls. At the bottom of the page, there is a footer with the text: "© 2016 Creating and Running Adaptive Lessons" and "Powered by: Avramouli Maria (OUC)".

A.3 Λίστα Όλων Των Μαθημάτων

The screenshot shows the 'All Lessons' page in the eadappt.teilar.gr administration interface. The page features a sidebar with navigation options: Dashboard, New Lesson, Lessons, Quizzes, All Lessons (selected), Groups, Users, and Language. The main content area displays a table of lessons with the following data:

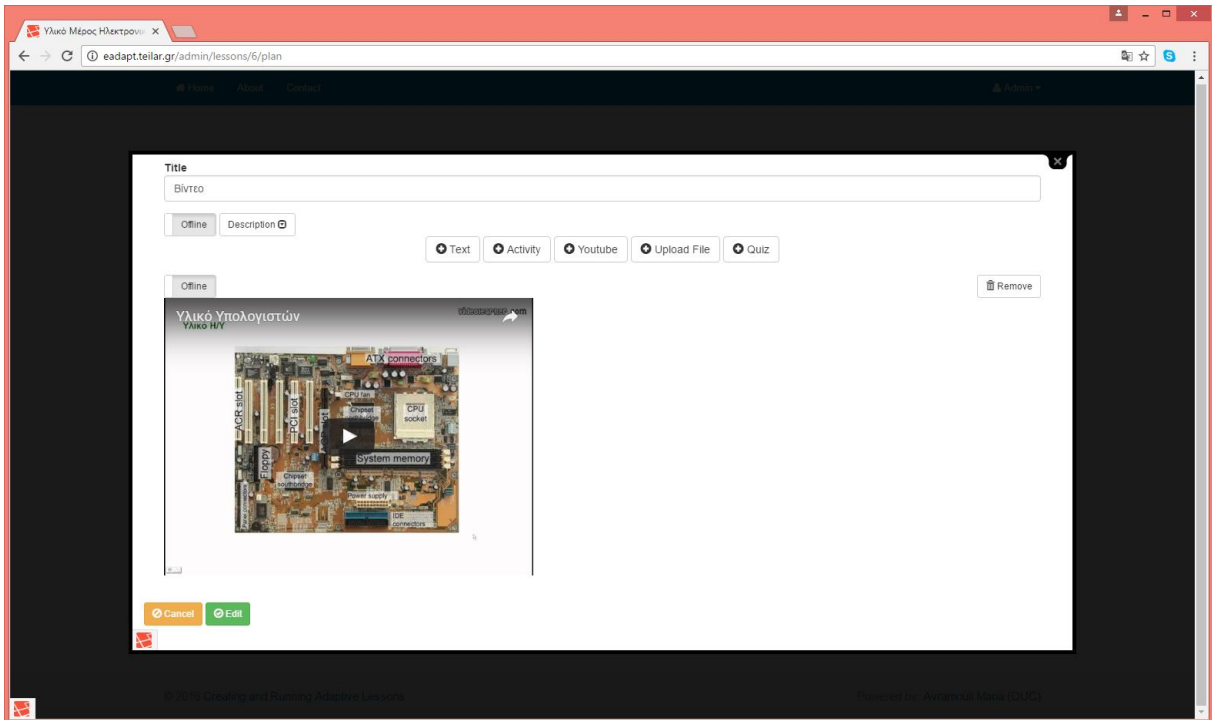
| Title | Description | Language | Created at | Copyright | Rating | Actions |
|---|--|----------|------------|-----------|-----------------|--------------------------------|
| Υλικό Μέρους Ηλεκτρονικού Υπολογιστή-2 | Εισαγωγή στο Υλικό Μέρους | Ελληνικά | 2016-12-15 | No | 3.5 (2 Ratings) | View, Edit, Delete, Add Rating |
| Αμοιβαγιόλληψη ενθέρων στο 16 γρίπης | Θα πραγματοποιηθούν αραρίσος του 16 και στη συνέχεια πιστοποίηση μετά απο επίωση του δείγματος με ανανώρημα 0,5% ερυθρών | Ελληνικά | 2016-12-22 | No | 0.0 (0 Ratings) | View, Edit, Delete, Add Rating |
| Διαδικασία αντιγραφής, αποκόπης και επικόλλησης | Γνωριμία και εξοκείωση μοθητών με διαδικασία αποκόπης και αντιγραφής | Ελληνικά | 2016-12-18 | No | 0.0 (0 Ratings) | View, Edit, Delete, Add Rating |

A.4 Δημιουργία Σχεδίου Μαθήματος

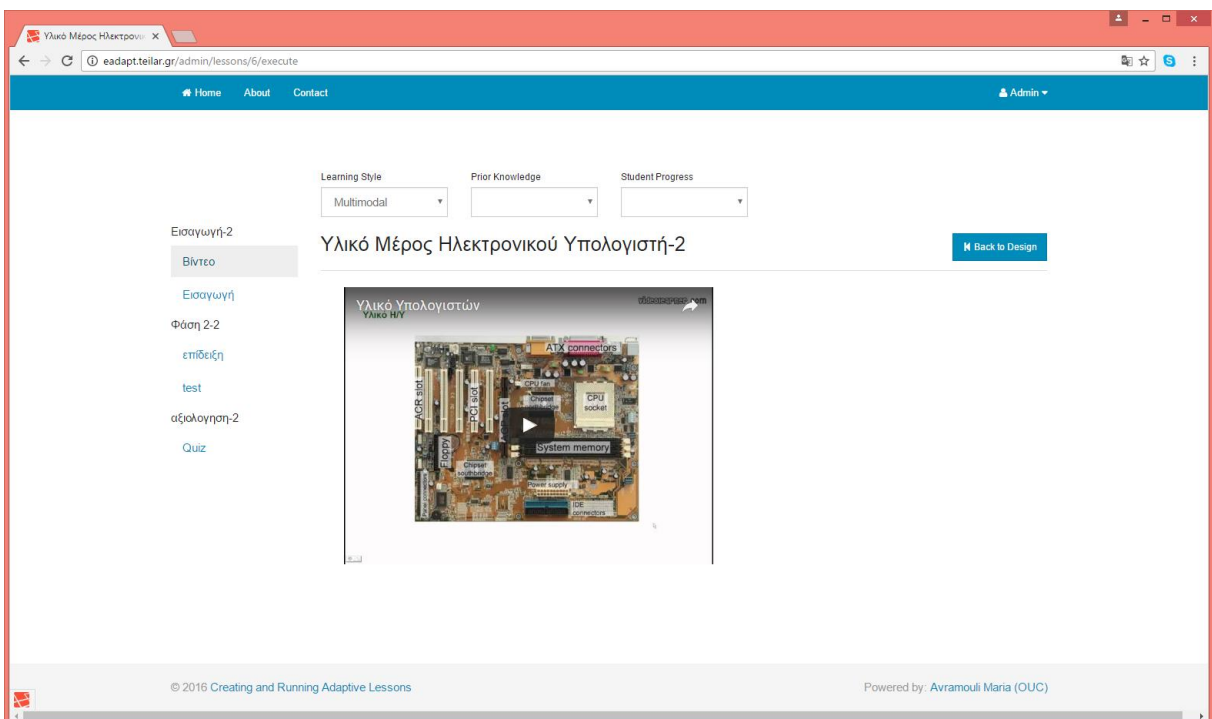
The screenshot shows the 'Lesson Plan' page in the eadappt.teilar.gr administration interface. The page features a sidebar with navigation options: Lessons, Quizzes, All Lessons (selected), Validate, Execute, and Chat. The main content area displays a lesson plan for 'Εισαγωγή-2' with the following structure:

- Lesson Plan: Εισαγωγή-2
- Phase: Φάση 2-2
- Activity: επίδειξη (Learning Style: Visual) → slideshare
- Activity: επίδειξη (Learning Style: Multimodal) → test
- Evaluation: αξιολογησι-2 (Quiz)

A.5 Φόρμα Δραστηριότητας



A.7 Φόρμα Εκτέλεσης Μαθήματος του Εκπαιδευτικού



Α.6 Φόρμα διαμοιρασμού

Delivery

Share with others
Δομημένος προγραμματισμός

<http://start.edu/admin/lessons/14/plan> Copy Link

Persons/Emails*

*kalogiannis_p@yahoo.gr

Add notation

Send email

Shared with:

*Μαρία Αβραμούλη *Νίκος Παπαδόπουλος *Α Λυκείου

Cancel Update Shared

Α.8 Λίστα Των Κουίζ

Quizzes Administration

eadapt.teilar.gr/admin/quizzes

Home About Contact Admin

Dashboard

New Lesson

Lessons

Quizzes

All Lessons

Groups

Users

Language

10 records per page

Search:

| Title | Main | Created at | Actions |
|---------------------------------------|------------------------------|---------------------|---------|
| Γνωρίζω και χειρίζομαι τον υπολογιστή | | 2016-12-15 21:07:37 | |
| Είμαι θέμα... Χημείας | | 2016-12-16 07:55:41 | |
| test | population genetics | 2016-12-16 13:48:19 | |
| κουίζ1 | έλεγχος προηγούμενων γνώσεων | 2016-12-17 18:09:47 | |
| quiz1 | main | 2016-12-18 17:09:09 | |
| σπασραλέφο | | 2016-12-18 20:44:52 | |
| quiz | απο τι αποστέλείται ένας η/υ | 2016-12-19 18:40:45 | |
| η/υ | απο τι αποστέλείται | 2016-12-19 18:41:42 | |
| ΒΡΕΣ ΤΟΝ ΦΥΣΙΚΟ ΗΧΟ | | 2016-12-20 07:44:34 | |
| αααα | βββ | 2016-12-22 10:42:37 | |

Παράρτημα Β

Φόρμες Καταγραφής

Β.1 Φόρμα Καταγραφής Εργασίας

| Φόρμα Καταγραφής Εργασίας | |
|-----------------------------------|-------------------|
| Ημερομηνία: | |
| Χρήστης: | Ώρα Έναρξης: |
| Εργασία: | Ώρα Λήξης: |
| Λεκτική Συμπεριφορά | Σημειώσεις |
| Έντονα θετικά σχόλια | |
| Άλλα θετικά σχόλια | |
| Έντονα αρνητικά σχόλια | |
| Άλλα αρνητικά σχόλια | |
| Προτάσεις για βελτίωση | |
| Ερώτηση | |
| Απόκλιση από την αρχική προσδοκία | |
| Σύγχυση | |
| Απογοήτευση | |
| Άλλο | |
| | |
| Μη λεκτική συμπεριφορά | Σημειώσεις |
| Συνοφρύωση/Μορφασμός | |
| Χαμόγελο/Γέλιο | |
| Έκπληξη | |
| Στοιχεία ανυπομονησίας | |
| Κλίση του κεφαλιού προς την οθόνη | |

| | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Νευρική κίνηση στην καρέκλα | | | | | |
| Τυχαία κίνηση του ποντικιού | | | | | |
| Αναστεναγμός | | | | | |
| Εύσιμο κεφαλιού/ματιών/λαιμού | | | | | |
| Άλλο | | | | | |
| Ολοκλήρωση Εργασιών | | | | | |
| Πλήρης επιτυχία | | Μερική επιτυχία | | Πλήρης αποτυχία | |
| Με βοήθεια | | Με βοήθεια | | Λάθος αντίληψη | |
| Χωρίς βοήθεια | | Χωρίς βοήθεια | | Εγκατάλειψη | |
| Σημειώσεις: | | | | | |
| «Συνολικά, αυτή η εργασία ήταν;» | | | | | |
| Πολύ Δύσκολη | | | | | Πολύ Εύκολη |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

B.2 Φόρμα Καταγραφής Λαθών

| Φόρμα Καταγραφής Λαθών | | |
|------------------------|------------------|--|
| Χρήστης: | | |
| Εργασία | Περιγραφή Λάθους | Σημαντικότητα 1. Σοβαρό 2. Δύσκολη απεμπλοκή 3. Εύκολη απεμπλοκή 4. Ασήμαντο |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

B.3 Φόρμα Καταγραφής Προβλημάτων Ευχρηστίας

| Φόρμα Καταγραφής Προβλημάτων Ευχρηστίας | |
|---|--|
| Εργασία: | |
| Χρήστης: | |
| Περιγραφή θέματος | Σοβαρότητα 1. Υψηλή 2. Μεσαία 3. Χαμηλή |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Παράρτημα Γ

Ερωτηματολόγια Ευχρηστίας

Γ.1 Ερωτηματολόγιο SUS

| | Διαφωνώ απόλυτα | | Συμφωνώ απόλυτα | | |
|--|--------------------|---|--------------------|---|---|
| 1. Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ το προϊόν συχνά. | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. Βρήκα το προϊόν πολύπλοκο χωρίς λόγο. | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. Νομίζω ότι το προϊόν είναι εύκολο στη χρήση. | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. Νομίζω ότι θα χρειαζόμουν τη βοήθεια τεχνικού προσωπικού για να χρησιμοποιήσω | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5. Βρήκα τις διάφορες λειτουργίες του προϊόντος καλά συνδεδεμένες. | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6. Νομίζω ότι υπάρχει μεγάλη ασυνέπεια εντός του προϊόντος. | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7. Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι άνθρωποι θα μάθουν να χρησιμοποιούν το προϊόν | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8. Βρήκα το προϊόν πολύ αδέξιο ως προς τη χρήση του. | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9. Αισθάνθηκα πολύ σίγουρος καθώς χρησιμοποιούσα το προϊόν. | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10. Χρειάζομαι να μάθω πολλά πράγματα πριν να τα καταφέρω με αυτό το προϊόν. | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

[προσαρμοσμένο από (Brooke, 1996)]

Γ.2 Ερωτηματολόγιο CSUQ

| |
|--|
| 1. Συνολικά, είμαι ικανοποιημένος με το πόσο εύκολο ήταν να χρησιμοποιήσω αυτό το σύστημα. |
| 2. Είναι απλή η χρήση αυτού του συστήματος |
| 3. Μπορώ να ολοκληρώσω αποτελεσματικά την εργασία μου αυτό το σύστημα. |
| 4. Είμαι σε θέση να ολοκληρώσω το έργο μου γρήγορα χρησιμοποιώντας αυτό το σύστημα. |
| 5. Είμαι σε θέση να ολοκληρώσω αποδοτικά την εργασία μου με αυτό το σύστημα. |
| 6. Αισθάνομαι άνετα με τη χρήση αυτού του συστήματος. |
| 7. Ήταν εύκολο να μάθω να χρησιμοποιώ αυτό το σύστημα. |
| 8. Πιστεύω ότι τέλειωνα γρήγορα τη δουλειά μου χρησιμοποιώντας αυτό το σύστημα. |
| 9. Τα μηνύματα λάθους του συστήματος μου δίνουν ξεκάθαρες οδηγίες πώς να λύσω το πρόβλημα. |
| 10. Κάθε φορά που κάνω ένα λάθος μπορώ να το διορθώσω εύκολα και γρήγορα. |
| 11. Οι πληροφορίες που παρέχονται με αυτό το σύστημα ήταν σαφείς. |
| 12. Είναι εύκολο να βρω τις πληροφορίες που χρειάζομαι. |
| 13. Είναι εύκολο να καταλάβω τις πληροφορίες. |
| 14. Οι πληροφορίες είναι επαρκείς στο να ολοκληρώσω το έργο μου. |
| 15. Η οργάνωση των πληροφοριών στις οθόνες είναι σαφής. |
| 16. Η χρήση των συσκευών που χρησιμοποίησα είναι ευχάριστη. |
| 17. Μου αρέσει η χρήση αυτού του συστήματος. |
| 18. Αυτό το σύστημα έχει όλες τις λειτουργίες και τις δυνατότητες που περίμενα να έχει. |
| 19. Συνολικά, είμαι ικανοποιημένος με αυτό το σύστημα |

[προσαρμοσμένο από <http://garyperلمان.com/quest/quest.cgi>]

Γ.3 Ερωτηματολόγιο USE

| | |
|---|--|
| Χρησιμότητα (usefulness) | <p>1. Με βοηθάει να είμαι πιο αποτελεσματικός.</p> <p>2. Με βοηθάει να είμαι πιο αποδοτικός.</p> <p>3. Είναι χρήσιμο.</p> <p>4. Μου δίνει περισσότερο έλεγχο των δραστηριοτήτων στη ζωή μου.</p> <p>5. Κάνει τα πράγματα που θέλω να πετύχω ευκολότερο να γίνουν.</p> <p>6. <i>Μου κάνει οικονομία χρόνου όταν το χρησιμοποιώ. *</i></p> <p>7. <i>Ανταποκρίνεται στις ανάγκες μου. *</i></p> <p>8. <i>Κάνει όλα όσα περίμενα να κάνει *</i></p> |
| Ευκολία χρήσης (ease of use) | <p>9. Είναι εύκολο στη χρήση.</p> <p>10. Είναι απλό στη χρήση.</p> <p>11. Είναι φιλικό στον χρήστη.</p> <p>12. Απαιτεί τα λιγότερα δυνατά βήματα για να πετύχω αυτό που θέλω.</p> <p>13. <i>Είναι ευέλικτο. *</i></p> <p>14. <i>Το χρησιμοποιείς χωρίς κόπο. *</i></p> <p>15. <i>Μπορώ να το χρησιμοποιήσω χωρίς γραπτές οδηγίες. *</i></p> <p>16. <i>Δεν παρατηρώ ασυνέπειες καθώς το χρησιμοποιώ. *</i></p> <p>17. <i>Θα άρεσε τόσο σε καθημερινούς όσο και σε περιστασιακούς χρήστες. *</i></p> <p>18. <i>Μπορώ να επανέλθω από λάθη γρήγορα και εύκολα. *</i></p> <p>19. <i>Μπορώ να το χρησιμοποιώ με επιτυχία κάθε φορά. *</i></p> |
| Ευκολία εκμάθησης (ease of learning) | <p>20. Έμαθα να το χρησιμοποιώ γρήγορα.</p> <p>21. Θυμάμαι εύκολα πώς να το χρησιμοποιήσω.</p> <p>22. Είναι εύκολο να το μάθεις και να το χρησιμοποιείς.</p> <p>23. <i>Έγινα γρήγορα ικανός χρήστης. *</i></p> |
| Ικανοποίηση (satisfaction) | <p>24. Είμαι ικανοποιημένος με αυτό.</p> <p>25. Θα το πρότεινα σε ένα φίλο.</p> <p>26. Είναι διασκεδαστικό κατά τη χρήση.</p> <p>27. Δουλεύει όπως θέλω να δουλεύει.</p> <p>28. Είναι υπέροχο.</p> <p>29. <i>Αισθάνομαι ότι θέλω να το έχω. *</i></p> <p>30. <i>Είναι ευχάριστο στη χρήση. *</i></p> |

[προσαρμοσμένο από (Albert και Tullis, 2013)]

Στο τέλος του ερωτηματολογίου οι χρήστες απάντησαν στην ερώτηση «Καταγράψτε τα 3 θετικά και τα 3 αρνητικά σημεία»

| Θετικά | |
|----------|--|
| 1. | |
| 2. | |
| 3. | |
| Αρνητικά | |
| 1. | |
| 2. | |
| 3. | |

Παρατήρηση: Οι ερωτήσεις με πλαγιαστά γράμματα και * μπορούν να μην συμπεριληφθούν σε μια συντομότερη έκδοση του USE ερωτηματολογίου

Γ.4 Ερωτηματολόγιο UMUX

| | Διαφωνώ απόλυτα | | | Συμφωνώ απόλυτα | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1.Οι δυνατότητες [αυτού του συστήματος] ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις μου. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2.Η χρήση [αυτού του συστήματος] είναι μια απογοητευτική εμπειρία. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3.[Αυτό το σύστημα] είναι εύκολο στη χρήση του. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4.Ξόδεψα αρκετό χρόνο διορθώνοντας με [αυτό το σύστημα] | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

[προσαρμοσμένο από (Finstad, 2010)]

Παράρτημα Δ

Ερωτήσεις Συνέντευξης

Δημογραφικά

Ηλικιακή Ομάδα: 20-30, 31-40, 41-50, >50

Φύλλο: Άνδρας, Γυναίκα

Ιδιότητα

- Εκπαιδευτικός δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης
- Εκπαιδευτικός τριτοβάθμιας εκπαίδευσης
- Συγγραφέας Μαθημάτων
- Ερευνητής
- Άλλο

Ερωτήσεις

1) Προηγούμενη εμπειρία με συστήματα σχεδιασμού μαθήματος

- Μεγάλη
- Μικρή
- Καθόλου

2) Αν ναι, ποια εργαλεία ήταν?

3) Προηγούμενη εμπειρία με συστήματα σχεδιασμού **προσαρμοστικών** μαθημάτων

- Μεγάλη
- Μικρή
- Καθόλου

4) Σε σύγκριση με τα εργαλεία που έχεις χρησιμοποιήσει, το σύστημα e-adapt είναι καλύτερο ή χειρότερο και σε ποια σημεία?

5) Θα χρησιμοποιούσες το e-adapt για να δημιουργήσεις προσαρμοστικά ή μη-προσαρμοστικά (γραμμικά) μαθήματα?

Βιβλιογραφία

Ajjan, H., & Hartshorne, R. (2008). Investigating faculty decisions to adopt Web 2.0 technologies: Theory and empirical tests. *The internet and higher education*, 11(2), 71-80.

Aleven, V., McLaren, B., Roll, I., & Koedinger, K. (2006). Toward meta-cognitive tutoring: A model of help seeking with a Cognitive Tutor. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 16(2), 101-128.

Albert, W., & Dixon, E. (2003). Is this what you expected? The use of expectation measures in usability testing. In *Proceedings of the Usability Professionals Association 2003 Conference, Scottsdale, AZ*.

Albert, W., & Tullis, T. (2013). *Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. Newnes.

Alshammari, M., Anane, R., & Hendley, R. J. (2015, September). Design and Usability Evaluation of Adaptive e-learning Systems Based on Learner Knowledge and Learning Style. In *Human-Computer Interaction* (pp. 584-591). Springer International Publishing.

Amriani, A., Aji, A. F., Utomo, A. Y., & Junus, K. M. (2013, October). An empirical study of gamification impact on e-Learning environment. In *Computer Science and Network Technology (ICCSNT), 2013 3rd International Conference on* (pp. 265-269). IEEE.

Ardito, C., De Marsico, M., Lanzilotti, R., Levialdi, S., Roselli, T., Rossano, V., & Tersigni, M. (2004, May). Usability of e-learning tools. In *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces* (pp. 80-84). ACM.

Ardito, C., Costabile, M. F., De Marsico, M., Lanzilotti, R., Levialdi, S., Roselli, T., & Rossano, V. (2006). An approach to usability evaluation of e-learning applications. *Universal access in the information society*, 4(3), 270-283.

Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4-7.

Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User modeling and user-adapted interaction*, 6(2-3), 87-129.

Brusilovsky, P. (1999). Adaptive and intelligent technologies for web-based education, in Rollinger, C. and Peylo, C. (Eds.): Künstliche Intelligenz, No. 4, *Special Issue on Intelligent Systems and Teleteaching*, pp.19–25.

Brusilovsky, P. (2003). Developing adaptive educational hypermedia systems: From design models to authoring tools. In *Authoring tools for advanced technology Learning Environments* (pp. 377-409). Springer Netherlands.

Chang, Y. H., Chen, Y. Y., Chen, N. S., Lu, Y. T., & Fang, R. J. (2016). Yet another adaptive learning management system based on Felder and Silverman's learning styles and Mashup. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5), 1273-1285.

Chin, J. P., Diehl, V. A., & Norman, K. L. (1988). Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 213-218). ACM.

Chung, T. K., & Sahari, N. (2015). Utilitarian or Experiential? An Analysis of Usability Questionnaires. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 7(2), 167.

Clark, R. (2002). Six principles of effective e-learning: What works and why. *The e-Learning Developer's Journal*, 1-10.

Clark, R. C., Mayer, R. E. (2016). E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning. *John Wiley & Sons*.

De Bra, P., Stash, N., Boereboom, W., Chen, C., Den Ouden, J., Kunstman, M., & Verbakel, E. (2016, July). ALAT: Finally an Easy To Use Adaptation Authoring Tool. In *Proceedings of*

the 27th ACM Conference on Hypertext and Social Media (pp. 213-218). ACM.

Denzin, N. K. (1973). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. Transaction publishers.

Dillman, D. A., Phelps, G., Tortora, R., Swift, K., Kohrell, J., Berck, J., & Messer, B. L. (2009). Response rate and measurement differences in mixed-mode surveys using mail, telephone, interactive voice response (IVR) and the Internet. *Social Science Research*, 38(1), 1-18.

DIS, I. (2009). 9241-210: 2010. Ergonomics of human system interaction-Part 210: Human-centred design for interactive systems. *International Standardization Organization (ISO)*. Switzerland.

Dix, A. (2009). *Human-computer interaction* (pp. 1327-1331). Springer US.

Ellis, R. (2004). Down with boring e-learning! Interview with e-learning guru Dr. Michael W. Allen. *Learning circuits*. Retrieved from http://www.astd.org/LC/2004/0704_allen.htm

Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering education*, 78(7), 674-681.

Fernandez, A., Insfran, E., & Abrahão, S. (2011). Usability evaluation methods for the web: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, 53(8), 789-817.

Finstad, K. (2010). The Usability Metric for User Experience. *Interacting with Computers*, 22(5), 323-327.

Flatla, D. R., Gutwin, C., Nacke, L. E., Bateman, S., & Mandryk, R. L. (2011, October). Calibration games: making calibration tasks enjoyable by adding motivating game elements. *In Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology* (pp. 403-412). ACM.

Fleming, N. D. (2001). Teaching and learning styles: VARK strategies. Christchurch, New Zealand: N.D. Fleming.

Gerjets, P., Scheiter, K., & Catrambone, R. (2004). Designing instructional examples to reduce intrinsic cognitive load: Molar versus modular presentation of solution procedures. *Instructional Science*, 32(1-2), 33-58.

Glaser, B. & Strauss A., (1967). The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research. *Aldine Cop*, New York.

Goldberg, B., Brawner, K., Sottolare, R., Tarr, R., Billings, D. R., & Malone, N. (2012, December). Use of evidence-based strategies to enhance the extensibility of adaptive tutoring technologies. In *The Interservice/Industry Training, Simulation & Education Conference (I/ITSEC)* (No. 1).

Hadzilacos, T., Janssen, N., LIBBRECHT, P., MAVROUDI, A., & RIVIOU, K. (2013). D4. 1 *The Open Discovery Space Educational Design*. OPEN DISCOVERY SPACE.

Hernández-Leo, D., Villasclaras-Fernández, E. D., Asensio-Pérez, J. I., Dimitriadis, Y., Jorrín-Abellán, I. M., Ruiz-Requies, I., & Rubia-Avi, B. (2006). COLLAGE: A collaborative Learning Design editor based on patterns. *JOURNAL OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND SOCIETY*, 9(1), 58.

Honey, P., & Mumford, A. (1986). Using your learning styles. *Maidenhead: Peter Honey*.

Howlin, C., & Lynch, D. (2014). A framework for the delivery of personalized adaptive content. In *Web and Open Access to Learning (ICWOAL), 2014 International Conference on* (pp. 1-5). IEEE.

Hwang, G. J., Sung, H. Y., Hung, C. M., Huang, I., & Tsai, C. C. (2012). Development of a personalized educational computer game based on students' learning styles. *Educational Technology Research and Development*, 60(4), 623-638.

ISO, W. (1998). 9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display

terminals (VDTs)–Part 11: Guidance on usability. *The international organization for standardization*, 45.

Ivory, M. Y., & Hearst, M. A. (2001). The state of the art in automating usability evaluation of user interfaces. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 33(4), 470-516.

Jovanović J., Gašević, D., & Devedžić, V. (2009). TANGRAM for personalized learning using the semantic web technologies. *Journal of emerging technologies in web intelligence*, 1(1), 6-21.

Kara, N., & Sevim, N. (2013). Adaptive *Learning Systems: Beyond Teaching Machines*. *Contemporary Educational Technology*, 4(2), 108-120.

Katsamani, M., & Retalis, S. (2013). Orchestrating learning activities using the CADMOS learning design tool. *Research in Learning Technology*, 21.

Kimchi, J., Polivka, B., & Stevenson, J. S. (1991). Triangulation: operational definitions. *Nursing research*, 40(6), 364-366.

Kirakowski, J., & Corbett, M. (1993). SUMI: The software usability measurement inventory. *British journal of educational technology*, 24(3), 210-212.

Kirschner, P. A. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and instruction*, 12(1), 1-10.

Kolb D.A. (1984). *Experiential learning*. Prentice Hall, Englewood Cliffs

Koper, R. (2005). An introduction to learning design. In *Learning design* (pp. 3-20). Springer Berlin Heidelberg.

Kruse, K. (2000), *Effective User Interface Design*. Ανακτήθηκε 17 Ιουλίου 2016, από http://cbi.tamu.edu/courses/ALEC612id_v2/units/W04_z/materials/U08_b_interface_article.pdf

Kuniavsky, M. (2003). *Observing the user experience: a practitioner's guide to user research*. Morgan kaufmann.

Kuniavsky, M. (2010). *Smart Things: Ubiquitous Computing User eXperience Design*, book. Morgan-Kaufman, 2010.

Leavitt, M. O., & Shneiderman, B. (2006). Research-based web design & usability guidelines. *US Department of Health and Human Services*.

Lewis, J. R. (1991). Psychometric evaluation of an after-scenario questionnaire for computer usability studies: the ASQ. *ACM SIGCHI Bulletin*, 23(1), 78-81.

Lewis, J. R. (1995). IBM computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7(1), 57-78.

Lewis, J. R. (2001). Evaluation of procedures for adjusting problem-discovery rates estimated from small samples. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13(4), 445-479.)

Lewis, J. R., & Sauro, J. (2009). The factor structure of the system usability scale. In *International Conference on Human Centered Design* (pp. 94-103). Springer Berlin Heidelberg.

Lindgaard, G., & Chattratichart, J. (2007, April). Usability testing: what have we overlooked?. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human factors in Computing Systems* (pp. 1415-1424). ACM.

Lund, A. M. (2001). Measuring Usability with the USE Questionnaire¹². Ανακτήθηκε 01 Σεπτεμβρίου 2016, από https://www.researchgate.net/publication/230786746_Measuring_usability_with_the_USE_questionnaire

Magoulas, G. D., Papanikolaou, Y., Grigoriadou, M. (2003, Μάιος). Adaptive web-based

learning: accommodating individual differences through system's adaptation. *British journal of educational technology*, 34(4), 511-527.

Magoulas, G. D., Chen, S. Y., Papanikolaou, K. A. (2003, Ιούνιος). Integrating layered and heuristic evaluation for adaptive learning environments. In *Proceedings of the Second Workshop on Empirical Evaluation of Adaptive Systems, held at the 9th International Conference on User Modeling UM2003, Pittsburgh* (pp. 5-14).

Maloney, E. (2007). What Web 2.0 can teach us about learning. *Chronicle of higher education*, 53(18), B26.

Mavroudi A., Hadzilacos Th. (2012). Broadening the Use of E-Learning Standards for Adaptive Learning, *Advances in Web-Based Learning - ICWL 2012, Lecture Notes in Computer Science Volume 7558*, pp 215-221, Springer.

Mavroudi, A. (2014). Teachers as designers of adaptive learning (Doctoral thesis). *Open University of Cyprus, Nicosia*

McGee, M. (2004). Master usability scaling: magnitude estimation and master scaling applied to usability measurement. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 335-342). ACM.

Mödritscher, F., Garcia-Barrios, V. M., & Gütl, C. (2004). The Past, the Present and the Future of adaptive E-Learning. *Proceedings of ICL 2004*.

Moore, J. L., Dickson-Deane, C., & Galyen, K. (2011). e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same?. *The Internet and Higher Education*, 14(2), 129-135.

NASBE-National Association of State Boards of Education Study Group. (2001). Any time, any place, any path, any pace: Taking the lead on e-learning policy. Ανακτήθηκε 17 Ιουλίου 2016, από <http://www.nasbe.org/wp-content/uploads/2001nasberpt.pdf>

Nichols, M. (2003). A theory of eLearning. *Educational Technology & Society*, 6(2), 1–10.

Nicholson, S. (2012). A user-centered theoretical framework for meaningful gamification. *Games+ Learning+ Society*, 8(1), 223-230.

Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Elsevier.

Nielsen, J. (2008, February 19). Top-10 Application-Design Mistakes. *Jakob Nielsen's Alertbox*. Ανακτήθηκε 17 Ιουλίου 2016, από <https://www.nngroup.com/articles/top-10-application-design-mistakes/>

Nielsen, J. (2012, January 4). Usability 101: Introduction to usability. Ανακτήθηκε 17 Ιουλίου 2016, από <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>

Nielsen, J., & Landauer, T. K. (1993, May). A mathematical model of the finding of usability problems. In *Proceedings of the INTERACT'93 and CHI'93 conference on Human factors in computing systems* (pp. 206-213). ACM.

Nurjanah D. (2013). Awareness Support for Learning Designers in Collaborative Authoring for Adaptive Learning (Doctoral dissertation, University of Southampton). Διαθέσιμο από: <http://eprints.soton.ac.uk/id/eprint/349328>

Oxman, S., Wong, W., & Innovations, D. V. X. (2014). White paper: Adaptive learning systems. *Integrated Education Solutions*.

Özyurt, Ö., Özyurt, H., Baki, A., Güven, B., & Karal, H. (2012). Evaluation of an adaptive and intelligent educational hypermedia for enhanced individual learning of mathematics: A qualitative study. *Expert Systems with Applications*, 39(15), 12092-12104.

Paquette, G., & Marino, O. L. G. A. (2006). Learning objects, collaborative learning designs and knowledge representation. *TECHNOLOGY INSTRUCTION COGNITION AND LEARNING*, 3(1/2), 33.

Park, O. C., & Lee, J. (2003). Adaptive instructional systems. *Educational Technology Research and Development*, 25, 651-684.

Peter, S. E., Bacon, E., & Dastbaz, M. (2010). Personalised and adaptable learning: Designing the architecture. "e" *Teaching and Learning 2010 Workshop*.

Ragin, C. C. (1987). *The Comparative Method: Moving beyond Qualitative and Quantitative Strategies*. Berkeley, Los Angeles and London: University of California Press.

Rose, D. H., & Gravel, J. (2011). *Universal Design for Learning (UDL) Guidelines: Full-Text Representation (Version 2.0)*.

Sauro, J., & Dumas, J. S. (2009). Comparison of three one-question, post-task usability questionnaires. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1599-1608). ACM.

Sauro, J. (2012), 8 Advantages of Standardized Usability Questionnaires, [Ανακτήθηκε από <http://www.measuringu.com/blog/standardized-usability.php>, στις 01/09/2016]

Shen, W., Hao, Q., & Li, W. (2008). Computer supported collaborative design: Retrospective and perspective. *Computers in Industry*, 59(9), 855-862.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.

Smits, D., & De Bra, P. (2011). GALE: a highly extensible adaptive hypermedia engine. In *Proceedings of the 22nd ACM conference on Hypertext and hypermedia* (pp. 63-72). ACM.

Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. *Cambridge handbook of the learning sciences, 2006*, 409-426.

Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and instruction*, 12(3), 185-233.

Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, 10(3), 251-296.

Tseng, J. C., Chu, H. C., Hwang, G. J., & Tsai, C. C. (2008). Development of an adaptive learning system with two sources of personalization information. *Computers & Education*, 51(2), 776-786.

Tullis, T. S., & Stetson, J. N. (2004, June). A comparison of questionnaires for assessing website usability. In *Usability Professional Association Conference* (pp. 1-12).

Vandewaetere, M., Desmet, P., & Clarebout, G. (2011). *The contribution of learner characteristics in the development of computer-based adaptive learning environments*. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 118-130.

Van Merriënboer, J. J., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003). Taking the load off a learner's mind: Instructional design for complex learning. *Educational psychologist*, 38(1), 5-13.

Van Merriënboer, J. J., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational psychology review*, 17(2), 147-177.

Van Merriënboer, J. J., Kester, L., & Paas, F. (2006). Teaching complex rather than simple tasks: Balancing intrinsic and germane load to enhance transfer of learning. *Applied cognitive psychology*, 20(3), 343-352.

Van Seters, J. R., Ossevoort, M. A., Tramper, J., & Goedhart, M. J. (2012). *The influence of student characteristics on the use of adaptive e-learning material*. *Computers & Education*, 58(3), 942-952.

Virzi, R. A. (1992). Refining the test phase of usability evaluation: How many subjects is enough?. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 34(4), 457-468.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher mental process*.

Wang, H., & Woodworth, K. (2011). Evaluation of Rocketship Education's Use of DreamBox Learning's Online Mathematics Program. *Center for Education Policy: Menlo Park*.

Wilson, K., Nichols, Z. (2015). White Paper: The Knewton Platform A General-Purpose Adaptive Learning Infrastructure

Yasir, E. A. M., & Sami, M. S. (2011). An approach to adaptive e-learning hypermedia system based on learning styles (AEHS-LS): Implementation and evaluation. *International Journal of Library and Information Science*, 3(1), 15-28.

Zaharias, P., Poylymenakou, A. (2009). Developing a usability evaluation method for e-learning applications: Beyond functional usability. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, 25(1), 75-98.