

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και
Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
*Πληροφοριακά και Επικοινωνιακά
Συστήματα*

Μεταπτυχιακή Διατριβή



Ανάπτυξη διαδικτυακού συστήματος για την αξιολόγηση
ευχρηστίας συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης

Γαρυφαλιά
Βιδάκη

Επιβλέπων Καθηγητής
Παναγιώτης
Ζαχαριάς

Μάιος 2018

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και
Εφαρμοσμένων
Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
*Πληροφοριακά και Επικοινωνιακά
Συστήματα*

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Ανάπτυξη διαδικτυακού συστήματος για την αξιολόγηση
της ευχρηστίας συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης

Γαρυφαλιά
Βιδάκη

Επιβλέπων Καθηγητής
Παναγιώτης
Ζαχαριάς

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.

Μάιος 2018

Περίληψη

Στόχος της παρούσας εργασίας αποτελεί η δημιουργία ενός ερωτηματολογίου για την μέτρηση της ευχρηστίας στα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης (LMS) αλλά και η ανάπτυξη μιας διαδικτυακής εφαρμογής μέσω της οποίας οι χρήστες της μπορούν να μετρήσουν την ευχρηστία τέτοιων συστημάτων. Το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε ύστερα από την βιβλιογραφική έρευνα που διεξήχθη σε αντίστοιχες έρευνες μέτρησης της ευχρηστίας με την χρήση των ερωτηματολογίων και συμπεριλαμβάνει όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται για την σωστή μέτρηση της στα LMS λαμβάνοντας υπόψιν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών αλλά και των χρηστών - εκπαιδευόμενων που τα χρησιμοποιούν. Το δεύτερο κομμάτι της εργασίας αποτελείται από την ανάπτυξη μιας διαδικτυακής εφαρμογής η οποία χρησιμοποιεί το ερωτηματολόγιο που αναπτύχθηκε ως πρότυπο για την μέτρηση της ευχρηστίας από τους δυνητικούς χρήστες του συστήματος αλλά παρέχει και την δυνατότητα της δημιουργίας νέου ερωτηματολογίου ανάλογα με την εκάστοτε ανάγκη των χρηστών. Τέλος η εφαρμογή παρέχει την δυνατότητα παρακολούθησης των ενεργών ερευνών του κάθε χρήστη μέσω της χρήσης διαφορετικών τύπου report που παράγονται από αυτή για κάθε έρευνα που είναι σε εξέλιξη. Η παρούσα εφαρμογή που αναπτύχθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο τόσο για τους σχεδιαστές των εφαρμογών διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης, των διαχειριστών της. Τα συστήματα ηλεκτρονικής μάθησης αναπτύσσονται ραγδαία τα τελευταία χρόνια όπως αυξάνονται επίσης και οι χρήστες που το χρησιμοποιούν κάνουν αυτή την εργασία αρκετά σημαντική καθώς η ευχρηστία είναι σημαντικός παράγοντας στην επιτυχία τους.

Summary

The aim of this thesis is to create a questionnaire for measuring the usability in e-learning management systems (LMS) and to develop an online application through which its users can measure the usability of such systems. The questionnaire was created following the bibliographic research conducted in relevant usability measurement surveys using the questionnaires and includes all the required features for its proper measurement in LMS, taking into consideration the specific characteristics of these systems as well as the users - trainees who use them. The second part of the thesis consists of the development of a web-based application that uses the developed questionnaire as a prototype for the measurement of usability by potential users of the system, but also provides the possibility of creating a new one depending on the user's need. Finally, the application provides the ability to track active user surveys through the use of different types of produced reports by each user for each ongoing research. The present application developed in this thesis is a useful tool both for designers of e-learning management applications and its managers. E-learning systems have been growing rapidly in recent years and as they are also growing the users who use it make this work quite important as usability is an important factor in their success.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών Πληροφοριακά και Επικοινωνιακά Συστήματος του τμήματος Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοιχτού Πανεπιστημίου Κύπρου υπό την επίβλεψη του κ. καθηγητή Ζαχαριά Παναγιώτη.

Πριν την παρουσίαση της παρούσας διπλωματικής εργασίας αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω ορισμένους από τους ανθρώπους που γνώρισα, συνεργάστηκα μαζί τους και έπαιξαν πολύ σημαντικό ρόλο στην πραγματοποίησή της.

Πρώτο από όλους θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Ζαχαριά Παναγιώτη, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον αντικείμενο που ανταποκρίνεται στα επιστημονικά μου ενδιαφέροντα καθώς και την αμέριστη συμπαράστασή του καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους τους φίλους μου που πίστεψαν σε μένα και με ενθάρρυναν σε κάθε στάδιο των σπουδών μου. Ιδιαίτερες ευχαριστίες όμως θέλω να εκφράσω προς την οικογένεια μου και κυρίως στους γονείς μου Μιχάλη και Ειρήνη για την διαχρονική συμπαράστασή τους και την υλική και ηθική στήριξη των επιλογών μου.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	9
1.1 Διατύπωση του προβλήματος.....	9
1.2 Σκοπός της εργασίας.....	10
1.3 Δομή.....	11
2. Ευχρηστία - Usability	13
2.1 Ορισμοί.....	13
2.2 Μέθοδοι αξιολόγησης Ευχρηστίας - Usability Evaluation Methods (UEM).....	19
2.2.1 Μέθοδοι Επιθεώρησης - Αναλυτικές μέθοδοι.....	20
2.2.2 Μέθοδοι δοκιμής.....	21
2.2.3 Ερευνητικές Μέθοδοι.....	23
2.2.4 Μέθοδοι αξιολόγησης ήδη υπαρχόντων συστημάτων	24
2.2.5 Μέθοδοι Ερωτηματολογίων και έρευνας	24
2.3 Από την ευχρηστία στην εμπειρία χρήση - User Experience.....	26
3. Συστήματα διαχείρισης Ηλεκτρονικής Μάθησης	28
3.1 Ορισμός.....	28
3.2 Ευχρηστία στα Συστήματα διαχείρισης Μάθησης.....	28
3.3 Ο χρήστης στα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης.....	29
3.4 Μέθοδοι αξιολόγησης ευχρηστίας των LMS.....	30
4. Ανάπτυξη ερωτηματολογίου.....	36
4.1 Εισαγωγή.....	36
4.2 Μέρος Α - Δημογραφικά στοιχεία.....	36
4.3 Μέρος Β' – Ανάπτυξη ερωτηματολογίου	36
4.4 Κλίμακα μέτρησης.....	50
5. Διαδικτυακό Σύστημα αξιολόγησης ευχρηστίας.....	52
5.1 Περιγραφή Διαδικτυακού τύπου	52

5.1.1	Εγγραφή νέου χρήστη	52
5.1.2	Σύνδεση ενός Χρήστη	54
5.1.3	Dashboard.....	57
5.1.4	Usability Info	60
5.1.5	Reports.....	60
5.1.6	Survey	66
5.1.7	Greeting Page	69
5.2	Τεχνικές υλοποίησης.....	69
5.2.1	Web Application	69
5.2.2	Βάση δεδομένων	73
6. Έλεγχος Ευχρηστίας Διαδικτυακής εφαρμογής		76
6.1	Εισαγωγή.....	76
6.2	Usability Test	76
6.3	Usability Hub	77
6.4	Usability Scenarios	78
6.4.1	Σενάριο ελέγχου 01	79
6.4.2	Σενάριο ελέγχου 02	81
6.4.3	Σενάριο Ελέγχου 03	86
6.4.4	Σενάριο ελέγχου 04	89
6.4.5	Σενάριο ελέγχου 05.....	90
6.5	Αποτελέσματα Usability Test	94
6.5.1	Σενάριο 01	94
6.5.2	Σενάριο 02	99
6.5.3	Σενάριο 03	106
6.5.4	Σενάριο 04	108
6.5.5	Σενάριο 05	110
7. Συμπεράσματα		115
Βιβλιογραφία		118
Παράρτημα Α.....		121
A.1	Reports Controller.....	121

<i>A.2 HighCharts Service</i>	124
<i>A.3 Http Service</i>	126
<i>A.4.1 Reports Barchart View – HTML</i>	128
<i>A.4.2 Answer Analysis View - HTML</i>	129
<i>A.5 Chart Controller</i>	130
<i>A.6 Answer Analysis - AVG Answer DTO</i>	132
<i>A.7.1 Chart Service Interface</i>	133
<i>A.7.2 Chart Service Implementation</i>	134
<i>A.8 Survey Repository</i>	138
<i>A.9. Survey Core Model</i>	139

Κεφάλαιο 1

1. Εισαγωγή

Η εξ αποστάσεως και ηλεκτρονική εκπαίδευση χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Η χρήση της τεχνολογίας εισέρχεται όλο και περισσότερο στο κομμάτι της εκπαίδευσης καθώς όλο και περισσότερα χρήματα δαπανώνται στις νέες τεχνολογίες και την εφαρμογή τους σε αυτή.

Τα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης αποτελούν διαδικτυακές πλατφόρμες οι οποίες χρησιμοποιούνται ευρέως στην ανοικτή και εξ 'αποστάσεως εκπαίδευση. Αποτελούν περιβάλλοντα εκπαίδευσης τα οποία χρησιμοποιούνται τόσο από τους εκπαιδευόμενους για την απόκτηση της γνώσης σχετικά με ένα μαθησιακό αντικείμενο που επιθυμούν όσο και από τους ίδιους εκπαιδευτικούς που έρχονται να εκτελέσουν την εκπαιδευτική διαδικασία μέσα από αυτά.

Η συνεχής και αυξανόμενη χρήση των συστημάτων αυτών τόσο από τους εκπαιδευόμενους όσο και από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς έχουν οδηγήσει στην μελέτη της ευχρηστίας και της εμπειρίας χρήστη των συστημάτων αυτών με σκοπό να βελτιωθούν, να χρησιμοποιηθούν καλύτερα και να εκτελέσουν την εκπαιδευτική διαδικασία ακόμη καλύτερα.

1.1 Διατύπωση του προβλήματος

Τα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης απευθύνονται σε διαφορετικού τύπου χρήστες, εκπαιδευόμενους ή εκπαιδευτικούς, οι οποίοι έχουν και διαφορετικούς ρόλους μέσα σε αυτό, και τέλος οδηγούνται και σε διαφορετική χρήση. Επιπλέον τα συστήματα αυτά δεν αποτελούν συστήματα στα οποία ο χρήστης θα τα χρησιμοποιήσει απλά για να πληροφορηθεί. Ο χρήστης εκπαιδευτικός θα τα χρησιμοποιήσει για να εκτελέσει μια εκπαιδευτική διαδικασία ενώ από την άλλη ο εκπαιδευόμενος θα τα χρησιμοποιήσει για να λάβει γνώση.

Τα τελευταία χρόνια έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες ευχρηστίας και εμπειρίας χρήστη για τα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης χρησιμοποιώντας την μέθοδο των ερωτηματολογίων με σκοπό να μετρήσουν την ικανοποίηση των εκπαιδευόμενων από την χρήση των συστημάτων αυτών. Πολλές έρευνες εστιάζουν τόσο στην ευχρηστία που πρέπει να διέπει ένα οποιοδήποτε σύστημα αλλά και την παιδαγωγική ευχρηστία η οποία σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα της μάθησης.

Ταυτόχρονα μέσα στα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα αξιολόγησης της ευχρηστίας των συστημάτων μέσα από τα οποία μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει κάποια πρότυπα ερωτηματολόγια ή και να δημιουργήσει νέα. Τόσο τα πρότυπα ερωτηματολόγια που έχουν δημιουργηθεί κατά καιρούς για να μετρήσουν την ευχρηστία αλλά και την εμπειρία χρήστη, όσο και τα συστήματα αξιολόγησης ευχρηστίας δεν εστιάζουν στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που υπάρχουν στα LMS. Επιπλέον στα περισσότερα από αυτά τα συστήματα τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων πρέπει να εξαχθούν εκτός συστήματος και να εισαχθούν σε άλλα προγράμματα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την ανάλυσή τους.

Λόγω της αυξημένης χρήσης των LMS τα τελευταία χρόνια αλλά και της συνεχόμενης και ραγδαίας εξέλιξης τους η δημιουργία ενός ενιαίου συστήματος αξιολόγησης ευχρηστίας των συστημάτων αυτών λαμβάνοντας υπόψιν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους κρίνεται αναγκαία.

1.2 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι αρχικά η μελέτη των LMS και ο προσδιορισμός των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους από την πλευρά των εκπαιδευόμενων. Στην συνέχεια μελετάται η ευχρηστία και η εμπειρία χρήστη στα συστήματα αυτά και πως επηρεάζουν τον ρόλο που διαδραματίζουν στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η παρούσα εργασία εστιάζει στις έρευνες που έχουν γίνει για την μέτρηση της ευχρηστίας των LMS με σκοπό να συγκεντρωθούν όλοι οι παράγοντες που την απαρτίζουν, αλλά και η δημιουργία ενός ερωτηματολογίου με όλες τις ερωτήσεις που απαρτίζουν τον κάθε παράγοντα.

Σε δεύτερο στάδιο αναπτύσσεται ένα ενιαίο σύστημα αξιολόγησης ευχρηστίας των LMS. Το σύστημα αυτό έχει στόχο να συγκεντρώνει όλες τις έρευνες που σχετίζονται με την ευχρηστία των LMS, τα αποτελέσματα των ερευνών που δημιουργούνται μέσα σε αυτό και τέλος την ανάλυση των αποτελεσμάτων τους μέσα από την διεξαγωγή report για κάθε ενεργό ερωτηματολόγιο.

1.3 Δομή

Παρακάτω δίνεται μια συνοπτική περιγραφή των κεφαλαίων που απαρτίζουν την συγκεκριμένη διπλωματική εργασία:

Κεφάλαιο 1: Διατυπώνεται το πρόβλημα και παρουσιάζεται ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Κεφάλαιο 2: Παρουσιάζονται οι έννοιες της ευχρηστίας και της εμπειρίας χρήστη καθώς επίσης και οι μέθοδοι αξιολόγησης τους.

Κεφάλαιο 3: Παρουσιάζονται τα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης, ο ρόλος τους και τα χαρακτηριστικά τους. Στην συνέχεια αναλύεται η σημασία της ευχρηστίας στα συστήματα αυτά αλλά και ο ρόλος τους στην εκπαιδευτική διαδικασία από την σκοπιά του εκπαιδευόμενου. Τέλος παρουσιάζονται διάφορες πρότυπες μέθοδοι ερωτηματολογίων για την αξιολόγηση της ευχρηστίας των LMS.

Κεφάλαιο 4: Πραγματοποιείται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση σε έρευνες που έχουν διεξαχθεί για την μέτρηση της ευχρηστίας στα LMS και ορίζονται οι παράγοντες που την απαρτίζουν. Στην συνέχεια δημιουργείται ένα ερωτηματολόγιο με τους παράγοντες που συμμετέχουν στην ευχρηστία των LMS με τις ερωτήσεις που το απαρτίζουν.

Κεφάλαιο 5: Περιγράφεται το διαδικτυακό σύστημα που δημιουργήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

Κεφάλαιο 6: Παρουσιάζονται τα τεστ ευχρηστίας που υλοποιήθηκαν για να αξιολογήσουν το νέο σύστημα που δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα usability hub. Τέλος αναλύονται τα αποτελέσματα των τεστ μετά το πέρας αυτών.

Κεφάλαιο 7: Συνοψίζονται τα συμπεράσματα όπως έχουν προκύψει κατά την διάρκεια της παρούσας εργασίας και αφορούν την συμβολή του νέου συστήματος που δημιουργήθηκε αλλά και τις βελτιώσεις που χρήζει το σύστημα ύστερα από την διεξαγωγή των τεστ ευχρηστίας.

Κεφάλαιο 2

2. Ευχρηστία - Usability

2.1 Ορισμοί

Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία αναπτύσσεται ραγδαία και ταυτόχρονα αυξάνεται και η χρήση της όχι μόνο στα προϊόντα του λογισμικού και υλικού Η/Υ, αλλά σε οποιαδήποτε προϊόν κατασκευάζεται και χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους. Η αυξανόμενη αυτή χρήση της τεχνολογίας οδηγεί την αγορά στην δημιουργία προϊόντων τα οποία θα μπορούν να τα χρησιμοποιήσει εύκολα η πλειοψηφία των χρηστών που απευθύνονται αλλά ταυτόχρονα ικανοποιώντας και τις ανάγκες τους. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση εύχρηστων συστημάτων αποτελεί μια δύσκολη εργασία όμως κρίνεται αρκετά απαραίτητη και σημαντική στις μέρες μας. Τα μη εύχρηστα συστήματα οδηγούν στην πραγματικότητα τους χρήστες να μην τα χρησιμοποιούν και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να θεωρούνται αποτυχημένα. Για αυτό τον λόγο, η προσπάθεια να οριστεί η έννοια της ευχρηστίας αλλά και ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να μετρηθεί έχει απασχολήσει την επιστήμη της επικοινωνίας ανθρώπου υπολογιστή (Human Computer Interaction - HCI) για πολλές δεκαετίες.

Αρκετοί ερευνητές έχουν προσπαθήσει να προσδιορίσουν το ορισμό και τα χαρακτηριστικά της προσπαθώντας με αυτό τον τρόπο να αναπτύξουν ένα μοντέλο με τους παράγοντες που την απαρτίζουν και τους τρόπους μέτρησής της (Seffah et al., 2006; Folmer & Bosch, 2004; Κουτσάμπασης, 2011). Οι διαφορετικοί ορισμοί που υπάρχουν προκύπτουν από τις διαφορετικές διαστάσεις που συμβάλλουν στην μέτρηση της, τις οποίες δίνουν οι χρήστες. Αρχικά η ευχρηστία εμφανίστηκε με την έννοια «φιλικές προς το χρήστη», έννοια αρκετά ασαφής και υποκειμενική, γεγονός που οδήγησε στην δημιουργία της έννοιας «ευχρηστίας» (Folmer & Bosch, 2004). Στην επιστήμη της επικοινωνίας ανθρώπου μηχανής ο όρος «ευχρηστία» αναφέρεται στο πώς ποιοτικά θα μετρηθεί η ποιότητα της αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με το λογισμικό (μηχανή), η

ποιότητα της χρήσης (quality in use). Η ευχρηστία αποτελεί μια σημαντική παράμετρο στον σχεδιασμό και στην αξιολόγηση των συστημάτων, των προϊόντων και των υπηρεσιών και έχει απασχολήσει μεγάλο τμήμα τόσο της επιστημονικής κοινότητας αλλά και την αγορά. Αποκτά λοιπόν ιδιαίτερη σημασία το πως θα οριστεί όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένα αλλά και το πώς θα μετρηθεί.

Οι ορισμοί που έχουν επικρατήσει για αυτή είναι αρκετοί και εκ πρώτης όψεως διαφορετικοί. Σύμφωνα με τους Nielsen και Norman (2017), η ευχρηστία αποτελεί κρίσιμο στοιχείο της αποδοχής ενός συστήματος από τους χρήστες, καθώς θεωρεί πως οτιδήποτε υπάρχει σε ένα σύστημα αλληλοεπιδρά με τον χρήστη του. Ο συνδυασμός των παρακάτω παραμέτρων μπορούν να ορίσουν την ευχρηστία ενός συστήματος σύμφωνα με αυτούς:

- Ευκολία μάθησης (Learnability): «*How easy is it for users to accomplish basic tasks the first time they encounter the design?*». Σε αυτό το χαρακτηριστικό αποτυπώνεται πόσο εύκολο είναι για τους χρήστες να ολοκληρώσουν βασικές εργασίες την πρώτη φορά που αλληλοεπιδρούν με το σύστημα.
- Αποδοτικότητα (Efficiency): «*Once users have learned the design, how quickly can they perform tasks?*». Σε αυτή την παράμετρο αξιολογείται η ευκολία εκτέλεσης εργασιών σε ένα σύστημα από την στιγμή που οι χρήστες έχουν μάθει να το χρησιμοποιούν.
- Απομνημόνευση (Memorability): «*When users return to the design after a period of not using it, how easily can they reestablish proficiency?*». Όταν οι χρήστες επιστρέφουν στο σύστημα μετά από μια περίοδο που δεν το χρησιμοποιούν, πόσο εύκολα μπορούν να το επαναχρησιμοποιήσουν;
- Σφάλματα (Errors): «*How many errors do users make, how severe are these errors, and how easily can they recover from the errors?*». Πόσα λάθη κάνουν οι χρήστες, πόσο σοβαρά είναι αυτά τα σφάλματα και πόσο εύκολα μπορούν να ανακάμψουν από τα σφάλματα;
- Ικανοποίηση (satisfaction): «*How pleasant is it to use the design?*» Πόσο ευχάριστη είναι η χρήση του λογισμικού;

Επιπλέον οι Nielsen και Norman (2017) αναγνωρίζουν και άλλα χαρακτηριστικά που πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν σε ένα σύστημα και αναφέρονται στην ποιότητα της χρήσης του. Σημαντικό για ένα σύστημα, μια υπηρεσία ή ένα προϊόν αποτελεί η ωφελιμότητα ή χρησιμότητα του. Τόσο η ευχρηστία όσο και η ωφελιμότητα ορίζουν την ποιότητα ενός συστήματος. Η επιτυχία ενός συστήματος μπορεί να επιτευχθεί σε ένα σύστημα αρχικά με την δυνατότητα του να προσφέρει τις λειτουργίες για τις οποίες υλοποιήθηκε αλλά συνάμα με την ικανότητα του οι λειτουργίες αυτές να γίνονται εύκολα από τους χρήστες που το χρησιμοποιούν. Με λίγα λόγια δεν αρκεί ένα σύστημα να είναι εύκολο αν δεν μπορεί από την άλλη να επιτελέσει τις λειτουργίες του. Βασιζόμενοι σε αυτό, η αξιολόγηση ενός συστήματος θα πρέπει να συνδυάζει την ευχρηστία αλλά και την ωφελιμότητα του με στόχο να είναι «χρήσιμο». Παρακάτω αναφέρονται οι ορισμοί αυτοί:

- Ορισμός της ωφελιμότητας (Utility): Αξιολόγηση ενός συστήματος με το αν παρέχονται οι λειτουργίες που χρειάζονται να έχει, «*Definition of Utility = whether it provides the features you need*»
- Ορισμός της ευχρηστίας (Usability): Αξιολόγηση ενός σχετικά με το πόσο εύκολες και ευχάριστες είναι οι λειτουργίες που παρέχει προς χρήση, «*Definition of Usability = how easy & pleasant these features are to use*»
- Ορισμός της χρησιμότητας (Useful): Ευχρηστία + Ωφελιμότητας, «*Definition of Useful = Usability + Utility*»

Οι Dix, Abowd και Beale (Κουτσάμπασης, 2011) θεωρούν και εκείνοι την ευχρηστία ως μια έννοια σύνθετη η οποία αναλύεται στις παρακάτω αρχές:

- Ευκολία Μάθησης (Learnability): Σε αυτή την αρχή ορίζεται το πόσο δυνατό είναι οι μη – έμπειροι χρήστες να μπορέσουν να καταλάβουν και να χρησιμοποιήσουν το σύστημα. Η συγκεκριμένη αρχή περιλαμβάνει τις επιμέρους ιδιότητες:
 - Προβλεψιμότητα (Predictability)
 - Δυνατότητα σύνθεσης (Synthesizability)
 - Εξοικείωση (Familiarity)
 - Γενίκευση (Generalizability)
 - Συνέπεια (Consistency)

- Ευελιξία (Flexibility): Εδώ ορίζεται το πώς μπορεί ο χρήστης να αλληλοεπιδράσει με το σύστημα με διαφορετικούς τρόπους και περιλαμβάνονται οι εξής επιμέρους ιδιότητες:
 - Πρωτοβουλία διαλόγου (dialogue initiative)
 - Πολλαπλή εκτέλεση (multithreading)
 - Μεταφορά εκτέλεσης εργασιών (task migratability)
 - Ικανότητα αντικατάστασης (substitutivity)
 - Δυνατότητα διόρθωσης (customizability)
- Ευρωστία (Robustness): Σε αυτή την αρχή ορίζεται το πώς το σύστημα υποστηρίζει τον χρήστη να επιτύχει τους στόχους του μέσα από την αλληλεπίδρασή του με αυτό. Περιλαμβάνονται οι εξής ιδιότητες:
 - Δυνατότητα παρατήρησης (observability)
 - Δυνατότητα ανάκτησης (recoverability)
 - Δυνατότητα αντίδρασης (responsiveness)
 - Προσαρμογή εργασίας (task conformance)

Σύμφωνα με τον Shackel (2009), η ευχρηστία προσδιορίζεται στην ικανότητα ενός συστήματος να χρησιμοποιείται εύκολα και αποτελεσματικά από προκαθορισμένους χρήστες, με προκαθορισμένη κατάρτιση και υποστήριξη, με στόχο να εκτελούνται μια σειρά από προκαθορισμένες εργασίες μέσα από μια ακολουθία προκαθορισμένων σεναρίων :

«The usability of a system is the capability in human functional terms to be used easily and effectively by the specified range of users, given specified training and user support, to fulfill the specified range of tasks, within the specified range of scenarios. »

Τα στοιχεία που την απαρτίζουν για να μετρηθεί ποσοτικά σύμφωνα με τον Shackel είναι τα εξής (Folmer & Bosch, 2004):

- Αποτελεσματικότητα (Effectiveness) : Η απόδοση με την οποία υλοποιούνται οι εργασίες, *«performance in accomplishment of tasks»*
- Εκμάθηση (Learnability): Ο βαθμός μάθησης για την υλοποίηση των εργασιών, *«degree of learning to accomplish tasks»*

- Ευελιξία (Flexibility) : Προσαρμογή στην υλοποίηση των στόχων, «*adaptation to variation in tasks*»
- Στάση (Attitude): Η ικανοποίηση του χρήστη από το σύστημα , «*user satisfaction with the system*»

Σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο ISO 9241-11 (Bevan, 2001), η ευχρηστία ορίζεται ως ο βαθμός στον οποίο ένα προϊόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί από συγκεκριμένους χρήστες για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων με αποτελεσματικότητα, αποδοτικότητα και ικανοποίηση μέσα στο προκαθορισμένο πλαίσιο χρήσης. Τα χαρακτηριστικά τα οποία την συνοδεύουν είναι τα εξής:

- Αποτελεσματικότητα (Effectiveness): Η ακρίβεια και η αποτελεσματικότητα με την οποία οι χρήστες επιτυγχάνουν τους προκαθορισμένους στόχους τους. «*The accuracy and completeness with which users achieve specified goals.* »
- Αποδοτικότητα (Efficiency): Οι πόροι οι οποίοι σπαταλούνται σε σχέση με την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα με την οποία οι χρήστες επιτυγχάνουν τους στόχους τους. «*The resources expended in relation to the accuracy and completeness with which users achieve goals.* »
- Ικανοποίηση (Satisfaction): Η άνεση και η ικανοποίηση που αισθάνονται οι χρήστες ύστερα από την χρήση του συστήματος. «*The comfort and acceptability of use*»

Τέλος, στο ISO 9126 (Folmer & Bosch, 2004), η ευχρηστία ορίζεται πιο ολοκληρωμένα ως «ένα σύνολο χαρακτηριστικών του λογισμικού που έχει σχέση με την προσπάθεια που απαιτείται για την χρήση και με την ατομική αξιολόγηση μιας τέτοιας χρήσης από ένα σύνολο χρηστών» («*a set of attributes of software which bear on the effort needed for use and on the individual assessment of such use by a stated or implied set of users*»). Σύμφωνα με το ISO 9126, η ευχρηστία αποτελεί σίγουρα ένα κομμάτι του λεπτομερούς σχεδιασμού ενός ποιοτικού προϊόντος (software quality). Από την άλλη πλευρά επίσης, το λογισμικό θα πρέπει να ανταποκρίνεται τις ανάγκες του χρήστη (quality in use), ρόλος που ορίζει την «ποιότητα στην χρήση» και ταυτίζεται με την ευρεία έννοια της «ευχρηστίας». Επομένως στην φάση της ανάπτυξης του λογισμικού τα δύο αυτά στοιχεία θα πρέπει να συνδυάζονται με απώτερο στόχο ο σχεδιασμός να υλοποιηθεί με επίκεντρο τον χρήστη,

χωρίς όμως να παραβλέπεται ο σχεδιασμός του προϊόντος. Έτσι λοιπόν το ISO 9126 -1 (2000) ορίζει τα ακόλουθα μετρήσιμα χαρακτηριστικά της ευχρηστίας:

- Κατανόηση (Understandability): «*The capability of the software product to enable the user to understand whether the software is suitable, and how it can be used for particular tasks and conditions of use*». Η ικανότητα του προϊόντος που επιτρέπει στον χρήστη να κατανοεί κατά πόσο το λογισμικό είναι κατάλληλο για την χρήση που επιθυμεί και την εκπλήρωση συγκεκριμένων εργασιών κάτω από προκαθορισμένες συνθήκες.
- Εκμάθηση (Learnability): «*The capability of the software product to enable the user to learn its application*». Η δυνατότητα του λογισμικού να επιτρέπει στον χρήστη να το μάθει.
- Λειτουργικότητα (Operability): «*The capability of the software product to enable the user to operate and control it*». Η δυνατότητα του λογισμικού να επιτρέπει στο χρήστη να το λειτουργήσει και να το ελέγξει.
- Ελκυστικότητα (Attractiveness): «*The capability of the software product to be attractive to the user. For instance the use of colors or nature of graphical design*». Η ικανότητα του προϊόντος να γίνει ελκυστικό για το χρήστη όπως για παράδειγμα τα χρώματα, ο γραφικός σχεδιασμός κλπ.

Με βάση τους μέχρι τώρα ορισμούς, παρατηρείται η συμφωνία που υπάρχει μεταξύ σε πολλά σημεία, αλλά ταυτόχρονα παρατηρούνται και οι διαφορές τους. Οι διαφορές αυτές βοηθούν στο να αντιληφθεί κανείς την διαφορετική αντίληψη που υπάρχει στον ορισμό της έννοιας της «ευχρηστίας», αλλά και το μέγεθος της προσπάθειας που έχει καταβληθεί για να οριστούν τα χαρακτηριστικά της όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένα, ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να μετρηθούν και να την συνθέσουν. Με βάση τα παραπάνω τα χαρακτηριστικά που έχουν αναφερθεί μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε αντικειμενικά, όπως για παράδειγμα η αποδοτικότητα και η εκμάθηση, και υποκειμενικά, όπως για παράδειγμα η ικανοποίηση και η ελκυστικότητα. Όλοι οι ορισμοί της ευχρηστίας που αναφέρθηκαν είναι αποδεκτοί και υιοθετούνται για την μέτρηση της ευχρηστίας ενός συστήματος και συνοψίζοντας ένα σύστημα θεωρείται εύχρηστο όταν έχει την ικανότητα

να αλληλοεπιδρά με τους χρήστες αποτελεσματικά και αποδοτικά παρέχοντας τους ταυτόχρονα και την υποκειμενική τους ικανοποίηση.

2.2 Μέθοδοι αξιολόγησης Ευχρηστίας - Usability

Evaluation Methods (UEM)

Η αξιολόγηση της ευχρηστίας ενός λογισμικού αναφέρεται στο τρόπο με τον οποίο μπορεί να μετρηθεί η αποδοτικότητα και η αποτελεσματικότητα ενός συστήματος μαζί με την ικανοποίηση που παρέχει στους χρήστες του.

Οι μέθοδοι αξιολόγησης ενός συστήματος μπορούν να διακριθούν ανάλογα με την φάση που πραγματοποιούνται. Η αξιολόγηση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διαφορετικές φάσεις ενός συστήματος, είτε κατά την διάρκεια του σχεδιασμού του, είτε κατά την διάρκεια της υλοποίησης του σχεδιασμού του είτε κατά την φάση της λειτουργίας του. Ανάλογα λοιπόν με την φάση που υλοποιείται μια αξιολόγηση, διακρίνεται σε Διαμορφωτική (Formative evaluation) και σε Συμπερασματική αξιολόγηση (Summative evaluation)(Zaharias, 2003). Η διαμορφωτική αξιολόγηση υλοποιείται κατά την διάρκεια της υλοποίησης του προϊόντος και έχει σκοπό το σύστημα να υλοποιηθεί με τις αρχές της ευχρηστίας και ταυτόχρονα να το βελτιώσει με βάση τις προδιαγραφές της. Από την άλλη πλευρά, η συμπερασματική αξιολόγηση υλοποιείται μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης ενός συστήματος, πριν ή μόλις έχει δοθεί προς χρήση, και σε αυτή την περίπτωση αξιολογείται το κατά πόσο πληροί τις προδιαγραφές τις ευχρηστίας σε σχέση με αντίστοιχα συστήματα ή με προηγούμενες εκδόσεις του ίδιο συστήματος.

Από την άλλη πλευρά γίνεται μια επιπλέον κατηγοριοποίηση στις μεθόδους αξιολόγησης, η οποία λαμβάνει υπόψιν ποιος είναι εκείνος που εφαρμόζει την μέθοδο και πως. Για παράδειγμα η αξιολόγηση ενός συστήματος μπορεί να γίνει με την συμμετοχή των χρηστών μέσα σε ένα εργαστήριο ή όχι, μπορεί να γίνει καθαρά από εμπειρογνώμονες εξάγοντας τα δικά τους συμπεράσματα, μέθοδοι που αξιολογούν το σύστημα με ήδη υπάρχοντα συστήματα. Με βάση το προηγούμενο, η κατηγοριοποίηση των μεθόδων αξιολόγησης γίνεται σε μεθόδους επιθεώρησης (Inspection Methods), μεθόδους δοκιμής (Testing Methods) και ερευνητικές μεθόδους (Inquiry Methods) (Gupta, 2015; Shackel ,2009; Folmer & Bosch, 2004; Bernéus, 2010).

Η αξιολόγηση ενός συστήματος αποτελεί μια σημαντική διαδικασία καθώς μπορεί να απαλλάξει το σύστημα από μελλοντικά προβλήματα, αλλά κυρίως να συμβάλλει στην καλύτερη σχεδίαση και ανάπτυξη ενός συστήματος ή προϊόντος.

2.2.1 Μέθοδοι Επιθεώρησης - Αναλυτικές μέθοδοι

Στην συγκεκριμένη κατηγορία οι τεχνικές αξιολόγησης πραγματοποιούνται στο εργαστήριο από εμπειρογνώμονες, χωρίς την συμμετοχή χρηστών. Παρακάτω αναλύονται μερικές από τις αυτές (Gupta, 2015; Folmer & Bosch, 2004)

1. Heuristic evaluation: Αποτελεί μια γρήγορη και οικονομική αναλυτική μέθοδο η οποία εφαρμόζεται στο στάδιο της ανάπτυξης της εφαρμογής από μια ομάδα έμπειρων αξιολογητών. Στόχος των αξιολογητών είναι να επιθεωρήσουν την εφαρμογή με βάση αρχές της ευχρηστίας, προσπαθώντας να εντοπίσουν προβλήματα που την αφορούν και να αξιολογήσουν την σημαντικότητά τους.
2. Cognitive walkthrough: Η συγκεκριμένη αναλυτική μέθοδος διενεργείται επίσης από έμπειρους αξιολογητές, οι οποίοι διενεργούν σενάρια προσομοίωσης της συμπεριφοράς του χρήστη, εκτελώντας μια σειρά από βήματα για μια εργασία. Τα σενάρια αυτά που χρησιμοποιούνται πρέπει να περιγράφονται επαρκώς και επίσης δίνουν σημασία πάνω σε γνωστικά ζητήματα.
3. Feature inspection: Με βάση την συγκεκριμένη μέθοδο οι εμπειρογνώμονες αξιολογούν τις δυνατότητες που παρέχει το σύστημα σε σχέση με το αναμενόμενο αποτέλεσμα τους. Κάθε χαρακτηριστικό - δυνατότητα αναλύεται με βάση τα χαρακτηριστικά της ευχρηστίας και με βάση αυτά αξιολογείται.
4. Pluralistic walkthrough: Η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελεί μια παραλλαγή της cognitive walkthrough, όπου οι «δυνητικοί» χρήστες, με τους σχεδιαστές και τους εμπειρογνώμονες ελέγχουν μια σειρά σεναρίων που θα παρέχει το σύστημα. Πραγματοποιείται στο στάδιο του σχεδιασμού και έτσι αυτή η μέθοδος δίνει το πλεονέκτημα της αντιμετώπισης προβλημάτων ευχρηστίας σε πρωταρχικό στάδιο αλλά και στην ταχύτερη επίλυση τους.
5. Perspective-based inspection: Αποτελεί μια παραλλαγή της ευρετικής αξιολόγησης (heuristic evaluation), όπου οι λειτουργίες ελέγχονται από τρεις διαφορετικές

οπτικές γωνίες, τη χρήση αρχαρίων, τη χρήση εμπειρογνομόνων και τη διαχείριση σφαλμάτων, εξετάζοντας μια προοπτική κάθε φορά.

6. Standards inspection/guideline checklists: Με την συγκεκριμένη μέθοδο οι ερευνητές προσπαθούν να αξιολογήσουν και να «συμμορφώσουν» το σύστημα, με στόχο να ακολουθεί τα πρότυπα που έχουν καθοριστεί μέσα από μια λίστα πρωτοτύπων.
7. Consistency inspection: Οι αξιολογητές κρίνουν κατά πόσο υπάρχει συνέπεια στην εμφάνιση και στην λειτουργικότητα μιας οικογένειας αντίστοιχων συστημάτων.
8. Formal Usability Inspection: Η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελείται από έξι στάδια αξιολόγησης τα οποία αποτελούν τον συνδυασμό της Cognitive walkthrough και της Heuristic evaluation. Τα αποτελέσματα προκύπτουν από επίσημες επιθεωρήσεις λογισμικού, οι οποίες αποτελούνται από δομημένες δραστηριότητες με καθορισμένα βήματα και εκπαιδευμένους επιθεωρητές. Αυτή η μέθοδος είναι κατάλληλη για πιο περίπλοκο λογισμικό, όπου οι ομάδες που έχουν το προϊόν θέλουν να εντοπίσουν ελαττώματα ευχρηστίας και να δημιουργήσουν μια διαδικασία εντοπισμού και εξάλειψης μεγάλων σφαλμάτων ευχρηστίας.

2.2.2 Μέθοδοι δοκιμής

Στην συγκεκριμένη κατηγορία οι τεχνικές αξιολόγησης πραγματοποιούνται από κοινού από εμπειρογνώμονες και χρήστες, όπου διενεργείται ένα σύνολο ενεργειών από τους χρήστες. Σε αυτές τις μεθόδους οι εμπειρογνώμονες παρατηρούν και αναλύουν την αλληλεπίδραση που έχουν οι χρήστες με το σύστημα με στόχο να διεξαχθούν συμπεράσματα σε σχέση με την ευχρηστία. Παρακάτω αναλύονται μερικές από τις μεθόδους δοκιμής (Gupta, 2015):

1. Coaching method: Η μέθοδος καθοδήγησης επιτρέπει στους συμμετέχοντες να ρωτήσουν κάποιον εμπειρογνώμονα οποιαδήποτε ερώτηση κατά την διάρκεια της χρήσης του συστήματος. Αρχικός στόχος είναι να καθορίσει τις ανάγκες των χρηστών, π.χ. που χρειάζονται επιπλέον πληροφορία ή τεκμηρίωση στην εφαρμογή, με σκοπό να καθοριστούν οι περαιτέρω πληροφορίες που απαιτούνται κατά την

χρήση και να επανασχεδιαστεί στο σύστημα χωρίς να υπάρχει ανάγκη για αντίστοιχη ερώτηση.

2. Co-discovery learning: Σε αυτή την μέθοδο λαμβάνουν μέρος δύο χρήστες ή ομάδες χρηστών χωρισμένοι σε ομάδες των δύο προσπαθώντας να εκτελέσουν τις δραστηριότητες του συστήματος μαζί. Οι αξιολογητές παρατηρούν την συμπεριφορά τους κατά την διάρκεια της εκτέλεσης των εργασιών, τι σκέφτονται, τι ρωτούν κλπ., έτσι ώστε να παρατηρήσουν και να σημειώσουν προβλήματα ή λανθασμένες υποθέσεις που δημιουργούνται στο σύστημα.
3. Performance measurement: Σε αυτή την μέθοδο συλλέγονται δεδομένα σχετικά με την απόδοση των χρηστών κατά την διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών. Δεν υπάρχει συνεργασία μεταξύ των χρηστών και των αξιολογητών με σκοπό να μην επηρεαστούν τα αποτελέσματα απόδοσης.
4. Thinking aloud protocol: Είναι μια εμπειρική μέθοδος, η οποία χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ευχρηστίας με πραγματικούς χρήστες. Κατά την διάρκεια της αλληλεπίδρασης με την εφαρμογή, οι χρήστες εκφράζουν την σκέψη τους δυνατά και τα συμπεράσματα εξάγονται από την ομάδα των παρατηρητών - αξιολογητών. Αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον όταν κάποιος ακούει δύο χρήστες να συζητούν κατά την διάρκεια της αλληλεπίδρασης ή να παρατηρεί την συμπεριφορά τους. Για αυτό τον λόγο μπορεί κάποιος να παραβλέψει πιθανά μειονεκτήματα που έχει η συγκεκριμένη μέθοδος όπως μη αληθείς αντιδράσεις χρηστών με σκοπό να φανούν έξυπνοι ή ότι δεν συνάντησαν κάποιες δυσκολίες.
5. Question-asking protocol: Αυτή η μέθοδος αποτελεί μια παραλλαγή της μεθόδου thinking aloud όπου οι χρήστες που διεξάγουν το τεστ μπορούν να ρωτήσουν οτιδήποτε σχετικά με την εφαρμογή τους αξιολογητές. Σκοπός της μεθόδου αυτής είναι οι αξιολογητές να κατανοήσουν τον τρόπο σκέψης των χρηστών.
6. Remote testing: Σε αυτή τη μέθοδο οι χρήστες και οι αξιολογητές μπορούν να μην είναι παρόντες κατά την διάρκεια που οι χρήστες χρησιμοποιούν το σύστημα. Σε κάθε περίπτωση ο αξιολογητής λαμβάνει τα δεδομένα προς ανάλυση από τον χρήστη, τα οποία αξιολογεί και αναλύει βγάζοντας τα συμπεράσματά του.
7. Retrospective testing: Σε αυτή τη μέθοδο ο αξιολογητής μαζί με το χρήστη αναλύουν τις αντιδράσεις του μέσα από την παρακολούθηση ενός βίντεο.

8. Teaching method: Σε αυτή τη μέθοδο ο χρήστης αρχικά το χρησιμοποιεί με σκοπό να το μάθει και στην συνέχεια καλείται να το διδάξει σε ένα αρχάριο.

2.2.3 Ερευνητικές Μέθοδοι

Στην αυτή την κατηγορία οι τεχνικές αξιολόγησης πραγματοποιούνται από τους χρήστες, οι οποίοι χρησιμοποιούν το σύστημα σε πραγματικές συνθήκες και όχι σε φάση δοκιμών. Οι πληροφορίες που παράγονται από αυτούς συλλέγονται από τους ειδικούς και μελετώνται ώστε να βγουν συμπεράσματα σχετικά με την ευχρηστία. Παρακάτω αναλύονται μερικές από τις μεθόδους (Gurta, 2015):

1. Field Observation: Ένας παρατηρητής, από την ομάδα που αναπτύσσει το σύστημα, παρατηρεί τις ενέργειες του χρήστη στο χώρο που το χρησιμοποιεί. Με βάση τις παρατηρήσεις που συλλέγονται, σε συνδυασμό με τις αντιδράσεις των χρηστών, κατανοούν τον τρόπο που αντιδρούν οι χρήστες αλλά και το πώς το χρησιμοποιούν για να εκπληρώσουν τις ενέργειες τους.
2. Interviews/Focus groups: Στην συνέντευξη ο αξιολογητής ρωτά μια σειρά από ερωτήσεις στον χρήστη σχετικά με τα ζητήματα του συστήματος έχοντας σκοπό να κατευθύνει την συζήτηση. Ο χρήστης απαντά στις ερωτήσεις που διαβάζονται από τον αξιολογητή, ο οποίος καταγράφει επίσης και τις απαντήσεις που δώθηκαν. Στόχος της συγκεκριμένης μεθόδου είναι να παραχθούν πληροφορίες σχετικά με τις διαδικασίες των χρηστών αλλά και τις προσδοκίες τους από το σύστημα.
3. Logging actual use: Με αυτή την μέθοδο γίνεται συλλογή στατιστικών στοιχείων από το σύστημα μέσω ενός αρχείου όπου καταγράφονται λεπτομερώς οι κινήσεις των χρηστών κατά την διάρκεια της χρήσης. Το αρχείο αυτό περιλαμβάνει δεδομένα όπως τι λειτουργίες έχουν εκτελεστεί (συχνότητα κλπ.), σφάλματα, αναιρέσεις κλπ.
4. Proactive Field Study: Στο στάδιο του σχεδιασμού ενός συστήματος, οι αξιολογητές πηγαίνουν στον χώρο των χρηστών με σκοπό να κατανοήσουν την συμπεριφορά τους, τα χαρακτηριστικά τους αλλά και να παρατηρήσουν την ροή των εργασιών τους.

2.2.4 Μέθοδοι αξιολόγησης ήδη υπαρχόντων συστημάτων

Σε αυτή την κατηγορία μεθόδων αξιολόγησης, οι αξιολογητές έρχονται να αξιολογήσουν προηγούμενες εκδόσεις του συστήματος ή ανταγωνιστικά συστήματα που παρέχουν τις ίδιες υπηρεσίες με αυτά, για τον εντοπισμό προβλημάτων χρηστικότητας και την λήψη βασικών μέτρων για την επίλυση των προβλημάτων. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιούνται για αυτό τον σκοπό.

1. **Web Analytics:** Οι αναλύσεις και τα στατιστικά προκύπτουν αυτόματα από τους χρήστες ενός ιστοτόπου μέσα από το σύστημα κατά την διάρκεια της χρήσης του. Παρέχονται στατιστικά όπως για παράδειγμα ο αριθμός των επισκεπτών ενός ιστοτόπου, οι σύνδεσμοι που γίνονται κλικ, αν χρησιμοποίησαν κάποιες λειτουργίες του συστήματος ή όχι, καταγραφή λαθών κλπ. Τα δεδομένα που συλλέγονται είναι μετρήσιμα και περιέχουν αναλύσεις από μεγάλα δείγματα πληθυσμών, ακόμη και ολόκληρους πληθυσμούς. Η ανάλυση τέτοιου είδους δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να σχηματιστεί μια εικόνα σχετικά με την συμπεριφορά των χρηστών, να την κατανοήσουν και να βελτιώσουν το σύστημα. Παρόλα αυτά δεν μπορούν να δώσουν απαντήσεις σχετικά με τα κίνητρα των χρηστών αλλά και να μετρήσουν την υποκειμενική ικανοποίηση των χρηστών, η οποία μπορεί να αντληθεί με την χρήση άλλων μεθόδων αξιολόγησης όπως τα ερωτηματολόγια.
2. **Critical Incident Technique (CIT):** Αποτελεί μια μέθοδος συλλογής συμβάντων που συμβαίνουν σε ένα σύστημα από ειδικούς και από χρήστες με λιγότερη εμπειρία, με σκοπό να αποκτηθούν γνώσεις για την βελτίωση της επίδοσης των χρηστών του συστήματος. Η πληροφορία που συγκεντρώνεται έχει στόχο να χρησιμοποιηθεί ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες του συστήματος. Δημιουργείται λοιπόν μια λίστα από κακές και καλές συμπεριφορές που αξιολογούνται στο πως επηρεάζουν την απόδοση.

2.2.5 Μέθοδοι Ερωτηματολογίων και έρευνας

Οι μέθοδοι ερωτηματολογίου και έρευνας αποτελούν τις πιο διαδεδομένες μεθόδους για την μέτρηση της ευχρηστίας. Χρησιμοποιούνται για την συλλογή πληροφοριών από τους χρήστες των συστημάτων και απευθύνονται σε ένα μεγάλο πλήθος χρηστών που το

χρησιμοποιούν. Οι χρήστες απαντούν σε ένα σύνολο ερωτήσεων μέσα σε ένα μικρό χρονικό διάστημα.

Είναι αρκετά σημαντικές και χρήσιμες μέθοδοι όταν στόχος είναι να διερευνηθούν ζητήματα σχετικά με τις απόψεις, τις προτιμήσεις και την ικανοποίηση των χρηστών. Χρειάζεται μεγάλο πλήθος απαντήσεων ώστε να εκτιμηθεί η υποκειμενική ικανοποίηση των χρηστών αλλά και να αποκτήσει σημασία η έρευνα. Είναι μια μέθοδος έρευνας με χαμηλό κόστος και μπορεί να διανεμηθεί εύκολα καθώς το τελευταίο διάστημα είναι αρκετά διαδεδομένα τα on-line ερωτηματολόγια αλλά και οι εφαρμογές στις οποίες μπορεί κάποιος να δημιουργήσει το δικό του ερωτηματολόγιο ή να χρησιμοποιήσει κάποιο από τα ήδη προσφερόμενα από το σύστημα ανάλογα με το αντικείμενο της έρευνας του.

Για την αξιολόγηση και την μέτρηση της ευχρηστίας με τις συγκεκριμένες μεθόδους έχουν αναπτυχθεί διάφορα αποτελεσματικά πρωτότυπα ερωτηματολόγια τόσο προς την εγκυρότητα (validity) και την αξιοπιστία (reliability) των παραγόμενων αποτελεσμάτων. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια από αυτά τα πρότυπα ερωτηματολόγια:

1. Rating Scales: Μια σειρά αριθμών σε μια διαδοχική σειρά που χρησιμοποιούν οι ερωτηθέντες για την εκχώρηση μιας τιμής σε ένα δεδομένο θέμα.
2. System Usability Scale (SUS): Αποτελεί ένα γρήγορο τρόπο αξιολόγησης της ευχρηστίας («quick and dirty») και ταυτόχρονα αξιόπιστο εργαλείο. Αποτελείται από ένα ερωτηματολόγιο δέκα στοιχείων με πέντε επιλογές απάντησης από τους ερωτηθέντες (από Διαφωνώ απόλυτα έως συμφωνώ απόλυτα). Δημιουργήθηκε από τον John Brooke (1986) και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ευχρηστίας πολλών και διαφορετικών προϊόντων/συστημάτων και υπηρεσιών. Έχει καταστεί ως πρότυπο με αρκετές αναφορές και δημοσιεύσεις. Στα οφέλη του περιλαμβάνονται:
 - i. Διαθέτει μια εύκολη κλίμακα για την διαχείριση των συμμετεχόντων
 - ii. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μικρά μεγέθη δειγμάτων με αξιόπιστα αποτελέσματα
 - iii. Είναι έγκυρη και μπορεί αποτελεσματικά να διακρίνει τα εύχρηστα με τα μη εύχρηστα συστήματα.

Παρόλα αυτά θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν κάποια στοιχεία κατά την χρήση του, όπως το σύστημα της βαθμολόγησης, το γεγονός ότι τα αποτελέσματα δεν

αναφέρονται σε ποσοστά, καθώς επίσης δεν είναι ένα διαγνωστικό τεστ ευχρηστίας απλά χαρακτηρίζει το περιβάλλον που θα εφαρμοστεί ως εύχρηστο ή μη.

3. Website Analysis and Measurement Inventory (WAMMI): Μετράει την ικανοποίηση των χρηστών ζητώντας από τους χρήστες να συγκρίνουν τις προσδοκίες τους από το σύστημα με αυτά που στην πραγματικότητα βιώνουν κατά την διάρκεια της χρήσης του. Αποτελεί ένα τυποποιημένο ερωτηματολόγιο 20 ερωτήσεων και η ικανοποίηση των επισκεπτών συγκρίνεται με τιμές από την βάση δεδομένων αντίστοιχων ερευνών.
4. Questionnaire for User Interface Satisfaction (QUIS): Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο αποτελεί ένα εργαλείο που αναπτύχθηκε από μια ομάδα ερευνητών στο πανεπιστήμιο του Maryland στο College Park, στο εργαστήριο της επικοινωνίας ανθρώπου υπολογιστή. Αξιολογεί την υποκειμενική ικανοποίηση των χρηστών. Περιλαμβάνει ένα δημογραφικό ερωτηματολόγιο και ένα μέτρο συνολικής ικανοποίησης όπου μετρούνται ιεραρχικά εννιά παράγοντες του συστήματος. Αξιολόγηση παραγόντων της οθόνης, ορολογία, ανατροφοδότηση του συστήματος, μαθησιακοί παράγοντες, τεχνικά εγχειρίδια, online σεμινάρια, τηλεδιασκέψεις και εγκατάσταση λογισμικού. Είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να διαμορφώνεται ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε συστήματος αλλά παρέχει και την δυνατότητα να περιλαμβάνονται μόνο τα τμήματα που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για το χρήστη.

2.3 Από την ευχρηστία στην εμπειρία χρήστη - User Experience

Ο όρος εμπειρία χρήστη (User Experience - UX) χρησιμοποιείται από πολλούς την τελευταία δεκαετία και αντιπαραβάλλεται με τον όρο ευχρηστία, έννοια που όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως απεικονίζει την αλληλεπίδραση ενός συστήματος με τους χρήστες.

Η εμπειρία χρήστη διακρίνεται από την ευχρηστία (Nielsen & Norman, 2017) καθώς η ευχρηστία αποτελεί χαρακτηριστικό της ποιότητας του User Interface (UI) και καλύπτει κατά κύριο λόγο το πώς ένα σύστημα είναι εύκολο να το μάθει ο χρήστης, αποτελεσματικό

στην χρήση του και λειτουργικό. Από την άλλη πλευρά, η «εμπειρία χρήστη» περιλαμβάνει όλες τις πτυχές της αλληλεπίδρασης του τελικού χρήστη με την εταιρεία, τις υπηρεσίες της και τα προϊόντα της και αποτελεί μια πιο ευρύτερη έννοια. Η συγκεκριμένη έννοια έχει εξελιχθεί με την πάροδο των χρόνων, με τον επίσημο ορισμό να εμφανίζεται στο ISO 9241-210 όπου ορίζεται ως «οι αντιλήψεις και οι ανάγκες του ατόμου που προκύπτουν από την χρήση ή και την αναμενόμενη χρήση ενός προϊόντος, ενός συστήματος ή μιας υπηρεσίας», «*A person's perceptions and responses that result from the use or anticipated use of a product, system or service*» (Petrie & Bevan, 2009).

Η εμπειρία των χρηστών επικεντρώνεται στην κατανόηση των χρηστών που χρησιμοποιούν ένα σύστημα. Σκοπός είναι να κατανοηθεί πλήρως τι χρειάζονται οι χρήστες, ποιες είναι οι δυνατότητες τους και οι περιορισμοί τους. Αναφέρεται στα συναισθήματα και στις στάσεις του χρήστη κατά την διάρκεια της χρήσης ενός προϊόντος, ενός συστήματος ή μιας υπηρεσίας. Σύμφωνα και με τον Bevan (Bevan, 2009; Petrie & Bevan, 2009), η εμπειρία χρήσης περιλαμβάνει όλα τα συναισθήματα των χρηστών, τις πεποιθήσεις, τις προτιμήσεις, τις αντιλήψεις, τις φυσικές και ψυχολογικές αντιδράσεις, τις συμπεριφορές και τα επιτεύγματα που εμφανίζονται πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη χρήση. Αποτελεί έναν υποκειμενικό παράγοντα καθώς εξαρτάται από την ατομική αντίληψη που έχει ο χρήστης για το σύστημα, προϊόν ή υπηρεσία που χρησιμοποιεί και εξαρτώνται από την απόδοση και το περιβάλλον του. Η εμπειρία χρήστη μεταβάλλεται δυναμικά με την πάροδο του χρόνου καθώς οι συνθήκες χρήσης δεν είναι στατικές αλλά μεταβαλλόμενες (Law et. al., 2009). Μπορεί να μετρηθεί είτε πριν την χρήση (προσδοκώμενη ικανοποίηση κλπ.), είτε κατά την διάρκεια της χρήσης αλλά και μετά το πέρας αυτής.

Για να θεωρηθεί επιτυχημένη η εμπειρία χρήστη για ένα σύστημα ή για ένα προϊόν ή υπηρεσία θα πρέπει να έχουν κατανοηθεί και να προσδιοριστεί τα εξής:

- Ποιοι είναι οι χρήστες, «*What are really are our users?*»
- Τι ακριβώς κάνει τους χρήστες να ενδιαφερθούν, «*What makes them tick?*»
- Τι ελπίζουν να επιτύχουν, «*What are they hoping to accomplish?*»

Γενικά για να μπορέσει να επιτευχθεί υψηλή εμπειρία χρήσης πρέπει να καταβληθεί αρκετή προσπάθεια, όμως το αποτέλεσμα έχει τεράστιο αντίκτυπο.

Κεφάλαιο 2

3. Συστήματα διαχείρισης Ηλεκτρονικής Μάθησης

3.1 Ορισμός

Τα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης (Learning Management Systems – LMS) αποτελούν εφαρμογές λογισμικού (πλατφόρμες) για την διαχείριση, τεκμηρίωση, παρακολούθηση και παράδοση εκπαιδευτικών μαθημάτων ή προγραμμάτων κατάρτισης. Επικεντρώνονται στην ηλεκτρονική μάθηση και παρέχουν μια σειρά από εργαλεία για την διαχείριση των δραστηριοτήτων διδασκαλίας και μάθησης όπως (Althobaiti et. al., 2016):

- εργαλεία διαχείρισης μαθημάτων για το χειρισμό της παροχής περιεχομένου μαθήματος.
- εργαλεία για τη διαχείριση ομάδων στο διαδίκτυο. βοηθημάτων επικοινωνίας
- εργαλεία συλλογής αναθέσεων.
- εικονικές τάξεις
- και εργαλεία που επιτρέπουν αξιολογήσεις μαθητευόμενων και αξιολογήσεις μαθημάτων

Αποτελούν βασικό εργαλείο στην εκπαίδευση καθώς προσφέρουν ένα περιβάλλον εκμάθησης χωρίς να υπάρχει εξάρτηση από τον χρόνο ή την απόσταση.

3.2 Ευχρηστία στα Συστήματα διαχείρισης Μάθησης

Η αξιολόγηση της ευχρηστίας των συστημάτων διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί αποτελούν συστήματα με ραγδαία ανάπτυξη και αυξανόμενη πολυπλοκότητα. Σημαντικό σε τέτοιου είδους εφαρμογές είναι να είναι εύχρηστες, αποδοτικές και αποτελεσματικές, καθώς οι χρήστες που τις χρησιμοποιούν δεν είναι απλοί

χρήστες αλλά ταυτόχρονα και εκπαιδευόμενοι. Επίσης είναι πλατφόρμες οι οποίες διαχειρίζονται ειδικό - εκπαιδευτικό περιεχόμενο και χρησιμοποιούνται από διαφορετικούς χρήστες και με διαφορετικές ανάγκες.

Η αξιολόγηση της χρηστικότητας των συστημάτων διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης δεν αποτελεί μια τετριμμένη διαδικασία αξιολόγησης της ευχρηστίας (Zaharias & Poylymenakou, 2009). Ο προσδιορισμός των χρηστών, οι ανάγκες τους αλλά και η παιδαγωγική αξία των εφαρμογών αυτών αποτελούν στοιχεία που επηρεάζουν την αξιολόγηση των συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης. Όσο το δυνατόν καλύτερη αλληλεπίδραση υπάρχει ανάμεσα στους χρήστες και στις πλατφόρμες των LMS, τόσο βελτιώνεται η διδακτική αποτελεσματικότητα των συστημάτων αυτών, δηλαδή η συμβολή τους στην μαθησιακή διαδικασία και στην μαθησιακή εμπειρία των χρηστών.

Εάν ένα σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης δεν είναι εύχρηστο τότε η διαδικασία της μάθησης προς τον εκπαιδευόμενο εμποδίζεται. Είναι αρκετά σημαντικό λοιπόν τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για την ηλεκτρονική μάθηση να μπορούν να κινήσουν το ενδιαφέρον των μαθητών και να μην τους αποτρέπουν από την μάθηση. Ταυτόχρονα πρέπει να είναι εύχρηστα έτσι ώστε να μην συγχέουν τον εκπαιδευόμενο αλλά να τον βοηθούν στις εκπαιδευτικές του επιδόσεις.

3.3 Ο χρήστης στα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης

Οι χρήστες των LMS διαφοροποιούνται ανάλογα με τον ρόλο που έχουν μέσα σε αυτό και για αυτό το λόγο διαφοροποιούνται και οι στόχοι τους. Οι χρήστες ενός LMS είναι είτε εκπαιδευόμενοι, είτε εκπαιδευτικοί είτε απλοί διαχειριστές του συστήματος. Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στους εκπαιδευόμενους οι οποίοι αξιοποιούν την πλατφόρμα για να λάβουν γνώση και να επιτύχουν τους μαθησιακούς στόχους που τους έχουν τεθεί.

Η ιδιαιτερότητα των χρηστών αυτών οφείλεται στο γεγονός ότι δεν αποτελούν απλούς παραδοσιακούς χρήστες εφαρμογών οι οποίοι θα χρησιμοποιήσουν μια πλατφόρμα απλά για να περιηγηθούν, αλλά θα χρησιμοποιήσουν το LMS για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα με στόχο να αποκτήσουν την γνώση που επιθυμούν. Κατά την διάρκεια της χρήσης του LMS, ο εκπαιδευόμενος καλείται να αποκτήσει την μαθησιακή γνώση που

επιθυμεί και βρίσκεται στο σύστημα, ενώ ταυτόχρονα καλείται να μάθει πως θα το χρησιμοποιήσει το για να επιτύχει το πρώτο. Αυξημένη σημασία αποκτά η επίτευξη του πρώτου στόχου, να ολοκληρωθεί δηλαδή η εκπαιδευτική διαδικασία με όσο το δυνατόν καλύτερα αποτελέσματα για τον εκπαιδευόμενο. Δεν πρέπει όμως να παραβλέπεται και η ευχρηστία που πρέπει να παρέχει το σύστημα για να ολοκληρωθεί η εκπαιδευτική διαδικασία. Ο μαθητής θα πρέπει να μπορεί να αλληλοεπιδρά με την πλατφόρμα του LMS χωρίς όμως να χρειαστεί να αφιερώσει αρκετό χρόνο σε αυτό καθώς αυτό μπορεί να οδηγήσει στην απομάκρυνση του από την εκπαιδευτική διαδικασία.

Η ευχρηστία αλλά και η εμπειρία χρήστη παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα των LMS, γεγονός που συνεπάγεται και ποιότητα στην διαδικασία της εκμάθησης. Από την μια πλευρά η ευχρηστία εστιάζει στην επίτευξη των λειτουργιών που πρέπει να εκτελέσει ο χρήστης και από την άλλη η εμπειρία χρήστη εστιάζει στα συναισθήματα του χρήστη κατά την διάρκεια της αλληλεπίδρασής του με το σύστημα. Εάν ένα LMS δεν είναι εύχρηστο, ο εκπαιδευόμενος θα περάσει περισσότερο χρόνο προσπαθώντας να κατανοήσει πώς να το χρησιμοποιήσει παρά να ολοκληρώσει την εκπαιδευτική διαδικασία. Επομένως αν δεν λαμβάνονται υπόψη η ευχρηστία και η εμπειρία χρήστη, τότε το LMS δεν θα είναι ευχάριστο και ικανοποιητικό για τον εκπαιδευόμενο.

3.4 Μέθοδοι αξιολόγησης ευχρηστίας των LMS

Όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 1 έχουν αναπτυχθεί αρκετοί μέθοδοι αξιολόγησης της ευχρηστίας κάνοντας χρήση κάποιων γενικών χαρακτηριστικών και μπορούν να εφαρμοστούν σε διαφορετικού τύπου συστήματα χωρίς όμως να λαμβάνουν υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Για παράδειγμα για την αξιολόγηση της ευχρηστίας πολλοί ερευνητές χρησιμοποιούν διάφορες αναλυτικές μεθόδους που έχουν αναπτυχθεί, όπως Cognitive walkthrough ή Heuristic evaluation, ή ακόμα και μεθόδους με την εμπλοκή χρηστών, π.χ. Think Aloud ή SUS (System Usability Scale) (Nakamura et al., 2017). Οι μέθοδοι αυτοί επικεντρώνονται στα γενικά χαρακτηριστικά της ευχρηστίας που διέπουν ένα σύστημα ή ένα προϊόν χωρίς όμως να εξειδικεύουν σε ερωτήματα που αφορούν τις ιδιαιτερότητες των LMS και των χρηστών που το χρησιμοποιούν (Nakamura et.al 2017).

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί αρκετές μέθοδοι αξιολόγησης οι οποίες εστιάζουν στις εφαρμογές της ηλεκτρονικής μάθησης. Οι περισσότερες από αυτές αφορούν μεθόδους με την χρήση ερωτηματολογίου και περιλαμβάνουν παράγοντες που μετρούν την εκπαιδευτική ευχρηστία (Instructional Usability – Pedagogical usability) και παράγοντες που σχετίζονται με τα κίνητρα της μάθησης (motivation) συμπεριλαμβάνοντας όμως και τους γενικούς παράγοντες της ευχρηστίας (Ogunbase, 2014; Bernéus, 2010; Ardito et al., 2006; Jeffels, 2011; Giannakos, 2010).

Παρακάτω παρουσιάζονται πρότυποι μέθοδοι αξιολόγησης ευχρηστίας που έχουν αναπτυχθεί για την αξιολόγηση των LMS:

1) System Usability Evaluation (SUE Methodology): Η μεθοδολογία SUE στοχεύει στο καθορισμό ενός γενικού πλαισίου αξιολόγησης χρηστικότητας. Στην συγκεκριμένη μέθοδο συνδυάζονται οι μέθοδοι που εφαρμόζονται από εξειδικευμένους αξιολογητές (μέθοδοι επιθεώρησης) και οι μέθοδοι που προκύπτουν από δοκιμές χρηστών με σκοπό η αξιολόγηση να γίνει πιο αξιόπιστη αλλά και οικονομικά αποδοτική. Η SUE προτείνει το σύστημα να αξιολογηθεί από διαφορετικές οπτικές πλευρές αξιολογώντας όμως κοινούς παράγοντες. Αξιολογούνται τα γενικά χαρακτηριστικά της ευχρηστίας τα οποία πρέπει να ισχύουν σε όλα τα συστήματα, αλλά και ειδικά χαρακτηριστικά τα οποία σχετίζονται με την ιδιαίτερη φύση του κάθε συστήματος, αλλά και τους στόχους που έρχεται να υλοποιήσει το σύστημα. Οι μελέτες χρηστών σε συνδυασμό με την εμπειρία που έχουν οι εμπειρογνώμονες ευχρηστίας εντοπίζουν και συσχετίζουν τα ειδικά χαρακτηριστικά της. Για την αξιολόγηση της ευχρηστίας οι ειδικοί αξιολογητές χρησιμοποιούν κάποια ειδικά πρότυπα τα οποία ονομάζονται Abstract Tasks (AT) και οι χρήστες τα χρησιμοποιούν σε κάποιες «κρίσιμες» περιπτώσεις (Ardito et. al., 2006). Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των εφαρμογών που σχετίζονται με την ηλεκτρονική μάθηση και προσδιορίζει τις εξής τέσσερις διαστάσεις (Plantak Vukovak et. al., 2010):

- Παρουσίαση (presentation)
- Υπερπληρότητα (hypermediality)
- προ δραστηριότητα εφαρμογής (application proactivity) και

- δραστηριότητα των χρηστών (user activity)

Τα ΑΤ στην συνέχεια επιτρέπουν την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών των πλατφορμών ηλεκτρονικής μάθησης τα οποία ομαδοποιούνται στις εξής κατηγορίες:

- Εισαγωγή περιεχομένου και πρόσβαση σε αυτό (Content Insertion and Content Access)
- Τεχνική της «σκαλωσιάς» (Scaffolding), δηλαδή η δυνατότητα υποστήριξης των εκπαιδευόμενων που παρέχεται από τέτοιου είδους συστήματα
- Παράθυρα εκμάθησης (Learning Windows)

2) eLSE Methodology (e-Learning Systematic Evaluation - Συστηματική Αξιολόγηση Ηλεκτρονικής Μάθησης): Η μεθοδολογία eLSE προέρχεται από την μεθοδολογία SUE. Βασικό της χαρακτηριστικό είναι ότι κεντρικό σημείο αξιολόγησης της ευχρηστίας αποτελεί η αξιολόγηση από ειδικούς, η οποία ακολουθείται από την αξιολόγηση των χρηστών. Οι διαστάσεις της ηλεκτρονικής μάθησης που αξιολογούνται ονομάζονται TICS και περιγράφουν τις ίδιες έννοιες με την SUE αλλά με διαφορετικά ονόματα:

- Τεχνολογία - παρόμοιο με το χαρακτηριστικό της υπερπληρότητας της SUE
- Αλληλεπίδραση (Interaction) – Συνδυάζει την παρουσίαση και δραστηριότητα των χρηστών από την SUE
- Περιεχόμενο (Content) – αναφέρεται στην εκπαιδευτική διαδικασία και καλύπτεται από ένα μέρος της υπερπληρότητας
- Υπηρεσίες (Services) - προ δραστηριότητα εφαρμογής στην SUE

Κατά την προπαρασκευαστική φάση καθορίζονται οι ΑΤ, το περιεχόμενο εκμάθησης (Content Learnability) και η ποιότητα κατά την χρήση (Quality in Use). Μετά την επιθεώρηση όταν υπάρχει διαφωνία σχετικά με τα προβλήματα που προσδιορίστηκαν ανάμεσα στους επιθεωρητές εκτελούνται οι δοκιμές χρήστη. Οι χρήστες εκτελούν μια σειρά από συγκεκριμένες εργασίες (CT) που διατυπώνονται από ΑΤ και η διαδικασία ολοκληρώνεται μέσω της δημιουργίας μια έκθεσης αξιολόγησης. Η έκθεση αξιολόγησης περιλαμβάνει τα προβλήματα ευχρηστίας που

εντοπίστηκαν από την επιθεώρηση ΑΤ αλλά και κατά την διάρκεια των δοκιμών των χρηστών (Plantak Vukovak et. al., 2010).

- 3) MiLE+ Method (Milano – Lungo Evaluation Method): Η συγκεκριμένη μέθοδος περιλαμβάνει τεχνικές και στρατηγικές αξιολόγησης από διάφορες παραδοσιακές μεθόδους αξιολόγησης της ευχρηστίας. Στην αρχή αποτελούσε μια μέθοδο αξιολόγησης διαδικτυακών εφαρμογών όμως έχει χρησιμοποιηθεί και για την αξιολόγηση συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης. Η ευχρηστία αξιολογείται από «τεχνική» (technical) και «αντικειμενική» (objective) άποψη, ανεξάρτητα από τα χαρακτηριστικά της πλατφόρμας (requirements independent). Επίσης γίνεται και αξιολόγηση της εμπειρίας του χρήστη, όπου εξετάζεται αν εκπληρώνονται οι συγκεκριμένες ανάγκες των χρηστών στα προκαθορισμένα πλαίσια χρήσης (requirements dependent).

Η τεχνική επιθεώρηση αρχικά αξιολογεί χαρακτηριστικά όπως πλοήγηση, περιεχόμενο, τεχνολογία κλπ. χρησιμοποιώντας ευρετικές τεχνικές. Στην συνέχεια ο αξιολογητής προσπαθεί να αξιολογήσει το σύστημα προσπαθώντας να προβλέψει τα προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίζουν οι χρήστες με την χρήση της συγκεκριμένης εφαρμογής. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι πιο δομημένη και συστηματική σε σχέση με άλλες μεθόδους. Η συγκεκριμένη μέθοδος λαμβάνοντας υπόψιν τους διαφορετικούς ρόλους των χρηστών όμως δεν διαθέτει πολλά ευρετικά για την παιδαγωγική προοπτική ή τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό (Plantak Vukovak et. al., 2010).

- 4) Multi-Faced framework for Usability Evaluation of e-Learning applications: Η συγκεκριμένη μεθοδολογία συνδυάζει και αυτή διάφορες τεχνικές αξιολόγησης οι οποίες όμως διαθέτουν μια διαφορετική προσέγγιση. Ανεξάρτητα από τα αποτελέσματα της ευρετικής αξιολόγησης οι χρήστες καλούνται να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο. Οι αξιολογητές επίσης κινούνται στο ίδιο πλαίσιο αξιολόγησης όπου υπάρχουν 20 κριτήρια ευχρηστίας τα οποία ανήκουν στις εξής κατηγορίες:

- Εκμάθηση του λογισμικού με ευρετικά χαρακτηριστικά
- Ειδικά κριτήρια για εκπαιδευτικούς διαδικτυακούς τόπους
- Κριτήρια σχεδιασμού με επίκεντρο τον μαθητή.

Οι αξιολογητές απαρτίζονται από αξιολογητές ευχρηστίας χωρίς εμπειρία στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και στην διδασκαλία αλλά και από αξιολογητές ευχρηστίας με εμπειρία. Συγκεντρώνονται τα αποτελέσματα από τους χρήστες και τους αξιολογητές και δημιουργείται μια λίστα με τα προβλήματα ευχρηστίας που εντοπίζονται και αξιολογείται ο βαθμός σημαντικότητάς τους (Plantak Vukovak et. al., 2010).

5) Usability evaluation method for e-learning applications: Η συγκεκριμένη μέθοδος περιλαμβάνει την αξιολόγηση από τους χρήστες και διαθέτει ένα ερωτηματολόγιο ψυχομετρικού τύπου το οποίο χρησιμοποιείται για να μετρήσει την αντίληψη των μαθητών σχετικά με την ευχρηστία των εφαρμογών ηλεκτρονικής μάθησης. Σκοπός του ερωτηματολογίου είναι να μετρήσει το κίνητρο για μάθηση που δημιουργούν οι εφαρμογές ηλεκτρονικής μάθησης πέρα από τα χαρακτηριστικά της ευχρηστίας. Το κίνητρο για μάθηση αποτελεί ένα παράγοντα μέτρησης της ευχρηστίας στις πλατφόρμες της ηλεκτρονικής μάθησης καθώς συμβάλλει στην εκπαιδευτική διαδικασία. Το ερωτηματολόγιο χρησιμοποιεί τις ακόλουθες παραμέτρους :

- Πλοήγηση
- Μάθηση
- Προσβασιμότητα
- Συνοχή
- Οπτική Σχεδίαση
- Διαδραστικότητα
- Περιεχόμενο & Πόροι
- Χρήση Πολυμέσων
- Σχεδιασμός Στρατηγικών Μάθησης
- Καθοδήγηση & Υποστήριξη

Τα στοιχεία του ερωτηματολογίου μετράνε τον σχεδιασμό της εφαρμογής, τις εκπαιδευτικές παραμέτρους που πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά τον σχεδιασμό αλλά και το κίνητρο για μάθηση (Zaharias, 2003).

6) PMQL (Pedagogically Meaningful Learning Questionnaire): Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο στοχεύει στην μέτρηση της υποκειμενικής ικανοποίησης των

χρηστών από την χρήση συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης αλλά και τα μαθησιακά υλικά (learning materials). Αναπτύχθηκε με βάση τα κριτήρια της παιδαγωγικής και της τεχνικής ευχρηστίας. Η αξιολόγηση της παιδαγωγικής ευχρηστίας σε αυτή την μέθοδο πραγματοποιείται μέσω των εξής διαστάσεων:

- έλεγχος των μαθητών (Learner control)
- δραστηριότητα μαθητών (Learner activity)
- συνεργατική μάθηση (Cooperative/ Collaborative learning)
- στόχος προσανατολισμού (Goal orientation)
- εφαρμοσιμότητα (Applicability)
- προστιθέμενη αξία (Added value)
- κίνητρο (Motivation)
- αποτίμηση προηγούμενων γνώσεων (Valuation of previous knowledge)
- ευελιξία (Flexibility)
- ανάδραση (Feedback)

Κεφάλαιο 3

4. Ανάπτυξη ερωτηματολογίου

4.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η διαδικασία για την δημιουργία ενός πρότυπου ερωτηματολογίου για την μέτρηση της ευχρηστίας στα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης.

4.2 Μέρος 'Α - Δημογραφικά στοιχεία

Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου αποτελείται από ερωτήσεις που αφορούν την συλλογή δημογραφικών στοιχείων. Οι ερωτήσεις που αφορούν τα δημογραφικά στοιχεία είναι οι εξής:

- 1) Φύλλο
- 2) Ηλικία
- 3) Εκπαίδευση
- 4) Χώρα Ερωτηθέντος

4.3 Μέρος Β' – Ανάπτυξη ερωτηματολογίου

Οι περισσότεροι ερευνητές για την αξιολόγηση των συστημάτων LMS βασίζονται στην αξιολόγηση δύο επιμέρους κατηγοριών, την τεχνική ευχρηστία (Technical Usability) και την παιδαγωγική ευχρηστία (Pedagogical Usability), όπου το αποτέλεσμα τους αποδίδει την συνολική ευχρηστία τους ευχρηστίας (Giannakos, 2010; Ogunbase, 2014; Nokelainen, 2006; Nokelainen, 2016; Ardito et al., 2006).

Με την όρο «τεχνική» ευχρηστία γίνεται αναφορά στα γενικά χαρακτηριστικά που απαιτούνται να έχουν όλες οι διαδικτυακές εφαρμογές ώστε να τηρούνται τα γενικά κριτήρια της ευχρηστίας. Ένα σύστημα είναι εύχρηστο όταν έχει την ικανότητα να

αλληλοεπιδρά με συγκεκριμένους χρήστες αποτελεσματικά και αποδοτικά παρέχοντας τους ταυτόχρονα ικανοποίηση μέσα από την εκτέλεση συγκεκριμένων ενεργειών.

Η «παιδαγωγική» ευχρηστία αναφέρεται στην μαθησιακή αποτελεσματικότητα (learning effectiveness) και την αποτελεσματικότητα της μάθησης (learning efficiency). Η μαθησιακή αποτελεσματικότητα ορίζεται ως το άθροισμα των γνώσεων και των δεξιοτήτων που αποκτούνται και βελτιώνονται κατά την διάρκεια της μάθησης. Η αποτελεσματικότητα της μάθησης μπορεί να μετρηθεί μέσω της μαθησιακής απόδοσης που έχουν οι εκπαιδευόμενοι από την εκπαιδευτική διαδικασία (Giannakos, 2010).

Για την μέτρηση της ευχρηστίας στα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης μέσω αυτής της εργασίας θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος του ερωτηματολογίου όπως αναλύθηκε προηγουμένως. Λαμβάνοντας υπόψιν τις ιδιαιτερότητες των συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης, τους χρήστες που χρησιμοποιούν αυτές τις εφαρμογές αλλά και τον σκοπό που πρέπει να επιτευχθεί μέσα από την χρήση τους, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο το οποίο έχει ως στόχο την μέτρηση της ευχρηστίας τέτοιων συστημάτων.

Σύμφωνα με τη Μεθοδολογία Σχεδιασμού Ερωτηματολογίου (Zaharias, 2004) - Δείγμα δειγματοληψίας - είναι το στάδιο στο οποίο κατασκευάζεται μια δεξαμενή στοιχείων. Στόχος είναι να δημιουργηθούν μια σειρά από ερωτήσεις έτσι ώστε να αποτυπωθεί η σχέση των χαρακτηριστικών που θα μετρηθούν με την απαίτηση της έρευνας, δημιουργία μετρικών για την μέτρηση της ευχρηστίας.

Πολλές έρευνες εστιάζουν στα χαρακτηριστικά που προσδιορίζονται από τους ορισμούς της ευχρηστίας (Nielsen & Norman, Shackel, Dix, Abowd & Beale, ISO) και που θα πρέπει έχουν όλα τα συστήματα που αλληλοεπιδρούν με τους χρήστες. Με βάση λοιπόν τους ορισμούς και σύμφωνα με την βιβλιογραφική έρευνα παρακάτω παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά που έχουν χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της ευχρηστίας στα LMS.

1. Effectiveness: Η αποτελεσματικότητα ενός συστήματος επηρεάζει την ευχρηστία του (Al-Maani & Salameh, 2017; Novo-Corti et al., 2013; Giannakos, 2010) και θεωρείται ένα από τα χαρακτηριστικά που την απαρτίζουν.
2. Efficiency & Flexibility: Αντίστοιχα δυο ακόμη από τα χαρακτηριστικά της ευχρηστίας αποτελούν η αποδοτικότητα και η ευελιξία ενός συστήματος (Al-Maani & Salameh, 2017; Sahid et. al, 2016; Santoso et. al., 2016; Ka and Erturk, 2016;

Ogunbase, 2015; Nokelainen, 2016; Giannakos, 2010; Bernéus, 2010; Oztekin et. al., 2009).

3. Operability: Αρκετές έρευνες αξιολογούν τις λειτουργίες του συστήματος (Operability, System Functionality, Completeness), δηλαδή κατά πόσο ένα σύστημα είναι ολοκληρωμένο και παρέχει όλες εκείνες τις λειτουργίες τις οποίες θα έπρεπε να παρέχει (Al-Maani & Salameh, 2017; Simes and De Moraes, 2012; Medina-Flores and Morales-Gamboa, 2015; Thuseethan et. al., 2014; Oztekin et. al., 2009),
4. Errors: Ένα ακόμη χαρακτηριστικό αποτελεί η αξιολόγηση των σφαλμάτων (Errors, Error Management, Error Prevention, User Protection) που προκύπτουν από την χρήση του, αν είναι κατανοητά και εύκολα επιλύσιμα από τις οδηγίες που παρέχονται. Επίσης αξιολογείται και η συχνότητα εμφάνισης των σφαλμάτων μέσω αυτού του χαρακτηριστικού, ο αριθμός των σφαλμάτων και η συχνότητα εμφάνισής τους. (Al-Maani & Salameh, 2017; Bernéus, 2010; Ka & Erturk, 2016; Oztekin et. al., 2009; Ogunbase, 2015; Nokelainen, 2016)
5. Accessibility: Η προσβασιμότητα από διαφορετικούς τύπους χρηστών αποτελεί ένα ακόμη χαρακτηριστικό της ευχρηστίας στα LMS καθώς τέτοιου είδους εφαρμογές πρέπει να παρέχουν την δυνατότητα πρόσβασης σε διαφορετικούς τύπους χρηστών (διαχειριστές, εκπαιδευτικούς, μαθητευόμενους), με διαφορετικά επίπεδα χρήσης (αρχάριους, μέτριους, έμπειρους) αλλά και με χρήστες οι οποίοι έχουν ειδικά χαρακτηριστικά, όπως για παράδειγμα προβλήματα όρασης ή ακοής κλπ. (Al-Maani and Salameh, 2017; Bernéus, 2010; Unal & Unal, 2011; Rawi et al., 2017; Oztekin et. al., 2009; Nokelainen, 2016; Althobaiti et. al. 2016).
6. Learnability: Η δυνατότητα εκμάθησης ενός συστήματος LMS εύκολα και γρήγορα αποτελεί σημαντικό κριτήριο για την ευχρηστία του καθώς οι χρήστες στους οποίους απευθύνονται εισέρχονται σε αυτό για μικρό χρονικό διάστημα και η κύρια ενέργεια τους μέσα σε αυτό είναι να συμμετάσχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ο χρόνος που θα χρειαστεί να μάθουν το σύστημα δεν θα πρέπει να είναι αρκετός καθώς αυτό απομακρύνει τους εκπαιδευόμενους από την διαδικασία της μάθησης και τους αποτρέπει από την απόκτηση της γνώσης. Αποτελεί λοιπόν σημαντικό κριτήριο για την ευχρηστία ενός LMS το πόσο εύκολο είναι για τους εκπαιδευόμενους να εκτελέσουν τις εργασίες που συναντούν για πρώτη φορά μέσα

στο σύστημα. Η ευκολία δηλαδή με την οποία οι νέοι ή οι περιστασιακοί εκπαιδευόμενοι μπορούν να ολοκληρώσουν κάποια μαθησιακή δραστηριότητα χρησιμοποιώντας το σύστημα με όσο τον δυνατό πιο παραγωγικό τρόπο. (Al-Maani & Salameh, 2017; Bernéus, 2010; Sahid et. al., 2016; Santoso et. al., 2016; Simes & De Moraes, 2012; Ka & Erturk, 2016; Thuseethan et. al., 2014; Ogunbase, 2015; Nokelainen, 2016; Althobaiti et. al., 2016)

7. Memorability: Μέρος του προηγούμενου χαρακτηριστικού αποτελεί και η δυνατότητα που παρέχει το σύστημα να είναι εύκολο στην απομνημόνευση. Σε περίπτωση που ο χρήστης το χρησιμοποιήσει ξανά ή θα το χρησιμοποιήσει μελλοντικά, τότε είναι αρκετά σημαντικό να μην χρειαστεί ξανά να ανατρέξει σε οδηγίες για την χρήση του. (Bernéus, 2010; Unal & Unal, 2011; Ka & Erturk, 2016; Oztekin et. al., 2009; Nokelainen, 2016; Ogunbase, 2015)
8. Consistency: Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό αναφέρεται στο πως σε ένα σύστημα ακολουθείται μια συνέπεια στην λειτουργικότητά του σε σχέση με άλλα αντίστοιχα συστήματα ή προηγούμενες εκδόσεις του ίδιου συστήματος. (Bernéus, 2010; Simes & De Moraes, 2012; Ogunbase, 2015; Nokelainen, 2016).
9. Satisfaction - Attractiveness: Εδώ αξιολογείται η ικανοποίηση που λαμβάνει ο χρήστης μέσω της χρήσης των συστημάτων και το πόσο ελκυστικό το βρίσκει. (Al-Maani & Salameh, 2017; Alelaiwi & Hossain, 2015; Sahid et. al., 2016; Santoso et. al., 2016; Ka & Erturk, 2016; Thuseethan et. al., 2014; Ogunbase, 2015; Novo-Corti et. al., 2013).

Πέρα όμως από αυτά τα παραπάνω γενικά χαρακτηριστικά αρκετές έρευνες αξιολογούν και επιπλέον στοιχεία που αφορούν τα LMS, τα οποία είτε ήδη συμπεριλαμβάνονται στους ορισμούς είτε αφορούν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά που δεν υπάρχουν σε άλλου είδους συστήματα λόγω του γεγονότος ότι δεν υπάρχει ανάγκη και αναλύονται ως εξής:

1. Visual Design: Ο οπτικός σχεδιασμός επικεντρώνεται στην αισθητική ενός συστήματος και των χαρακτηριστικών του, παρουσιάζοντας στρατηγικά εικόνες, χρώματα, γραμματοσειρές και άλλα στοιχεία. Ένας επιτυχημένος οπτικός σχεδιασμός δεν αφαιρεί από το περιεχόμενο της σελίδας ή της λειτουργίας. Αντ' αυτού, το ενισχύει εμπλέκοντας τους χρήστες και συμβάλλοντας στην οικοδόμηση εμπιστοσύνης και ενδιαφέροντος για το εμπορικό σήμα. Στην περίπτωση των LMS

αναφερόμαστε στον σχεδιασμό της πλατφόρμας προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η γνωστική υπερφόρτωση, να προσελκύσει την προσοχή του εκπαιδευόμενου κλπ. (Bernéus, 2010; Unal & Unal, 2011; Alelaiwi & Hossain, 2015; Rawi et. al., 2017; Thuseethan et. al., 2014; Oztekin et. al., 2009; Ivanc et. al., 2012; Nokelainen, 2016; Althobaiti et. al., 2016)

2. Learning Support and Guidance: Η ηλεκτρονική βοήθεια ή τεκμηρίωση θα πρέπει να είναι γραμμένη με σαφήνεια. Σε περίπτωση που ο χρήστης θα χρειαστεί βοήθεια θα πρέπει να είναι εύκολο και ευδιάκριτο να βρει την λύση του προβλήματος του είτε μόνος του είτε με την βοήθεια τρίτων που υποστηρίζουν το σύστημα. (Bernéus, 2010; Unal & Unal, 2011; Simes & De Moraes, 2012; Oztekin et. al., 2009; Ivanc et. al., 2012; Nokelainen, 2016; Althobaiti et. al., 2016)
3. Navigation: Ο όρος πλοήγηση αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευόμενοι κινούνται μέσα από τις οδηγίες που παρέχονται στο LMS αλλά και τον τρόπο που σχεδιάζεται η οδηγία για να διευκολύνει την κατανόηση της οργάνωσης και της δομής του περιεχομένου του συστήματος. (Bernéus, 2010; Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015; Oztekin et. al., 2009; Nokelainen, 2016; Althobaiti et. al., 2016)
4. Content – Learner Activity: Αναφέρεται στον τρόπο σχεδιασμού του μαθησιακού περιεχομένου και των πόρων που απαιτούνται για την υποστήριξη αποτελεσματικής μάθησης. Αξιολογείται η δομή των μαθησιακών αντικειμένων όπως για παράδειγμα αν έχουν οριστεί και αν είναι ξεκάθαροι οι μαθησιακοί στόχοι, αν είναι δομημένοι σε μικρές ενότητες οι οποίες δεν κουράζουν τον εκπαιδευόμενο να τις παρακολουθήσει, αν οι δραστηριότητες που καλούνται οι εκπαιδευόμενοι να υλοποιήσουν είναι σχεδιασμένες με σκοπό να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για μάθηση κλπ. (Bernéus, 2010; Unal & Unal, 2011; Alelaiwi & Hossain, 2015; Rawi et. al., 2017; Takashi Nakamura et. al., 2017; Oztekin et. al., 2009; Ivanc et. al., 2012; Nokelainen, 2016; Althobaiti et. al., 2016)
5. Feedback - Assessment: Αξιολογείται αν το μάθημα παρέχει στους εκπαιδευόμενους ευκαιρίες να έχουν πρόσβαση σε μια διευρυμένη ανατροφοδότηση από εκπαιδευτές, εμπειρογνώμονες, συνομηλίκους ή άλλους μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή άλλων επικοινωνιών μέσω Διαδικτύου. Η

ανατροφοδότηση που δίνεται σε κάθε συγκεκριμένη χρονική στιγμή είναι προσαρμοσμένη στο περιεχόμενο που μελετάται, στο πρόβλημα που επιλύεται ή στο έργο που ολοκληρώνεται από τον εκπαιδευόμενο. (Bernégus, 2010; Unal & Unal, 2011; Alelaiwi & Hossain, 2015; Takashi Nakamura et. al., 2017; Oztekin et. al., 2009; Althobaiti et. al., 2016)

6. **Interactivity:** Εδώ αξιολογείται το κατά πόσο το σύστημα παρέχει την δυνατότητα αλληλεπιδράσεων αλλά επίσης και την παροχή διάφορων εργασιών που υποστηρίζουν την ουσιαστική μάθηση. Αξιολογείται αν οι εκπαιδευόμενοι εκτελούν δραστηριότητες που είναι ευθυγραμμισμένες με τους στόχους της μάθησης όπως για παράδειγμα αν χρησιμοποιούνται παιχνίδια, προσομοιώσεις, δραστηριότητες ρόλων και μελέτες περιπτώσεων για να κερδίσει την προσοχή, να διατηρήσει το ενδιαφέρον και να διατηρήσει το κίνητρο του εκπαιδευόμενου. (Oztekin et. al., 2009; Althobaiti et. al., 2016; Rawi et. al., 2017; Takashi Nakamura et. al., 2017; Oztekin et. al., 2010)
7. **Learning Supportive tools:** Αξιολογείται η χρήση και η ενσωμάτωση διαφόρων μέσων στο σχέδιο ηλεκτρονικής μάθησης, εργαλεία διαχείρισης της μάθησης (ανέβασμα αρχείων, media use κλπ.). Πρέπει να εξυπηρετούν σαφείς παιδαγωγικούς και / ή κινητήριους σκοπούς. (Bernégus, 2010; Unal & Unal, 2011; Takashi Nakamura et. al., 2017; Ivanc et. al., 2012; Nokelainen, 2016)
8. **Learning Strategies Design:** Αξιολογείται η δυνατότητα που παρέχει το LMS έτσι ώστε ο σχεδιασμός των μαθημάτων που παρέχονται να έχει γίνει με καινοτόμες στρατηγικές εκμάθησης όπως συνεργατική μάθηση (collaborative learning) κλπ. (Unal & A. Unal, 2011; Alelaiwi & Hossain, 2015; Takashi Nakamura et. al., 2017; Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015; Oztekin et al., 2009; Ivanc et. al., 2012; Nokelainen, 2016)
9. **Learner Control:** Ο έλεγχος των μαθητών αναφέρεται σε εκπαιδευτικές στρατηγικές μέσω των οποίων οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να ασκήσουν κάποιο επίπεδο ελέγχου στα γεγονότα της διδασκαλίας. Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές λαμβάνουν τις δικές τους αποφάσεις σχετικά με την ακολουθία, το ρυθμό, τη ροή, το ποσό και την αναθεώρηση της διδασκαλίας. Παρά το γεγονός ότι το σύστημα επιτρέπει στους μαθητές να ελέγχουν τη δική τους μαθησιακή διαδικασία,

συνεπάγεται ότι ο εκπαιδευτικός έλεγχος παραδίδεται στους μαθητευόμενους προκειμένου να προσαρμόζονται στις ατομικές τους ιδιαιτερότητες με στόχο να μεγιστοποιήσουν τους στόχους που έχουν θέσει. (Ogunbase, 2015; Ivanc et. al., 2012; Nokelainen, 2016)

10. Motivation to Learn: Αξιολογείται η συμβολή του συστήματος έτσι ώστε να αναπτυχθεί το κίνητρο των εκπαιδευόμενων προς μάθηση. Θα πρέπει η σχεδίαση του μαθήματος να ενσωματώνει νέα χαρακτηριστικά εκπαίδευσης, να διεγείρει τους μαθητές για περαιτέρω έρευνα αλλά να παρέχει και ποικίλες μαθησιακές δραστηριότητες που αυξάνουν την επιτυχία της μάθησης. (Bernérus, 2010; Sahid et. al, 2016; Santoso et. al, 2016; Zaharias & Pappas, 2017; Takashi Nakamura et. al., 2017; Ogunbase, 2015; Ivanc et. al., 2012; Nokelainen, 2016; Althobaiti et. al., 2016)

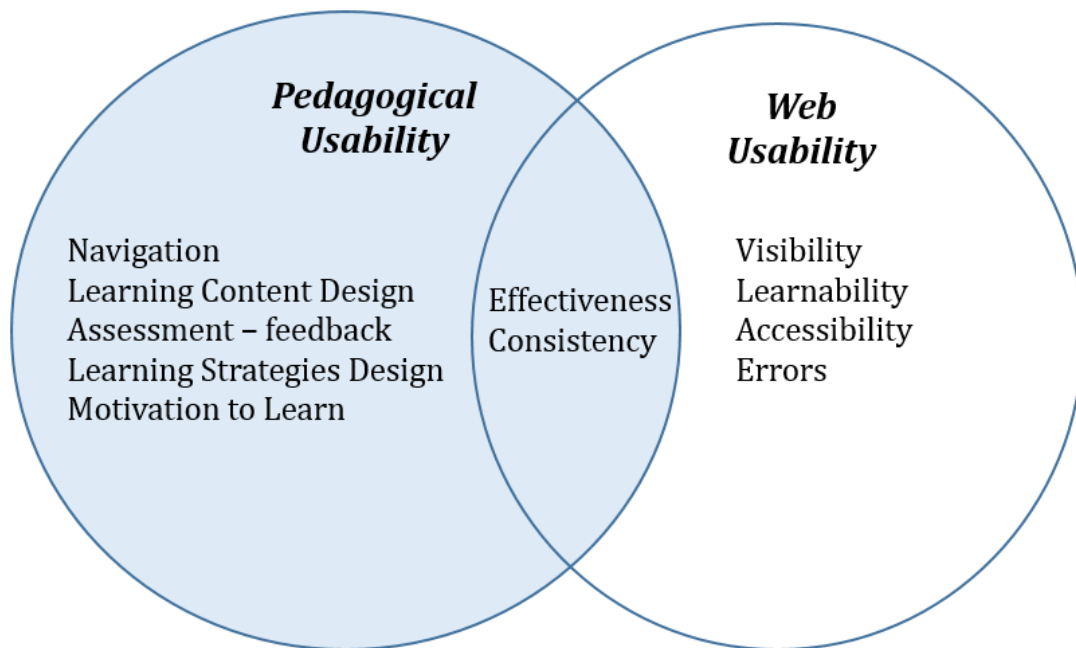
Η παρούσα εργασία εστιάζει στην αξιολόγηση της ευχρηστίας από την πλευρά των εκπαιδευόμενων. Σε συνέχεια της ανάλυσης των χαρακτηριστικών που έχουν αναφερθεί σε αντίστοιχες έρευνες πολλά από τα χαρακτηριστικά μπορούν να αξιολογηθούν μέσω των μεθόδων που δεν απαιτούν την εμπλοκή των χρηστών αλλά πολλά απαιτούν την ενεργή συμμετοχή τους για την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων. Η διάκριση των χαρακτηριστικών που έχουν επιλεγεί γίνεται σε δύο επίπεδα, την ευχρηστία σε επίπεδο εφαρμογής (web usability) και την παιδαγωγική ευχρηστία (pedagogical usability).



Εικόνα 1: Ευχρηστία των LMS

Το κριτήριο για την επιλογή των χαρακτηριστικών που απαρτίζουν το ερωτηματολόγιο της παρούσης εργασίας είναι να επιλεγούν εκείνα τα χαρακτηριστικά τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί σε έρευνες που απαιτούν την συμμετοχή χρηστών και έχουν υλοποιηθεί

σε προηγούμενες έρευνες οι οποίες χρησιμοποιούν την μέθοδο των ερωτηματολογίων. Στην εικόνα 2 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά που έχουν επιλεγεί με βάση το κριτήριο που προαναφέρθηκε και τοποθετούνται στην αντίστοιχη κατηγορία ευχρηστίας, web usability και pedagogical usability, που συμμετέχει στην συνολική ευχρηστία των LMS.



Εικόνα 2: Χαρακτηριστικά συνολικής ευχρηστίας LMS

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ερωτήσεις που έχουν επιλεγεί με βάση την βιβλιογραφική έρευνα που διεξήχθη και αφορά στην μέτρηση της ευχρηστίας ενός συστήματος διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης. Το παρακάτω ερωτηματολόγιο έχει δημιουργηθεί σε δυο εκδόσεις ελληνική και αγγλική και οι ερωτήσεις έχουν τοποθετηθεί στο χαρακτηριστικό το οποίο επηρεάζουν.

No	Ελληνική Έκδοση	Αγγλική Έκδοση	Αναφορές
Visibility			
1	Η πιο σημαντική πληροφορία έχει τοποθετηθεί στην οθόνη σε σημείο ώστε να μπορεί να ελκύσει τους εκπαιδευόμενους	The most important information on the screen is placed in areas most likely to attract the learners' attention	Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015; Althobaiti et. al., 2016

2	Τα γραφικά και το κείμενο είναι ευανάγνωστα	The text and graphics are readable	Althobaiti et. al., 2016; Oztekin et. al., 2009
3	Οι γραμματοσειρές είναι εύκολο να διαβαστούν στην οθόνη αλλά και όταν εκτυπωθούν	Fonts (style, color etc.) are easy to read in both on-screen and in printed versions	Althobaiti et. al., 2016
4	Το LMS παρέχει σωστή ακαδημαϊκή ανατροφοδότηση σχετικά με τις δραστηριότητες των φοιτητών όπως η ημερομηνία λήξης του προγράμματος ή η ημερομηνία των εξετάσεων κλπ	The LMS provides proper academic feedback about student activities like project deadline or exams date etc.	Medina-Flores & Morales-Gamboa , 2015; Bernéus , 2010; ;Alsumait & Al-Osaimi, 2010
5	Οι εκπαιδευόμενοι γνωρίζουν πάντα που βρίσκονται στο μάθημα	Learners always know where they are in course	Althobaiti, Mayhew, and Jusur, 2016;Alsumait and Al-Osaimi, 2010
Navigation			
6	Οι μαθητευόμενοι γνωρίζουν που βρίσκονται όταν χρησιμοποιούν το LMS και μπορούν εύκολα να πλοηγηθούν όπου επιθυμούν	Learners can easily understand where they are in the LMS while using it and can easily understand where to go.	Ka & Erturk, 2016; Althobaiti et. al., 2016; Zaharias & Pappas, 2016
7	Το LMS επιτρέπει στον εκπαιδευόμενο να φύγει όποτε το επιθυμεί, αλλά να επιστρέψει εύκολα στο πλησιέστερο λογικό σημείο του μαθήματος	The courses allow the learner to leave whenever desired but easily return to the closest logical point in the course	Althobaiti et. al., 2016; Oztekin et. al., 2009; Thuseethan et. al., 2014
8	Το LMS έχει μια απλή δομή πλοήγησης και οι σχετικές πληροφορίες είναι μαζί	The LMS has a simple navigational structure and related information is place together.	Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015; Zaharias & Pappas, 2016
9	Το περιεχόμενο είναι διαθέσιμο στο κατάλληλο σημείο για τον εκπαιδευόμενο	The online material is available at locations suitable for learners	Thuseethan et. al., 2014
10	Οι ίδιες λέξεις, έννοιες, κατάσταση, σύμβολα ή ενέργειες αναφέρονται στο ίδιο πράγμα.	The same words, concepts, situation, symbols or actions refer to the same thing.	Medina-Flores and Morales-Gamboa, 2015; Zaharias & Pappas, 2016

Learnability			
11	Είναι εύκολο να μάθει κάποιος να χρησιμοποιεί το LMS	It was easy to learn to use the LMS	Thuseethan et. al., 2014; Rawi et. al., 2017; Santoso et. al., 2016; Sahid et. al., 2016; Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015
12	Το LMS είναι ακατανόητα περίπλοκο	The LMS is unnecessarily complex	Thuseethan et. al., 2014; Ka & Erturk, 2016; Santoso et. al., 2016; Sahid et. al., 2016
13	Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να μάθουν να χρησιμοποιούν το LMS γρήγορα	Learners can learn fast how to use the LMS	Ka & Erturk, 2016; Thuseethan et. al., 2014
14	Η διάταξη του μαθήματος έχει οργανωθεί έτσι ώστε η εκτεταμένη αναζήτηση της ηλεκτρονικής βοήθειας ή άλλης τεκμηρίωσης να μην παρεμβάλλεται στην εκμάθηση και / ή στην εύρεση των επιθυμητών πληροφοριών	The layout of the course is organized in a way so that the extensive consultation of online help or other documentation does not interfere with learning and/or finding the desired information	Althobaiti et. al., 2016
15	Οι μαθητές καθοδηγούνται καθώς εκτελούν καθήκοντα.	Learners are guided as they perform tasks.	Zaharias & Pappas, 2016
Accessibility			
16	ο LMS είναι συμβατό με τα κοινά προγράμματα περιήγησης σε κοινό υλικό (τεμάχια, φορητές συσκευές, tablet κ.λπ.)	The LMS is compatible with common browsers on common hardware (pcs, mobile devices, tablets etc.)	Zaharias & Pappas, 2016; Alsumait & Al-Osaimi, 2010
17	Οι σελίδες εμφανίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε αν αλλαχθούν με σκοπό να εμφανίζονται με την default εμφάνιση να μην χάνεται πληροφορία	Pages are displayed in such a way that those who choose to change default display characteristics to accommodate visual impairments or preferences may do so	Althobaiti et. al., 2016; Oztekin et. al., 2010

		without loss of information	
18	Οι σελίδες του μαθήματος και το περιεχόμενο κατεβαίνουν γρήγορα	The pages and other components of the Web course download quickly	Althobaiti et. al., 2016; Oztekin et. al., 2010
19	Το μάθημα μπορεί να εγκατασταθεί, απεγκατασταθεί και να ξεκινήσει εύκολα	The course is easy to install, uninstall, and launch	Althobaiti, Mayhew, and Jusur, 2016
20	Υπάρχουν εναλλακτικές διαδρομές για το περιεχόμενο και τις δραστηριότητες του μαθήματος	There are alternative pathways to course content and activities available	Oztekin et. al., 2010
Effectiveness			
21	Το LMS βοηθά τους εκπαιδευόμενους να είναι πιο αποτελεσματικοί και παραγωγικοί.	The LMS helps learners to become more effective and productive.	Rawi et. al., 2017; Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015
22	Απαιτεί τα λιγότερα βήματα για να επιτευχθεί αυτό που θέλω να κάνω με αυτό.	It requires the fewest steps possible to accomplish what I want to do with it.	Rawi et. al., 2017; Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015
23	Όπου ενδείκνυται, οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να αναλάβουν την πρωτοβουλία σχετικά με το περιεχόμενο και τη σειρά της μάθησης.	Where appropriate, learners can take the initiative regarding the content and sequence of learning.	Zaharias & Pappas, 2016; Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015
24	Το πρόγραμμα ηλεκτρονικής μάθησης έχει σχεδιαστεί για να επιταχύνει τις αλληλεπιδράσεις για τον εξειδικευμένο μαθητή αλλά και για να καλύψει τις ανάγκες του άπειρου εκπαιδευόμενου.	The e-learning program is designed to speed up interactions for the expert learner, but also to cater to the needs of the inexperienced learner.	Bernéus, 2010; Rawi et. al., 2017; Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015; Alsumait & Osaimi, 2010
25	Είναι εύκολο στην χρήση	It is easy to use	Thuseethan et. al., 2014;

26	Το LMS είναι πολύ αργό	The LMS is very slow	Ka & Erturk, 2016; Santoso et. al., 2016; Sahid et. al., 2016
Errors			
27	Το πρόγραμμα ηλεκτρονικής μάθησης είναι προσεκτικά σχεδιασμένο για να αποτρέψει την εμφάνιση κοινών προβλημάτων	The e-learning program is carefully designed to prevent common problems from occurring in the first place	Bernérus, 2010; Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015; Alsumait & Osaimi, 2010
28	Το σύστημα βοηθάει τον χρήστη να μην κάνει σοβαρά λάθη	The system help user not to make serious errors.	Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015; Alsumait & Osaimi, 2010
Consistency			
29	Το LMS είναι σχεδιασμένο παρόμοια με αντίστοιχες πλατφόρμες	The LMS follows common platform standards.	Bernérus, 2010; Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015;
30	Η ορολογία των λειτουργιών χρησιμοποιείται με συνέπεια σε όλο το μάθημα	Terminology of the functions is used consistently throughout the course	Althobaiti et. al., 2016; Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015; Alsumait & Osaimi, 2010
31	Οι γραμματοσειρές, τα χρώματα και τα μεγέθη είναι συνεπή καθ'όλη την διάρκεια του μαθήματος	The fonts, colors, and sizes are consistent throughout the course	Althobaiti et. al., 2016; Bernérus, 2010; Oztekin et. al., 2010; Alsumait & Al-Osaimi, 2010
32	Το μάθημα διατηρεί ένα κατάλληλο επίπεδο συνέπειας στο σχεδιασμό του από το ένα μέρος του μαθήματος προς κάποιο άλλο	The course maintains an appropriate level of consistency in its design from one part of the course to another	Althobaiti et. al., 2016; Alsumait & Al-Osaimi, 2010
Learning Content Design			
33	Αφηρημένες έννοιες (αρχές, τύποι, κανόνες κ.λπ.) απεικονίζονται με συγκεκριμένα παραδείγματα	Abstract concepts (principles, formulas, rules, etc.) are illustrated with concrete, specific examples.	Bernérus, 2010; Althobaiti et. al., 2016; Alsumait & Al-Osaimi, 2010

34	Το υλικό είναι ακριβές και επίκαιρο.	The provided information (Learning Objects) contained on the system current, timely, accurate, and relevant?	Oztekin et. al., 2009, Althobaiti et. al., 2016, Alsumait & Al-Osaimi, 2010)
35	Το λεξιλόγιο και η ορολογία που χρησιμοποιούνται είναι κατάλληλα για τους εκπαιδευόμενους.	The vocabulary and terminology used are appropriate for the learners.	Bernéus, 2010; Althobaiti et. al., 2016; Alsumait & Al-Osaimi, 2010
36	Η οργάνωση του περιεχομένου και των αντικειμένων μάθησης είναι κατάλληλη για την επίτευξη των πρωταρχικών στόχων του προγράμματος ηλεκτρονικής μάθησης.	The organization of the content pieces and learning objects is suitable to achieve the primary goals of the e-learning program.	Bernéus, 2010; Althobaiti et. al., 2016; Alsumait & Al-Osaimi, 2010
37	Παρόμοια μαθησιακά αντικείμενα οργανώνονται με παρόμοιο τρόπο	Similar Learning objects are organized in a similar way	Alsumait & Al-Osaimi, 2010
Assessment - Feedback			
38	Το πρόγραμμα ηλεκτρονικής μάθησης διατηρεί το πιο ευχάριστο ενήμερο σχετικά με το τι συμβαίνει μέσω κατάλληλης ανάδρασης μέσα σε εύλογο χρονικό διάστημα.	The e-learning program keeps the learner informed about what is happening through appropriate feedback within a reasonable time.	Bernéus, 2010; Medina-Flores & Morales-Gamboa, 2015; Zaharias & Pappas, 2016
39	Οι εξετάσεις και άλλες αξιολογήσεις αξιολογούν επαρκώς την εκπλήρωση των μαθησιακών στόχων	Posttests and other assessments adequately measure accomplishment of the learning objectives	Althobaiti et. al., 2016; Oztekin, Kong, & Uysal, 2010
40	Η ανατροφοδότηση που δίνεται σε κάθε συγκεκριμένη χρονική στιγμή είναι προσαρμοσμένη στο περιεχόμενο που μελετάται, το πρόβλημα που επιλύεται ή το έργο που	Feedback given at any specific time is tailored to the content being studied, problem being solved, or task being completed by the learner	Althobaiti et. al., 2016; Bernéus, 2010; Zaharias & Pappas, 2016

	ολοκληρώνεται από τον εκπαιδευόμενο		
41	Το μάθημα παρέχει ευκαιρίες αυτοαξιολόγησης που προάγουν την επίτευξη του μαθητή	The course provides opportunities for self-assessments that advance learner achievement	Althobaiti et. al., 2016; Bernérus, 2010; Alsumait & Al-Osaimi, 2010
42	Το πρόγραμμα ηλεκτρονικής μάθησης παρέχει στον εκπαιδευτή εκθέσεις αξιολόγησης και παρακολούθησης μαθητευόμενου.	The e-learning program provides the instructor with learner evaluation and tracking reports.	Bernérus, 2010; Alsumait & Al-Osaimi, 2010
Learning Strategies Design			
43	Το μάθημα παρέχει ευκαιρίες και υποστήριξη στη μάθηση μέσω αλληλεπίδρασης με άλλους μέσω συζήτησης ή άλλων συνεργατικών δραστηριοτήτων	The course provides opportunities and support for learning through interaction with others through discussion or other collaborative activities	Oztekin et. al., 2010; Althobaiti et. al., 2016; Oztekin et. al., 2009
44	Το μάθημα Web παρέχει στους μαθητές ευκαιρίες να προβληματιστούν	The Web course provides the learners opportunities to reflect	Bernérus, 2010; Althobaiti et. al., 2016
45	Το LMS υποστηρίζει διαφορετικές στρατηγικές μάθησης.	The LMS supports different strategies for learning.	Zaharias & Pappas, 2016
Motivation To Learn			
46	Το μάθημα είναι ενδιαφέρον	The course is very interesting	Sahid et. al., 2016; Santoso et. al., 2016; Althobaiti et. al., 2016; Bernérus, 2010
47	Το μάθημα παρέχει στους μαθητές συχνές και ποικίλες μαθησιακές δραστηριότητες που αυξάνουν την επιτυχία της μάθησης.	The course provides learner with frequent and varied learning activities that increase learning success.	Althobaiti et. al., 2016; Alsumait & Al-Osaimi, 2010

48	Το μάθημα Web χρησιμοποιεί παιχνίδια, προσομοιώσεις, δραστηριότητες ρόλων και μελέτες περιπτώσεων για να κερδίσει την προσοχή, να διατηρήσει το ενδιαφέρον και τα κίνητρα του μαθητευόμενου	The course uses games, simulations, role-playing activities, and case studies to gain the attention, sustain the interest, and maintain motivation of learner	Althobaiti et. al., 2016; Alsumait & Al-Osaimi, 2010; Bernéus, 2010; Zaharias & Pappas, 2016
49	Το μάθημα διεγείρει για περαιτέρω έρευνα	The course stimulates further inquiry	Althobaiti et. al., 2016; Alsumait & Al-Osaimi, 2010;
50	Το μάθημα παρέχει στους μαθητές ευκαιρίες να χρησιμοποιούν νέες δεξιότητες σε αυθεντικές καταστάσεις	The course provides learners opportunities to use new skills in authentic situations	Althobaiti et. al., 2016;
51	Το μάθημα ενσωματώνει νέα χαρακτηριστικά	The e-learning course program incorporates novel characteristics.	Althobaiti et. al., 2016; Alsumait & Al-Osaimi, 2010;

Πίνακας 1 : Πρότυπο Ερωτηματολόγιο

4.4 Κλίμακα μέτρησης

Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου αποτελείται από ερωτήσεις συμπλήρωσης και πολλαπλών επιλογών σχετικά με την συλλογή δημογραφικών στοιχείων των ερωτηθέντων. Το δεύτερο τμήμα του ερωτηματολογίου αποτελείται από 50 ερωτήσεις μέτρησης της ευχρηστίας ενός συστήματος διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης 1-51. Στο ερωτηματολόγιο χρησιμοποιείται η κλίμακα 5 - likert όπου η τιμή 1 αντιστοιχίζεται με την απάντηση Διαφωνώ απόλυτα και η τιμή 5 αντιστοιχίζεται στην επιλογή συμφωνώ απόλυτα. Η κλίμακα με περιττό αριθμό από πιθανών απαντήσεων έχει χρησιμοποιηθεί ώστε να μπορέσουν οι ερωτηθέντες να εκφράσουν την ουδετερότητα αν το επιθυμούν. Η συγκεκριμένη επιλογή χρησιμοποιείται σε αρκετά ερωτηματολόγια χρηστικότητας (Zaharias, 2004).

Τα μέτρα που υπολογίζονται στην παρούσα είναι τα εξής:

- i. **Visibility:** Μέση τιμή του χαρακτηριστικού αυτού το οποίο προκύπτει από τον μέσο όρο των που δίνονται στις ερωτήσεις 1 έως 5 του ερωτηματολογίου

- ii. Navigation: Μέση τιμή του χαρακτηριστικού αυτού το οποίο προκύπτει από τον μέσο όρο των που δίνονται στις ερωτήσεις 6 έως 10 του ερωτηματολογίου
- iii. Learnability: Μέση τιμή του χαρακτηριστικού αυτού το οποίο προκύπτει από τον μέσο όρο των που δίνονται στις ερωτήσεις 11 έως 15 του ερωτηματολογίου
- iv. Accessibility: Μέση τιμή του χαρακτηριστικού αυτού το οποίο προκύπτει από τον μέσο όρο των που δίνονται στις ερωτήσεις 16 έως 20 του ερωτηματολογίου
- v. Effectiveness: Μέση τιμή του χαρακτηριστικού αυτού το οποίο προκύπτει από τον μέσο όρο των που δίνονται στις ερωτήσεις 21 έως 26 του ερωτηματολογίου
- vi. Errors: Μέση τιμή του χαρακτηριστικού αυτού το οποίο προκύπτει από τον μέσο όρο των που δίνονται στις ερωτήσεις 27 έως 28 του ερωτηματολογίου
- vii. Consistency: Μέση τιμή του χαρακτηριστικού αυτού το οποίο προκύπτει από τον μέσο όρο των που δίνονται στις ερωτήσεις 29 έως 32 του ερωτηματολογίου
- viii. Learning Content Design: Μέση τιμή του χαρακτηριστικού αυτού το οποίο προκύπτει από τον μέσο όρο των που δίνονται στις ερωτήσεις 33 έως 37 του ερωτηματολογίου
- ix. Assessment – Feedback: Μέση τιμή του χαρακτηριστικού αυτού το οποίο προκύπτει από τον μέσο όρο των που δίνονται στις ερωτήσεις 38 έως 42 του ερωτηματολογίου
- x. Learning Strategies Design: Μέση τιμή του χαρακτηριστικού αυτού το οποίο προκύπτει από τον μέσο όρο των που δίνονται στις ερωτήσεις 43 έως 45 του ερωτηματολογίου
- xi. Motivation to Learn: Μέση τιμή του χαρακτηριστικού αυτού το οποίο προκύπτει από τον μέσο όρο των που δίνονται στις ερωτήσεις 46 έως 51 του ερωτηματολογίου

Τέλος υπολογίζεται η μέση τιμή της ευχρηστίας από τις επιμέρους τιμές των χαρακτηριστικών που την απαρτίζουν στο συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο.

Κεφάλαιο 4

5. Διαδικτυακό Σύστημα αξιολόγησης ευχρηστίας

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας αναπτύχθηκε μια διαδικτυακή εφαρμογή, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από αρκετούς ερευνητές αλλά και δημιουργούς συστημάτων διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης, με στόχο να μπορεί εύκολα να δημιουργηθεί και να προωθηθεί ένα νέο ή το ήδη υλοποιημένο ερωτηματολόγιο μέτρησης ευχρηστίας για ένα σύστημα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης. Στην συνέχεια τα ερωτηματολόγια μπορούν να δοθούν προς απάντηση από τους εκπαιδευόμενους και να συλλεχθούν οι απαντήσεις των ερωτηθέντων με αποτέλεσμα την δημιουργία πολλαπλών διαγράμματα ανάλογα με τις επιλογές του εκάστοτε χρήστη.

5.1 Περιγραφή Διαδικτυακού τύπου

Η εφαρμογή βρίσκεται στην διεύθυνση <http://thesis.devociraptor.com>. Οι διαχειριστές συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης αποτελούν τους βασικούς χρήστες του συστήματος και αναφέρονται ως διαχειριστές. Μέρος των χρηστών του συστήματος αποτελούν και οι εκπαιδευόμενοι που χρησιμοποιούν ένα σύστημα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης και στους οποίους απευθύνονται τα ερωτηματολόγια που δημιουργούνται μέσω της εφαρμογής και καλούνται να απαντήσουν.

5.1.1 Εγγραφή νέου χρήστη

Για να χρησιμοποιήσει κάποιος το σύστημα απαιτείται η εγγραφή του στο σύστημα η οποία γίνεται με την χρήση της αρχικής σελίδας που απεικονίζεται στην εικόνα 1.



Usability Survey Application

first name

last name

email address

username

password

Register

Login page

© Created by Garyfalia Vidaki

Εικόνα 3: Φόρμα εγγραφής νέων χρηστών

Ο νέος χρήστης - διαχειριστής δημιουργεί το προφίλ του στο σύστημα και μπορεί να αξιοποιήσει τις λειτουργίες της πλατφόρμας οι οποίες περιγράφονται στα επόμενα κεφάλαια.

Ο νέος χρήστης πρέπει να συμπληρώσει τα στοιχεία εγγραφής που απαιτούνται από το σύστημα κάνοντας τους απαραίτητους ελέγχους, όπως valid email, username κλπ. Τα στοιχεία που απαιτούνται να συμπληρωθούν είναι τα εξής:

- First Name
- Last Name
- Email
- Username
- Password

5.1.2 Σύνδεση ενός Χρήστη

Οι διαχειριστές του συστήματος ύστερα από την εγγραφή τους μπορούν να συνδεθούν οποιαδήποτε στιγμή στο σύστημα και να δουν τις έρευνες που έχουν δημιουργήσει και την εξέλιξη τους. Η σύνδεση τους γίνεται μέσω της login σελίδας η οποία απεικονίζεται στην εικόνα 2, συμπληρώνοντας το username/password.



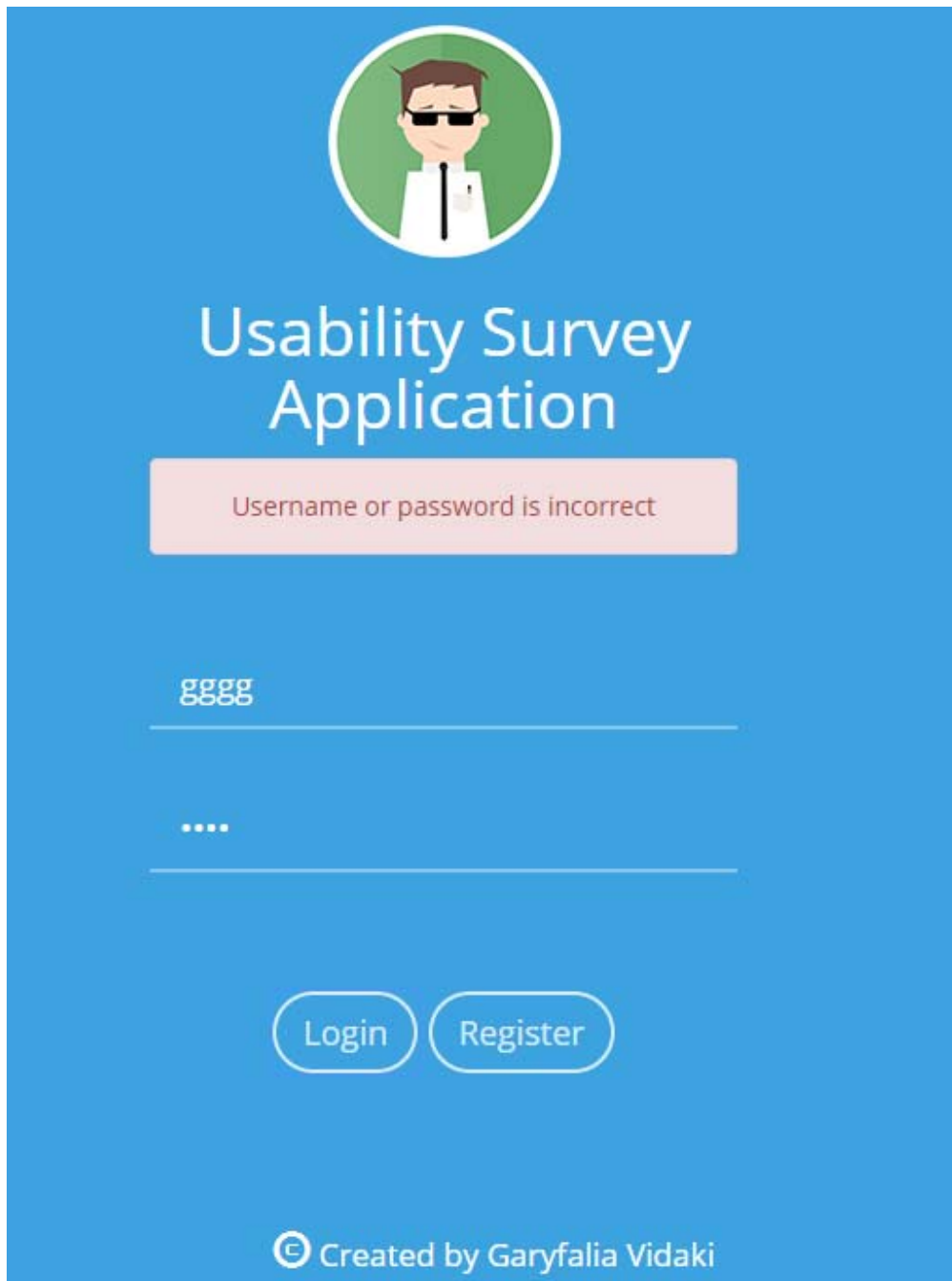
Usability Survey Application

© Created by Garyfalia Vidaki

Εικόνα 4: Login page

Κατά την διαδικασία της σύνδεσης γίνονται οι κατάλληλοι έλεγχοι ώστε η σύνδεση να γίνει χωρίς κανένα πρόβλημα (valid username και password). Σε περίπτωση αποτυχίας

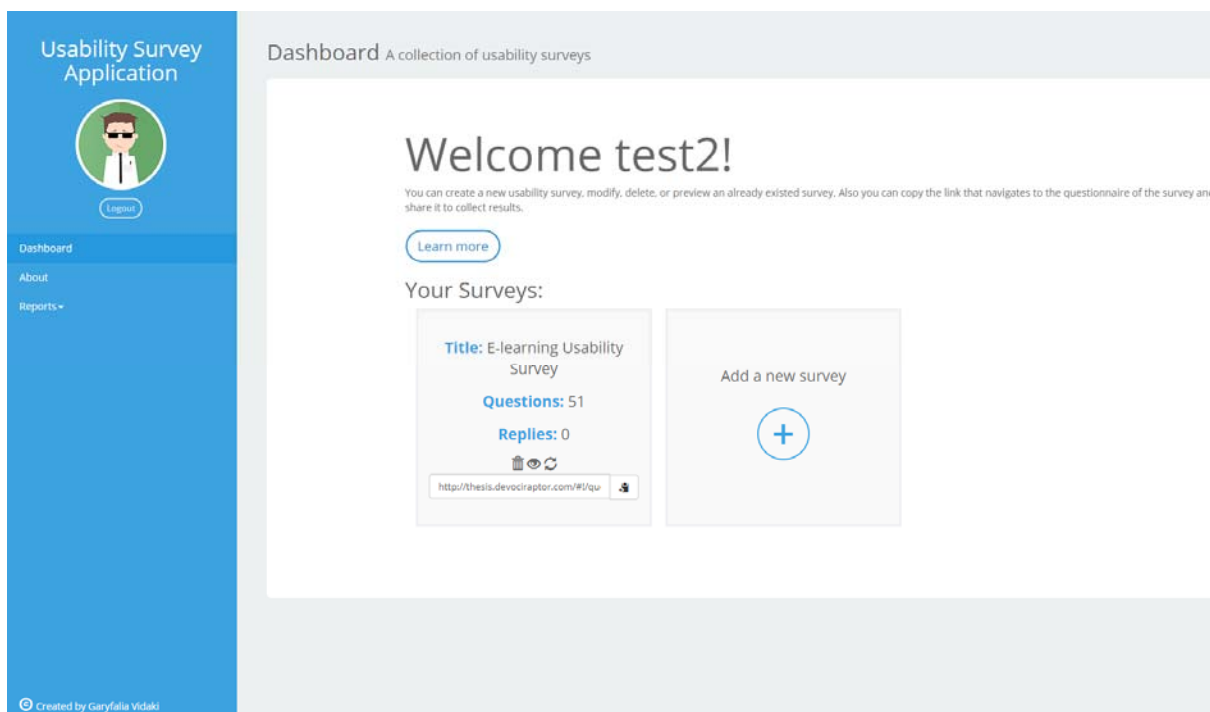
εμφανίζονται τα κατάλληλα μηνύματα ώστε να είναι ευδιάκριτος και κατανοητός ο λόγος αποτυχίας.



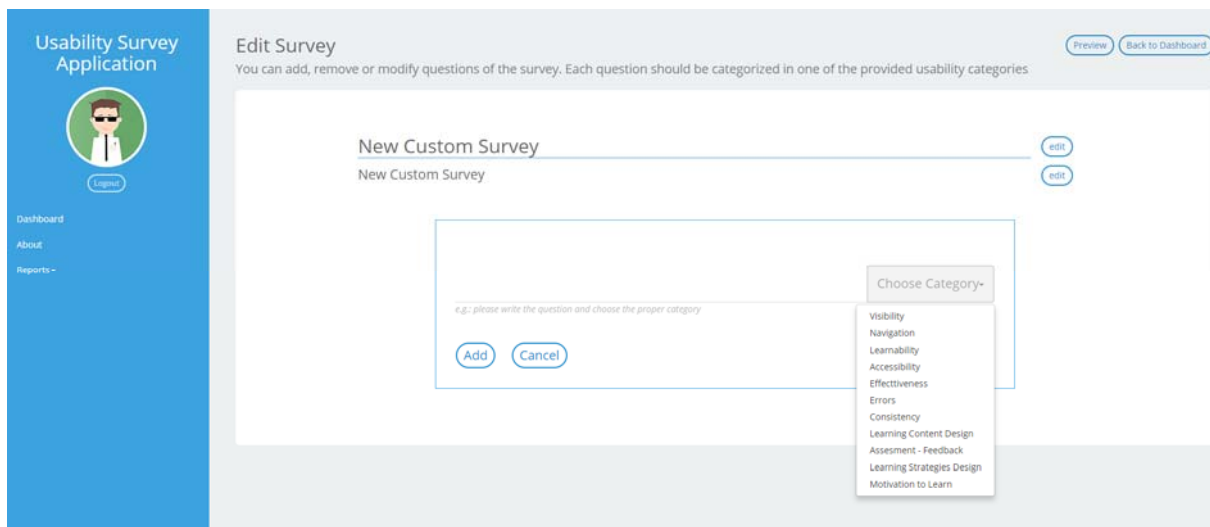
Εικόνα 5: User Login Validation

5.1.3 Dashboard

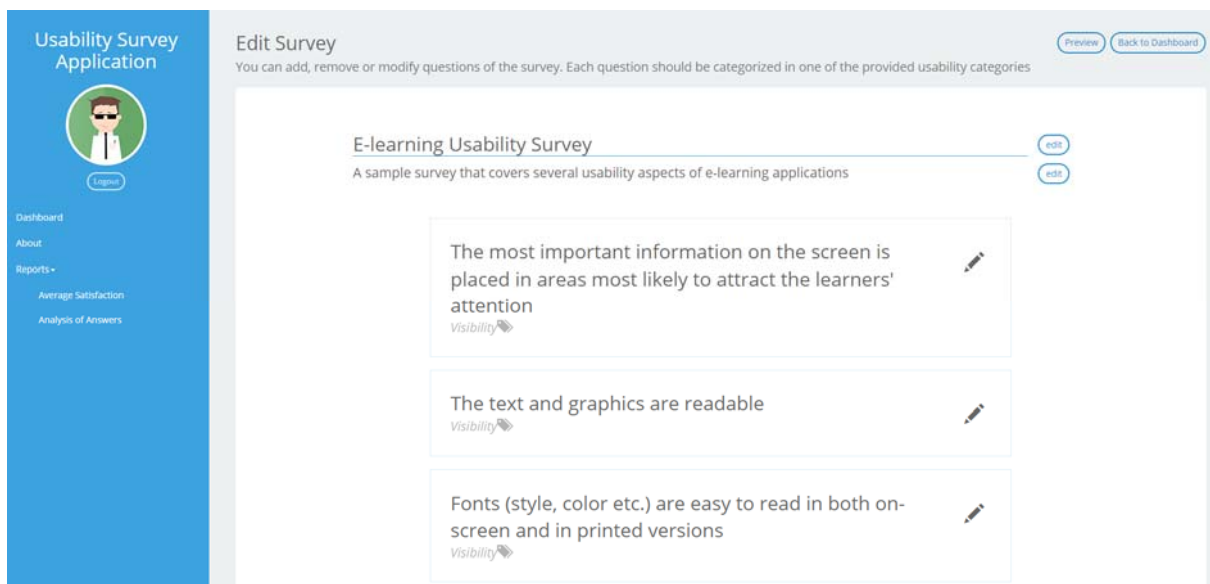
Οι διαχειριστές του συστήματος ύστερα από την επιτυχημένη σύνδεση τους στο σύστημα εισέρχονται σε αυτό και ως κύρια σελίδα είναι το Dashboard. Μέσω του dashboard οι διαχειριστές μπορούν είτε να χρησιμοποιήσουν το sample ερωτηματολόγιο που δημιουργείται στο σύστημα αυτόματα με την εγγραφή τους στο σύστημα για να μετρήσουν την ευχρηστία ενός συστήματος διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης, είτε να δημιουργήσουν ένα δικό τους καινούργιο ερωτηματολόγιο, καταχωρώντας τις δικές τους ερωτήσεις και αναθέτοντας τες σε έναν από τους παράγοντες οι οποίοι συμμετέχουν στην μέτρηση της ευχρηστίας των συστημάτων διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης.



Εικόνα 6: Dashboard νέου χρήστη

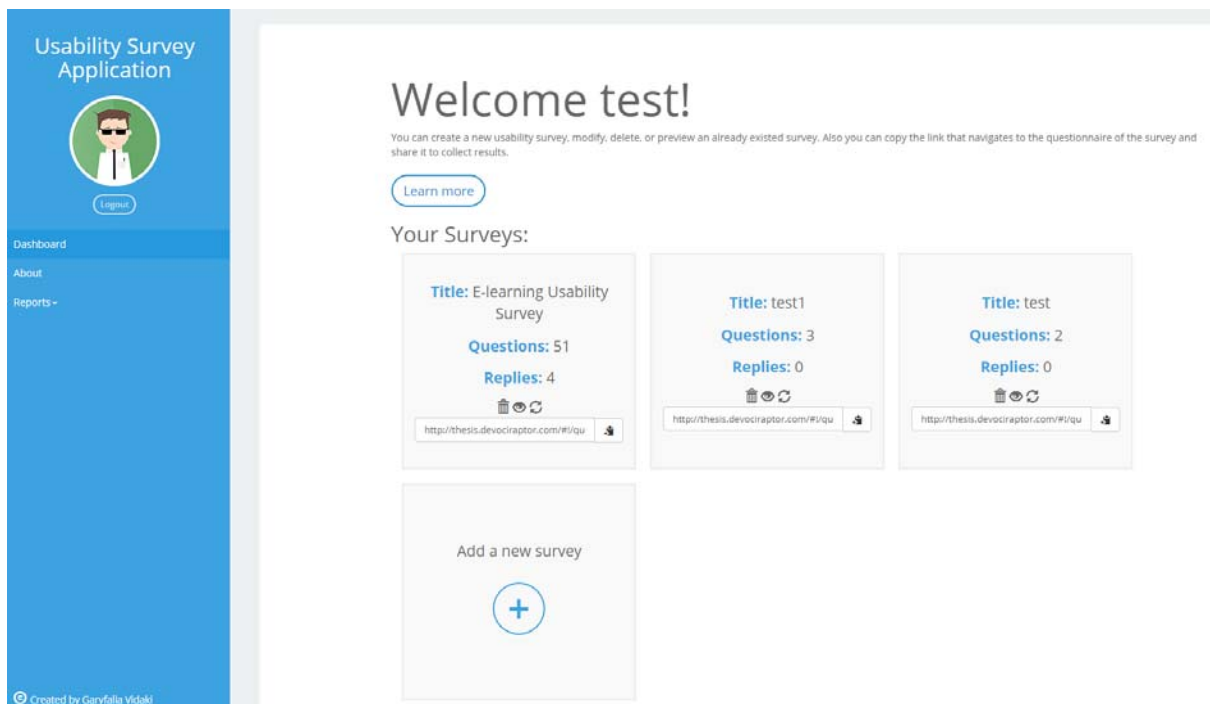


Εικόνα 7: Add/Edit New Survey



Εικόνα 8: Modify a survey

Οι διαχειριστές μπορούν να δουν το σύνολο των ερωτηματολογίων που έχουν εισάγει στο σύστημα, να τα τροποποιήσουν αλλά και να τα διαγράψουν. Επιπλέον μπορούν να δουν πως θα απεικονίζεται το ερωτηματολόγιο που έχει δημιουργηθεί κατά την στιγμή της απάντησής τους από τους ερωτώμενους χρησιμοποιώντας την ενέργεια «preview».



Εικόνα 9: Dashboard preview

Μέσω της συγκεκριμένης σελίδας, οι διαχειριστές μπορούν να αντιγράψουν και να κοινοποιήσουν τον σύνδεσμο που έχει δημιουργήσει το σύστημα και παραπέμπει στο συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο.



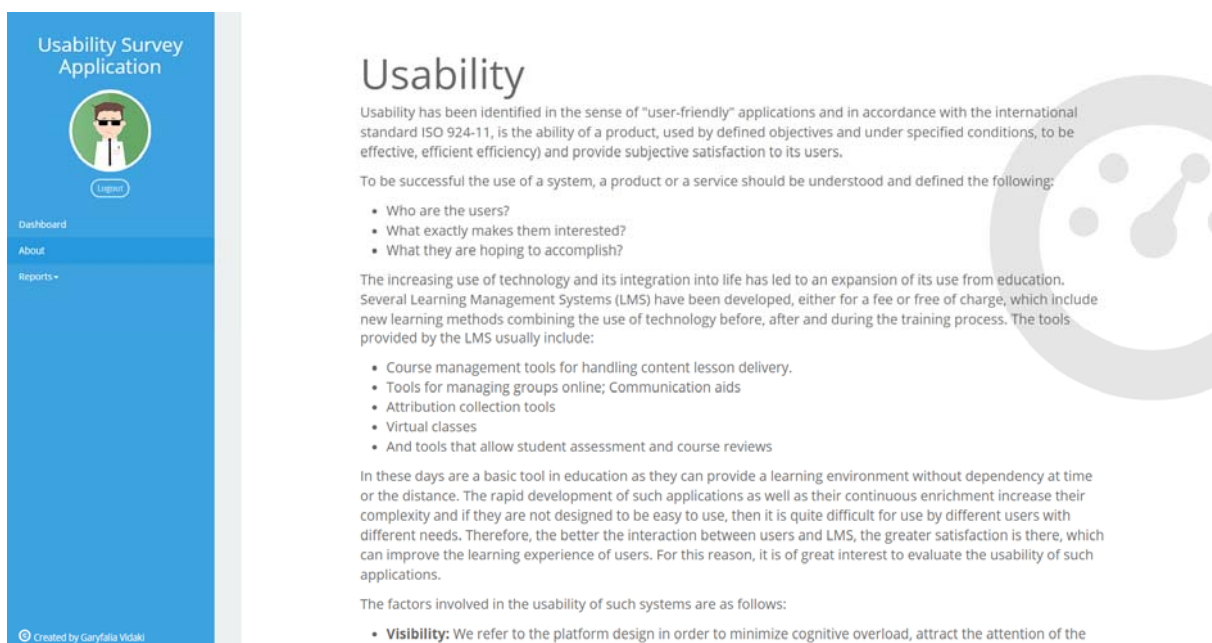
Εικόνα 10: Preview Specific Survey

Τέλος, μπορούν να δουν την εξέλιξη του κάθε ερωτηματολογίου το οποίο έχει δοθεί προς συμπλήρωση, το αριθμό των απαντήσεων που έχει συγκεντρώσει μέχρι εκείνη την

χρονική στιγμή. Τα αποτελέσματα των απαντήσεων του ερωτηματολογίου εμφανίζονται στην σελίδα «Reports» όπως αναλύεται στην παράγραφο [Reports](#).

5.1.4 Usability Info

Οι διαχειριστές μέσω της σελίδας «Usability Info» μπορούν να δουν γενικές πληροφορίες που αφορούν την ευχρηστία, όπως ορισμοί, μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση της ευχρηστίας κλπ.



Εικόνα 11: Usability Info

5.1.5 Reports

Μέσω της συγκεκριμένης σελίδας οι διαχειριστές μπορούν να δουν τα αποτελέσματα των ερευνών οπτικοποιημένα με την χρήση προκαθορισμένων διαγραμμάτων που υπάρχουν στο σύστημα. Μπορούν να επιλέξουν και να δουν τα αντίστοιχα ραβδογράμματα ικανοποίησης στο σύνολο των απαντήσεων που υπάρχουν μέχρι εκείνη την στιγμή για μια συγκεκριμένη έρευνα αλλά και σε επίπεδο παραγόντων που απαρτίζουν την ευχρηστία των συστημάτων διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης.

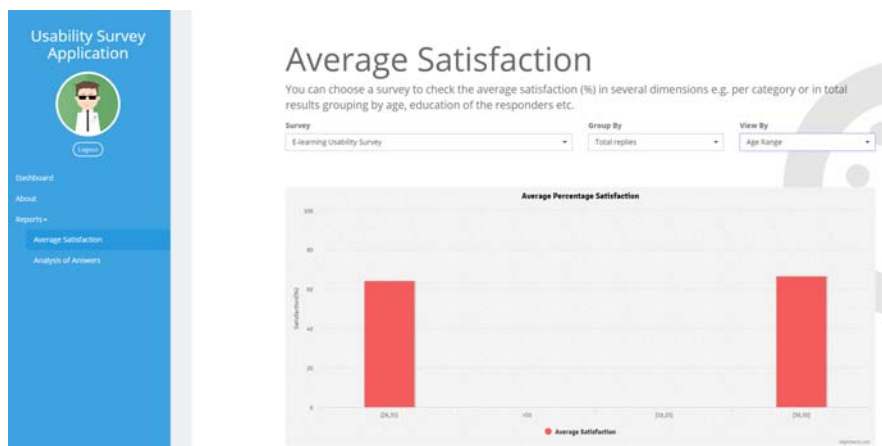
Τα παρακάτω μετρικά υπολογίζονται για κάθε custom ερωτηματολόγιο:

- 1) Στο σύνολο των απαντήσεων

- a. Μέση τιμή ικανοποίησης της συνολικής ευχρηστίας για κάθε ομάδα ηλικιών
 - b. Μέση τιμή ικανοποίησης της συνολικής ευχρηστίας για κάθε φύλο
 - c. Μέση τιμή ικανοποίησης της συνολικής ευχρηστίας για κάθε ομάδα εκπαίδευσης
- 2) Για κάθε παράγοντα που συμμετέχει στην ευχρηστία των συστημάτων διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης
- a. Μέση τιμή ικανοποίησης της ευχρηστίας για κάθε χαρακτηριστικό του ερωτηματολογίου για όλους τους συμμετέχοντες
 - b. Μέση τιμή ικανοποίησης της ευχρηστίας για κάθε χαρακτηριστικό του ερωτηματολογίου για κάθε ομάδα ηλικιών
 - c. Μέση τιμή ικανοποίησης της ευχρηστίας για κάθε χαρακτηριστικό του ερωτηματολογίου για κάθε φύλο
 - d. Μέση τιμή ικανοποίησης της ευχρηστίας για κάθε χαρακτηριστικό του ερωτηματολογίου για κάθε ομάδα εκπαίδευσης

5.1.5.1 Μέση τιμή ικανοποίησης για κάθε ομάδα ηλικιών

Στο συγκεκριμένο report εμφανίζεται η μέση τιμή ευχρηστίας όπως υπολογίζεται για το σύνολο των απαντήσεων του ερωτηματολογίου που έχει επιλεγεί ανά ομάδα ηλικίας.



Εικόνα 12: Μέση τιμή ικανοποίησης για κάθε ομάδα ηλικιών

5.1.5.2 Μέση τιμή ικανοποίησης για κάθε φύλλο

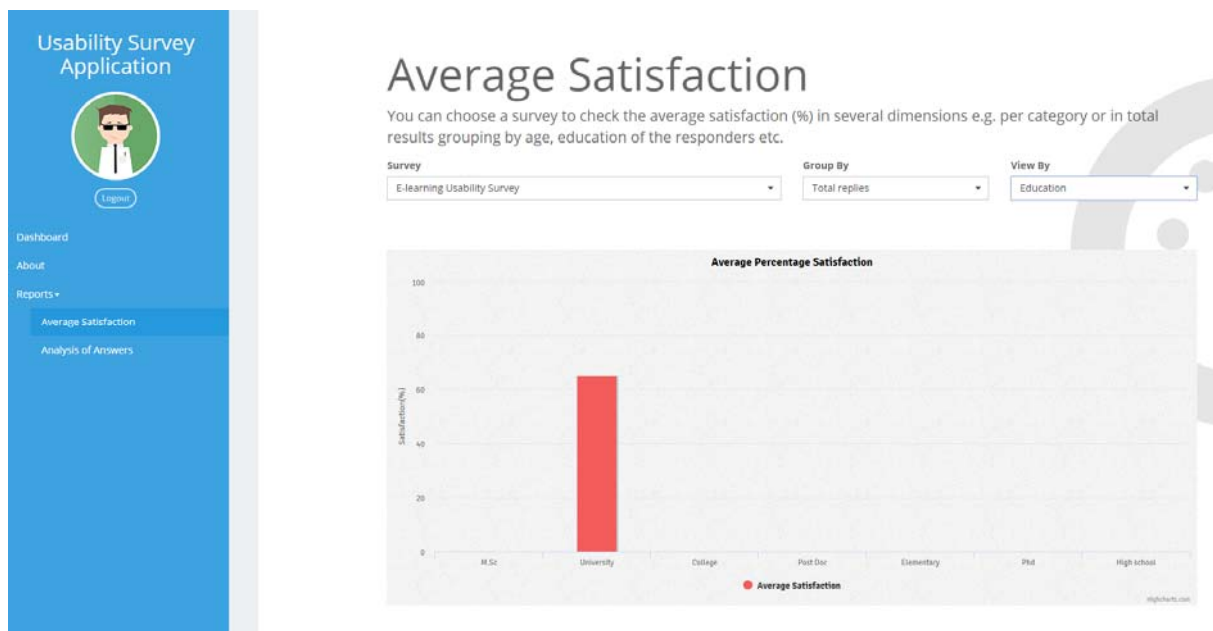
Στο συγκεκριμένο report εμφανίζεται η μέση τιμή ευχρηστίας όπως υπολογίζεται για το σύνολο των απαντήσεων του ερωτηματολογίου που έχει επιλεγθεί ανά φύλλο.



Εικόνα 13: Μέση τιμή ικανοποίησης για κάθε φύλλο

5.1.5.3 Μέση τιμή ικανοποίησης για κάθε ομάδα εκπαίδευσης

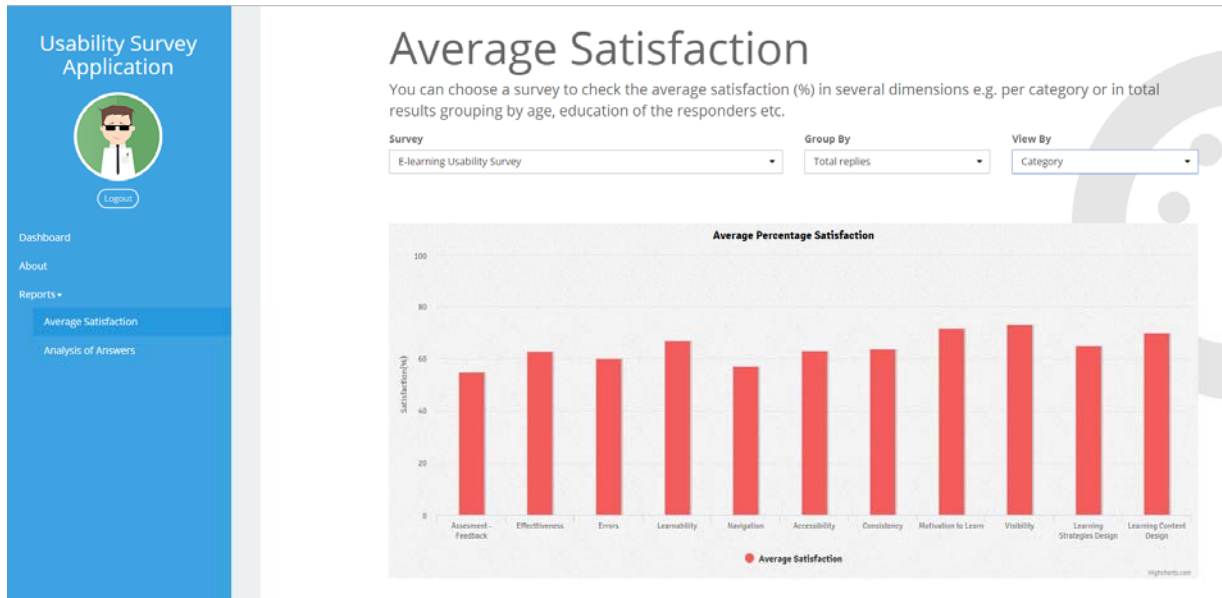
Στο συγκεκριμένο report εμφανίζεται η μέση τιμή ευχρηστίας όπως υπολογίζεται για το σύνολο των απαντήσεων του ερωτηματολογίου που έχει επιλεγθεί ανά εκπαιδευτική βαθμίδα.



Εικόνα 14: Μέση τιμή ικανοποίησης για κάθε τύπο εκπαίδευσης

5.1.5.4 Μέση τιμή ικανοποίησης ανά κατηγορία για όλους τους συμμετέχοντες

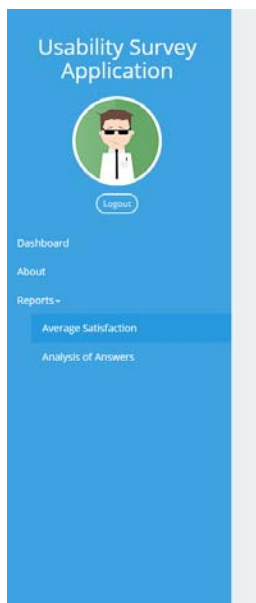
Στο συγκεκριμένο report εμφανίζεται η μέση τιμή ευχρηστίας για κάθε παράγοντα που συμμετέχει στην μέτρηση της ευχρηστίας, learnability, accessibility, Learning Strategies Design κλπ. στο σύνολο των συμμετεχόντων.



Εικόνα 15: Μέση τιμή ικανοποίησης ανά κατηγορία για όλους τους συμμετέχοντες

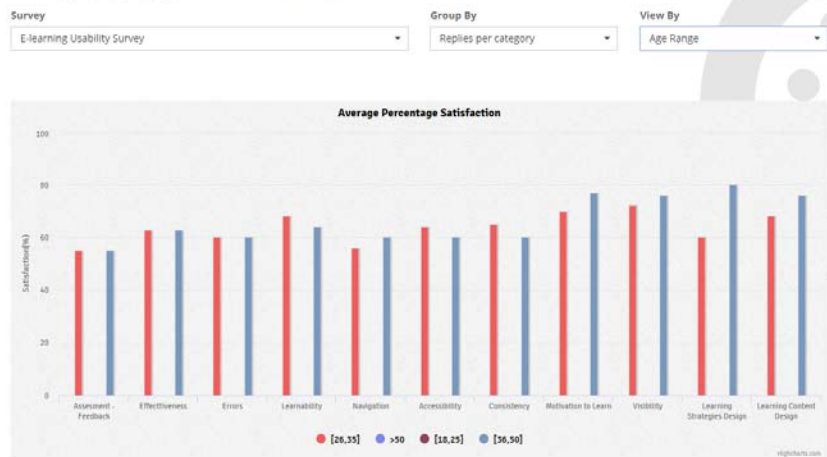
5.1.5.5 Μέση τιμή ικανοποίησης ανά κατηγορία για κάθε ομάδα ηλικιών

Στο συγκεκριμένο report εμφανίζεται η μέση τιμή ευχρηστίας για κάθε παράγοντα που συμμετέχει στην μέτρηση της ευχρηστίας, learnability, accessibility, Learning Strategies Design κλπ. για κάθε ομάδα ηλικιών.



Average Satisfaction

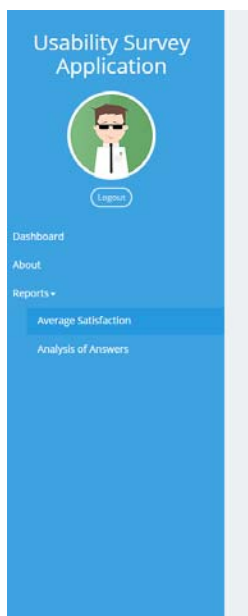
You can choose a survey to check the average satisfaction (%) in several dimensions e.g. per category or in total results grouping by age, education of the responders etc.



Εικόνα 16: Μέση τιμή ικανοποίησης ανά κατηγορία για κάθε ομάδα ηλικιών

5.1.5.6 Μέση τιμή ικανοποίησης ανά κατηγορία για κάθε φύλο

Στο συγκεκριμένο report εμφανίζεται η μέση τιμή ευχρηστίας για κάθε παράγοντα που συμμετέχει στην μέτρηση της ευχρηστίας, learnability, accessibility, Learning Strategies Design κλπ. για κάθε φύλο.



Average Satisfaction

You can choose a survey to check the average satisfaction (%) in several dimensions e.g. per category or in total results grouping by age, education of the responders etc.



Εικόνα 17: Μέση τιμή ικανοποίησης ανά κατηγορία για κάθε φύλο

5.1.5.7 Μέση τιμή ικανοποίησης ανά κατηγορία για κάθε ομάδα εκπαίδευσης

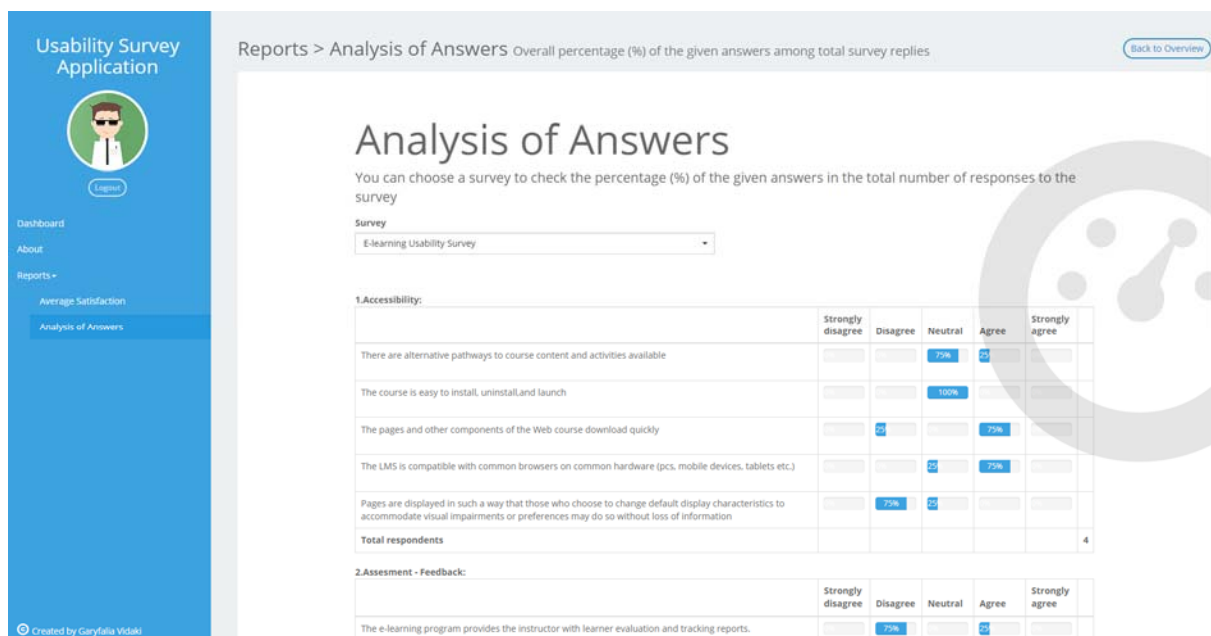
Στο συγκεκριμένο report εμφανίζεται η μέση τιμή ευχρηστίας για κάθε παράγοντα που συμμετέχει στην μέτρηση της ευχρηστίας, learnability, accessibility, Learning Strategies Design κλπ. ανά εκπαιδευτική βαθμίδα.



Εικόνα 18: Μέση τιμή ικανοποίησης ανά κατηγορία για κάθε εκπαιδευτική βαθμίδα

5.1.5.8 Ανάλυση Απαντήσεων

Η εφαρμογή διαθέτει επιπλέον ένα ακόμη report διαφορετικού τύπου. Στο συγκεκριμένο report οι χρήστες μπορούν να δουν το συνολικό αριθμό των responses που έχει λάβει το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο και επίσης γίνεται μια ανάλυση των απαντήσεων για την κάθε ερώτηση που έχει εισαχθεί στο ερωτηματολόγιο. Πιο συγκεκριμένα, στο συγκεκριμένο report παρουσιάζεται το ποσοστό των απαντήσεων που έχει δοθεί σε κάθε ερώτηση για μια από τις πιθανές επιλογές της κλίμακας 5 – Likert.



Εικόνα 19: Analysis Answers report

5.1.6 Survey

Όπως αναφέρεται στην ενότητα [Dashboard](#) το σύστημα δημιουργεί ένα μοναδικό σύνδεσμο για κάθε ερωτηματολόγιο προς συμπλήρωση. Όλοι όσοι διαθέτουν το σύνδεσμο αυτό μπορούν να έχουν πρόσβαση στο συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο και να το συμπληρώσουν. Αρχικά οι χρήστες στους οποίους απευθύνεται το κάθε ερωτηματολόγιο καλούνται να συμπληρώσουν τα δημογραφικά στοιχεία για την κάθε έρευνα. Τα δημογραφικά στοιχεία είναι κοινά για όλα τα ερωτηματολόγια τα οποία δημιουργούν οι διαχειριστές του συστήματος.

Η συμπλήρωση του κάθε ερωτηματολογίου μπορεί να γίνει μόνο μια φορά από κάθε ερωτώμενο. Το στοιχείο που χρησιμοποιείται για την επαλήθευση της μοναδικής απάντησης ενός ερωτηματολογίου ανά χρήστη είναι το email. Σε περίπτωση που ο ερωτώμενος έχει απαντήσει ήδη μια φορά στην έρευνα το σύστημα εμφανίζει το αντίστοιχο μήνυμα λάθους και δεν επιτρέπεται σε αυτόν να προχωρήσει στα επόμενα βήματα. Αν ο χρήστης έχει προσκληθεί για άλλη έρευνα το σύστημα δημιουργεί νέα εγγραφή για τον συμμετέχοντα με καινούργια δημογραφικά στοιχεία τα οποία ισχύουν την χρονική στιγμή της συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου.

Welcome to "E-learning Usability Survey"!

A sample survey that covers several usability aspects of e-learning applications

Please fill up the form and proceed to the questionnaire!

Age

Female

Male

[Go to Questions >](#)

Εικόνα 20: Survey Demographics

Welcome to "E-learning Usability Survey"!

A sample survey that covers several usability aspects of e-learning applications

Please fill up the form and proceed to the questionnaire!

Participant has already answered the survey

Age

Female

Male

[Go to Questions >](#)

Εικόνα 21: Questionnaire Validation

Όταν συμπληρωθούν τα δημογραφικά στοιχεία και το σύστημα εκτελέσει όλους τους απαραίτητους ελέγχους με επιτυχία, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να προχωρήσει στην συμπλήρωση των ερωτήσεων της έρευνας. Το σύστημα ομαδοποιεί τις ερωτήσεις ανά κατηγορία, όπως έχουν ανατεθεί από τον διαχειριστή, και στην συνέχεια προχωράει στην σελιδοποίηση του ερωτηματολογίου ανάλογα με τον αριθμό των ερωτήσεων όπου κρίνεται αυτό απαραίτητο.

3/11 E-LEARNING USABILITY SURVEY

Errors_____

The e-learning program is carefully designed to prevent common problems from occurring in the first place

STRONGLY DISAGREE 1 2 3 4 5 STRONGLY AGREE

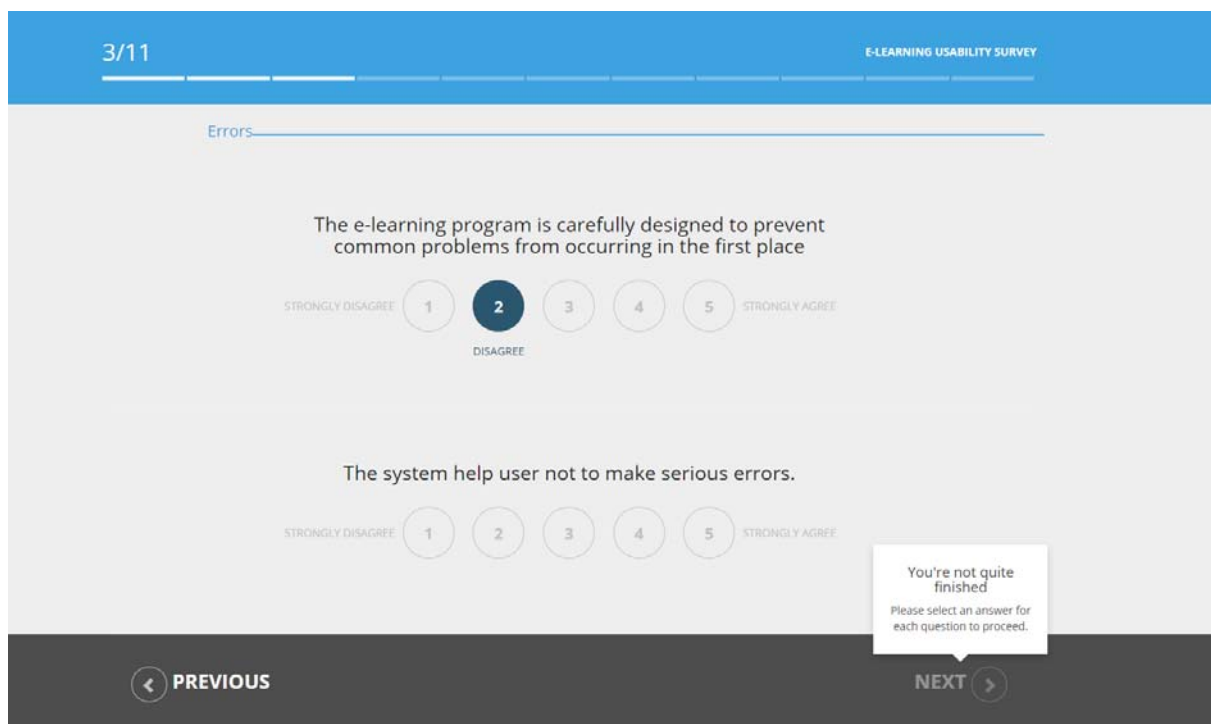
The system help user not to make serious errors.

STRONGLY DISAGREE 1 2 3 4 5 STRONGLY AGREE

PREVIOUS NEXT

Εικόνα 22: Questionnaire Preview

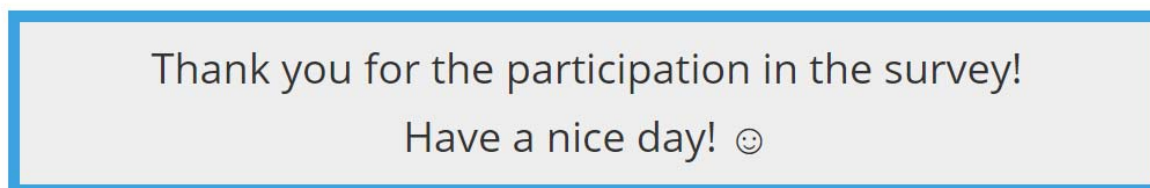
Ο χρήστης δεν μπορεί να προχωρήσει στην επόμενη σελίδα του ερωτηματολογίου αν δεν έχει απαντήσει σε όλες τις ερωτήσεις της σελιδοποίησης όπως δεν μπορεί και να υποβάλει το ερωτηματολόγιο. Το σύστημα ενεργοποιεί τα κατάλληλα κουμπιά (go to questions, previous, next, submit) μόλις ολοκληρωθεί σωστά η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου κατά την διάρκεια του flow.



Εικόνα 23: Validation to answered questions

5.1.7 Greeting Page

Μετά την επιτυχημένη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου οι ερωτηθέντες προωθούνται σε μια σελίδα ευχαρίστησης από το σύστημα. Στην εικόνα 24 εμφανίζεται η σελίδα ευχαριστιών από το σύστημα.



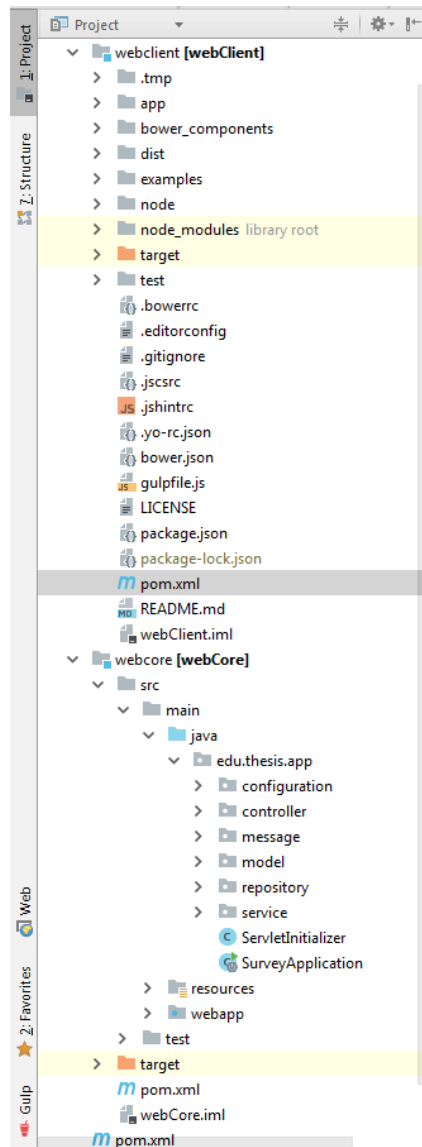
Εικόνα 24: Greeting Page

5.2 Τεχνικές υλοποίησης

5.2.1 Web Application

Η web εφαρμογή αποτελείται από τα εξής δύο μέρη, WebClient και WebCore, τα οποία δένονται στο τέλος μαζί μέσω του maven integration tool σε μια ενιαία web εφαρμογή. Το

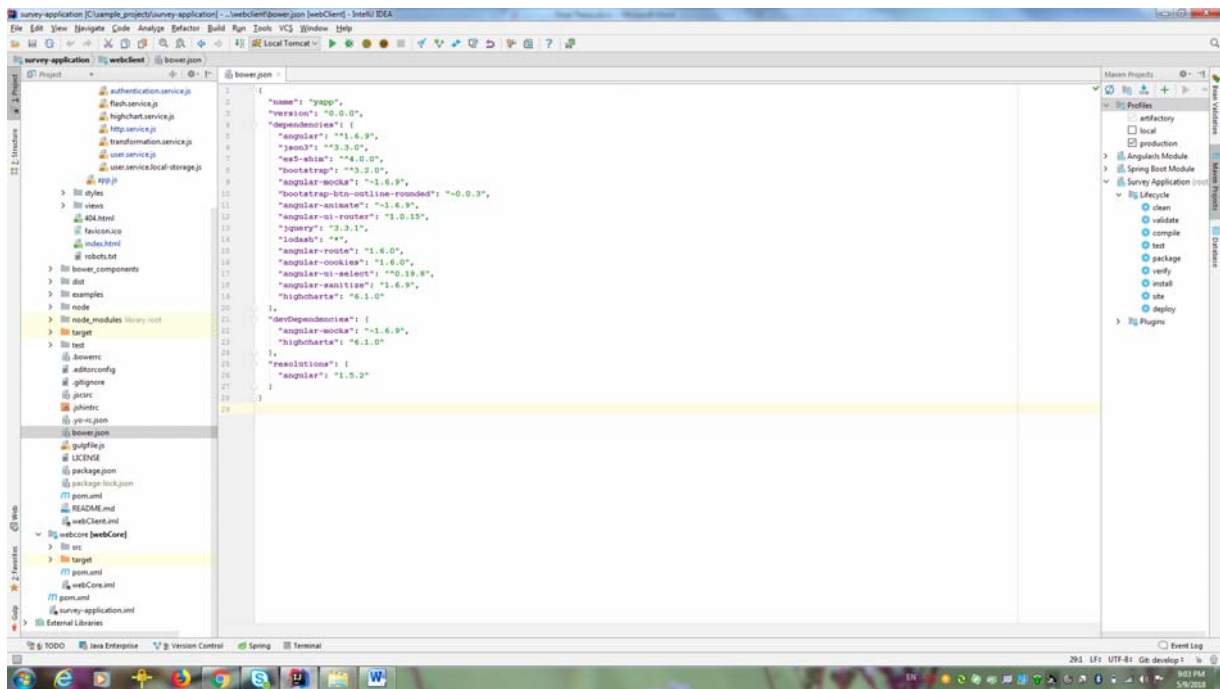
Webclient αποτελείται από τις σελίδες οι οποίες είναι διαθέσιμες προς τον χρήστη. Εκτελείται στον client (Web Browser) και στην πραγματικότητα οπτικοποιεί τα δεδομένα που επιστρέφονται από την βάση μέσω του WebCore. Το WebCore κομμάτι υλοποιεί το server-side κομμάτι της συγκεκριμένης υλοποίησης το οποίο και είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία του client-side με την βάση.



Εικόνα 25: Parts of Web Application

WebClient: Αποτελεί το Front – end της παρούσας υλοποίησης και είναι τα αρχεία του κώδικα που «σερβίρονται» στον εκάστοτε client (browser), δηλαδή οι σελίδες του φυλλομετρητή καθώς και τα απαιτούμενα JavaScript, CSS αρχεία κτλ. τα οποία τις

ακολουθούν. Για την υλοποίηση του κομματιού αυτού έγινε χρήση του JavaScript Framework AngularJs. Το template που χρησιμοποιήθηκε είναι το Ani AngularJs Theme μαζί με κάποια εργαλεία οργάνωσης και αυτοματοποίησης της ροής εργασίας (π.χ. Gulris, bower κλπ.). Τα βασικά αρχεία που υποστηρίζουν το επιχειρησιακό κομμάτι της εφαρμογής έχουν οργανωθεί σε πακέτα controllers, υπεύθυνα για το δέσιμο των δεδομένων με τις σελίδες και την οργάνωση του περιεχομένου, πακέτα services τα οποία είναι υπεύθυνα για τις λειτουργίες της εφαρμογής έτσι ώστε να είναι αυτόνομες και διαθέσιμες παντού, π.χ. το http.service.js είναι το αρχείο που συγκεντρώνει σχεδόν όλα τα services που μιλάνε με το server - side κομμάτι για να στείλουν ή να πάρουν δεδομένα, πακέτα model - κάποια enumerations κτλ., Factories (αντίστοιχα με τα services για re-usability σκοπούς). Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα βασικά dependencies σε τεχνολογίες του WebClient κομματιού:



Εικόνα 26: Dependencies Web client

WebCore: Είναι το back - end της εφαρμογής και στην συγκεκριμένη υλοποίηση είναι ένα restful API, ένα σύνολο http διευθύνσεων, end - points, κάθε ένα από τα οποία αποτελεί σημείο εκκίνησης CRUD (Create - Read - Update - Delete) λειτουργίας στην βάση δεδομένων. Το κάθε end - point δημιουργεί, διαβάζει, τροποποιεί ή διαγράφει τα ανάλογα

εφαρμογής σε αποθήκευση δεδομένων, ανεξαρτήτως τεχνολογίας σχεσιακών βάσεων που χρησιμοποιούμε (π.χ. MySQL, PostgreSQL κλπ.).

5.2.2 Βάση δεδομένων

Το σύστημα αποθηκεύει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες σε βάση δεδομένων MySQL. Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη βάση δεδομένων καθώς είναι ελεύθερη προς χρήση και επίσης είναι διαθέσιμη και ήδη εγκατεστημένη σε όλους τους πιθανούς server που θα μπορούσαν να «στεγάσουν» την συγκεκριμένη εφαρμογή. Οι πίνακες που έχουν δημιουργηθεί αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

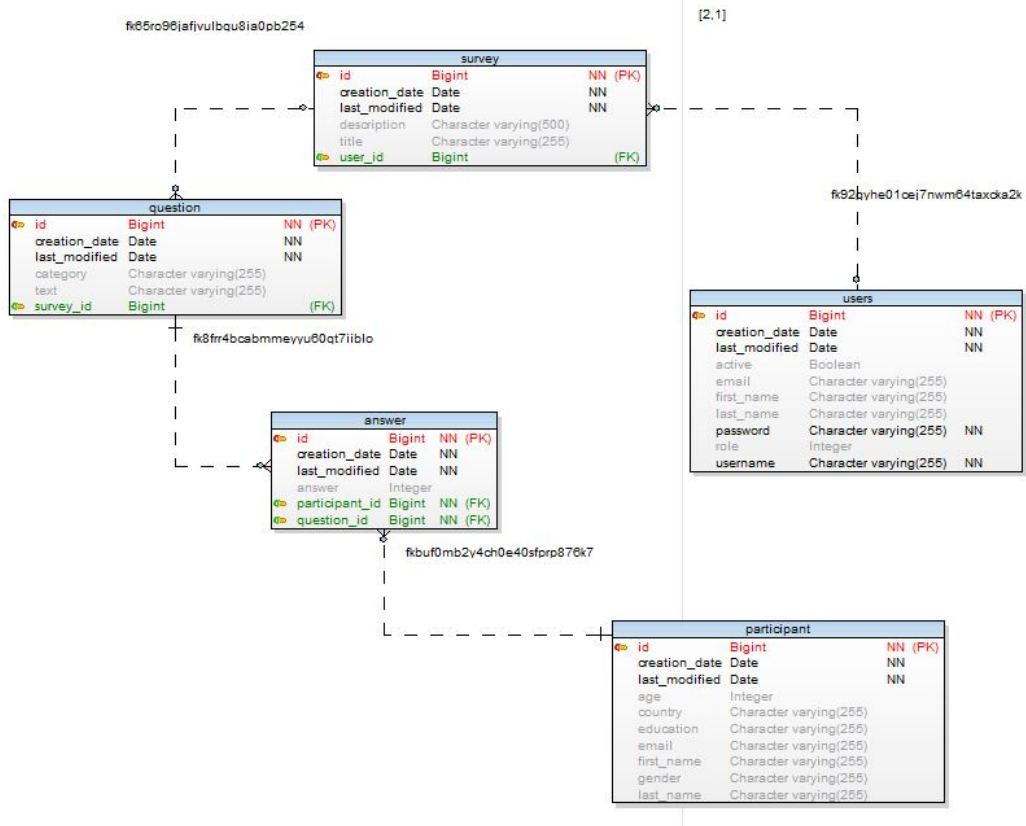
Όνομα Πίνακα	Περιγραφή πίνακα	Όνομα κολώνας	Τύπος	Σχόλια
Users	Πίνακας με τους διαχειριστές	id	BIGINT	Id of user
		creation_date	DATE	Creation Date
		last_modified	DATE	Modified Date
		active	BOOLEAN	Is Active
		email	CHAR (255)	email of user
		first_name	CHAR (255)	first_name of user
		last_name	CHAR (255)	last_name of users
		password	CHAR (255)	password
		role	INTEGER	role
		username	CHAR (255)	username
Survey	Πίνακας με τα survey του κάθε χρήστη	id	BIGINT	Survey ID
		creation_date	DATE	Creation Date
		last_modified	DATE	Modified Date
		description	CHAR (500)	Description of Survey
		title	CHAR (255)	Title of Survey
		user_id	BIGINT	User Id owner of Survey
Question	Πίνακας με τις ερωτήσεις ανά survey	id	BIGINT	Id of question
		creation_date	DATE	Creation Date
		last_modified	DATE	Modified Date

		category	CHAR (255)	Assigned Category
		text	CHAR (255)	Free text
		survey_id	BIGINT	Survey ID
Answers	Πίνακας απαντήσεων κάθε ερώτησης ανά συμμετέχοντα	id	BIGINT	The id of Answer
		creation_date	DATE	Creation Date
		last_modified	DATE	Modified Date
		answer	INTEGER	Answer Rate (1-5)
		participant_id	BIGINT	Participant Id
		question_id	BIGINT	Question ID
Participant	Πίνακας με τα δημογραφικά στοιχεία κάθε συμμετέχοντα	id	BIGINT	The id of Participant
		creation_date	DATE	Creation Date
		last_modified	DATE	Modified Date
		age	INTEGER	Age of participant
		country	CHAR (255)	Country of participant
		education	CHAR (255)	Education of participant
		email	CHAR (255)	Email of participant
		first_name	CHAR (255)	First_Name of participant
		gender	CHAR (255)	Gender of participant
		last_name	CHAR (255)	Last_Name of participant

Πίνακας 2 : Πίνακες στη Βάση Δεδομένων

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το database model της υλοποιημένης εφαρμογής:

[1.1]



Εικόνα 28: Database UML

Κεφάλαιο 5

6. Έλεγχος Ευχρηστίας Διαδικτυακής εφαρμογής

6.1 Εισαγωγή

Το σύστημα απευθύνεται στους διαχειριστές συστημάτων ηλεκτρονικής μάθησης. Η παρούσα εφαρμογή δόθηκε προς έλεγχο σε χρήστες, οι οποίοι κλήθηκαν να εκτελέσουν έναν αριθμό σεναρίων. Για την διαδικασία του usability test χρησιμοποιήθηκε η web εφαρμογή UsabilityHub (<https://usabilityhub.com>). Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μέθοδοι usability test που είναι διαθέσιμοι καθώς και ποια μέθοδος επιλέχθηκε για την παρούσα εργασία. Τέλος παρουσιάζονται τα σενάρια που κλήθηκαν οι χρήστες να υλοποιήσουν για την αξιολόγηση της εφαρμογής που δημιουργήθηκε και τα αποτελέσματα των test.

6.2 Usability Test

Όπως αναλύθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια υπάρχουν διάφορες έτοιμες μέθοδοι, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μέτρηση της ευχρηστίας. Οι μέθοδοι αξιολόγησης μπορούν να πραγματοποιηθούν είτε στην φάση της ανάπτυξης, είτε μετά ή ακόμη και στο στάδιο της ανάλυσης των απαιτήσεων. Επίσης η επιλογή μιας μεθόδου μπορεί να επιλεγεί ανάλογα με το είδος των αποτελεσμάτων που είναι επιθυμητό να εξαχθούν. Για παράδειγμα, τα ποσοτικά αποτελέσματα μπορούν να αναλυθούν και να ερμηνευτούν εύκολα σε αντίθεση με τα ποιοτικά τα οποία δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εκφραστούν οι προτιμήσεις των χρηστών και να αναλυθεί η συμπεριφορά τους. Ιδιαίτερη σημασία αποτελεί και το κόστος μιας μεθόδου στην επιλογή της ταυτόχρονα με τον χώρο διεξαγωγής της.

Η διαδικτυακή εφαρμογή της παρούσας εργασίας είναι στο αρχικό στάδιο της ανάπτυξης. Έχει δημιουργηθεί μια πρώτη έκδοση του συστήματος, στην οποία έχουν υλοποιηθεί όλες οι βασικές λειτουργίες που θα παρέχει η συγκεκριμένη εφαρμογή. Σε αυτό το στάδιο λοιπόν είναι απαραίτητη η διεξαγωγή ενός usability test, ώστε να μπορέσουν να διακριθούν προβλήματα ή όχι που μπορεί να έχει. Αυτό θα βοηθήσει να διεξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με αναγκαίες βελτιώσεις που απαιτούνται για να είναι εύχρηστη από τους μελλοντικούς χρήστες.

Το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση του usability test είναι το UsabilityHub (<https://usabilityhub.com/>), μια διαδικτυακή πλατφόρμα η οποία παρέχει διαφορετικού τύπου usability test. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιήθηκε λόγω του γεγονότος ότι παρέχει την δυνατότητα να εκτελεστούν σενάρια ευχρηστίας από χρήστες με απομακρυσμένη πρόσβαση, χωρίς κάποια ιδιαίτερη προεργασία, π.χ. εγκατάσταση κάποιου επιπλέον κώδικα, εγκατάσταση κάποιου προγράμματος «παρακολούθησης» των ενεργειών κλπ. Οι χρήστες μπορούν να υλοποιήσουν τα σενάρια ελέγχουν μέσα από την ροή υψηλής ποιότητας πρωτοτύπων. Παρέχει δηλαδή την όψη του τελικής εφαρμογής με μορφή προσομοίωσης στον υπολογιστή, χωρίς όμως να διατίθενται πλήρως τα λειτουργικά αντικείμενα. Εξετάζεται λοιπόν αν ολοκληρώθηκαν τα σενάρια που δημιουργήθηκαν εξάγοντας κάποια ποσοτικά αποτελέσματα τα οποία προκύπτουν κατά την διάρκεια της υλοποίησης των σεναρίων.

Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει βέβαια και διάφορα μειονεκτήματα καθώς το test δεν γίνεται με την πραγματική χρήση της εφαρμογής. Σε αυτή την περίπτωση δεν μπορούν να διεξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με το αν εκτελούνται σωστά κάποιες λειτουργίες (λειτουργικότητα), όπως για παράδειγμα validation login/register, πιθανά λάθη κατά την διάρκεια εκτέλεσης ενεργειών, σωστά αποτελέσματα των υλοποιημένων reports, κλπ.

6.3 Usability Hub

Η συγκεκριμένη εφαρμογή δίνει την δυνατότητα δημιουργίας πολλών διαφορετικών test για τις εφαρμογές όπως το Five Second Test, Click Test, Question Test, Navigation Test και Preference Test. Παρακάτω δίνεται μια συνοπτική περιγραφή για κάθε είδους προσφερόμενο test:

- **Five Second Test:** Αποτελεί ένα τεστ που διαρκεί 5 δευτερόλεπτα και επιτρέπει να μετρηθεί πόσο καλά επικοινωνεί ένας σχεδιασμός το επιθυμητό μήνυμα που θέλει να περάσει η εφαρμογή προς test. Οι χρήστες που συμμετέχουν στο test βλέπουν μια εικόνα και αποφασίζουν αν αυτό που τους παρουσιάζεται τους ενδιαφέρει ή όχι. Μετά το τέλος καλούνται να απαντήσουν σε κάποιες ερωτήσεις που έχουν τεθεί από τους αξιολογητές.
- **Click Test:** Εδώ οι χρήστες καλούνται να κάνουν κλικ πάνω σε μια εικόνα του αντικειμένου προς αξιολόγηση σε περίπτωση που επιθυμούν να κάνουν μια ενέργεια.
- **Preference Test:** Εδώ ο χρήστης καλείται να επιλέξει ανάμεσα σε δυο εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού με βάση κάποιο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό
- **Navigation Test:** Δημιουργούνται κάποια σενάρια τα οποία ο χρήστης καλείται να υλοποιήσει μέσα από την χρήση πρωτότυπων εικόνων. Ενημερώνει τον χρήστη τι ενέργειες πρέπει να υλοποιήσει και ορίζει στα πρωτότυπα τα σωστά σημεία που πρέπει να κάνει κλικ ο χρήσης για την ολοκλήρωση κάθε ενέργειας. Μετά την εξαγωγή των αποτελεσμάτων μπορεί να διαπιστωθεί αν οι χρήστες μπορούν να πλοηγηθούν με επιτυχία στο σύστημα που αξιολογείται.

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την παρούσα εφαρμογή είναι το Navigation Test όπου δημιουργήθηκαν σενάρια ενεργειών που καλούνται οι χρήστες να υλοποιήσουν.

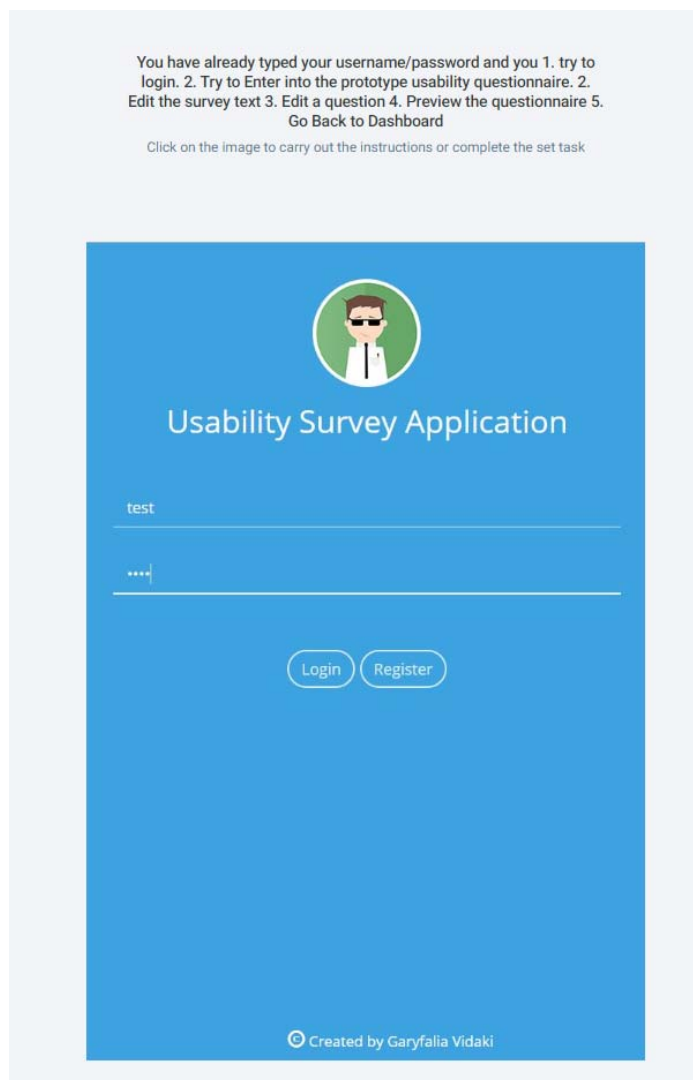
6.4 Usability Scenarios

Στην συγκεκριμένη παράγραφο αναλύονται τα σενάρια που υλοποιήθηκαν για την διεξαγωγή του usability test. Τα σενάρια δόθηκαν προς εκτέλεση είτε μέσω της δράσης τους στην συγκεκριμένη εφαρμογή, είτε λόγω πρόσκλησης που τους στάλθηκε μέσω email με την κοινοποίηση των αντίστοιχων συνδέσμων. Η επιλογή ήταν τυχαία και δεν χρησιμοποιήθηκαν κάποια ιδιαίτερα δημογραφικά στοιχεία. Τα σενάρια υλοποιήθηκαν στην αγγλική γλώσσα έτσι ώστε να μπορεί να υλοποιηθεί από ένα μεγάλο εύρος χρηστών.

6.4.1 Σενάριο ελέγχου 01

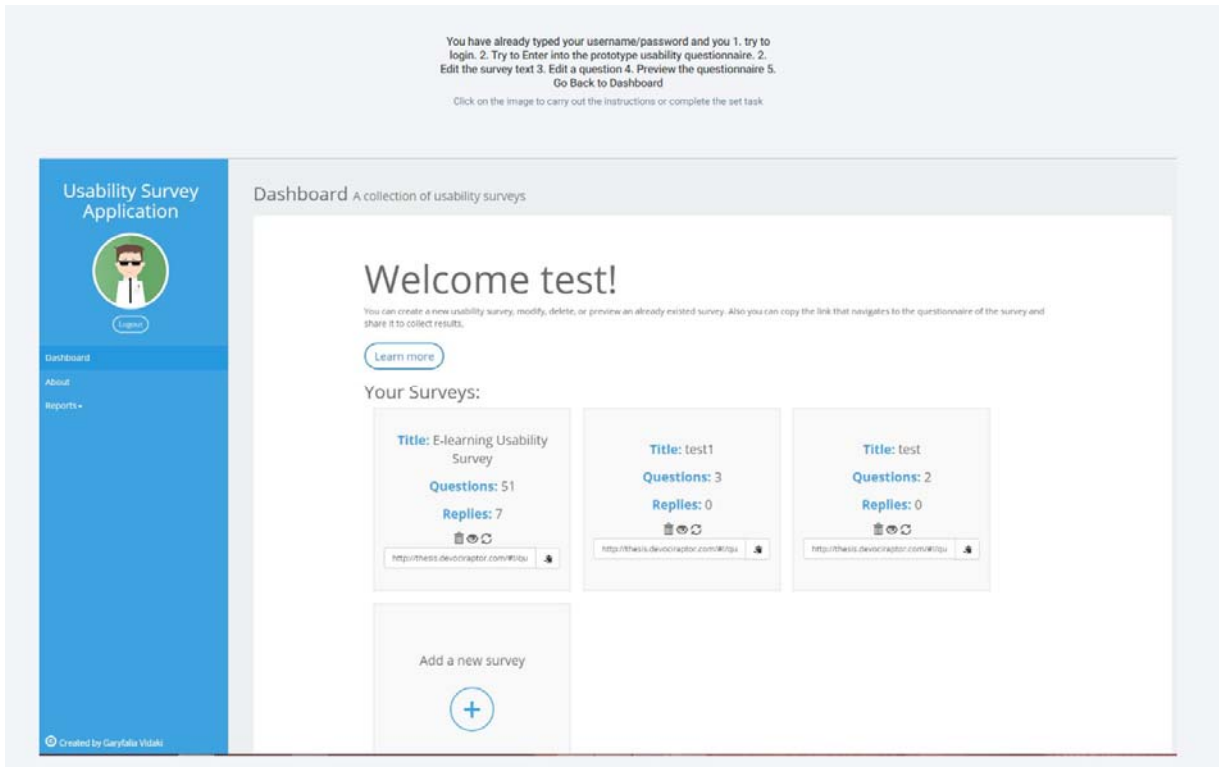
Στο συγκεκριμένο σενάριο ο χρήστης πρέπει να ακολουθήσει με την σειρά τα βήματα που παρουσιάζονται στην περιγραφή του σεναρίου. Τα βήματα που καλείται ο χρήστης να υλοποιήσει είναι τα εξής:

- i. Καλείται μόλις έχει πληκτρολογήσει τα στοιχεία για την σύνδεσή του να επιλέξει το σωστό button «login» για να εισαχθεί στο σύστημα.



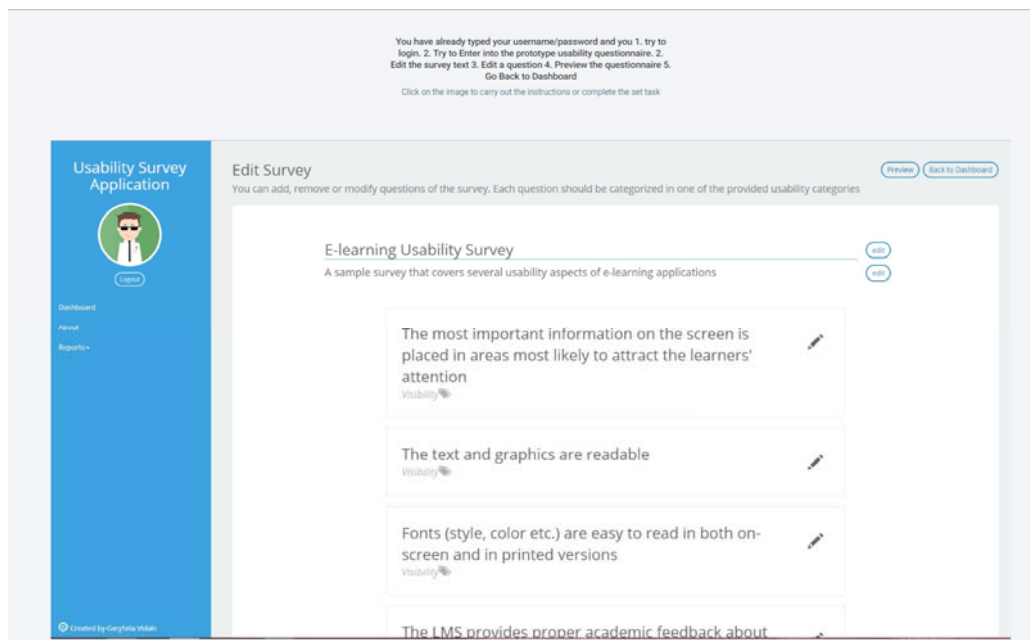
Εικόνα 29: Scenario 01 - Step 1

- ii. Σε αυτό το βήμα ο χρήστης κατευθύνεται στο dashboard όπου καλείται να εισέλθει στο πρώτυπο ερωτηματολόγιο που έχει δημιουργηθεί από το σύστημα



Εικόνα 30: Scenario 01 - Step2

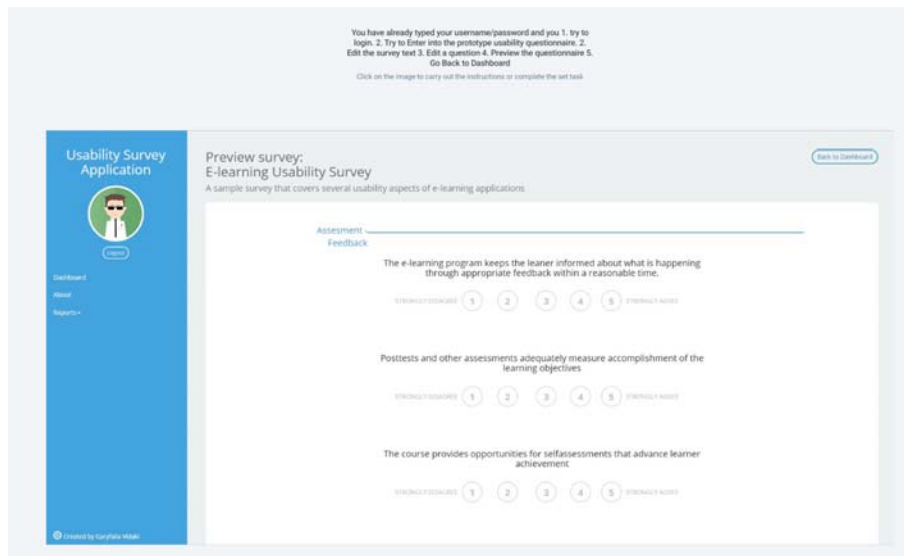
iii. Να τροποποιήσει την περιγραφή της έρευνας



Εικόνα 31: Scenario 01 - Step 3

iv. Να τροποποιήσει μια ερώτηση

- v. Να κάνει προεπισκόπηση του ερωτηματολογίου πατώντας το «Preview» button



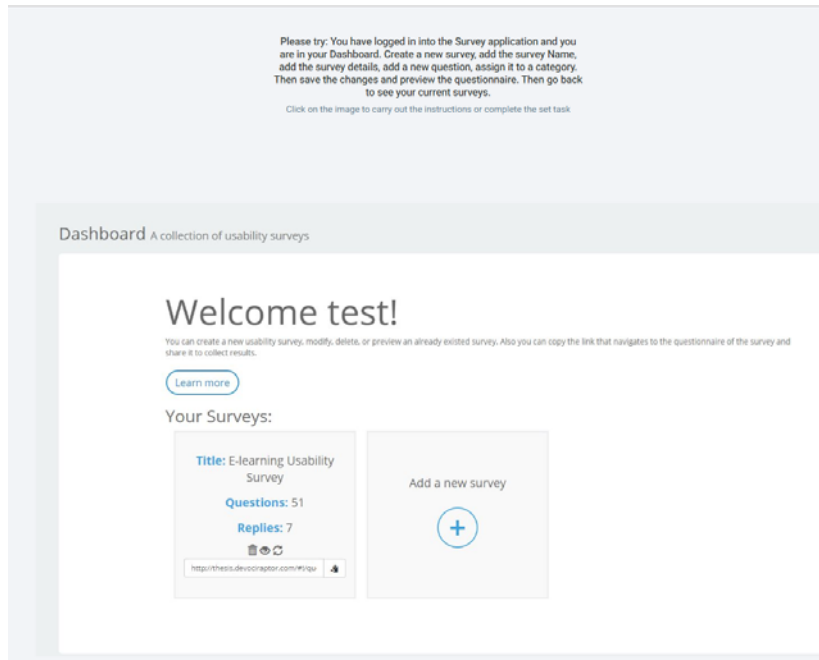
Εικόνα 32: Scenario 01 - Step 5

- vi. Τέλος να επανέλθει στο Dashboard είτε μέσω της επιλογής «Dashoboard» από το μενού είτε μέσα από το κουμπί «Go to Dashboard»

6.4.2 Σενάριο ελέγχου 02

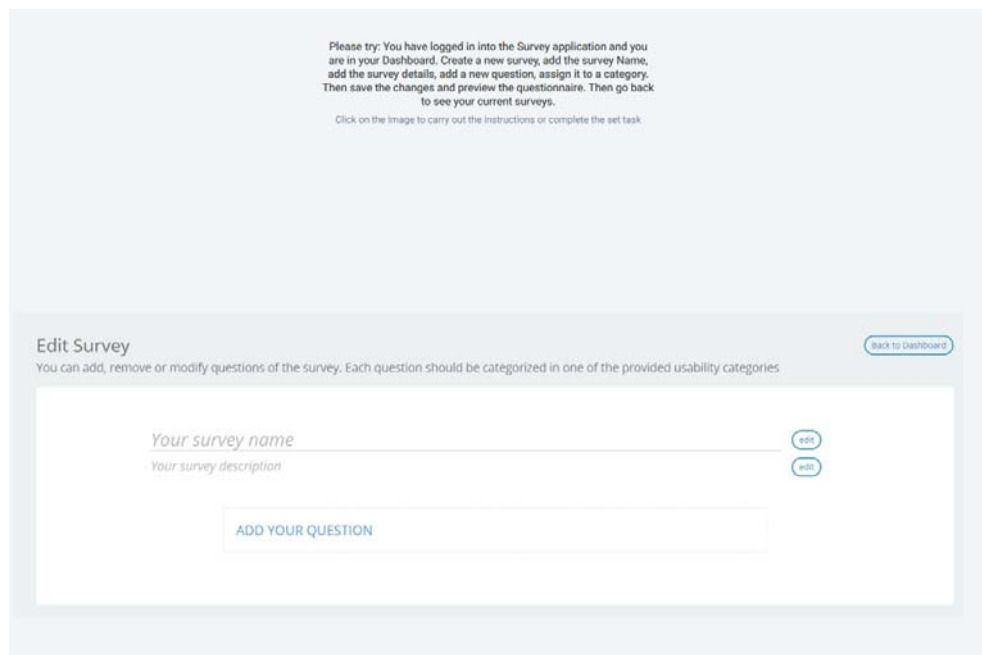
Στο συγκεκριμένο σενάριο ο χρήστης πρέπει επίσης να ακολουθήσει με την σειρά τα βήματα που παρουσιάζονται στην περιγραφή του σεναρίου. Τα βήματα που καλείται ο χρήστης να υλοποιήσει είναι τα εξής:

- i. Ο χρήστης εισάγεται στην εφαρμογή και καλείται να δημιουργήσει νέα έρευνα πατώντας πάνω στο «+»



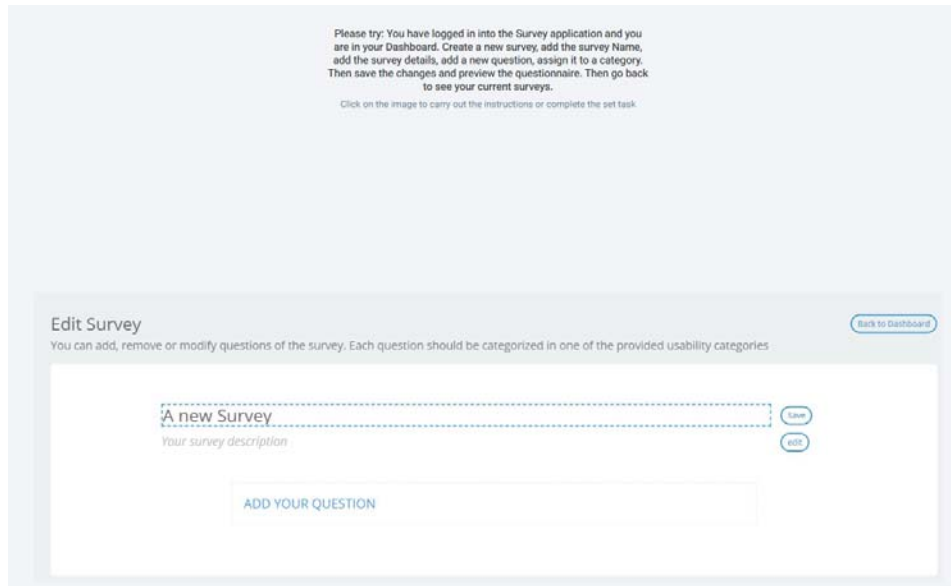
Εικόνα 33: Scenario 02 - Step 01

- ii. Εισέρχεται στην σελίδα και καλείται να δώσει ένα όνομα στην έρευνα του



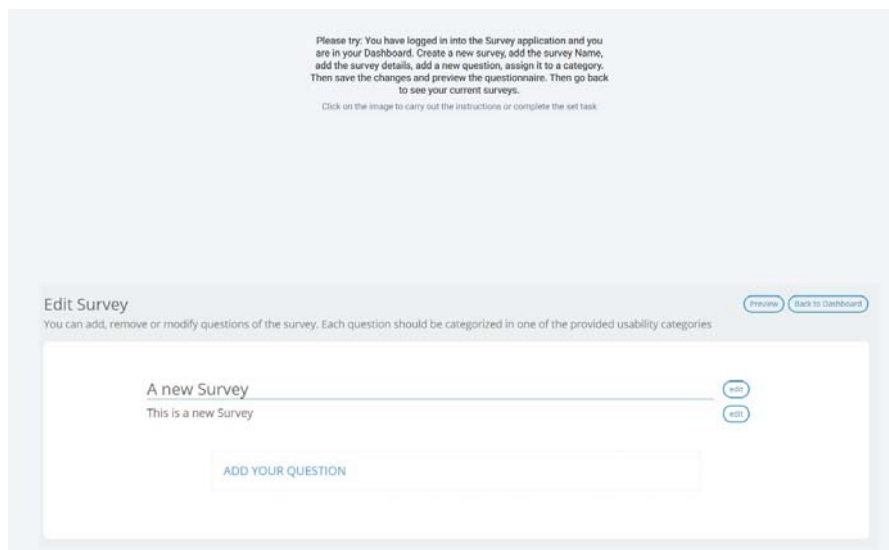
Εικόνα 34: Scenario 02 - Step 02

- iii. Να τοποθετήσει την περιγραφή της έρευνας



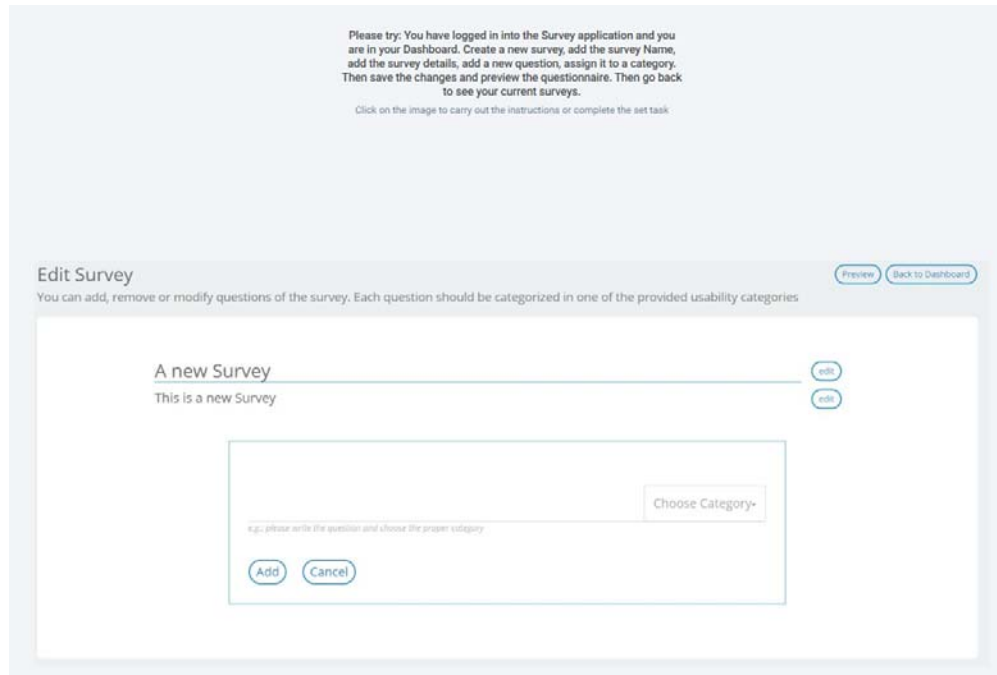
Εικόνα 35: Scenario 02 - Step 03

iv. Να δημιουργήσει νέα ερώτηση



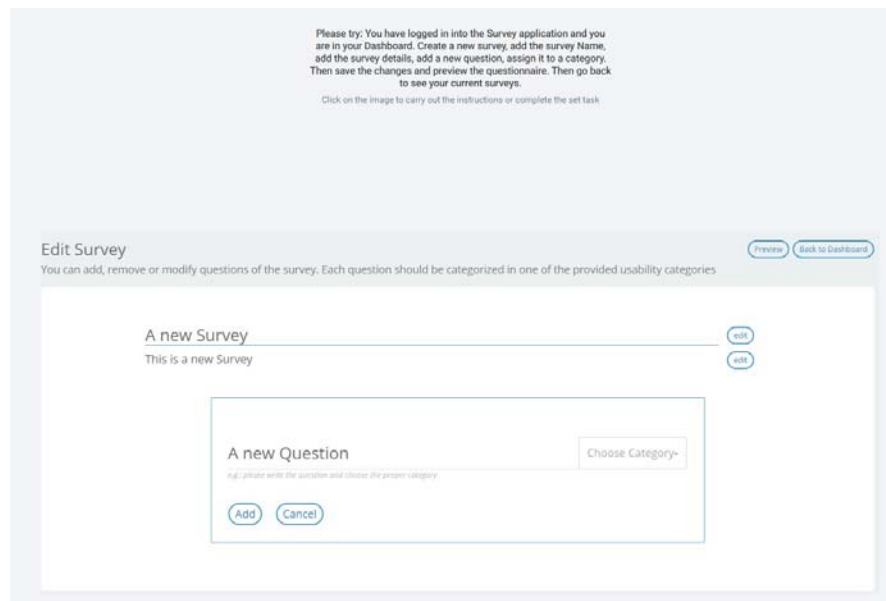
Εικόνα 36: Scenario 02 - Step 04

v. Να εισάγει την περιγραφή της ερώτησης



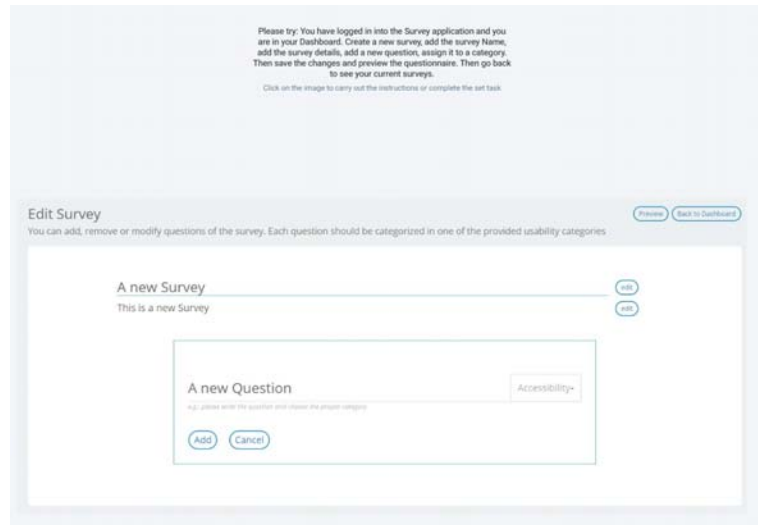
Εικόνα 37: Scenario 02 - Step 05

vi. Να την αναθέσει σε μια κατηγορία



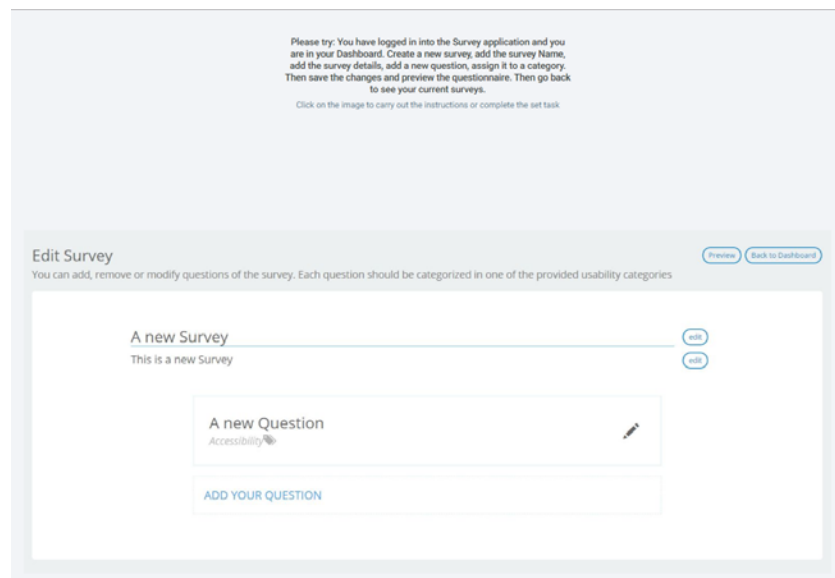
Εικόνα 38: Scenario 02 - Step 6

vii. Να αποθηκεύσει την ερώτηση πατώντας το κουμπί «Add»



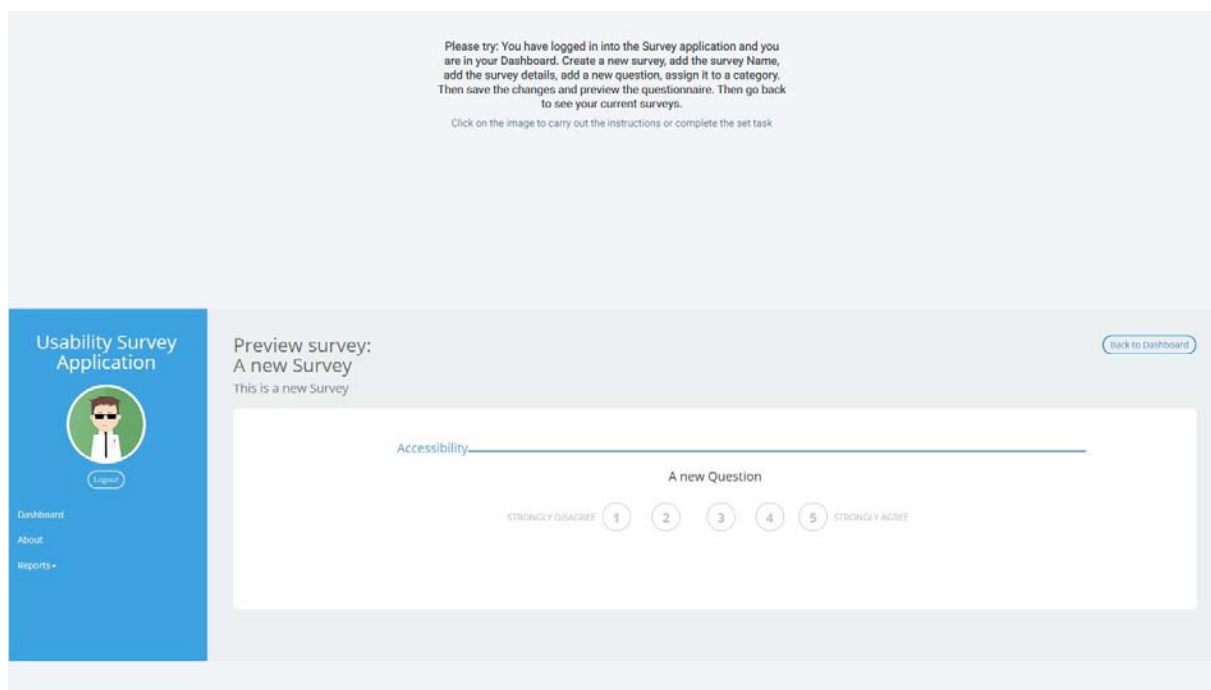
Εικόνα 39: Scenario 02 - Step 07

viii. Να κάνει προεπισκόπηση του νέου ερωτηματολογίου



Εικόνα 40: Scenario 02 - Step 08

ix. Να επιστρέψει στο dashboard

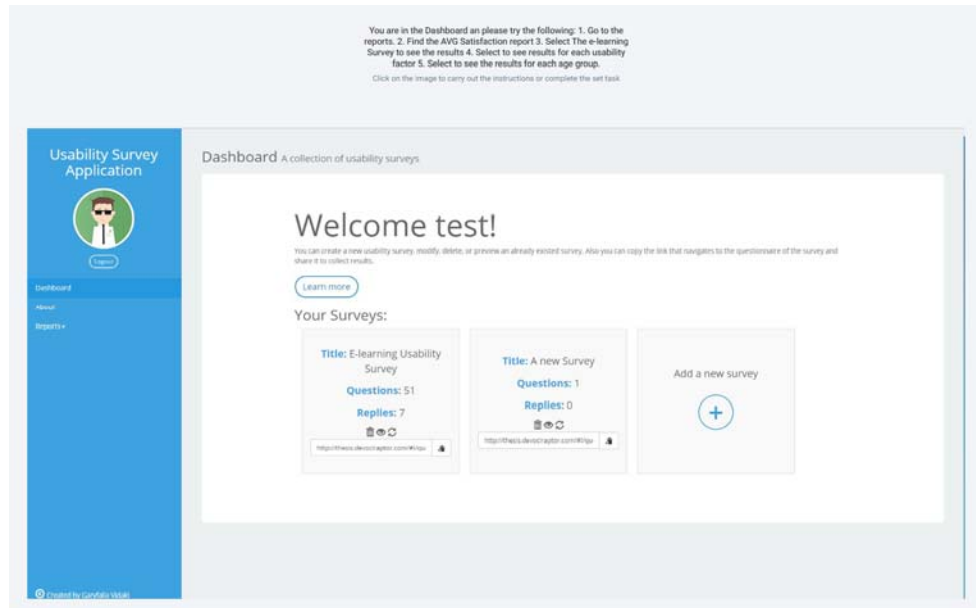


Εικόνα 41: Scenario 02 - Step 09

6.4.3 Σενάριο Ελέγχου 03

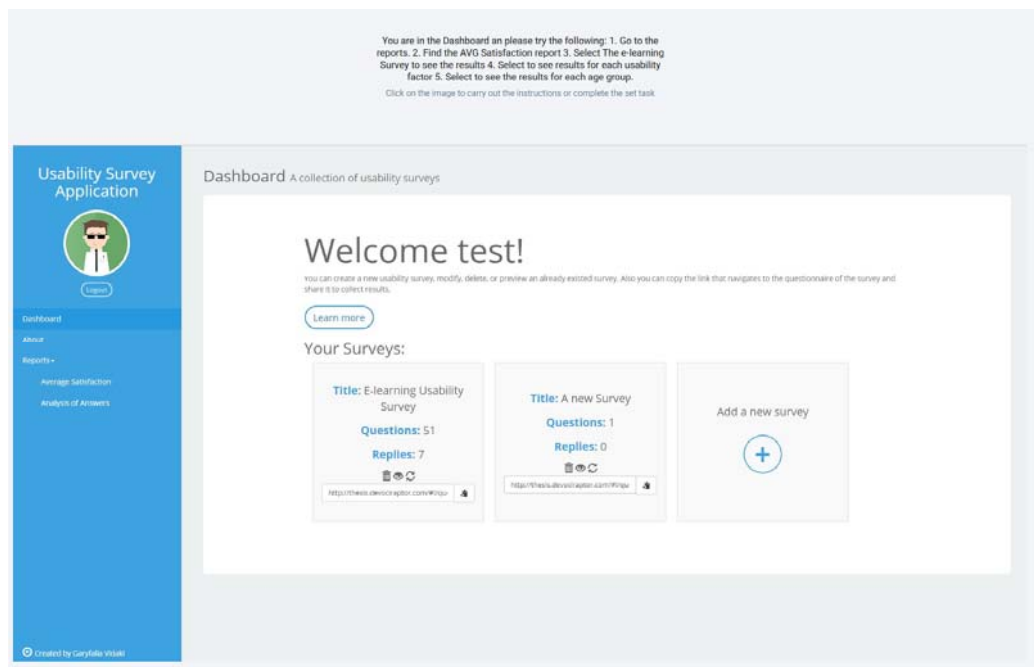
Στο συγκεκριμένο σενάριο ο χρήστης πρέπει να ακολουθήσει με την σειρά τα βήματα που παρουσιάζονται στην περιγραφή του σεναρίου. Τα βήματα που καλείται ο χρήστης να υλοποιήσει είναι τα εξής:

- i. Ο χρήστης εισάγεται στην εφαρμογή και καλείται να πλοηγηθεί στα reports



Εικόνα 42: Scenario 03 - 01

- ii. Να επιλέξει να εμφανιστούν τα reports που έχουν σχέση με το AVG Satisfaction



Εικόνα 43: Scenario 02 - Step 2

- iii. Να επιλέξει την έρευνα «e-learning Usability Test»

- v. Να επιλέξει ότι θέλει να δει τα αποτελέσματα όλων των παραγόντων που συμμετέχουν στο AVG Satisfaction ανά group ηλικιών

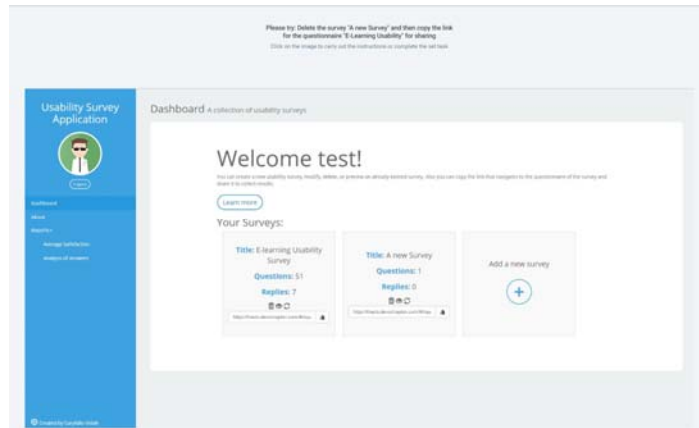


Εικόνα 46: Scenario 03 - Step 05

6.4.4 Σενάριο ελέγχου 04

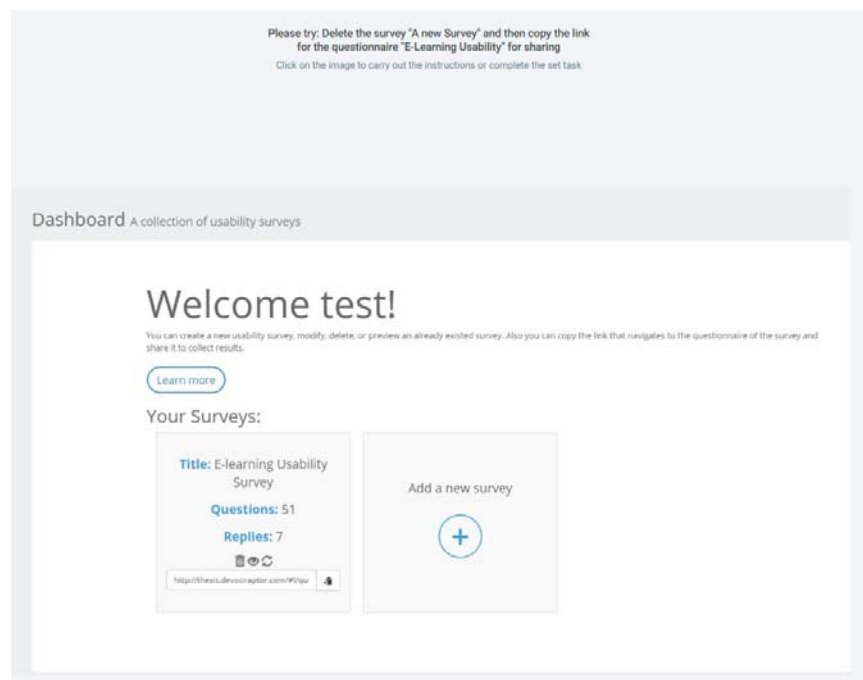
Στο συγκεκριμένο σενάριο ο χρήστης πρέπει να ακολουθήσει με την σειρά τα βήματα που παρουσιάζονται στην περιγραφή του σεναρίου. Τα βήματα που καλείται ο χρήστης να υλοποιήσει είναι τα εξής:

- i. Ο χρήστης καλείται να διαγράψει την test έρευνα που έχει δημιουργήσει πατώντας το κουμπί με την εικόνα του κάδου ανακύκλωσης



Εικόνα 47: Scenario 04 - Step 01

- ii. Να κάνει αντιγραφή τον σύνδεσμο του ερωτηματολογίου για την «E-learning usability»



Εικόνα 48: Scenario 04 - Step 02

6.4.5 Σενάριο ελέγχου 05

Στο συγκεκριμένο σενάριο ο χρήστης πρέπει να ακολουθήσει με την σειρά τα βήματα που παρουσιάζονται στην περιγραφή του σεναρίου. Τα βήματα που καλείται ο χρήστης να υλοποιήσει είναι τα εξής:

- i. Ο χρήστης καλείται να πλοηγηθεί στο πρότυπο ερωτηματολόγιο «E-learning usability»

Please try: Try to navigate through the questionnaire
Click on the image to carry out the instructions or complete the set task

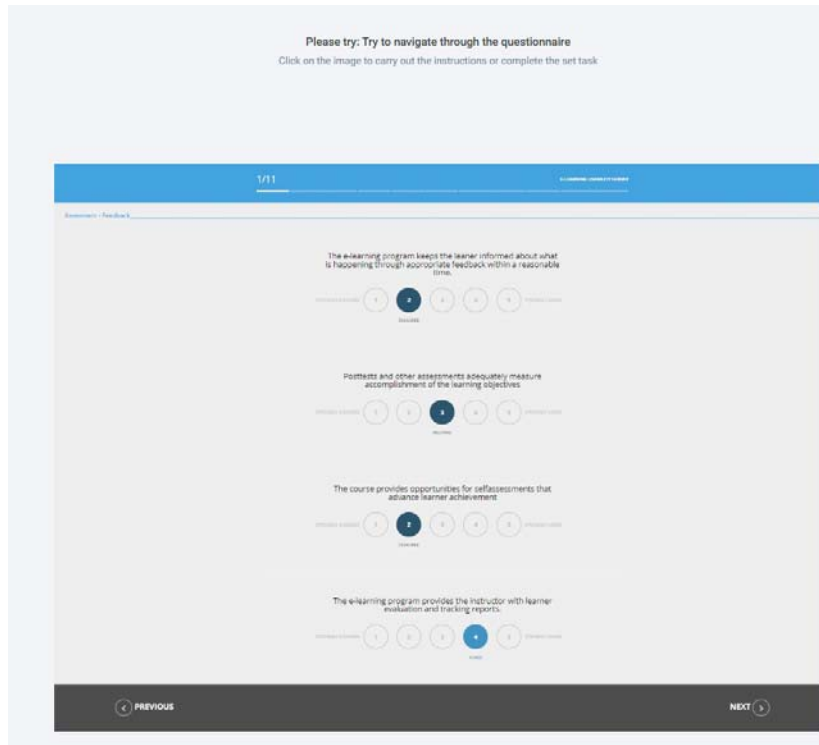
Welcome to "E-learning Usability Survey"!
A sample survey that covers several usability aspects of e-learning applications
Please fill up the form and proceed to the questionnaire!

Age

[Go to Questions >](#)

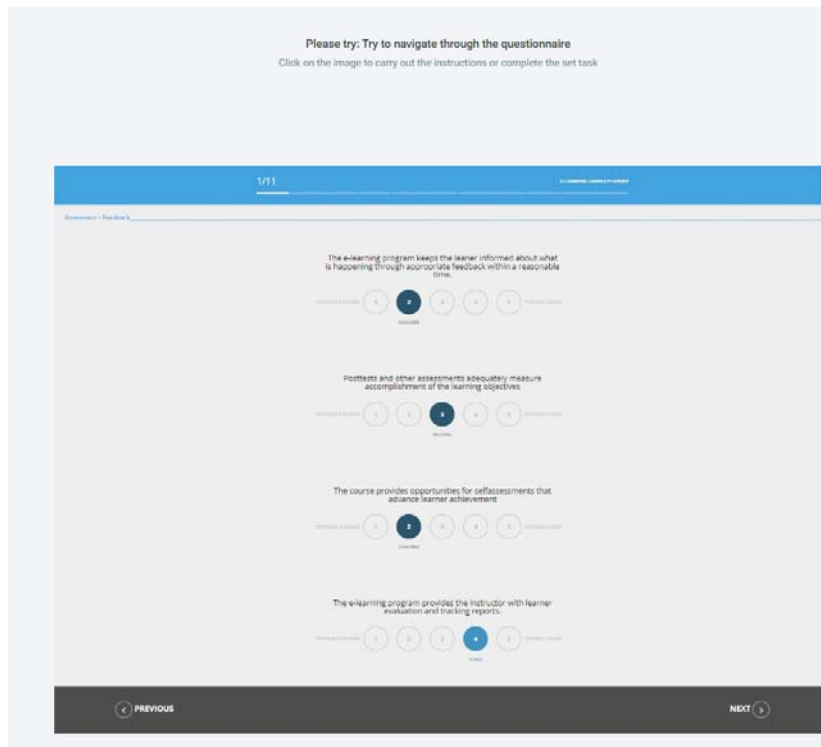
Εικόνα 49: Scenario 05 - Step 01

- ii. Να απαντήσει σε μια ερώτηση



Εικόνα 50: Scenario 05 - Step 02

- iii. Να συνεχίσει την πλοήγηση του μέχρι το πέρας του ερωτηματολογίου



Εικόνα 51: Scenario 05 - Step03 – 09

Μετά το τέλος του συγκεκριμένου σεναρίου ζητείται από τον χρήστη να συμπληρώσει αν του άρεσαν οι σελίδες που είδε και τι θα άλλαζε. Μετά από αυτή την ενέργεια ολοκληρώνεται ο έλεγχος των σεναρίων.

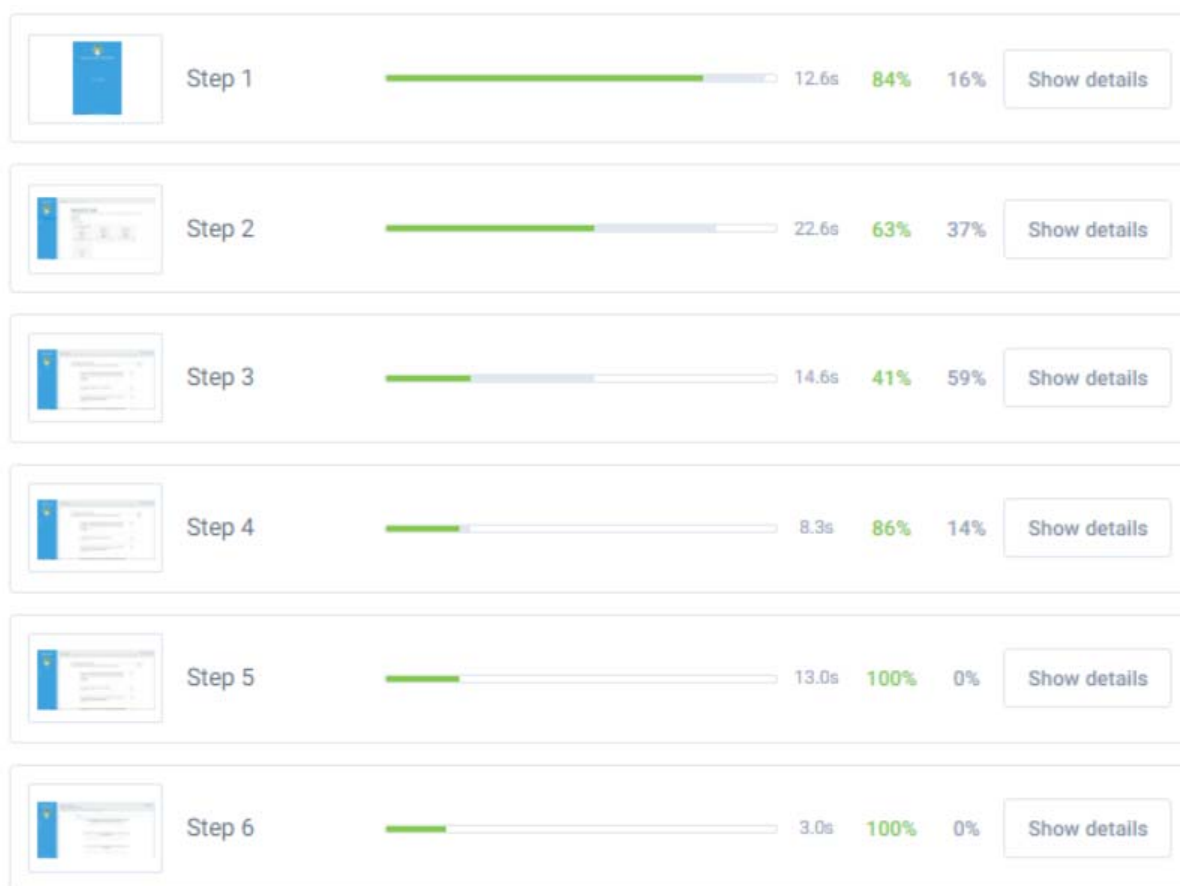


Εικόνα 52: Scenario 05 - Final Question

6.5 Αποτελέσματα Usability Test

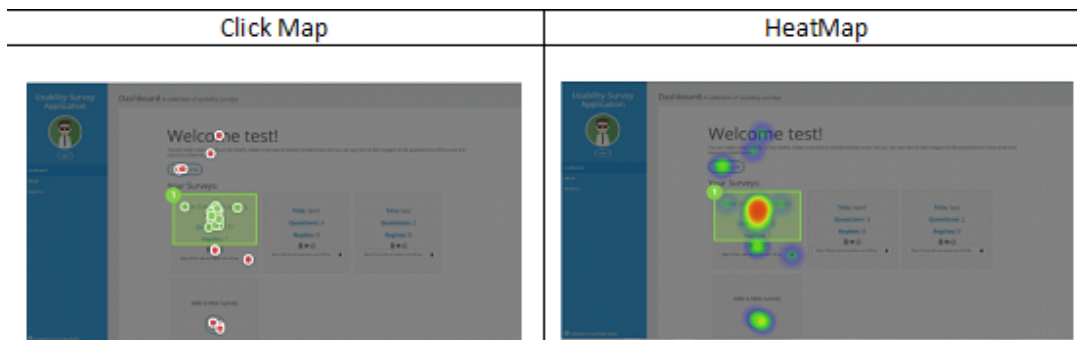
6.5.1 Σενάριο 01

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του usability test της εφαρμογής για το σενάριο 01. Στο συγκεκριμένο σενάριο συμμετείχαν στο σύνολο 32 άτομα εκ των οποίων το 16% ολοκλήρωσε το test σε όλα του τα βήματα. Στην παραπάνω εικόνα τα ποσοστά επιτυχίας για κάθε βήμα ανάλογα με τους χρήστες που βρίσκονται σε αυτό το βήμα και ο μέσος χρόνος υλοποίησης του κάθε βήματος.



Εικόνα 53: Συνολικά ποσοστά επιτυχίας για σενάριο 01

Μετά το βήμα 2 & 3 φαίνεται ότι αρκετοί χρήστες σταμάτησαν καθώς τους δυσκόλεψε αρκετά. Στις παρακάτω εικόνες εμφανίζονται τα σημεία που πάτησαν οι χρήστες για να ολοκληρώσουν το βήμα 2, «Εισέλθετε στην έρευνα e-Learning Usability Survey».



Εικόνα 54: Heat map - Click Map - Scenario 01, Step 2

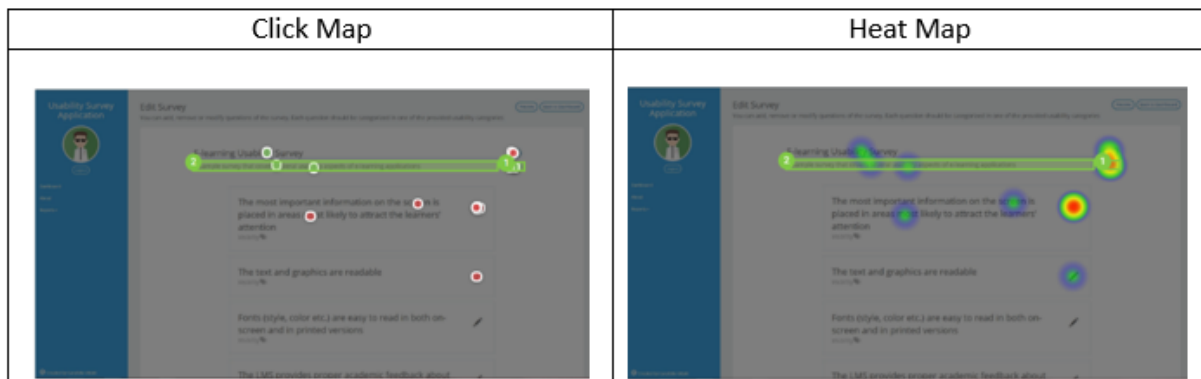
Εικόνα 55: ClickMap Scenario 01 - Step 02

Όπως είναι εμφανές κάποιοι χρήστες πάτησαν στην περιοχή που είχε οριστεί όμως αρκετοί πάτησαν σε αρκετά διαφορετικά σημεία. Παρακάτω φαίνονται οι μέσοι χρόνοι απόκρισης ανάλογα με τους χρήστες και το σημείο που έκαναν κλικ. Ο μέσος χρόνος απόκρισης αυτού του βήματος για το 63% (17) των χρηστών που ολοκλήρωσαν αυτό το βήμα ήταν 23.4 sec ενώ εκείνων που πάτησαν εκτός της προκαθορισμένης περιοχής χρειάστηκαν περίπου 21.4s (10).

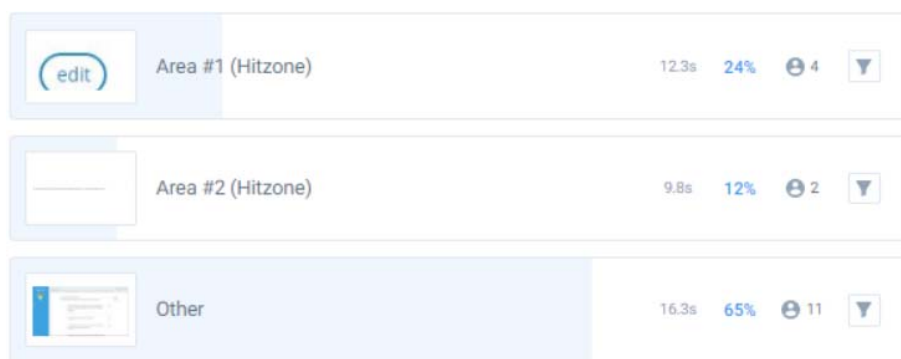


Εικόνα 56: Details Scenario 01 – Step 02

Στο βήμα 3 έχουν απαντήσει μόνο οι εκείνοι που ολοκλήρωσαν το βήμα 2 του συγκεκριμένου σεναρίου, 17 χρήστες από τους 32. Από αυτούς οι 6 πάτησαν με επιτυχία το συγκεκριμένο βήμα (36%). Το υπόλοιπο 65% (11 από τους 17) πάτησαν εκτός οριοθετημένης περιοχής.



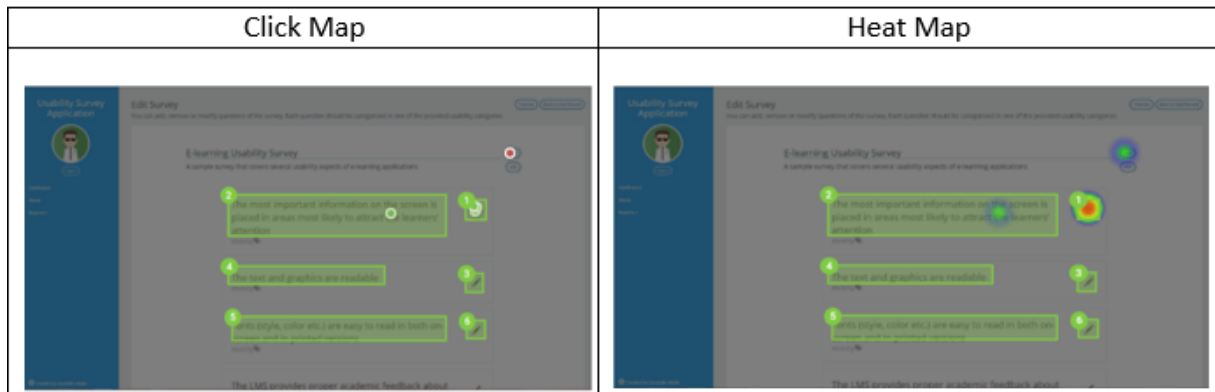
Εικόνα 57: Heat Map - Click Map - Scenario 01, Step03



Εικόνα 58: Details Scenario 01 - Step 03

Οι πιο πολύ πάτησαν, ποσοστό 24%, όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα το κουμπί edit ενώ κάποιοι άλλοι, 12%, πάτησαν στην δεύτερη περιοχή που είχε οριστεί και ήταν απευθείας η περιοχή της τροποποίησης. Ο μέσος χρόνος απόκρισης για την πρώτη ορισμένη περιοχή ήταν 12.3 sec ενώ για την δεύτερη ήταν 9.8 sec.

Στο βήμα 4 ζητήθηκε από τους χρήστες να τροποποιήσουν μια ερώτηση του ερωτηματολογίου στο οποίο βρίσκονται. Σε αυτό το βήμα έφτασε μόνο οι 7 από τους 32. Το 14% δεν πάτησε μέσα στις οριοθετημένες περιοχές, ενώ το υπόλοιπο 86% έκανε κλικ στα σωστά σημεία.



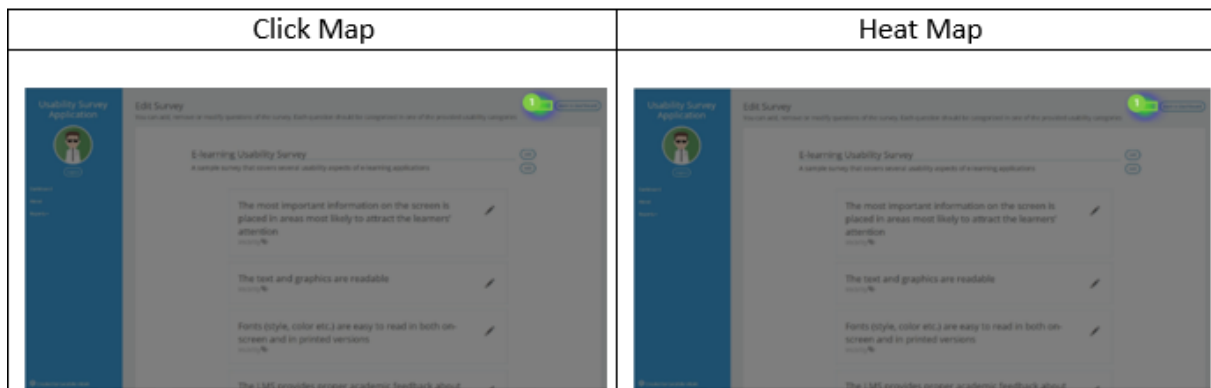
Εικόνα 59: Heat Map - Click Map - Scenario 01, Step04

Το 71% χρησιμοποίησε το εικονίδιο με το μολύβι για να πραγματοποιήσει το συγκεκριμένο βήμα με μέσο χρόνο 8.5 sec, ενώ το 14% έκανε κλικ απευθείας στο σημείο που εμφανίζεται η περιγραφή της ερώτησης με χρόνο απόκρισης 6.9 sec.

	Area #1 (Hitzone)	8.5s	71%	5	▼
	Area #2 (Hitzone)	6.9s	14%	1	▼
	Area #3 (Hitzone)	n/a	0%	0	▼
	Area #4 (Hitzone)	n/a	0%	0	▼
	Area #5 (Hitzone)	n/a	0%	0	▼
	Area #6 (Hitzone)	n/a	0%	0	▼
	Other	8.9s	14%	1	▼

Εικόνα 60: Details Scenario 01 - Step 04

Τα βήματα 5 και 6, preview και back to dashboard, ολοκληρώθηκαν από τους χρήστες που έφτασαν μέχρι αυτό το σημείο και ολοκλήρωσαν το test του συγκεκριμένου σεναρίου. Στο βήμα 5 ο χρόνος απόκρισης ήταν 13 sec (εικόνα 62) με ποσοστό επιτυχίας 100% (εικόνα 61).

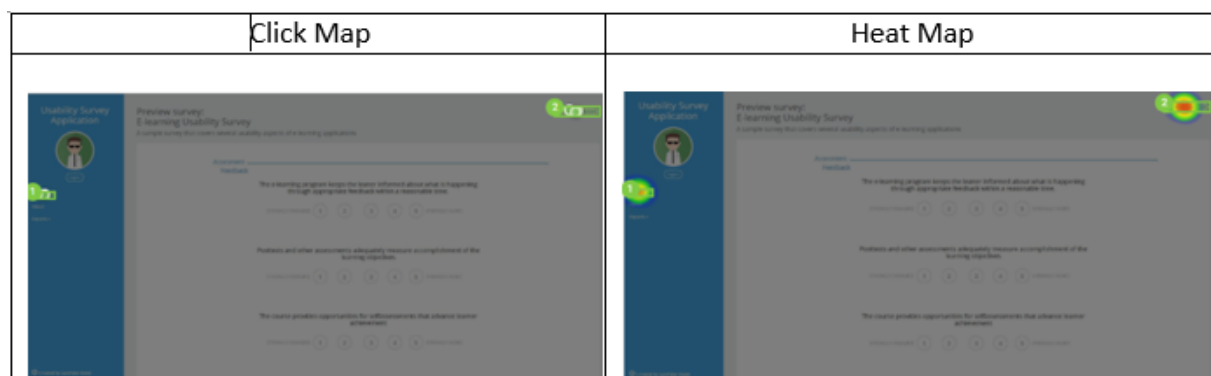


Εικόνα 61: Heat Map - Click Map - Scenario 01, Step05



Εικόνα 62: Details Scenario 01 - Step 05

Στο βήμα 6 υπήρχε 100% επιτυχία. Το 40% των χρηστών πάτησαν το menu-item «Dashboard» με χρόνο απόκρισης 4.1 sec, ενώ το 60% το κουμπί «Back to Dashboard» με χρόνο απόκρισης 2.3 sec.



Εικόνα 63: Heat Map - Click Map - Scenario 01, Step06

 Dashboard	Area #1 (Hitzone)	4.1s	40%	⊖ 2	⌵
 Back to Dashboard	Area #2 (Hitzone)	2.3s	60%	⊖ 3	⌵
	Other	n/a	0%	⊖ 0	⌵

Εικόνα 64: Details Scenario 01 - Step 06

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρούμε ότι στο συγκεκριμένο σενάριο οι χρήστες ήθελαν να είναι πιο ευδιάκριτα τα σημεία 2,3 & 4. Το σημείο που ο χρήστης εισέρχεται σε μια έρευνα πρέπει να είναι λίγο πιο εμφανές, για παράδειγμα το όνομα της έρευνας να είναι ως link με διαφορετικό χρώμα. Στο βήμα 3 να είναι λίγο πιο εμφανής ο διαχωρισμός του κειμένου μιας έρευνας από το όνομά της, καθώς κάποια κλικ συγκεντρώνονται γύρω από εκεί ή σε τελείως διαφορετικό σημείο μέσα στην σελίδα. Τέλος, στο βήμα 4 είναι πολύ ευδιάκριτη και χρήσιμη η εικόνα του edit που έχει επιλεγεί στα δεξιά της ερώτησης (μολύβι). Η εικόνα αυτή χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές γεγονός που βοηθάει τους χρήστες (memorability, consistency).

6.5.2 Σενάριο 02

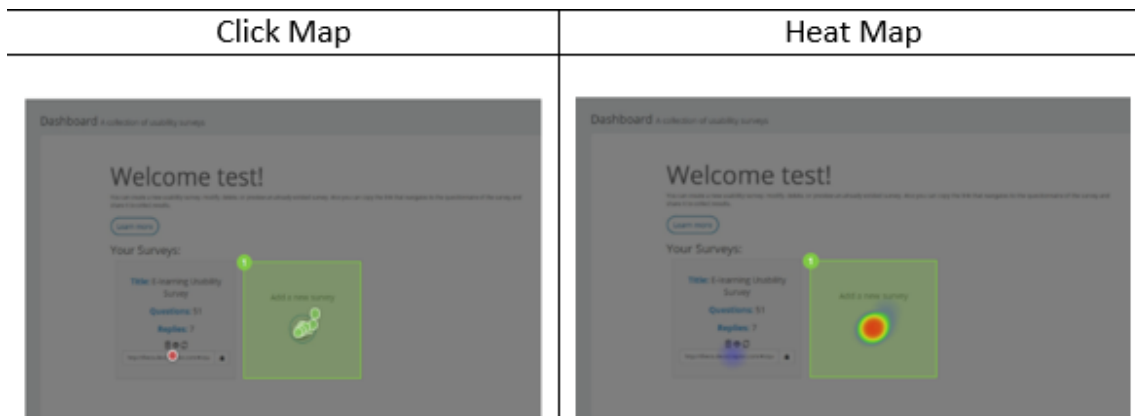
Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του usability test της εφαρμογής για το σενάριο 02. Στο συγκεκριμένο σενάριο συμμετείχαν στο σύνολο 25 άτομα εκ των οποίων μόνο το 4% ολοκλήρωσε το test σε όλα του τα βήματα. Όπως φαίνεται και από την παραπάνω εικόνα τα ποσοστά επιτυχίας για κάθε βήμα.



Εικόνα 65: Συνολικά ποσοστά επιτυχίας για σενάριο 02

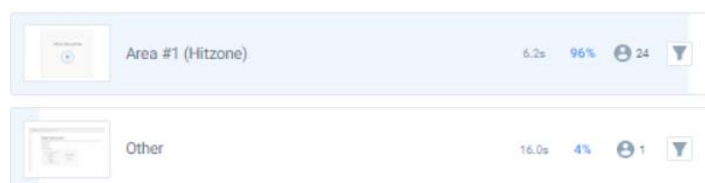
Παρατηρώντας την παραπάνω εικόνα βλέπουμε ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες απέτυχαν στο βήμα 3. Στο συγκεκριμένο βήμα οι χρήστες πάλι κλήθηκαν να εισάγουν ένα κείμενο με την περιγραφή της έρευνας. Παρακάτω παρουσιάζονται λεπτομερώς αναλυτικά τα στοιχεία του κάθε βήματος του συγκεκριμένου σεναρίου, παρουσιάζοντας τα αντίστοιχα Heat Map, Click Map, χρόνους απόκρισης και ποσοστά επιτυχίας για κάθε βήμα.

Στο βήμα 1 όλοι οι συμμετέχοντες πάτησαν στο σωστό σημείο για την εισαγωγή μιας καινούργιας έρευνας. Το πλήκτρο αυτό είναι το «+».



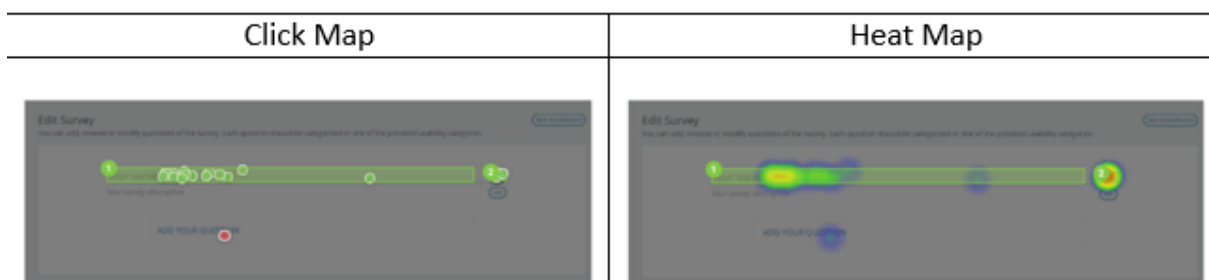
Εικόνα 66: Heat Map - Click Map - Scenario 02, Step01

Το 96% αποκρίθηκε πολύ γρήγορα σε αυτή την ενέργεια, 6.2 sec όπως φαίνεται και από την παρακάτω εικόνα.









Εικόνα 67: Details Scenario 02 - Step 01

Στο βήμα 2 αντίστοιχα οι χρήστες πάτησαν στις ορισμένες περιοχές με επιτυχία όπως βλέπουμε στην εικόνα 68.



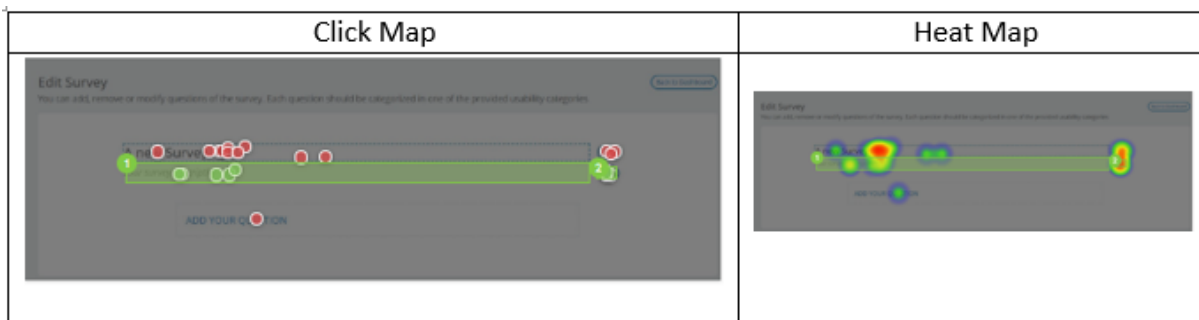
Εικόνα 68: Heat Map - Click Map - Scenario 02, Step02

Το μεγαλύτερο ποσοστό των χρηστών έκανε κλικ αμέσως πάνω στην περιοχή που έχει οριστεί και είναι έτοιμο προς συμπλήρωση και αυτό φαίνεται και από την παρακάτω εικόνα (εικόνα 69). Το 63% αποκρίθηκε με μέσο χρόνο 3.6 sec ενώ το 33% χρησιμοποίησε το κουμπί «edit» για να ολοκληρώσει την ενέργεια.

	Area #1 (Hitzone)	2.6s	63%	15	
	Area #2 (Hitzone)	8.0s	33%	8	
	Other	5.0s	4%	1	

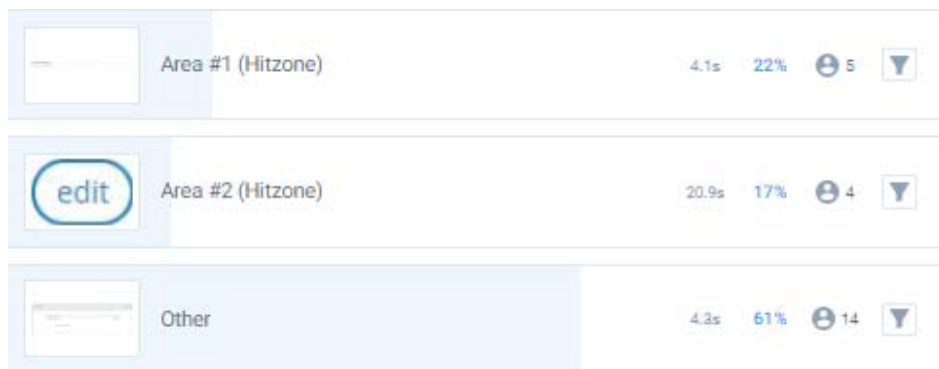
Εικόνα 69: Details Scenario 02 - Step 02

Στο βήμα 3 οι χρήστες κλήθηκαν να εισάγουν μια περιγραφή της έρευνας και όπως και στο σενάριο 01 οι χρήστες έπρεπε να κάνουν κλικ είτε στο κουμπί «edit» είτε μέσα στην περιοχή της περιγραφής. Όπως παρατηρήθηκε οι περισσότερες χρήστες απέτυχαν σε αυτό το σημείο αυτού του σεναρίου.



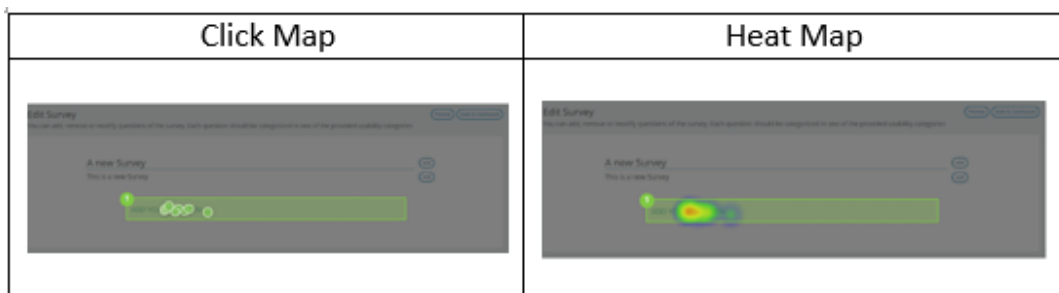
Εικόνα 70: Heat Map - Click Map - Scenario 02, Step03

Το 61% απέτυχε προσπαθώντας να πατήσει εκεί κοντά στο σημείο που είχε οριστεί και του πήρε 4.3 sec μέσο χρόνο απόκρισης. Το 22% έκανε κλικ στην περιοχή της περιγραφής ενώ το 17% στο σημείο που βρίσκεται το «edit», με μέσο όρο χρόνο απόκρισης 4.1 sec και 20.9 sec αντίστοιχα.



Εικόνα 71: Details Scenario 02 - Step 03

Στο βήμα 4 όλοι οι εναπομείναντες χρήστες το ολοκλήρωσαν με επιτυχία όπως φαίνεται και στις εικόνες 72 και 73.



Εικόνα 72: Heat Map - Click Map - Scenario 02, Step04



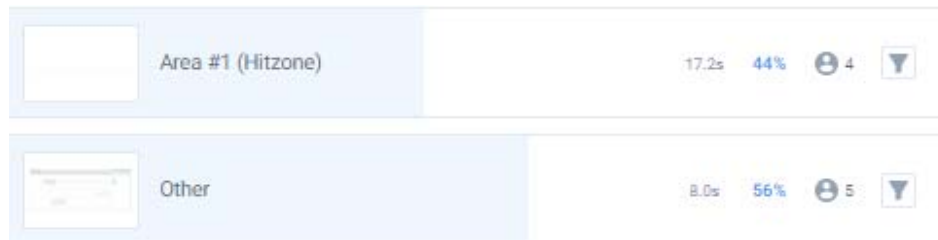
Εικόνα 73: Details Scenario 02 - Step 04

Στο βήμα 5 το 44% πέτυχε το στόχο ενώ από την άλλη το 56% απέτυχε.



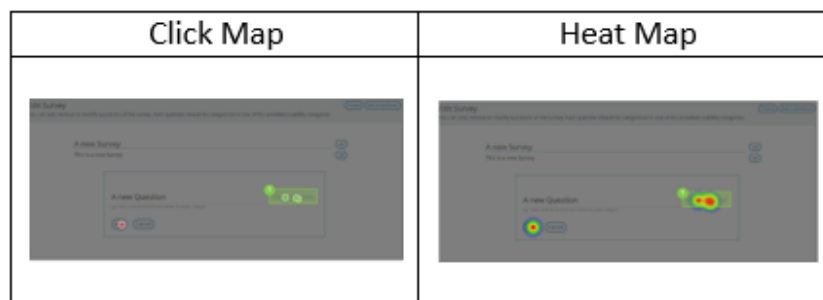
Εικόνα 74: Heat Map - Click Map - Scenario 02, Step05

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 75 δυσκολεύτηκαν αρκετά στο να βρουν που έπρεπε να πατήσουν καθώς τους πήρε μέσο όρο 17.2 sec.



Εικόνα 75: Details Scenario 02 - Step 05

Στο βήμα 6 το 75% αναγνώρισαν το σημείο που έπρεπε να επιλεγεί για να αναθέσουν κατηγορία στην ερώτηση ενώ το 25% δεν τα κατάφερε.



Εικόνα 76: Heat Map - Click Map - Scenario 02, Step06



Εικόνα 77: Details Scenario 02 - Step 06

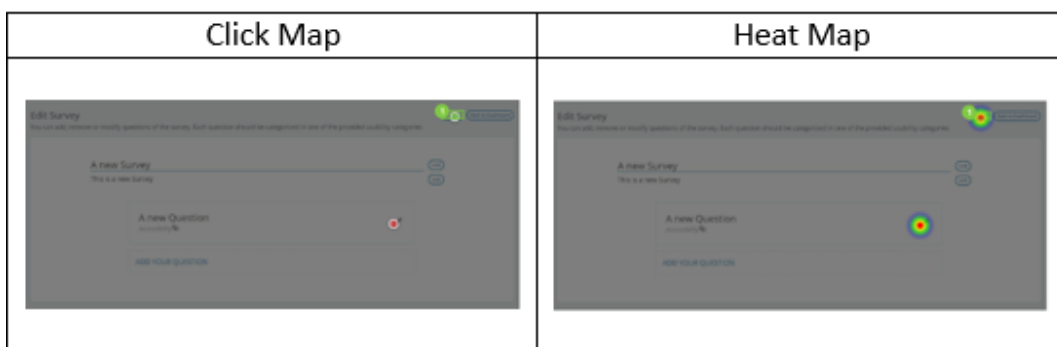
Το βήμα 7 που έπρεπε να αποθηκεύσουν την ερώτηση είχε και εκείνο ένα ποσοστό αποτυχίας 33% ενώ το 67% το εκτέλεσε με επιτυχία. Ο χρόνος που χρειάστηκε για να ολοκληρωθεί η συγκεκριμένη ενέργεια ήταν στα 11.7 sec.



Εικόνα 78: Details Scenario 02 - Step 07

Ο χρόνος απόκρισης αποδεικνύει ότι το κουμπί «Add» δεν βοήθησε πολύ στην αποθήκευση, ίσως και να παραπλάνησε τους χρήστες για αυτό και ο μεγάλος χρόνος, 11.7 sec.

Το βήμα 8 ολοκληρώθηκε με επιτυχία από το 50% των ενεργών συμμετεχόντων εκεί. Το βήμα 9 ολοκληρώθηκε με επιτυχία. Το βήμα 8 είναι το αντίστοιχο του βήματος 5 από το σενάριο 01.



Εικόνα 79: Heat Map - Click Map - Scenario 02, Step08

Με βάση τα παραπάνω το πιο σημαντικό συμπέρασμα που μπορεί να διεξαχθεί είναι το γεγονός ότι οι περισσότεροι χρήστες απέτυχαν στο βήμα 3, αντίστοιχο με το βήμα 3 του σεναρίου 01. Έρχεται να επιβεβαιώσει τα συμπεράσματα που έχουν διεξαχθεί από το σενάριο 01, αλλά επίσης να ενθαρρύνει την επιλογή των κουμπιών «+», «μολύβι» (για edit). Τα κουμπιά αυτά βοηθούν στην εκτέλεση των επιθυμητών ενεργειών καθώς αποτελούν και εκείνες συνηθισμένες εικόνες για τέτοιου είδους ενέργειες σε άλλα συστήματα, είτε παρόμοια είτε όχι. Τέλος, το κουμπί «Add» θα πρέπει να αλλάξει σε «Save» ή στην χρήση μιας εικόνας όπως η δισκέτα για να είναι πιο ξεκάθαρη η ενέργεια της αποθήκευσης.

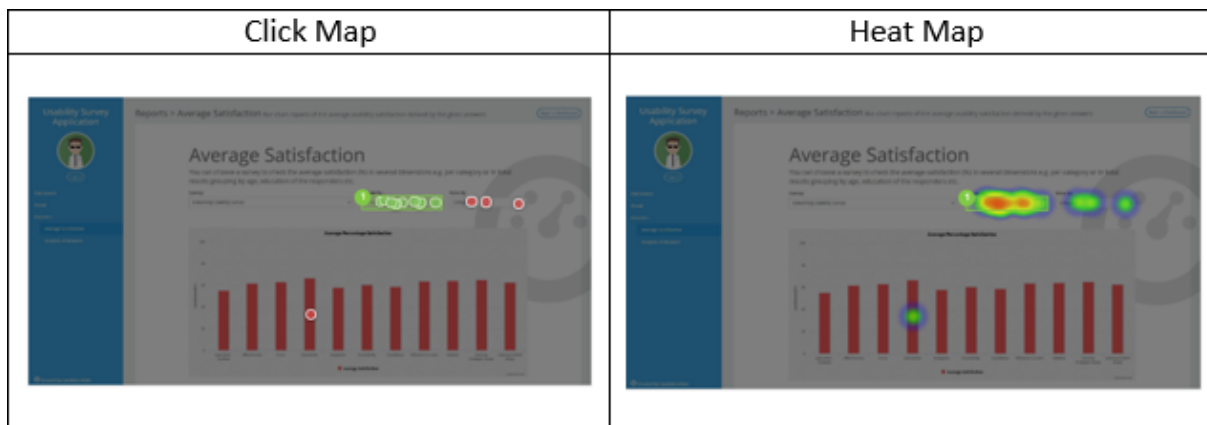
6.5.3 Σενάριο 03

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του usability test της εφαρμογής για το σενάριο 03. Στο συγκεκριμένο σενάριο συμμετείχαν στο σύνολο 19 άτομα εκ των οποίων μόνο το 37% ολοκλήρωσε το test σε όλα του τα βήματα. Όπως φαίνεται και από την παραπάνω εικόνα τα ποσοστά επιτυχίας για κάθε βήμα.

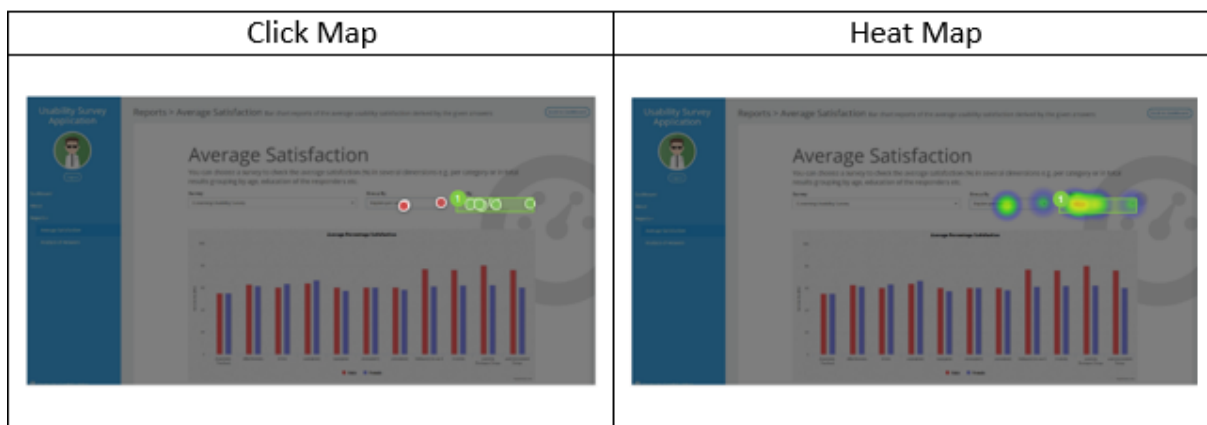


Εικόνα 80: Συνολικά ποσοστά επιτυχίας για σενάριο 03

Οι περισσότεροι συμμετέχοντες απέτυχαν στο βήμα 4 & 5 όπου οι χρήστες έπρεπε να επιλέξουν τα κριτήρια για να δουν το report AVG Satisfaction για κάθε παράγοντα που συμμετέχει στην ευχρηστία ανά γκρουπ ηλικιών. Όπως φαίνεται από την παρακάτω εικόνα τα δύο τελευταία σημεία δεν ήταν ξεκάθαρα ποια από τις ετικέτες έπρεπε να επιλεγεί ώστε να εκτελεστεί η ζητούμενη ενέργεια.

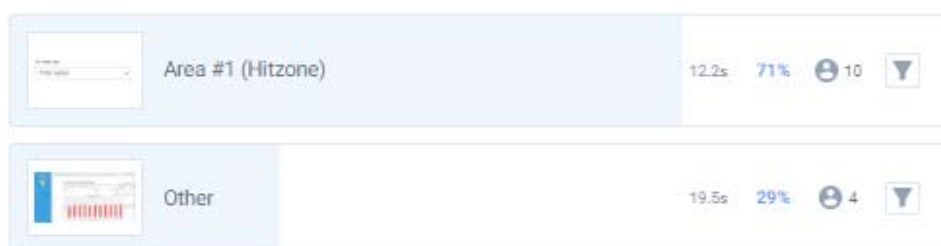


Εικόνα 81: Heat Map - Click Map - Scenario 03, Step04

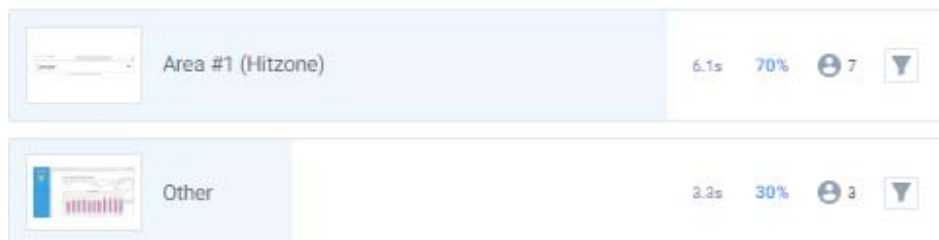


Εικόνα 82: Heat Map - Click Map - Scenario 03, Step05

Όπως φαίνεται από τις εικόνες 81 και 82 για τις ενέργειες αυτές οι εικόνες είναι σχεδόν οι αντίστροφες. Στο βήμα 4 το 29% απέτυχε ενώ στο βήμα 5 το 30% επίσης απέτυχε.



Εικόνα 83: Details Scenario 03 - Step 04



Εικόνα 84: Details Scenario 03 - Step 05

Είναι φανερό ότι το συγκεκριμένο σημείο των λιστών είναι αρκετά κρίσιμο και το οποίο πρέπει να επιλυθεί ώστε να γίνει πιο κατανοητή η επιλογή των κατάλληλων κριτηρίων για την εμφάνιση σωστών αποτελεσμάτων στα report.

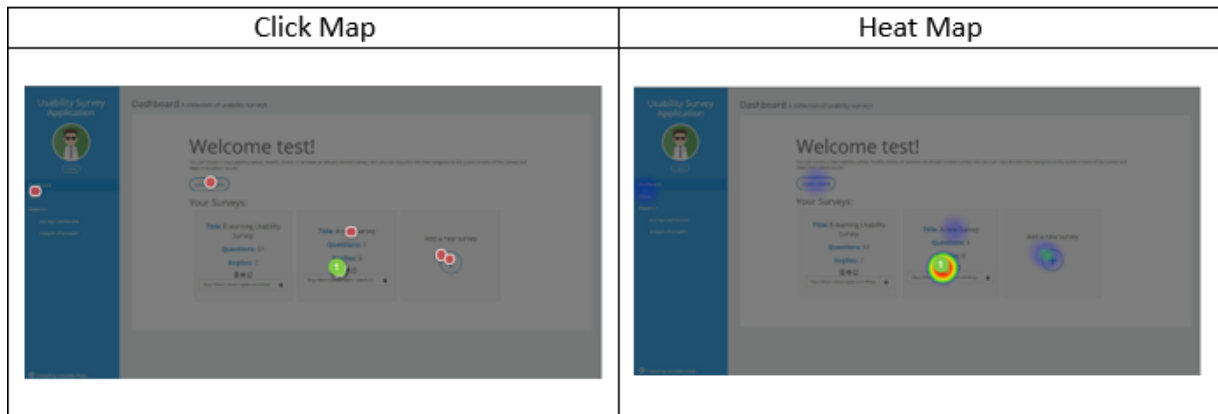
6.5.4 Σενάριο 04

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του usability test της εφαρμογής για το σενάριο 04. Συνολικά απάντησαν 20 χρήστες όπου το 75% των συμμετεχόντων ολοκλήρωσε το test με επιτυχία ενώ το υπόλοιπο 25% απέτυχε στο 1^ο βήμα. Το συγκεκριμένο σενάριο είχε μόνο 2 βήματα, το βήμα 1 είχε να κάνει με την διαγραφή της έρευνας «A new Survey» και στην συνέχεια το επόμενο βήμα είχε την αντιγραφή του συνδέσμου που έχει δημιουργηθεί για το ερωτηματολόγιο «e-Learning Usability» προς χρήση.



Εικόνα 85: Συνολικά ποσοστά επιτυχίας για σενάριο 04

Στο 1^ο βήμα το 25% δεν είχε βρει τον κάδο ανακύκλωσης πού είχε τοποθετηθεί για την διαγραφή της έρευνας, εικόνα 86.



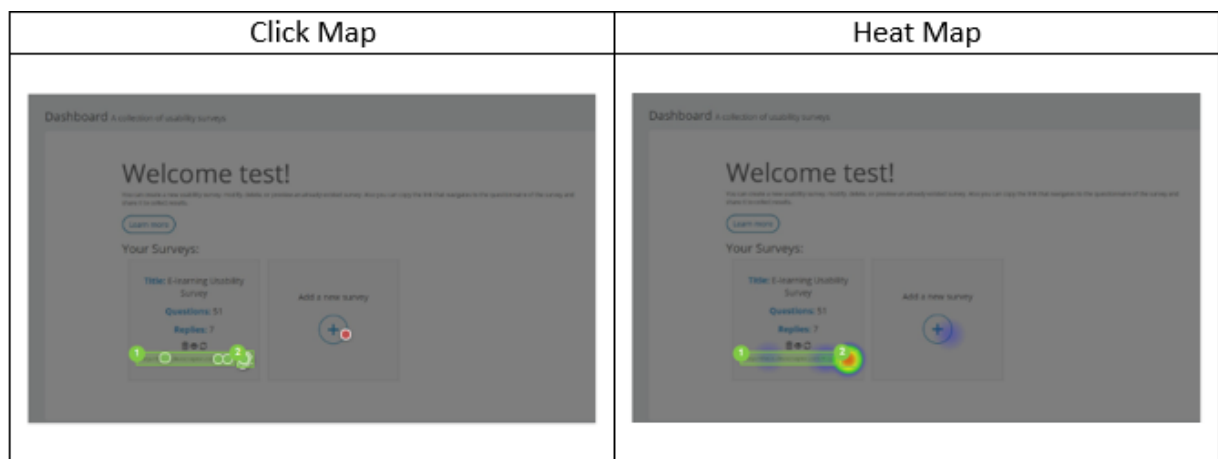
Εικόνα 86: Heat Map - Click Map - Scenario 04, Step01

Σε αυτό το βήμα παρατηρούμε ότι παρόλο που ένα μεγάλο ποσοστό βρήκε το κατάλληλο σημείο για την διαγραφή ο μέσος χρόνος που χρειάστηκε ήταν 12.7 sec.



Εικόνα 87: Details Scenario 04 - Step 01

Στο 2^ο βήμα, το 93% χρησιμοποίησε σωστά μια από τις περιοχές που είχαν οριστεί για την ενέργεια που ζητήθηκε, αντιγραφή του συνδέσμου κοινοποίησης.



Εικόνα 88: Heat Map - Click Map - Scenario 04, Step02

Το 73% των συμμετεχόντων έκαναν κλικ στην εικόνα της αντιγραφής που είναι διαδεδομένη σε πάρα πολλές εφαρμογές και συστήματα. Το 20 % χρησιμοποίησε την περιοχή που είχε οριστεί το link του ερωτηματολογίου.

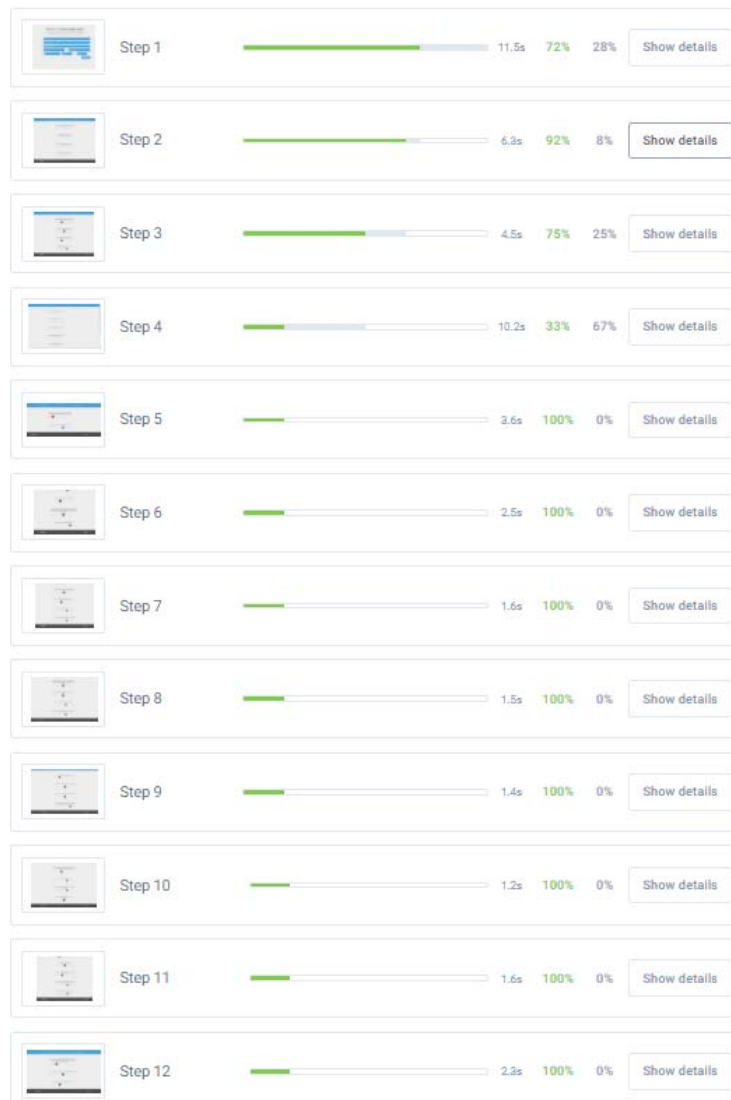


Εικόνα 89: Details Scenario 04 - Step 02

Σε γενικές γραμμές τα ποσοστά επιτυχίας είναι αρκετά ικανοποιητικά όμως μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι τα κουμπιά των οθονών δεν ήταν αρκετά εμφανή, και πιθανόν να πρέπει να γίνουν πιο μεγάλα αλλά ταυτόχρονα με περισσότερο χώρο μεταξύ τους.

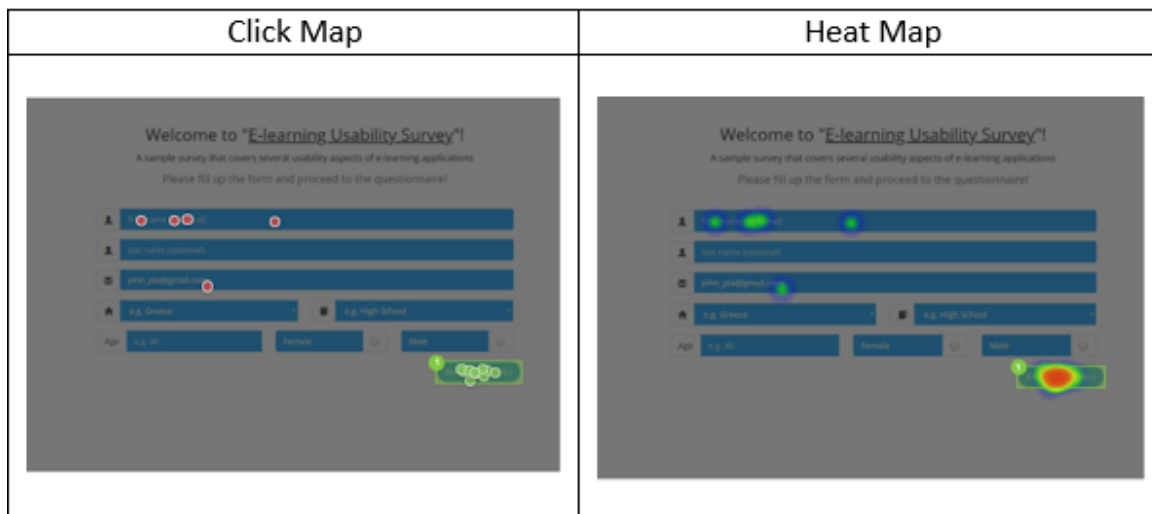
6.5.5 Σενάριο 05

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του usability test της εφαρμογής για το σενάριο 05. Συνολικά απάντησαν 18 χρήστες όπου το 17% των συμμετεχόντων ολοκλήρωσε το test με επιτυχία ενώ το υπόλοιπο 83% απέτυχε στο 3^ο και 4^ο βήμα κυρίως. Στο συγκεκριμένο σενάριο ο χρήστης έπρεπε να πλοηγηθεί στο ερωτηματολόγιο της ευχρηστίας ως ερωτώμενος. Στόχος του συγκεκριμένου σεναρίου είναι να δούμε το χρόνο που χρειάζεται η πλοήγηση, αλλά και 2-3 σημεία που είναι κρίσιμα για την εφαρμογή όπως το να απαντήσει σε μια ερώτηση και να μπορέσει να βρει το «next» ως ενέργεια.



Εικόνα 90: Συνολικά ποσοστά επιτυχίας για σενάριο 05

Στο 1^ο βήμα οι χρήστες που απέτυχαν όπως φαίνεται και από την εικόνα 91 προσπάθησαν να συμπληρώσουν την φόρμα των στοιχείων ενώ δεν χρησιμοποίησαν το κουμπί «Go to Questions».



Εικόνα 91: Heat Map - Click Map - Scenario 05, Step01

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω είναι πιθανό να μπερδευτήκαν με το γεγονός ότι τα πεδία «First Name» και «Last Name» δεν ήταν συμπληρωμένα στην prototype φόρμα. Μπορεί να διεξαχθεί ως συμπέρασμα και από τον χρόνο ολοκλήρωσης της συγκεκριμένης ενέργειας που είναι περίπου 12.9 sec.



Εικόνα 92: Details Scenario 05 - Step 01

Το 2^ο βήμα ολοκληρώθηκε με επιτυχία 100% από τους χρήστες όπου έπρεπε να απαντήσουν μια ερώτηση από το ερωτηματολόγιο με χρόνο απόκριση σχετικά μικρό (εικόνα 94).

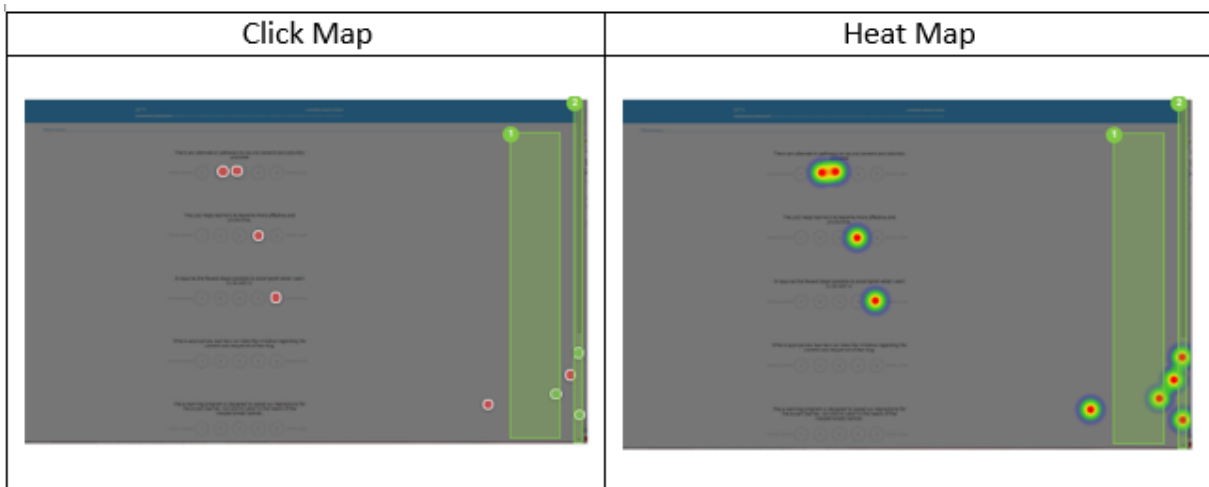


Εικόνα 93: Heat Map - Click Map - Scenario 05, Step02



Εικόνα 94: Details Scenario 05 - Step 02

Στο 3^ο βήμα ο χρήστης έπρεπε να πατήσει στο σημείο εκείνο ώστε να βρουν το «Next» και να μπορέσει να πλοηγηθεί στο ερωτηματολόγιο. Όλοι πάτησαν στην περιοχή που είχε προβλεφθεί βέβαια αρκετοί απέτυχαν γιατί η περιοχή είχε οριστεί με κενά διαστήματος (εικόνα 95).



Εικόνα 95: Heat Map - Click Map - Scenario 05, Step03

Στο συγκεκριμένο σημείο είναι πολύ σημαντικό να αναφέρουμε ότι ο μέσος χρόνος ολοκλήρωσης του συγκεκριμένου σεναρίου είναι αρκετά μεγάλος αν ληφθεί υπόψιν το γεγονός ότι δεν έγινε πραγματική συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Ο χρόνος αυτός είναι 2 λεπτά και 42.2 sec όπως φαίνεται και στην εικόνα 96.



Εικόνα 96: Scenario 05 - Total responses - avg time

Ο χρόνος αυτό είναι αρκετά μεγάλος αν αναλογιστούμε ότι ο χρήστης δεν χρειάστηκε να κάνει και επιπλέον κινήσεις όπως η κανονική συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Αν λάβουμε υπόψιν και την κανονική συμπλήρωση ο χρόνος θα αυξηθεί επομένως αυτό αποτελεί ένα αρνητικό στοιχείο.

Τέλος στο σενάριο αυτό ο χρήστης κλήθηκε να απαντήσει και σε μια τελευταία ερώτηση τι του άρεσε από τα prototypes που είδε είτε σε αυτό το σενάριο είτε στα υπόλοιπα σε περίπτωση που τα έκανε αλλά και τι θα άλλαζε. Οι χρήστες που δεν απάντησαν μονολεκτικά στην συγκεκριμένη ερώτηση, σχολίασαν καταστάσεις που ήδη εμφανίστηκαν μέσω της ανάλυσης των αποτελεσμάτων των επιμέρους σεναρίων. Ενδεικτικά παρακάτω αναφέρονται τα εξής:

- Οι καθοριστικές ενέργειες όπως «preview», «delete», «refresh» δεν είναι αρκετά εμφανής σαν εικόνες, όπως για παράδειγμα δεν έχουν link ή είναι αρκετά μικρές εικόνες κλπ.
- Το ερωτηματολόγιο είναι αρκετά μεγάλο προς συμπλήρωση με αποτέλεσμα να κουράζει τον ερωτώμενο και πιο συγκεκριμένα πολλές ερωτήσεις σε κάθε κατηγορία και να χρειάζεται αρκετό scroll down
- Τα εικονίδια είναι αρκετά κοντά το ένα με το άλλο γεγονός που δημιουργεί «conflict»
- Δεν ήταν εμφανές το τι εξυπηρετεί η συγκεκριμένη εφαρμογή
- Το UI – UX ήταν αρκετά καλό και ενδιαφέρον, όμως υπάρχει αμφιβολία για την πραγματική λειτουργικότητα της εφαρμογής.

Κεφάλαιο 6

7. Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάστηκαν αρχικά οι έννοιες της ευχρηστίας (usability) ενός συστήματος και η εμπειρία που λαμβάνουν οι χρήστες από την χρήση του (user experience). Στην συνέχεια παρουσιάστηκαν οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ευχρηστίας των συστημάτων. Η επιτυχία ενός συστήματος κρύβεται αρχικά στο να παρέχει όλες εκείνες τις λειτουργίες που ικανοποιούν τις ανάγκες του χρήστη που θα το χρησιμοποιήσει αποτελεσματικά και αποδοτικά.

Στην συνέχεια αναλύθηκε η ευχρηστία στα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης (Learning Management Systems). Καταγράφηκαν οι ανάγκες και οι ιδιαιτερότητες των χρηστών που τα χρησιμοποιούν, με έμφαση στους χρήστες οι οποίοι είναι εκπαιδευόμενοι. Οι συγκεκριμένη κατηγορία χρηστών χρησιμοποιεί τέτοιου είδους συστήματα για να εκπαιδευτεί για ένα συγκεκριμένο μαθησιακό αντικείμενο, μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην συμμετοχή επιπρόσθετων παραγόντων που ορίζουν την ευχρηστία των LMS, πέρα από εκείνους που πρέπει να ισχύουν σε κάθε σύστημα. Τα τελευταία χρόνια αρκετές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί ώστε να οριστούν καλύτερα τα μετρικά της ευχρηστίας τέτοιων συστημάτων, καθώς αποτελούν συστήματα με ραγδαία ανάπτυξη. Η συγκεκριμένη εργασία έχει συγκεντρώσει τους παράγοντες που έχουν ληφθεί υπόψιν σε έρευνες οι οποίες χρησιμοποιούν την μέθοδο του ερωτηματολογίου για την αξιολόγησή τους. Για κάθε παράγοντα που συμμετέχει στην ευχρηστία των LMS, έχουν συγκεντρωθεί οι ερωτήσεις που τον απαρτίζουν και τον μετρούν, δημιουργώντας έτσι ένα πρότυπο ερωτηματολόγιο για την αξιολόγησή της. Το ερωτηματολόγιο αυτό αποτελείται από τους παράγοντες που αφορούν την τεχνική ευχρηστία και την παιδαγωγική ευχρηστία. Οι δυο αυτές επιμέρους ορίζουν την συνολική ευχρηστία των LMS.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας αναπτύχθηκε μια διαδικτυακή εφαρμογή για την στέγαση του ερωτηματολογίου που αναπτύχθηκε στο πρώτο μέρος, αλλά και την δυνατότητα

δημιουργίας νέων ερωτηματολογίων για την μέτρηση της ευχρηστίας στα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης. Η εφαρμογή παρέχει την δυνατότητα δημιουργίας link των ενεργών ερευνών ανά χρήστη και την συλλογή απαντήσεων από τους ερωτώμενους στους οποίους έχει κοινοποιηθεί η έρευνα. Τέλος, με τα αποτελέσματα που συλλέγονται κατά την απάντηση ενός ερωτηματολογίου, οι χρήστες μπορούν να εξαγάγουν διάφορα πρότυπα report που αφορούν την εκάστοτε έρευνα και τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την διεξαγωγή συμπερασμάτων.

Η εφαρμογή αυτή είναι σε αρχικό στάδιο έχοντας υλοποιηθεί όλες οι βασικές λειτουργίες που πρέπει να την απαρτίζουν:

- Εγγραφή χρηστών στην εφαρμογή χωρίς την παρεμβολή των διαχειριστών
- Σύνδεση χρηστών και παραμετροποίηση του dashboard ανάλογα με τον συνδεδεμένο χρήστη
- Δημιουργία του πρότυπου ερωτηματολογίου της εργασίας για κάθε νέο χρήστη που εγγράφεται στο σύστημα
- Εισαγωγή, διαγραφή, προεπισκόπησης ενός νέου ερωτηματολογίου
- Εισαγωγή, τροποποίηση, διαγραφή της κάθε ερώτησης ενός συγκεκριμένου ερωτηματολογίου
- Δημιουργία ενός μοναδικού link για κάθε έρευνα του χρήστη το οποίο μπορεί να αντιγραφεί και να κοινοποιηθεί στους συμμετέχοντες που απευθύνεται προς συμπλήρωση
- Εξαγωγή 6 διαφορετικών report για κάθε έρευνα με μέσες τιμές ανά παράγοντα που συμμετέχει στο ερωτηματολόγιο και επίσης ένα ξεχωριστό report με ανάλυση επί των απαντήσεων σε κάθε ερώτηση ανά ερωτηματολόγιο
- Ομαδοποίηση των ερωτήσεων ανά κατηγορία σε κάθε ερωτηματολόγιο και σελιδοποίηση του ερωτηματολογίου
- Συλλογή απαντήσεων από τους ερωτηθέντες

Το σύστημα συμβάλει στην αξιολόγηση της ευχρηστίας των LMS χρησιμοποιώντας εύκολα και γρήγορα το πρότυπο ερωτηματολόγιο που έχει δημιουργηθεί, αλλά ταυτόχρονα μπορεί να αξιοποιηθεί μερικώς από τους χρήστες δημιουργώντας ένα καινούργιο εύκολα και γρήγορα, αξιοποιώντας και την δική τους έρευνα. Ιδιαίτερη συμβολή έχουν τα reports που έχουν υλοποιηθεί, τα οποία διεξάγουν τα αποτελέσματα

τόσο κατά την διάρκεια της έρευνας αλλά και μετά το πέρας αυτής. Είναι ένα σύνολο ραβδογραμμάτων αλλά και ανάλυσης των απαντήσεων, εξασφαλίζοντας σημαντικό χρόνο από την επεξεργασία των απαντήσεων σε τέτοιου είδους έρευνες.

Το σύστημα διαθέτει περιθώρια βελτίωσης τόσο στο σχεδιαστικό κομμάτι όπως προέκυψαν από το τεστ ευχρηστίας που έγινε για την εφαρμογή όσο και στην υλοποίηση περισσότερων report που εξάγονται ανάλογα με τις ανάγκες που μπορεί να προκύψουν από τους χρήστες του συστήματος. Τέλος, το σύστημα μπορεί να αποτελέσει την βάση δεδομένων ερευνών ευχρηστίας στα LMS. Η ολοένα αυξανόμενη βάση δεδομένων μπορεί να βοηθήσει στην επανεξέταση των ήδη υπάρχοντων παραγόντων που συμμετέχουν στην ευχρηστία, αλλά να δημιουργήσει και νέους.

Βιβλιογραφία

- Alelaiwi, A., & Hossain, M. S. (2015). Evaluating and testing User Interfaces for E-Learning System: Blackboard Usability Testing. *Journal of Information Engineering and Applications*, 5(1), 23–31. Retrieved from <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JIEA/article/view/19314%0Ahttp://www.iiste.org/Journals/index.php/JIEA/article/viewFile/19314/19580>
- Al-Maani, D. I., & Salameh, H. B. (2017). A Generic Model for Evaluating the Usability of Learning Management Systems. In *Second International Conference on Internet of Things and Cloud Computing (ICC'2017)*, 1–5. Retrieved from <https://eis.hu.edu.jo/deanshipfiles/conf109262174.pdf>
- Alsumait, A., & Al-Osaimi, A. (2010). Usability heuristics evaluation for child e-learning applications. *Journal of Software*, 5(6), 654–661. <https://doi.org/10.4304/jsw.5.6.654-661>
- Althobaiti, M. M., Mayhew, P., & Jusur. (2016). Assessing the Usability of Learning Management System : User Experience Study, 9–18. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-28883-3>
- Ardito, C., Costabile, M. F., Marsico, M. DE, R., L., S., L., T., R., & V., R. (2006). An approach to usability evaluation of e-Learning Applications, 4(2006), 270–283.
- Bernérus, A. (2010). A Peek at the Position of Pedagogical Aspects in Usability Evaluation of E-learning System: A Literature Review of Usability Evaluation of E-learning System conducted since 2000. University of Gothenburg Department of Applied Information Technology.
- BEVAN, N. (2001). International standards for HCI and usability. *International Journal of Human-Computer Studies*, 55(4), 533–552. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2001.0483>
- Bevan, N. (2009). What is the difference between the purpose of Usability and User Experience Evaluation Methods? *Interact 2009*, (August), 1–4.
- Folmer, E., & Bosch, J. (2004). Architecting for usability: A survey. *Journal of Systems and Software*, 70(1–2), 61–78. [https://doi.org/10.1016/S0164-1212\(02\)00159-0](https://doi.org/10.1016/S0164-1212(02)00159-0)
- Giannakos, M. N. (2010). The Evaluation of an E-Learning Web-Based Platform. *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Supported Education*, 433–438. <https://doi.org/10.5220/0002799504330438>
- Gupta, S. (2015). A Comparative study of Usability Evaluation Methods. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 22(3), 103–106. Retrieved from <http://www.ijcttjournal.org>
- Ivanc, D., Vasiu, R., & Onita, M. (2012). Usability evaluation of a LMS mobile web interface Mobile Learning and Usability. *International Conference on Information and Software Technologies*. Springer Berlin Heidelberg., (2), 348–361.
- Jeffels, P. (2011). Usability, in relation to e-learning projects, (January).
- Ka, B., & Erturk, A. (2016). Usability Evaluation of Learning Management System in a Higher Education Institution : A Scale development Study, 73–83. <https://doi.org/10.20460/JGSM.20161024357>
- Law, E. L.-C., Roto, V., Hassenzahl, M., Vermeeren, A. P. O. S., & Kort, J. (2009). Understanding,

- scoping and defining user experience. Proceedings of the 27th International Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI 09, (April), 719. <https://doi.org/10.1145/1518701.1518813>
- Medina-Flores, R., & Morales-Gamboa, R. (2015). Usability Evaluation by Experts of a Learning Management System. *Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 10(4), 197–203. <https://doi.org/10.1109/RITA.2015.2486298>
- Nielsen. (2017). Introduction to Usability. Retrieved September 28, 2017, from <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>
- Nokelainen, P. (2006). An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. *Educational Technology and Society*, 9(2), 178–197.
- Nokelainen, P. (2016). The Technical and Pedagogical Usability Criteria for Digital Learning Material, (January 2005).
- Novo-corti, I., Varela-candamio, L., & Ramil-díaz, M. (2012). Computers in Human Behavior E-learning and face to face mixed methodology: Evaluating effectiveness of e-learning and perceived satisfaction for a microeconomic course using the Moodle platform. *Computers in Human Behavior*, 29(2), 410–415. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.06.006>
- Ogunbase, A. (2014). Pedagogical Design and Pedagogical Usability of Web-based Learning Environments: Comparative Cultural Implications between Africa and Europe. *World Conference on Educational Multimedia* (Vol. 2014). Retrieved from <http://www.editlib.org/p/147591/>
- Oztekin, A., Kong, Z. J., & Uysal, O. (2010). UseLearn: A novel checklist and usability evaluation method for eLearning systems by criticality metric analysis. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40(4), 455–469. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2010.04.001>
- Oztekin, A., Nikov, A., & Zaim, S. (2009). UWIS: An assessment methodology for usability of web-based information systems. *Journal of Systems and Software*, 82(12), 2038–2050. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2009.06.047>
- Petrie, H., & Bevan, N. (2009). The evaluation of accessibility, usability and user experience. *The Universal Access Handbook*, 299–315. <https://doi.org/http://dx.doi.org.ezproxy1.lib.asu.edu/10.1037/1082-989X.7.3.338>
- Plantak Vukovak, D. Kirinic, V., & Klicek, B. (2010). A comparison of usability evaluation methods for E-Learning systems. *DAAAM International Scientific Book*. <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2010.27>
- Rawi, N. A., Rahim, N., & Mamat, A. R. (2017). The Usability of Learning Management System from Student Perspective, 35, 147–152. <https://doi.org/10.5829/idosi/wasj.2017.147.152>
- Sahid, D. S. S., Santosa, P. I., Ferdiana, R., & Lukito, E. N. (2016). Evaluation and measurement of Learning Management System based on user experience. *Engineering Seminar (InAES), International Annual*, 72–77. <https://doi.org/10.1109/INAES.2016.7821910>
- Santoso, H. B., Schrepp, M., Yugo Kartono Isal, R., Utomo, Y., & Priyogi, B. (2016). Measuring User Experience of the Student-Centered e-Learning Environment. *The Journal of Educators Online-JEO*, 13(1), 142–166. <https://doi.org/10.9743/JEO.2016.1.5>
- Seffah, A., Donyaee, M., Kline, R. B., & Padda, H. K. (2006). Usability measurement and metrics: A consolidated model. *Software Quality Journal*, 14(2), 159–178. <https://doi.org/10.1007/s11219-006-7600-8>

- Shackel, B. (2009). Usability - Context, framework, definition, design and evaluation. *Interacting with Computers*, 21(5–6), 339–346. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2009.04.007>
- Simes, A. P., & De Moraes, A. (2012). The ergonomic evaluation of a virtual learning environment usability. *Work*, 41(SUPPL.1), 1140–1144. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0293-1140>
- Stergioulas, L., Abassi, M., Xydopoulos, G., Fakhimi, M., Margineanu, R., Rifon, L. A., & Iglesias, M. J. F. (2014). Evaluating E-learning platforms for schools: Use and usability, user acceptance, and impact on learning. *Proceedings - IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2014*, 19–21. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2014.16>
- Takashi Nakamura, W., Harada Teixeira de Oliveira, E., & Conte, T. (2017). Usability and User Experience Evaluation of Learning Management Systems - A Systematic Mapping Study. *Proceedings of the 19th International Conference on Enterprise Information Systems*, (January), 97–108. <https://doi.org/10.5220/0006363100970108>
- Thuseethan, S., Achchuthan, S., & Kuhanesan, S. (2014). Usability Evaluation of Learning Management Systems in Sri Lankan Universities. *ArXiv Preprint ArXiv:1412.0197*. Retrieved from <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1412/1412.0197.pdf>
- Tsai, P. (1996). A Survey of Empirical Usability Evaluation Methods. *A Survey of Empirical Usability Evaluation Methods*, 1–18.
- Unal, Z., & Unal, A. (2011). Evaluating and Comparing the Usability of Web-based Course Management Systems. *Journal of Information Technology Education*, 10, 19–38. Retrieved from <http://www.informingscience.us/icarus/journals/jiteresearch/publications>
- Zaharias, P. (2003). Developing a usability evaluation method for e-learning applications : From functional usability to motivation to learn *Developing a Usability Evaluation Method for E-learning Applications*, (January 2003).
- Zaharias, P. (2004). Usability and e-learning. *ELearn*, 2004(6), 4. <https://doi.org/10.1145/998337.998345>
- Zaharias, P., & Pappas, C. (2016). Quality Management of Learning Management Systems: A User Experience Perspective. *Current Issues in Emerging ELearning*, 3(1), 60–83. Retrieved from <http://scholarworks.umb.edu/ciee/vol3/iss1/5>
- Zaharias, P., & Poylymenakou, A. (2009). Developing a Usability Evaluation Method for e-Learning Applications : Beyond Functional Usability for e-Learning Applications, 7318(September). <https://doi.org/10.1080/10447310802546716>
- Κουτσάμπασης, Π. (2011). Αξιολόγηση Ευχρηστίας. In *Αλληλεπίδραση ανθρώπου - υπολογιστή Αρχές, μέθοδοι και παραδείγματα* (pp. 28–107).

Websites

- <https://startangular.com/product/ani-theme/>
- <https://angularjs.org/>
- <https://projects.spring.io/spring-boot/>
- <https://maven.apache.org/>

Παράρτημα Α

A.1 Reports Controller

```
/**
 * $rootScope, $scope, $state
 */

"use strict";

angular
  .module('app')
  .controller('ReportsCtrl', ReportsCtrl);

ReportsCtrl.$inject = ['$q', '$rootScope', '$scope', '$location', 'httpService',
  'highchartService'];

/**
 * ReportsCtrl constructor
 */
function ReportsCtrl($q, $rootScope, $scope, $location, httpService, highchartService)
{

  var ctrl = this;

  var local = {};

  var chartInfo = {
    containerId: "barchart-container",
    title: "Average Percentage Satisfaction",
    subtitle: "",
    titleX: "",
    titleY: "Satisfaction(%)",
    chartEl: {}
  };

  /**
   * Init NON-scope functions.
   */
  function initLocalFunctions() {
    local.getChartData = function () {
      if (ctrl.selSurvey === undefined)
        return $q.reject("No surveys found");
      var surveyId = ctrl.selSurvey.id;
      return httpService.getAverageAnswers(surveyId);
    };

    local.transformDataForChart = function (rawData) {

      if (rawData.length === 0) {
        local.chartData.categories = ["No Data"];
        local.chartData.series = [{name: 'No Data', data: []}];
      } else if (ctrl.selGroupBy.id === "BY_TOT") {
        local.chartData.categories = _.keys(rawData);
        local.chartData.series = [{
          name: "Average Satisfaction",
          data: _.values(rawData)
        }];
      }
    };
  }
}
```

```

    });
  } else {
    local.chartData.categories = _.keys(rawData);
    local.chartData.series = [];

    var seriesNames = _.keys(_.values(rawData)[0]);
    seriesNames.forEach(function (name) {
      var serie = {};
      serie.name = name;
      serie.data = [];
      _.values(rawData).forEach(function (value) {
        serie.data.push(value[name]);
      });
      local.chartData.series.push(serie);
    });
    // console.log(local.chartData.series);
  }
};

local.initBarChart = function () {
  local.getChartData().then(function (res) {
    local.responseData = res.data;
    ctrl.drawBarChart();
  }, function (res) {
    return {success: false, message: res.data !== undefined ? res.data.message :
res}
  });
}

/**
 * Init NON-scope data.
 */
function initLocalData() {
  local.chartData = {};
}

/**
 * Init scope functions.
 */
function initScopeFunctions() {
  ctrl.drawBarChart = function () {

    var rawData = local.responseData[ctrl.selGroupBy.id][ctrl.selViewBy.id];

    local.transformDataForChart(rawData);

    highchartService.drawVerticalBarChart(chartInfo, local.chartData.categories,
local.chartData.series);

  };
}

/**
 * Init scope data.
 */
function initScopeData() {
  //default value
  ctrl.selSurvey = $rootScope.activeUser.surveys[0];

  ctrl.viewByOptions = [
    {id: "BY_CAT", value: "Category"},
    {id: "BY_GEN", value: "Gender"},

```

```

        {id: "BY_AGE", value: "Age Range"},
        {id: "BY_EDU", value: "Education"}
    ];

    //default value
    ctrl.selViewBy = ctrl.viewByOptions[0];

    ctrl.groupByOptions = [
        {id: "BY_TOT", value: "Total replies"},
        {id: "BY_CAT", value: "Replies per category"}
    ];

    //default value
    ctrl.selGroupBy = ctrl.groupByOptions[0];
}

/**
 * Set events.
 */
function setEvents() {
    /** Initializes or updates content */
    $scope.$watchGroup(['vm.selSurvey.id', 'vm.selGroupBy.id'/*, 'vm.selViewBy.id'*/],
function (newValues, oldValues) {
    // console.log(newValues, oldValues);
    var hasSurveyChanged = newValues[0] !== oldValues[0];
    var hasGroupByChanged = newValues[1] !== oldValues[1];
    //var hasViewByChanged = newValues[2] !== oldValues[2];

    if (!hasSurveyChanged && !hasGroupByChanged /*&& !hasViewByChanged*/)
        return;

    if (hasGroupByChanged && newValues[1] === "BY_TOT") {
        ctrl.viewByOptions.push({id: "BY_CAT", value: "Category"});
    } else if (hasGroupByChanged && newValues[1] === "BY_CAT") {
        _.$remove(ctrl.viewByOptions, function (vo) {
            return vo.id === "BY_CAT";
        });
    }
    ctrl.selViewBy = ctrl.viewByOptions[0];
}

    if (hasSurveyChanged) {
        local.initBarChart();
    } else if (hasGroupByChanged) {
        ctrl.drawBarChart();
    }
});
}

/**
 * Initializes the controller.
 */
function initCtrl() {
    // local initializations
    initLocalFunctions();
    initLocalData();

    // scope initializations
    initScopeFunctions();
    initScopeData();

    // set events

```

```

    setEvents();

    local.initBarChart();

    // Cleanup addition if applicable
    $scope.$on('$destroy', local.cleanup);
}

initCtrl();
}

```

A.2 HighCharts Service

```

/**
 * HighCharts Service.
 * This service will be used only for drawing Charts.
 *
 * Ideally nothing should be ever edited except
 * functions: initLocalFunctions, initExposedFunctions.
 *
 * Note that srv and local objects should never hold nothing but functions.
 * If the above is violated then (most likely) we have stateful service.
 */
(function () {

    "use strict";

    angular
        .module("app")
        .service('highchartService', HighChartService);

    //HighChartService.$inject = [];

    /**
     * HighChartService constructor.
     *
     * @param dataTransformationService
     * @constructor
     */
    function HighChartService() {

        var srv = this;
        var local = {};

        /**
         * Initialize Local Data
         */
        function initLocalData() {

        }

        /**
         * Init any NON-exposed functions.
         */
        function initLocalFunctions() {

        }

        /**
         * Init any exposed functions.
         */
        function initExposedFunctions() {

```

```

/**
 * Draws a Bar chart
 *
 * @param containerId the id of the div where the chart will be created.
 * @param data the data (json) of the chart.
 * @param title the title of the chart.
 * @param subtitle the subtitle title of the chart.
 * @param categories the categories displayed in the Y axis of the chart.
 * @param titleX the title of X axis of the chart.
 * @param titleY the title of Y axis of the chart.
 */
srv.drawVerticalBarChart = function (chartInfo, categories, data) {

  Highcharts.chart(chartInfo.containerId, {
    chart: {
      type: 'column'
    },
    title: {
      text: chartInfo.title//'Monthly Average Rainfall'
    },
    subtitle: {
      text: chartInfo.subtitle//'Source: WorldClimate.com'
    },
    xAxis: {
      categories: categories,
      crosshair: true,
      title: {
        text: chartInfo.titleX
      }
    },
    yAxis: {
      min: 0,
      max: 100,
      title: {
        text: chartInfo.titleY
      }//'Rainfall (mm)'
    },
    tooltip: {
      headerFormat: '<span style="font-size:10px">{point.key}</span><table>',
      pointFormat: '<tr><td style="color:{series.color};padding:0">{series.name}: </td>' +
        '<td style="padding:0"><b>{point.y:.1f}</b></td></tr>',
      footerFormat: '</table>',
      shared: true,
      useHTML: true
    },
    plotOptions: {
      column: {
        pointPadding: 0.2,
        borderWidth: 0
      }
    },
    series: data
  });
};

}

/**
 * Service initialization.

```

```

    */
    function initService() {

        /**
         * Local data
         */
        initLocalData();

        /**
         * Local initializations
         */
        initLocalFunctions();

        /**
         * Exposed initializations
         */
        initExposedFunctions();
    }

    initService();
}
})();
();

```

A.3 Http Service

```

(function () {

    "use strict";

    angular.module("app")
        .service('httpService', ['$http', HttpService]);

    function HttpService($http) {
        var srv = this;

        var baseUrl = "/";

        srv.saveSurvey = function (survey) {
            var requestUrl = baseUrl + "survey/save";
            return $http.post(requestUrl, survey);
        };

        srv.updateSurvey = function (survey) {
            var requestUrl = baseUrl + "survey/update";
            return $http.post(requestUrl, survey);
        };

        srv.deleteSurvey = function (surveyId) {
            var requestUrl = baseUrl + "survey/" + surveyId;
            return $http.delete(requestUrl);
        };

        srv.saveQuestion = function (questionDto) {
            var requestUrl = baseUrl + "question/save";
            return $http.post(requestUrl, questionDto);
        };

        srv.deleteQuestion = function (questionId) {
            var requestUrl = baseUrl + "question/" + questionId;
            return $http.delete(requestUrl);
        };
    }
}
})();

```

```

};

srv.saveParticipant = function (participant, surveyId) {
  var requestUrl = baseUrl + "questionnaire/"+surveyId+"/participant/save";
  return $http.post(requestUrl, participant).then(handleSuccess, handleError);
};

srv.getQuestions = function (surveyId) {
  var requestUrl = baseUrl + "question/getAll/"+surveyId;
  return $http.get(requestUrl).then(handleSuccess, handleError('Error fetching
questions'));
};

srv.saveAnswers = function (answers) {
  var requestUrl = baseUrl + "questionnaire/answers/save";
  return $http.post(requestUrl, answers);
};

srv.getParticipant = function (participantId) {
  var requestUrl = baseUrl + "participant/get/"+participantId;
  return $http.get(requestUrl).then(handleSuccess, handleError('Error fetching
participant'));
};

srv.getSurvey = function (surveyId) {
  var requestUrl = baseUrl + "survey/get/"+surveyId;
  return $http.get(requestUrl).then(handleSuccess, handleError('Error fetching
survey'));
};

srv.getAverageAnswers = function (surveyId) {
  var requestUrl = baseUrl + "chart/getAvgAnswers/"+surveyId;
  return $http.get(requestUrl);
};

srv.getAnswerAnalysis = function (surveyId) {
  var requestUrl = baseUrl + "chart/getAnswerAnalysis/"+surveyId;
  return $http.get(requestUrl);
};

// srv.getProjectUsers = function (projectId) {
//   var requestUrl = baseUrl + 'users/project/' + projectId;
//   return $http.get(requestUrl);
// };

// private functions

function handleSuccess(res) {
  return res.data;
}

function handleError(res) {
  return { success: false, message: res.data !== undefined ? res.data.message :
res };
}
}
})();

```


A.4.1 Reports Barchart View - HTML

```
<div>
  <a ui-sref="overview" class="pull-right btn btn-primary btn-outline btn-
rounded">Back to Dashboard</a>
  <h2>Reports > Average Satisfaction
    <small>Bar chart reports of the average usability satisfaction derived by the
given answers</small>
  </h2>
  <span class="glyphicon glyphicon-dashboard bg-fade"></span>
  <div class="jumbotron">
    <div class="container">
      <h1>Average Satisfaction</h1>
      <p>You can choose a survey to check the average satisfaction (%) in
several dimensions e.g. per category or in total results grouping by
age, education of the responders etc.</p>
      <div class="row">
        <div class="col-sm-6">
          <div class="input-group " style="width: 100%; height: 59px;">
            <label>Survey</label>
            <ui-select ng-model="vm.selSurvey" theme="bootstrap" ng-
disabled="vm.selSurvey == undefined">
              <ui-select-match placeholder="No surveys applied
yet!">{{ $select.selected.title }}</ui-select-match>
              <ui-select-choices repeat="survey in
$root.activeUser.surveys | filter: $select.search">
                <div ng-bind-html="survey.title | highlight:
$select.search"></div>
                <small ng-bind-html="survey.description | highlight:
$select.search"></small>
              </ui-select-choices>
            </ui-select>
          </div>
        </div>
        <div class="col-sm-3">
          <div class="input-group " style="width: 100%; height: 59px;">
            <label>Group By</label>
            <ui-select ng-model="vm.selGroupBy" theme="bootstrap" ng-
disabled="vm.selSurvey == undefined || vm.selSurvey.replies == 0">
              <ui-select-match placeholder="Select or search a
group...">{{ $select.selected.value }}</ui-select-match>
              <ui-select-choices repeat="groupBy in vm.groupByOptions |
filter: $select.search">
                <div ng-bind-html="groupBy.value | highlight:
$select.search"></div>
                <!--<small ng-bind-html="viewBy.id | highlight:
$select.search"></small>-->
              </ui-select-choices>
            </ui-select>
          </div>
        </div>
        <div class="col-sm-3">
          <div class="input-group " style="width: 100%; height: 59px;">
            <label>View By</label>
            <ui-select ng-model="vm.selViewBy" on-
select="vm.drawBarChart()" theme="bootstrap" ng-disabled="vm.selSurvey == undefined ||
vm.selSurvey.replies == 0">
              <ui-select-match placeholder="Select or search a
view...">{{ $select.selected.value }}</ui-select-match>
              <ui-select-choices repeat="viewBy in vm.viewByOptions |
filter: $select.search">
                <div ng-bind-html="viewBy.value | highlight:
```

```

$select.search"></div>
                                <!--<small ng-bind-html="viewBy.id | highlight:
$select.search"></small>-->
                                </ui-select-choices>
                                </ui-select>
                                </div>
                                </div>
                                </div>
                                <div id="barchart-container" style="min-width: 310px; height: 500px;
margin: 7rem auto"></div>
                                </div>
                                </div>
</div>

```

A.4.2 Answer Analysis View - HTML

```

<div>
  <a ui-sref="overview" class="pull-right btn btn-primary btn-outline btn-
rounded">Back to Overview</a>
  <h2>Reports > Analysis of Answers
    <small>Overall percentage (%) of the given answers among total survey
replies</small>
  </h2>
  <span class="glyphicon glyphicon-dashboard bg-fade"></span>
  <div class="jumbotron">
    <div class="container">
      <h1>Analysis of Answers</h1>
      <p>You can choose a survey to check the percentage (%) of the given
answers in the total number of responses to the survey</p>
      <div class="row">
        <div class="col-sm-6">
          <div class="input-group " style="width: 100%; height: 59px;
margin-bottom: 60px">
            <label>Survey</label>
            <ui-select ng-model="vm.selSurvey" theme="bootstrap" ng-
disabled="vm.selSurvey == undefined">
              <ui-select-match placeholder="No surveys applied
yet!">{{ $select.selected.title }}</ui-select-match>
              <ui-select-choices repeat="survey in
$root.activeUser.surveys | filter: $select.search">
                <div ng-bind-html="survey.title | highlight:
$select.search"></div>
                <small ng-bind-html="survey.description | highlight:
$select.search"></small>
              </ui-select-choices>
            </ui-select>
          </div>
        </div>
      </div>
      <div id="questions-container">
        <div ng-repeat="(category, analysisDtos) in
vm.analysisDtosGroupedByCategory">
          <span style="font-weight: bold">{{ ($index+1) + "." +
category }}</span>
          <table class="table table-bordered">
            <thead>
              <tr>
                <th></th>
                <th ng-repeat="prop in vm.answerLevels" style="width:
80px">{{ prop }}</th>

```

```

        <th></th>
    </tr>
</thead>
<tbody>
    <tr ng-repeat="analysisDto in analysisDtos">
        <td>{{analysisDto.text}}</td>
        <td ng-repeat="(key, value) in vm.answerLevels">
            <div class="progress">
                <div class="progress-bar" role="progressbar"
                    aria-
valuenow="{{analysisDto.percentageOfAnswersByAnswerLevel[key]}" aria-valuemin="0"
                    aria-valuemax="100" style="width:
{{analysisDto.percentageOfAnswersByAnswerLevel[key]}}%; ">
                {{analysisDto.percentageOfAnswersByAnswerLevel[key]}}%
            </div>
        </td>
        <td></td>
    </tr>
    <tr>
        <td style="font-weight: bold">Total respondents</td>
        <td ng-repeat="(key, value) in vm.answerLevels"></td>
        <td style="font-weight:
bold">{{vm.selSurvey.replies}}</td>
    </tr>
</tbody>
</table>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>

```

A.5 Chart Controller

```

package edu.thesis.app.controller;

import java.util.List;
import java.util.Map;

import org.springframework.beans.factory.annotation.Autowired;
import org.springframework.http.ResponseEntity;
import org.springframework.web.bind.annotation.CrossOrigin;
import org.springframework.web.bind.annotation.GetMapping;
import org.springframework.web.bind.annotation.PathVariable;
import org.springframework.web.bind.annotation.RequestMapping;
import org.springframework.web.bind.annotation.RestController;

import edu.thesis.app.model.dto.AnswersAnalysisDto;
import edu.thesis.app.model.dto.AverageAnswerDto;
import edu.thesis.app.service.ChartService;

@RestController
@CrossOrigin(origins = "http://localhost:9000")
@RequestMapping("/chart")
public class ChartController {

```

```

@Autowired
private ChartService chartService;

@GetMapping(path = "/getCategoryAvg/{surveyId}")
public ResponseEntity<Map<String, Double>> getAverageAnswerByCategory(@PathVariable
final int surveyId) {

    final Map<String, Double> meanAnswerLevelByCategory =
chartService.getMeanAnswerLevelByCategory(surveyId);

    return ResponseEntity.ok(meanAnswerLevelByCategory);
}

@GetMapping(path = "/getCategoryAnswers/{surveyId}")
public ResponseEntity<Map<String, Map<String, Long>>>
getAnswersByAnswerLevelAndCategory(@PathVariable final int surveyId) {

    final Map<String, Map<String, Long>> answersByAnswerLevelAndCategory =
chartService.getAnswersByAnswerLevelAndCategory(surveyId);

    return ResponseEntity.ok(answersByAnswerLevelAndCategory);
}

@GetMapping(path = "/getAgeRangeAnswers/{surveyId}")
public ResponseEntity<Map<String, Map<String, Double>>>
getAverageByAgeRangeAndCategory(@PathVariable final int surveyId) {

    final Map<String, Map<String, Double>> averageAnswersByAgeAndCategory =
chartService.getAverageAnswersByAgeAndCategory(surveyId);

    return ResponseEntity.ok(averageAnswersByAgeAndCategory);
}

@GetMapping(path = "/getAvgByCategory/{surveyId}")
public ResponseEntity<Map<String, Map<String, Map<String, Double>>>>
getAverageAnswerByCategoryAndGroup(@PathVariable final int surveyId) {

    final Map<String, Map<String, Map<String, Double>>>
averageAnswerLevelsByCategoryIdAndGroupId =
chartService.getAverageAnswerLevelsByGroupIdAndCategory(surveyId);

    return ResponseEntity.ok(averageAnswerLevelsByCategoryIdAndGroupId);
}

@GetMapping(path = "/getAvgByGroup/{surveyId}")
public ResponseEntity<Map<String, Map<String, Double>>>
getAverageAnswerByGroup(@PathVariable final int surveyId) {

    final Map<String, Map<String, Double>> averageAnswerLevelsByGroupId =
chartService.getAverageAnswerLevelsByGroupId(surveyId);

    return ResponseEntity.ok(averageAnswerLevelsByGroupId);
}

@GetMapping(path = "/getAvgAnswers/{surveyId}")
public ResponseEntity<AverageAnswerDto> getAverageAnswers(@PathVariable final int
surveyId) {
    final AverageAnswerDto avgAnswerDto = new AverageAnswerDto();

    final Map<String, Map<String, Map<String, Double>>>
averageAnswerLevelsByCategoryIdAndGroupId =
chartService.getAverageAnswerLevelsByGroupIdAndCategory(surveyId);

```

```

avgAnswerDto.setAverageAnswerLevelsByCategoryIdAndGroupId(averageAnswerLevelsByCategory
yIdAndGroupId);

    final Map<String, Map<String, Double>> averageAnswerLevelsByGroupId =
chartService.getAverageAnswerLevelsByGroupId(surveyId);

    avgAnswerDto.setAverageAnswerLevelsByGroupId(averageAnswerLevelsByGroupId);

    return ResponseEntity.ok(avgAnswerDto);
}

@GetMapping(path = "/getAnswerAnalysis/{surveyId}")
public ResponseEntity<Map<String, List<AnswersAnalysisDto>>>
getAnswerAnalysis(@PathVariable final int surveyId) {

    final Map<String, List<AnswersAnalysisDto>> answersAnalysisDtosByCategory =
chartService.getPercentageOfAnswerLevelsByCategory(surveyId);

    return ResponseEntity.ok(answersAnalysisDtosByCategory);
}
}

```

A.6 Answer Analysis - AVG Answer DTO

```

package edu.thesis.app.model.dto;

import java.util.Map;

import edu.thesis.app.model.AnswerLevel;

public class AnswersAnalysisDto {

    private String text;

    private String category;

    private Map<AnswerLevel, Double> percentageOfAnswersByAnswerLevel;

    public String getText() {
        return text;
    }

    public void setText(final String text) {
        this.text = text;
    }

    public String getCategory() {
        return category;
    }

    public void setCategory(final String category) {
        this.category = category;
    }

    public Map<AnswerLevel, Double> getPercentageOfAnswersByAnswerLevel() {
        return percentageOfAnswersByAnswerLevel;
    }

    public void setPercentageOfAnswersByAnswerLevel(final Map<AnswerLevel, Double>
percentageOfAnswersByAnswerLevel) {
        this.percentageOfAnswersByAnswerLevel = percentageOfAnswersByAnswerLevel;
    }
}

```

```

    }
}

package edu.thesis.app.model.dto;

import java.util.Map;

import com.fasterxml.jackson.annotation.JsonProperty;

public class AverageAnswerDto {

    @JsonProperty("BY_CAT")
    private Map<String, Map<String, Map<String, Double>>>
averageAnswerLevelsByCategoryIdAndGroupId;

    @JsonProperty("BY_TOT")
    private Map<String, Map<String, Double>> averageAnswerLevelsByGroupId;

    public Map<String, Map<String, Map<String, Double>>>
getAverageAnswerLevelsByCategoryIdAndGroupId() {
        return averageAnswerLevelsByCategoryIdAndGroupId;
    }

    public void setAverageAnswerLevelsByCategoryIdAndGroupId(
        final Map<String, Map<String, Map<String, Double>>>
averageAnswerLevelsByCategoryIdAndGroupId) {
        this.averageAnswerLevelsByCategoryIdAndGroupId =
averageAnswerLevelsByCategoryIdAndGroupId;
    }

    public Map<String, Map<String, Double>> getAverageAnswerLevelsByGroupId() {
        return averageAnswerLevelsByGroupId;
    }

    public void setAverageAnswerLevelsByGroupId(
        final Map<String, Map<String, Double>> averageAnswerLevelsByGroupId) {
        this.averageAnswerLevelsByGroupId = averageAnswerLevelsByGroupId;
    }
}

```

A.7.1 Chart Service Interface

```

package edu.thesis.app.service;

import java.util.List;
import java.util.Map;

import edu.thesis.app.model.dto.AnswersAnalysisDto;

public interface ChartService {
    Map<String, Double> getMeanAnswerLevelByCategory(final long surveyId);

    Map<String, Map<String, Long>> getAnswersByAnswerLevelAndCategory(final long
surveyId);

    Map<String, Map<String, Double>> getAverageAnswersByAgeAndCategory(final long
surveyId);

    Map<String, Map<String, Map<String, Double>>>
getAverageAnswerLevelsByGroupIdAndCategory(final long surveyId);
}

```

```

    Map<String, Map<String, Double>> getAverageAnswerLevelsByGroupId(final long
surveyId);

    Map<String, List<AnswersAnalysisDto>> getPercentageOfAnswerLevelsByCategory(final
long surveyId);
}

```

A.7.2 Chart Service Implementation

```

package edu.thesis.app.service.internal;

import java.math.BigDecimal;
import java.math.RoundingMode;
import java.util.AbstractMap;
import java.util.Arrays;
import java.util.Collection;
import java.util.HashMap;
import java.util.LinkedHashMap;
import java.util.List;
import java.util.Map;
import java.util.stream.Stream;

import org.springframework.beans.factory.annotation.Autowired;
import org.springframework.stereotype.Service;

import edu.thesis.app.model.AgeRange;
import edu.thesis.app.model.Answer;
import edu.thesis.app.model.AnswerLevel;
import edu.thesis.app.model.GroupId;
import edu.thesis.app.model.Question;
import edu.thesis.app.model.Survey;
import edu.thesis.app.model.dto.AnswersAnalysisDto;
import edu.thesis.app.repository.SurveyRepository;
import edu.thesis.app.service.ChartService;

import static edu.thesis.app.model.GroupId.CAT;
import static java.util.stream.Collectors.averagingDouble;
import static java.util.stream.Collectors.counting;
import static java.util.stream.Collectors.groupingBy;
import static java.util.stream.Collectors.toMap;

@Service
public class ChartServiceImpl implements ChartService {

    @Autowired
    private SurveyRepository surveyRepository;

    @Override public Map<String, Double> getMeanAnswerLevelByCategory(final long
surveyId) {

        final Survey survey = surveyRepository.findById(surveyId)
            .orElseThrow(() -> new IllegalStateException("The requested survey does
not exist"));

        return survey.getQuestions().stream().collect(groupingBy(Question::getCategory,
            averagingDouble(question -> question.getAnswers().map(answers -> answers
                .stream()
                    .mapToInt(answer -> answer.getAnswerLevel().getLevel())
                    .average()
                    .orElse(0d)).orElse(0d))));
    }
}

```

```

    }

    @Override public Map<String, Map<String, Long>>
    getAnswersByAnswerLevelAndCategory(final long surveyId) {

        final Survey survey = surveyRepository.findById(surveyId)
            .orElseThrow(() -> new IllegalStateException("The requested survey does
not exist"));

        return survey.getQuestions()
            .stream()
            .flatMap(question ->
question.getAnswers().map(Collection::stream).orElse(Stream.empty()))
            .collect(groupingBy(answer -> answer.getQuestion().getCategory(),
                groupingBy(answer -> answer.getAnswerLevel().getName(),
counting())));
    }

    @Override public Map<String, Map<String, Double>>
    getAverageAnswersByAgeAndCategory(final long surveyId) {

        final Survey survey = surveyRepository.findById(surveyId)
            .orElseThrow(() -> new IllegalStateException("The requested survey does
not exist"));

        return survey.getQuestions()
            .stream()
            .flatMap(question ->
question.getAnswers().map(Collection::stream).orElse(Stream.empty()))
            .collect(groupingBy(answer -> answer.getQuestion().getCategory(),
                groupingBy(answer ->
AgeRange.parse(answer.getParticipant().getAge()).getName(),
                    averagingDouble(answer ->
answer.getAnswerLevel().getLevel()))));
    }

    @Override public Map<String, Map<String, Map<String, Double>>>
    getAverageAnswerLevelsByGroupIdAndCategory(final long surveyId) {

        final Survey survey = surveyRepository.findById(surveyId)
            .orElseThrow(() -> new IllegalStateException("The requested survey does
not exist"));

        final Map<String, Map<String, Map<String, Double>>>
averageAnswerLevelsByGroupIdAndGroupValueAndCategoryId =
Arrays.stream(GroupId.values())
        .filter(groupId -> groupId != CAT)
        .map(groupId -> new AbstractMap.SimpleEntry<>(
            groupId.getJsonName(), survey.getQuestions()
                .stream()
                .flatMap(question ->
question.getAnswers().map(Collection::stream).orElse(Stream.empty()))
                .collect(groupingBy(answer -> answer.getQuestion().getCategory(),
                    groupingBy(groupId.groupByFunction(),
groupId.groupByCollector()))))
            .collect(toMap(Map.Entry::getKey, Map.Entry::getValue));

        return
fillUpAndRoundCategoryGroupValue(averageAnswerLevelsByGroupIdAndGroupValueAndCategoryI
d);
    }

```



```

    @Override public Map<String, Map<String, Double>>
getAverageAnswerLevelsByGroupId(final long surveyId) {
    final Survey survey = surveyRepository.findById(surveyId)
        .orElseThrow(() -> new IllegalStateException("The requested survey does
not exist"));

    return fillUpAndRoundGroupValue(Arrays.stream(GroupId.values())
        .map(groupId -> new AbstractMap.SimpleEntry<>(
            groupId.getJsonName(), survey.getQuestions()
                .stream()
                .flatMap(question ->
question.getAnswers().map(Collection::stream).orElse(Stream.empty()))
                .collect(groupingBy(groupId.groupByFunction(),
groupId.groupByCollector()))))
        .collect(toMap(Map.Entry::getKey, Map.Entry::getValue)));
}

    @Override public Map<String, List<AnswersAnalysisDto>>
getPercentageOfAnswerLevelsByCategory(final long surveyId) {
    final Survey survey = surveyRepository.findById(surveyId)
        .orElseThrow(() -> new IllegalStateException("The requested survey does
not exist"));

    final int numberOfAnswers =
survey.getQuestions().get(0).getAnswers().map(List::size).orElse(0);

    final Map<Question, Map<AnswerLevel, Long>>
numberOfAnswersByQuestionTextAndAnswerLevel = survey.getQuestions()
        .stream()
        .flatMap(question ->
question.getAnswers().map(Collection::stream).orElse(Stream.empty()))
        .collect(groupingBy(Answer::getQuestion,
groupingBy(Answer::getAnswerLevel, counting())));

    return
fillMissingAnswerLevels(numberOfAnswersByQuestionTextAndAnswerLevel).entrySet().stream
().map(entry -> {
    final Question question = entry.getKey();

    final Map<AnswerLevel, Long> numberOfAnswersByAnswerLevel = entry.getValue();

    final Map<AnswerLevel, Double> percentageOfAnswersByAnswerLevel = new
HashMap<>();

    final AnswersAnalysisDto answersAnalysisDto = new AnswersAnalysisDto();

    answersAnalysisDto.setCategory(question.getCategory());

    answersAnalysisDto.setText(question.getText());

    numberOfAnswersByAnswerLevel.forEach(((answerLevel, numofAnswers) -> {
        final double percentage = getPercentage(numofAnswers, 0, numberOfAnswers);
        percentageOfAnswersByAnswerLevel.put(answerLevel, percentage);
    }));

    answersAnalysisDto.setPercentageOfAnswersByAnswerLevel(percentageOfAnswersByAnswerLeve
l);

    return answersAnalysisDto;
}).collect(groupingBy(AnswersAnalysisDto::getCategory)).entrySet().stream()
    .sorted(Map.Entry.comparingByKey())
    .collect(toMap(Map.Entry::getKey, Map.Entry::getValue,

```

```

        (oldValue, newValue) -> oldValue, LinkedHashMap::new));
    }

    /*
     * Private helper methods
     */

    private Map<String, Map<String, Double>> fillUpAndRoundGroupValue(Map<String,
Map<String, Double>> averageAnswerLevelsByGroupIdAndGroupValue) {

        Arrays.stream(GroupId.values()).forEach(groupId -> {
            final String jsonName = groupId.getJsonName();

            if (averageAnswerLevelsByGroupIdAndGroupValue.containsKey(jsonName)) {
                final Map<String, Double> averageAnswerLevelsByGroupValue =
                    averageAnswerLevelsByGroupIdAndGroupValue.getOrDefault(jsonName, new
HashMap<>());

                groupId.getGroupJsonValues().forEach(groupJsonValue -> {
                    if (averageAnswerLevelsByGroupValue.containsKey(groupJsonValue)) {
                        final double avg =
                            averageAnswerLevelsByGroupValue.get(groupJsonValue);
                            averageAnswerLevelsByGroupValue.put(groupJsonValue,
                                getPercentage(avg, 1, 5));
                    } else {
                        averageAnswerLevelsByGroupValue.put(groupJsonValue, 0d);
                    }
                });
            }
        });

        return averageAnswerLevelsByGroupIdAndGroupValue;
    }

    private Map<String, Map<String, Map<String, Double>>>
fillUpAndRoundCategoryGroupValue(Map<String, Map<String, Map<String, Double>>>
averageAnswerLevelsByGroupIdAndGroupValueAndCategory) {

        Arrays.stream(GroupId.values()).forEach(groupId -> {
            final String jsonName = groupId.getJsonName();

            if
(averageAnswerLevelsByGroupIdAndGroupValueAndCategory.containsKey(jsonName)) {

                final Map<String, Map<String, Double>>
avgAnswerLevelsByGroupValueAndCategory =
                    averageAnswerLevelsByGroupIdAndGroupValueAndCategory.getOrDefault(jsonName, new
HashMap<>());

                CAT.getGroupJsonValues().forEach(categoryName -> {
                    groupId.getGroupJsonValues().forEach(groupJsonValue -> {
                        if
(avgAnswerLevelsByGroupValueAndCategory.containsKey(categoryName)) {
                            final Map<String, Double> averageAnswerLevelsByGroupValue =
                                avgAnswerLevelsByGroupValueAndCategory.get(categoryName);
                            if (averageAnswerLevelsByGroupValue.containsKey(groupJsonValue))
{
                                final double avg =
                                    averageAnswerLevelsByGroupValue.get(groupJsonValue);
                                    averageAnswerLevelsByGroupValue.put(groupJsonValue,
                                        getPercentage(avg, 2, 5));
                            }
                        }
                    });
                });
            }
        });
    }

```



```

Optional<List<Survey>> findByUser(final long userId);

@Modifying
@Transactional
@Query("update Survey s set s.title = ?1, s.description = ?2 where s.id = ?3")
int updateSurvey(String title, String description, long id);
}

```

A.9. Survey Core Model

```

package edu.thesis.app.model;

import java.util.List;

import javax.persistence.CascadeType;
import javax.persistence.Column;
import javax.persistence.Entity;
import javax.persistence.FetchType;
import javax.persistence.JoinColumn;
import javax.persistence.ManyToOne;
import javax.persistence.OneToMany;
import javax.persistence.Table;

import com.fasterxml.jackson.annotation.JsonBackReference;

import edu.thesis.app.model.dto.SurveyDto;

@Entity
@Table(name = "survey")
public class Survey extends AbstractEntity<Long> {

    @Column(name = "title")
    private String title;

    @Column(name = "description", length = 500)
    private String description;

    @JsonBackReference
    @ManyToOne(fetch = FetchType.LAZY)
    @JoinColumn(name = "user_id")
    private User user;

    @OneToMany(cascade = CascadeType.ALL, fetch = FetchType.LAZY, mappedBy = "survey")
    private List<Question> questions;

    private Survey(final String title, final String description, final User user, final
List<Question> questions) {
        this.title = title;
        this.description = description;
        this.user = user;
        this.questions = questions;
    }

    private Survey() {
        this.title = null;
        this.description = null;
        this.user = null;
        this.questions = null;
    }
}

```

```

private Survey(final String title, final String description, final User user) {
    this.title = title;
    this.description = description;
    this.user = user;
}

public static Survey of(SurveyDto surveyDto, User user) {
    return new Survey(surveyDto.getTitle(), surveyDto.getDescription(), user);
}

public static Survey of(final String title, final String description, final User
user) {
    return new Survey(title, description, user);
}

public String getTitle() {
    return title;
}

public void setTitle(final String title) {
    this.title = title;
}

public String getDescription() {
    return description;
}

public void setDescription(final String description) {
    this.description = description;
}

public User getUser() {
    return user;
}

public void setUser(final User user) {
    this.user = user;
}

public List<Question> getQuestions() {
    return questions;
}

public void setQuestions(final List<Question> questions) {
    this.questions = questions;
}
}

```