



Πανεπιστήμιο Πειραιώς – Τμήμα Πληροφορικής  
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
«Προηγμένα Συστήματα Πληροφορικής»

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**

Τίτλος Διατριβής	<b>Προσαρμοστικό Σύστημα Διδασκαλίας της Νεοελληνικής Γραμματικής</b> <b>Adaptive Tutoring System for Modern Greek Grammar</b>
Όνοματεπώνυμο Φοιτητή	<b>Αναστάσιος Ψαρρός</b>
Πατρώνυμο	<b>Ιωάννης</b>
Αριθμός Μητρώου	<b>ΜΠΣΠ/ 10006</b>
Επιβλέπων	<b>Μαρία Βίββου, Καθηγήτρια</b>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

(υπογραφή)

Μαρία Βίρβου  
Καθηγήτρια

(υπογραφή)

Γεώργιος Τσιχριντζής  
Καθηγητής

(υπογραφή)

Ευάγγελος Φούντας  
Καθηγητής

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής.

Την καθηγήτριά μου στο Τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πειραιώς, κυρία Βίββου Μαρία για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, αναθέτοντάς μου τη συγκεκριμένη εργασία, καθώς και για τις πολύτιμες υποδείξεις της κατά τη διάρκεια της εκπόνησης.

Τον επιβλέποντά μου, Δρα Αλέπη Ευθύμιο για την επιστημονική υποστήριξη που μου παρέσχε σε θέματα βιβλιογραφίας, μεθοδολογίας και συγγραφής της διατριβής.

Τους εκπαιδευτικούς Ψαρρό Ιωάννη και Βογιαζή Δωροθέα για την υποστήριξη σε εκπαιδευτικό υλικό και ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν ως μέρος της εξειδικευμένης γνώσης που ενσωματώνει ένα Ευφρές Σύστημα Διδασκαλίας, όπως το σύστημα που αναπτύχθηκε για την παρούσα μελέτη.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες .....	3
1. Περίληψη.....	6
Περίληψη.....	6
Abstract.....	6
2. Εισαγωγή.....	7
2.1. Γενικά.....	7
2.2. Παραδοτέα.....	8
2.3. Δομή Εργασίας.....	8
3. Ανασκόπηση Πεδίου – Ορισμοί.....	9
3.1. Γενικά – Ορισμοί.....	9
3.2. Παραδείγματα Εκπαιδευτικού Λογισμικού.....	11
4. Παρουσίαση και χρήση της εφαρμογής.....	13
4.1. Επισκέπτης.....	13
4.1.1. Αρχική οθόνη – Σύνδεση στο σύστημα.....	13
4.1.2. Σύνδεση στο Σύστημα.....	14
4.1.2. Εγγραφή Χρήστη.....	16
4.1.3. Επισκόπηση Ενοτήτων και Προβολή Λοιπών Πληροφοριών.....	18
4.2. Μαθητής.....	19
4.2.1. Είσοδος μαθητή.....	19
4.2.2. Ανάγνωση ύλης από μαθητή.....	20
4.2.3. Επισκόπηση προφίλ μαθητή.....	22
4.2.4. Ασκήσεις αυτοεξέτασης μαθητή.....	23
4.3. Εκπαιδευτικός.....	25
4.3.1. Είσοδος εκπαιδευτικού.....	25
4.3.2. Προσθήκη υλικού.....	26
4.3.3. Τροποποίηση ερωτήσεων.....	28
4.3.4. Επισκόπηση βαθμολογιών από εκπαιδευτικό.....	29
4.3.5. Προφίλ εκπαιδευτικού.....	30
5. Αρχιτεκτονική του συστήματος.....	31
5.1. Φάση Έναρξης.....	32
5.1.1. Σύλληψη Απαιτήσεων.....	32
5.1.2. Ανάλυση και Σχεδιασμός.....	37
5.2. Επώνηση Μελέτης.....	40
5.2.1. Σύλληψη Απαιτήσεων.....	40
5.2.2. Ανάλυση και Σχεδιασμός.....	43
5.3. Κατασκευή.....	63
5.3.1. Υλοποίηση.....	63



6. Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις.....	66
7. Βιβλιογραφία.....	68
7.1. Βιβλιογραφία τεκμηρίωσης.....	68
7.2. Βιβλιογραφία ερωτήσεων τεστ.....	69

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

## 1. Περίληψη

### Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αφορά στη μοντελοποίηση και την ανάπτυξη ενός Ευφυούς Προσαρμοστικού Συστήματος Διδασκαλίας για την εκμάθηση της Νεοελληνικής Γραμματικής της Στ' Δημοτικού. Το σύστημα προορίζεται να χρησιμοποιηθεί από μαθητές και εκπαιδευτικούς είτε συνεργατικά είτε ανεξάρτητα. Οι εκπαιδευτικοί θα έχουν τη δυνατότητα της εισαγωγής ύλης και ερωτήσεων, καθώς και της επισκόπησης της πορείας των μαθητών τους, ενώ οι μαθητές θα μπορούν να έχουν μελετήσει την επιπλέον ύλη από τους εκπαιδευτικούς τους και να αυτοαξιολογηθούν μέσω αυτοματοποιημένων ασκήσεων. Βασικός στόχος του συστήματος είναι η μοντελοποίηση της συμπεριφοράς των μαθητών που θα οδηγήσει στην εξατομίκευση του εκπαιδευτικού υλικού και των τεστ ανάλογα με την πορεία τους. Αυτό σημαίνει ότι στο συγκεκριμένο σύστημα δεν θα χρησιμοποιηθούν προκαθορισμένα σετ ερωτήσεων, αλλά τα σετ θα παράγονται αυτόματα ανάλογα με τις αδυναμίες του εκάστοτε μαθητή στις ενότητες της ύλης, ενώ και η πρόσβαση του μαθητή στην ύλη και τις ερωτήσεις θα εξαρτάται από το επίπεδό του σε σχέση με το επίπεδο δυσκολίας της ύλης. Επιπλέον, το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να εντοπίζει εάν ο μαθητής συνάντησε δυσκολία σε μια ερώτηση, καθώς και να διακρίνει ανάμεσα σε λάθη λόγω έλλειψης γνώσης και λάθη απροσεξίας. Τέλος, θα πρέπει να παρουσιάζονται οι κατάλληλες προτροπές στο μαθητή για επανάληψη, ανάλογα με τις ενότητες όπου παρατηρείται αδυναμία.

### Abstract

The purpose of this postgraduate thesis is to model and implement an Intelligent Adaptive Tutoring System (I.A.T.S.) for the domain of Modern Greek Grammar of the sixth grade of Primary School. The system is expected to be used by students and teachers that will benefit from it while studying collaboratively or independently. School teachers will have the ability to insert educational material or questions and to inspect the performance of their students, while students will be able to study the extra material and to test their knowledge through automated tests. The main goal of this system is to model the student behavior, in order to personalize the educational material and tests according to each student's performance. In particular, this system will not depend on prearranged question sets for its tests, but it will create the tests dynamically, according to each student's weaknesses. What is more, each student will be able to access educational material and questions that correspond to her level. Other significant goals of the system are the ability to recognize when a student has found difficulties in a question, and to distinguish between mistakes due to lack of knowledge and mistakes due to carelessness. Finally, the system should encourage the student to review the appropriate units of the educational material, according to her performance.

## 2. Εισαγωγή

### 2.1. Γενικά

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την ανάπτυξη και την τεκμηρίωση ενός Ευφυούς Προσαρμοστικού Συστήματος Διδασκαλίας (IATS – Intelligent Adaptive Tutoring System) που θα είναι προσβάσιμο μέσω Διαδικτύου. Ως αντικείμενο εκμάθησης έχει επιλεγεί η ύλη της Νεοελληνικής Γραμματικής που αντιστοιχεί στην Έκτη Δημοτικού, η οποία, εκπαιδευτικά, συμπεριλαμβάνει και το μεγαλύτερο μέρος της ύλης από τις προηγούμενες τάξεις. Η επιλογή βασίστηκε σε δύο παρατηρήσεις: Καταρχάς, ένα μεγάλο ποσοστό ενηλίκων υποπίπτει σε γραμματικά λάθη που αφορούν στην ύλη του Δημοτικού Σχολείου, επομένως, θα μπορούσαν να αποφευχθούν μέσω της συνεχούς εξάσκησης. Ένα μεγάλο πλήθος από παραδείγματα αυτών των λαθών μπορεί να εντοπιστεί στο Διαδίκτυο, σε υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης. Μια δεύτερη παρατήρηση, έχει να κάνει με το γεγονός ότι Έκτη Δημοτικού αποτελεί την τελευταία τάξη πριν το Γυμνάσιο, επομένως θα πρέπει κατά τη διάρκεια αυτής να καλυφθούν όσο το δυνατόν περισσότερα κενά στις γνώσεις των μαθητών.

Το λογισμικό που αναμένεται να αναπτυχθεί, απευθύνεται προς δύο κατηγορίες χρηστών: τους εκπαιδευτικούς και τους εκπαιδευόμενους-μαθητές. Από αυτούς, οι πρώτοι έχουν τη δυνατότητα να εισάγουν εκπαιδευτικό υλικό, καθώς και ασκήσεις αυτοεξέτασης που υποστηρίζονται εγγενώς από το λογισμικό, για την περαιτέρω εξάσκηση των μαθητών. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα της συνολικής επισκόπησης των επιδόσεων των μαθητών, καθώς και η αξιοποίηση έτοιμων συμπερασμάτων από το ίδιο το λογισμικό, βάσει των βαθμολογιών και της συμπεριφοράς των μαθητών. Τα συμπεράσματα αυτά, μπορούν στη συνέχεια να αξιοποιηθούν για την υποστήριξη των μαθητών ή για την παροχή στοχευμένων ασκήσεων και ύλης, ανάλογα με τις αδυναμίες του συνόλου των μαθητών.

Εκτός των παραπάνω, το σύστημα θα πρέπει να παρέχει στον εκπαιδευτικό πληροφορίες για τις ίδιες τις ασκήσεις που έχει εισαγάγει, προκειμένου να του δοθεί η δυνατότητα να αναπροσαρμόσει ορισμένα στοιχεία αυτών, όπως είναι ο βαθμός δυσκολίας, εάν αυτό κριθεί απαραίτητο. Για παράδειγμα, εάν μια ερώτηση έχει οριστεί ως εύκολη, έχει απαντηθεί πολλές φορές από μαθητές, αλλά έχει απαντηθεί σωστά μόλις από το 20% αυτών, τότε ίσως ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να αναπροσαρμόσει το βαθμό δυσκολίας.

Αναφορικά με τους μαθητές, τους δίνεται η δυνατότητα να αξιοποιήσουν την ύλη και τις ασκήσεις, προκειμένου να βελτιωθούν στο συγκεκριμένο αντικείμενο μέσω συνεχούς εξάσκησης, είτε σε αυτόνομα, είτε σε συνεργασία με τον εκπαιδευτικό. Όπως και στην περίπτωση των εκπαιδευτικών, το σύστημα είναι σε θέση να εξάγει συμπεράσματα για την πορεία του μαθητή, καθώς και για το βαθμό κατανόησης της ύλης, και να παρέχει συμβουλές που βασίζονται, όχι μόνο σε λανθασμένες απαντήσεις, αλλά και στον τρόπο με τον οποίο απαντά ένας μαθητής (κυρίως χρόνος που απαιτήθηκε για την απάντηση).

Με άλλα λόγια, το σύστημα έχει τη δυνατότητα να διακρίνει ανάμεσα σε σφάλματα λόγω έλλειψης γνώσης και σφάλματα απροσεξίας, όπως είναι τα λάθη αναγραμματισμού, τονισμού ή η ασυμφωνία μεταξύ πεζών και κεφαλαίων γραμμάτων. Ακόμα, λαμβάνεται υπόψη ο χρόνος που χρειάστηκε ένας μαθητής για να απαντήσει και, εάν ο χρόνος αυτός ξεπερνά ένα δυναμικά προσαρμοζόμενο και εξατομικευμένο κατώφλι, τότε το σύστημα συμπεραίνει πως ο μαθητής δυσκολεύτηκε, ακόμα και εάν η ερώτηση απαντηθεί σωστά.

Βασικό στοιχείο της εργασίας, είναι η δημιουργία αυτοματοποιημένων τεστ. Αυτό σημαίνει πως οι ερωτήσεις των τεστ δεν είναι προκαθορισμένες, αλλά παράγονται αυτόματα και ειδικά για κάθε μαθητή, ανάλογα με το επίπεδό του, το επίπεδο δυσκολίας των ερωτήσεων και την απόδοσή του στα κεφάλαια της ύλης, κατά την επίλυση των ασκήσεων.

Επίσης, ένα άλλο στοιχείο που λαμβάνεται υπόψη κατά τη δημιουργία ενός τεστ είναι οι ειδικές κατηγορίες σφαλμάτων. Οι ειδικές κατηγορίες αφορούν σε συχνά λάθη από τους μαθητές, που δεν καλύπτονται από συγκεκριμένες ενότητες της ύλης και έχουν εντοπιστεί με τη βοήθεια δύο εμπειρογνομόνων. Η αξιοποίηση των ειδικών κατηγοριών πραγματοποιείται με την εισαγωγή τους στα τεστ για τη συμπλήρωση του απαιτούμενου αριθμού ερωτήσεων. Γενικά, ο αλγόριθμος επιλογής ερωτήσεων ανάλογα με τις αδυναμίες του μαθητή στα κεφάλαια, αναμένεται να ρυθμιστεί κατάλληλα ώστε να παράγει σύνολα ερωτήσεων ελάχιστα μικρότερα του απαιτούμενου αριθμού για το τεστ.

Όσον αφορά στη θεωρητική τεκμηρίωση της εργασίας, έχει επιλεγεί η διαδικασία RUP (Rational Unified Process) με τη χρήση διαγραμμάτων UML (Unified Modeling Language) από το εργαλείο Rational Rose. Για την υλοποίηση έχει επιλεγεί η τεχνολογία ASP.NET της Microsoft με τη χρήση της γλώσσας C# για το τμήμα του business logic, ενώ το τμήμα της βάσης δεδομένων θα βασιστεί στον SQL Server.

## 2.2. Παραδοτέα

Τα παραδοτέα για την παρούσα εργασία είναι τα ακόλουθα:

1. Η εφαρμογή εκπαιδευτικού λογισμικού σε ηλεκτρονική μορφή.
2. Εγχειρίδιο προγραμματιστή που αφορά στην τεκμηρίωση της εφαρμογής και τη μοντελοποίησή της με τη διαδικασία RUP και τη χρήση διαγραμμάτων UML.
3. Το μοντέλο με τα διαγράμματα UML σε ηλεκτρονική μορφή.
4. Εγχειρίδια χρηστών.

## 2.3. Δομή Εργασίας

Η εργασία αποτελείται από επτά Κεφάλαια:

1. Την Περίληψη.
2. Την Εισαγωγή: Πρόκειται για το παρόν Κεφάλαιο, όπου επιχειρείται η σύντομη παρουσίαση της εργασίας.
3. Την Ανασκόπηση Πεδίου: Η ανασκόπηση αρχικά παρουσιάζει την ορολογία που είναι απαραίτητη για τα επόμενα κεφάλαια. Επίσης, περιλαμβάνει βιβλιογραφικές αναφορές που καλύπτουν μερικώς τη θεωρητική δομή στην οποία βασίστηκε η υλοποίηση του συστήματος για την παρούσα εργασία. Η πλήρης θεωρητική τεκμηρίωση του συστήματος πραγματοποιείται σε επόμενο κεφάλαιο (Αρχιτεκτονική του Συστήματος). Παράλληλα, στο συγκεκριμένο Κεφάλαιο παρουσιάζονται ορισμένα γνωστά συστήματα ITS ή εκπαιδευτικού λογισμικού γενικότερα, των οποίων η φιλοσοφία εφαρμόστηκε και στην παρούσα εφαρμογή.
4. Την Παρουσίαση χρήσης της εφαρμογής, που αφορά στα εγχειρίδια χρηστών της εφαρμογής που αναπτύχθηκε για την εργασία. Περιλαμβάνονται τρία ξεχωριστά εγχειρίδια χρήσης, ένα για κάθε κατηγορία χρήστη.
5. Την Αρχιτεκτονική του Συστήματος: Το Κεφάλαιο της Αρχιτεκτονικής του Συστήματος παρουσιάζει την πλήρη θεωρητική τεκμηρίωση του συστήματος, με τις επαναλήψεις της διαδικασίας RUP και τη χρήση των διαγραμμάτων UML.
6. Τα Συμπεράσματα και τις Μελλοντικές Προτάσεις: Στο συγκεκριμένο Κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της εργασίας και κυρίως από την υλοποίηση του συστήματος, καθώς και οι δυσκολίες που προέκυψαν. Επίσης αναφέρονται προτάσεις για τη βελτίωση του συστήματος, τόσο σε επίπεδο λειτουργικότητας, όσο και σε επίπεδο έρευνας.
7. Τη Βιβλιογραφία.

### 3. Ανασκόπηση Πεδίου – Ορισμοί

Το παρόν Κεφάλαιο θα επιχειρήσει να εξηγήσει τις έννοιες και τους όρους που χρησιμοποιούνται στην εργασία. Παράλληλα θα παρουσιάσει ορισμένες γνωστές λύσεις εκπαιδευτικού λογισμικού, με δυνατότητες που προσεγγίζουν το σύστημα που αναπτύσσεται στην παρούσα εργασία.

#### 3.1. Γενικά – Ορισμοί

Ο κύριος στόχος της εργασίας είναι η μοντελοποίηση και η υλοποίηση ενός Ευφυούς Προσαρμοστικού Συστήματος Εκπαιδευτικού Λογισμικού. Ως Εκπαιδευτικό Λογισμικό, γενικά, ορίζεται το προϊόν της τεχνολογίας με το οποίο προσπαθούμε να διδάξουμε ένα γνωστικό αντικείμενο υλοποιώντας συγκεκριμένη παιδαγωγική φιλοσοφία και συγκεκριμένη εκπαιδευτική στρατηγική [12]. Το εκπαιδευτικό λογισμικό, γενικότερα, αποτελεί μέσο του τομέα της Ηλεκτρονικής Μάθησης (E-learning), δηλαδή της χρήσης ηλεκτρονικών μέσων και τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας στην εκπαίδευση [27].

Η ιστορία του εκπαιδευτικού λογισμικού ξεκινά στις αρχές της δεκαετίας του 1940, όταν αναπτύχθηκαν τα πρώτα συστήματα προσομοιωτών πτήσης από Αμερικανούς ερευνητές. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1970 είχαν παρουσιαστεί ορισμένες αξιόλογες λύσεις, που όμως εξαρτώνταν άμεσα από το υλικό, όπως το PLATO (1960), η πρώτη γενικευμένη πλατφόρμα CAI (Computer Aided Instruction) από το Πανεπιστήμιο του Illinois, καθώς και το TICCAT (1969) της MITRE Corporation για την εκμάθηση της άλγεβρας, της χημείας και αρκετών γλωσσών όπως τα δανέζικα, τα αγγλικά κ.α. Το εκπαιδευτικό λογισμικό, που μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1970 βασιζόταν σε πανεπιστημιακούς ή κρατικούς mainframe υπολογιστές, απελευθερώθηκε το 1975 με την έλευση του Altair 8800, του πρώτου προσωπικού υπολογιστή. Η ανάπτυξη του εκπαιδευτικού λογισμικού ενισχύθηκε στη συνέχεια, κατά τη δεκαετία του 1990 λόγω των προόδων στις εφαρμογές πολυμέσων, της ελευσης φτηνών προσωπικών υπολογιστών και της γενίκευσης της χρήσης του Διαδικτύου. Σήμερα, τα ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης στρέφονται σε Εικονικά Εκπαιδευτικά Περιβάλλοντα (Virtual Learning Environments). [13]

Το εκπαιδευτικό λογισμικό, σύμφωνα με τους Paterson και Strickland (Paterson, Strickland, 1986) μπορεί να κατηγοριοποιηθεί βάσει της χρήσης του στη μαθησιακή διαδικασία ως εξής [12]:

- **Λογισμικό Εξάσκησης (Drill & Practice):** Το λογισμικό εξάσκησης δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευόμενο να εξασκηθεί στην ύλη που έχει διδαχθεί, μέσω ασκήσεων-ερωτήσεων. Από το λογισμικό εξάσκησης μπορούν να επωφεληθούν και οι εκπαιδευτικοί, καθώς έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν άμεσα την πορεία των μαθητών τους. Πρόκειται για την κατηγορία στην οποία κατατάσσεται και η εφαρμογή που αναπτύσσεται για την παρούσα εργασία.
- **Λογισμικό Παρουσίασης (Tutorial):** Το λογισμικό παρουσίασης επικεντρώνεται στην παρουσίαση της ύλης, με τρόπο παρόμοιο με ενός εκπαιδευτικού ή ενός βιβλίου. Η παρουσίαση μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω απλού κειμένου, animation, βίντεο, παραδειγμάτων, ερωτήσεων και προβλημάτων, ενώ καθ' όλη τη διάρκεια της εφαρμογής επαναλαμβάνεται ο κύκλος πληροφορία-ερώτηση-ανάδραση. Σε μια "ιδανική" εφαρμογή αυτής της κατηγορίας, το περιεχόμενο διαφοροποιείται ανάλογα με τις ανάγκες του εκπαιδευόμενου. Η παρούσα εφαρμογή ενσωματώνει στοιχεία και από αυτή την κατηγορία, και μάλιστα στην "ιδανική" μορφή της, όπου το περιεχόμενο παρουσιάζεται ανάλογα με τις ικανότητες και το επίπεδο του κάθε μαθητή σε ατομικό επίπεδο.
- **Εκπαιδευτικό Παιχνίδι (Educational game):** Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια χρησιμοποιούν το παιχνίδι ως κίνητρο, ώστε ο μαθητής να αποκτήσει γνώσεις μέσα από την περιήγησή του στο περιβάλλον του λογισμικού. Θεωρείται η πλέον δύσκολη περίπτωση εκπαιδευτικού λογισμικού προς ανάπτυξη. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα Εκπαιδευτικού Παιχνιδιού είναι το VR-ENGAGE, το οποίο ταυτόχρονα ανήκει και στην κατηγορία των Περιβαλλόντων Εικονικής Πραγματικότητας που θα αναφερθεί στη συνέχεια [14].
- **Προσομοίωση (Simulation):** Η προσομοίωση αφορά στην αναπαράσταση ενός πραγματικού συστήματος ή φαινομένου κάτω από ρεαλιστικές συνθήκες και είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στις περιπτώσεις όπου η εξάσκηση στο πραγματικό περιβάλλον είναι επικίνδυνη ή πολυδάπανη.

Ένα παράδειγμα είναι οι εξομοιωτές πτήσης που αναπτύσσονται από τη δεκαετία του 1940, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

- **Επίλυση Προβλήματος (Problem solving):** Τα συγκεκριμένα εκπαιδευτικά προγράμματα επικεντρώνονται στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων από τους εκπαιδευόμενους, από τους οποίους ζητούν την εφαρμογή αποδεκτών αρχών ή κανόνων για να καταλήξουν σε συμπεράσματα και λύσεις.
- **Περιβάλλοντα Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality):** Γενικά, ως εικονική πραγματικότητα ορίζεται ένα περιβάλλον που είναι δημιουργημένο από υπολογιστή και προσομοιώνει τη φυσική παρουσία σε μέρη τόσο σε πραγματικά μέρη όσο και φανταστικά [15]. Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές που βασίζονται στην εικονική πραγματικότητα, όπως είναι το προαναφερθέν VR-ENGAGE, προς το παρόν χρησιμοποιούνται κυρίως για ερευνητικούς-ακαδημαϊκούς σκοπούς, καθώς η τεκμηρίωσή τους στη διδασκαλία δεν είναι ακόμα πλήρως εμπειρισταωμένη. Στα θετικά σημεία της συγκεκριμένης κατηγορίας λογισμικού μπορούν να αναφερθούν η ισχυρή αλληλεπίδραση και η άμεση απόκριση του συστήματος στις ενέργειες του χρήστη, καθώς και η ελευθερία κινήσεων του χρήστη.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό, μπορεί επίσης να κατηγοριοποιηθεί βάσει του βαθμού επιτρεπόμενης αλληλεπίδρασης στα Κλειστά μαθησιακά περιβάλλοντα ή στα Ανοικτά μαθησιακά περιβάλλοντα. Σε ένα κλειστό μαθησιακό περιβάλλον, ο μαθητής εισάγει δεδομένα, αλλά η αντίδραση του συστήματος είναι προκαθορισμένη. Αντίθετα, σε ένα Ανοικτό μαθησιακό περιβάλλον, οι δραστηριότητες και οι επιλογές καθορίζονται από τις ανάγκες του μαθητή και τις ικανότητές του. Κατά κανόνα, τα λογισμικά Εξάσκησης και Παρουσίασης κατατάσσονται στα κλειστά περιβάλλοντα. [12]

Αναφορικά με τη διάκριση ανοικτού-κλειστού περιβάλλοντος, η παρούσα εφαρμογή θα μπορούσε να διακριθεί ως ανοικτό σύστημα, παρά το γεγονός ότι πρόκειται για λογισμικό Εξάσκησης και Παρουσίασης. Αυτό συμβαίνει επειδή τόσο οι ασκήσεις εξάσκησης, όσο και το ίδιο το περιεχόμενο της ύλης εξαρτώνται και αναπροσαρμόζονται ανάλογα με τις επιδόσεις του μαθητή, δεδομένου ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση επιδιώκεται η ανάπτυξη ενός προσαρμοστικού συστήματος διδασκαλίας.

Ως προσαρμοστικό σύστημα, γενικά, ορίζεται ένα ευέλικτο σύστημα που βελτιώνει την απόδοσή του με την συνεχή παρακολούθηση και την αναπροσαρμογή της διαμόρφωσης, των ρυθμίσεων και των λειτουργιών του ως απόκριση στην ανατροφοδότησή του από το περιβάλλον του [16]. Με βάση το κριτήριο της προσαρμοστικότητας, το εκπαιδευτικό λογισμικό μπορεί να διακρίνεται στις ακόλουθες κατηγορίες [4]:

1. **CAI (Computer-Aided Instruction):** Οι λύσεις εκπαιδευτικού λογισμικού που ανήκουν στην κατηγορία CAI βασίζονται σε παραδοσιακές μεθόδους προγραμματισμού. Αυτό σημαίνει πως πρόκειται για στατικά προγράμματα, που ενσωματώνουν εκ των προτέρων τη γνώση σχετικά με το αντικείμενο, καθώς και τα συμπεράσματα από την παιδαγωγική γνώση ενός έμπειρου εκπαιδευτικού. Με άλλα λόγια, πρόκειται για μια ψηφιακή εκδοχή του βιβλίου.
2. **ICAI (Intelligent CAI) – ITS (Intelligent Tutoring System):** Σε αντίθεση με το προαναφερθέν CAI, ένα ITS στοχεύει στη μοντελοποίηση της γνώσης ενός ειδικού, και όχι των συμπερασμάτων αυτού. Αυτό σημαίνει πως τα ITS δεν θα πρέπει να είναι στατικά, αλλά προσαρμοστικά, ανάλογα με τις ανάγκες του εκπαιδευτικού κοινού. Σε μια ιδανική υλοποίηση, ένα ITS θα πρέπει να είναι σε θέση να αντικαταστήσει έναν ειδικό για τη διδασκαλία ενός αντικειμένου.

Κατά κανόνα, η δομή ενός ITS απαρτίζεται από τέσσερα τμήματα [4]:

1. **Γνώση Πεδίου (Domain Knowledge).** Η Γνώση Πεδίου αφορά στην πηγή γνώσης, καθώς και στην εμπειρογνωμοσύνη που πρέπει να μεταφερθεί στο μαθητή. Στην απλούστερη περίπτωση, δηλαδή σε ένα CAI, το Γνωστικό Πεδίο περιορίζεται σε προαποθηκευμένη γνώση. Αντίθετα, σε ένα ITS η εμπειρογνωμοσύνη παρέχεται δυναμικά και ενσωματώνει επιπλέον γνώση που είναι απαραίτητη για παιδαγωγικούς σκοπούς. Επιπλέον, η Γνώση Πεδίου, εκτός από πηγή γνώσης, χρησιμεύει ως πρότυπο γνώσης για την αξιολόγηση της πορείας του μαθητή, δηλαδή σαν μέτρο σύγκρισης.
2. **Μοντέλο Μαθητή (Student Model).** Το Μοντέλο Μαθητή αποτελεί αναγκαίο χαρακτηριστικό ενός ευφυούς συστήματος διδασκαλίας, καθώς το ενδιαφέρον δεν περιορίζεται στην απάντηση του μαθητή σε ερωτήσεις γνώσεις, αλλά εξετάζεται η γενικότερη συμπεριφορά του κατά τη μελέτη και την αυτοεξέταση (πχ. βιαστικές απαντήσεις, λάθη αναγραμματισμού κ.α.). Το μοντέλο του μαθητή κατασκευάζεται και ενημερώνεται με τη διαδικασία της *διάγνωσης*, που

πραγματοποιείται με ενεργά βήματα (πχ. ερωτήσεις) ή/και με παθητική παρακολούθηση. Η παρούσα μελέτη πρόκειται να εφαρμόσει και τις δύο προσεγγίσεις.

3. **Γεννήτορας Συμβουλών (Advice Generator).** Ο Γεννήτορας Συμβουλών αποτελεί το τμήμα του ITS όπου κωδικοποιούνται (λαμβάνονται) οι διδακτικές αποφάσεις [3]. Στην προκειμένη περίπτωση, ο γεννήτορας συμβουλών θα χρησιμοποιηθεί για την επιλογή των ερωτήσεων που θα παρουσιάζονται στο μαθητή και την προτεινόμενη ύλη, ανάλογα με την πορεία του, καθώς επίσης και για την παροχή συμβουλών-συστάσεων τόσο στο μαθητή, όσο και στον εκπαιδευτικό.
4. **Σύστημα Διεπαφής (User Interface).** Το Σύστημα Διεπαφής αφορά στο χειρισμό της τελικής μορφής των διδακτικών ενεργειών. Ο ρόλος της διεπαφής είναι ιδιαίτερα σημαντικός, εφόσον από αυτή εξαρτάται η σωστή αλληλεπίδραση του μαθητή με το σύστημα και, ως εκ τούτου καθορίζεται ο βαθμός αποδοχής του συστήματος συνολικά.

Γενικά, οι λύσεις εκπαιδευτικού λογισμικού χαρακτηρίζονται από τα ακόλουθα πλεονεκτήματα [27]:

- Ανοικτή πρόσβαση στην εκπαίδευση.
- Καλύτερη υποστήριξη εκπαίδευσης για εκπαιδευόμενους εκτός εκπαιδευτικών ιδρυμάτων.
- Βελτιωμένη συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών και εκπαιδευομένων.
- Παροχή εργαλείων στους μαθητές για την υποστήριξη στην επίλυση προβλημάτων.
- Ανάπτυξη τεχνικών γνώσεων μέσα από την ενασχόληση με τα μέσα της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης (εργαλεία, υπολογιστές).

Αντίστοιχα, στα μειονεκτήματα του εκπαιδευτικού λογισμικού συγκαταλέγονται τα ακόλουθα [27]:

- Μεγάλη πιθανότητα διάσπασης της προσοχής του εκπαιδευομένου, που μπορεί να υποβαθμίσει την ποιότητα της εκπαίδευσης.
- Ευκολία στην εξαπάτηση του συστήματος.
- Πιθανό πλεονέκτημα μαθητών εξοικειωμένων με την τεχνολογία, σε σχέση με τους μη εκοικειωμένους.
- Έλλειψη επαρκούς εξοικείωσης των εκπαιδευτικών με την τεχνολογία, που δυσχεραίνει τη διαχείριση της ηλεκτρονικής εκπαίδευσης με τους μαθητές τους.
- Έλλειψη άμεσης απόκρισης από τους εκπαιδευτικούς.
- Η ασύγχρονη επικοινωνία εμποδίζει την ταχεία εναλλαγή ερωτήσεων.
- Κίνδυνος έλλειψης ενδιαφέροντος από τους εκπαιδευομένους.

Κλείνοντας, αξίζει να αναφερθεί πως το εκπαιδευτικό λογισμικό γενικότερα αποτελεί έναν τομέα που αναπτύσσεται συνεχώς, όχι μόνο από την άποψη της ακαδημαϊκής έρευνας ή της τεχνολογίας, αλλά και από την άποψη της οικονομίας. Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες από το 2010 και έπειτα, το εκπαιδευτικό λογισμικό αποτελεί μια αγορά, η οποία παρουσιάζει υψηλά κέρδη που κάθε χρόνο αυξάνονται. Ενδεικτικά, αναφέρονται τα κέρδη του 2010 για το εκπαιδευτικό λογισμικό πριν την πρωτοβάθμια εκπαίδευση στις Η.Π.Α (Pre K-12), που συνολικά έφταναν τα 7.5 δισεκατομμύρια δολάρια, σε σύγκριση με το 2011, οπότε τα κέρδη ανήλθαν στα 7.76 δισεκατομμύρια, παρουσιάζοντας μια αύξηση 260 εκατομμυρίων. Το γεγονός αυτό, επιβεβαιώνει με άλλον έναν τρόπο τη σημασία και την αναγκαιότητα του εκπαιδευτικού λογισμικού, καθώς και τη συνεχώς αυξανόμενη διάδοσή του. [25] [26]

### 3.2. Παραδείγματα Εκπαιδευτικού Λογισμικού

Σε αυτή την ενότητα θα αναφερθούν ορισμένες λύσεις εκπαιδευτικού λογισμικού, των οποίων οι δυνατότητες ή οι αδυναμίες. Αρχικά θα μπορούσε να αναφερθεί η πλατφόρμα Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). Το Moodle, δεν αποτελεί λύση ITS, όπως το σύστημα που αναπτύσσεται στην παρούσα εργασία, ωστόσο θα πρέπει να αναφερθεί λόγω της ευρείας διάδοσής του. Ειδικότερα, έως τον Ιούνιο του 2013 η βάση χρηστών του αποτελείτο από 83.008 πιστοποιημένους ιστοτόπους που εξυπηρετούσαν 70.696.570 χρήστες σε περισσότερα από επτάμισι εκατομμύρια μαθήματα, με περισσότερους από 1.2 εκατομμύρια εκπαιδευτικούς. Το Moodle, αποτελεί ένα σύστημα διαχείρισης περιεχομένου, που έχει βελτιστοποιηθεί για τη διαδικασία της ηλεκτρονικής μάθησης, παρέχοντας δυνατότητες κατάθεσης εργασιών, επίλυσης τεστ, βαθμολόγησης, wiki,

μεταφορτώσης αρχείων, ημερολογίου, καθώς και δυνατότητες επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών, όπως instant messaging και forum συζητήσεων. [17]

Το σημαντικότερο στοιχείο του Moodle είναι η τμηματική του δομή σε συνδυασμό με το γεγονός ότι πρόκειται για ελεύθερο λογισμικό, επιτρέποντας την εύκολη επέκταση των δυνατοτήτων του με αρθρώματα (modules/plugin) από ανεξάρτητους προγραμματιστές ή εταιρίες. Κατ' αυτόν τον τρόπο, ένα άρθωμα που έχει αναπτυχθεί για το Moodle με στόχο την εκμάθηση γλώσσας είναι το FLAX. Το FLAX έχει δημιουργηθεί με στόχο να διευκολύνει την αυτοματοποίηση στην παραγωγή και διανομή ασκήσεων για την εκμάθηση της αγγλικής γλώσσας. Το σύστημα υποστηρίζει μια πληθώρα τύπων ασκήσεων, όπως η τοποθέτηση λέξεων, προτάσεων ή παραγράφων στη σωστή σειρά, η διόρθωση πεζών-κεφαλαίων και σημείων στίξης, καθώς και συνεργατικά παιχνίδια όπως η επιλογή της σωστής εικόνας από έναν παίκτη βάσει της περιγραφής ενός δεύτερου παίκτη. Προφανώς, και αυτή η περίπτωση δεν αφορά σε ένα σύστημα ITS, καθώς δεν δίνεται η δυνατότητα της αυτοματοποιημένης εξατομίκευσης του περιεχομένου προς τους μαθητές, αλλά ούτε λαμβάνονται υπόψη διαφορετικές περιπτώσεις σφαλμάτων. [19]

Αναφορικά με την κατηγορία συστημάτων ITS που αναφέρθηκε προηγουμένως, ένα παράδειγμα που θα πρέπει να αναφερθεί είναι το σύστημα EasyMath, στις αρχές του οποίου βασίστηκε και η παρούσα εργασία. Το συγκεκριμένο σύστημα, αποτελεί μέρος ακαδημαϊκής μελέτης και αφορά στην εκμάθηση των αλγεβρικών δυνάμεων, με την ιδιαιτερότητα ότι, στο περιβάλλον επίλυσης ασκήσεων που ενσωματώνει, οι ασκήσεις κατασκευάζονται δυναμικά, ανάλογα με τις προσωπικές ανάγκες του μαθητή, ενώ παρέχεται και εξατομικευμένη βοήθεια, εάν ένας μαθητής δώσει λανθασμένη απάντηση. Επιπλέον, ενσωματώνει γνωστές κατηγορίες συχνών σφαλμάτων από τους μαθητές, που έχουν εντοπιστεί με τη βοήθεια τεσσάρων εμπειρογνομόνων και 240 μαθητών. Τέλος, το EasyMath, εκτός του περιβάλλοντος επίλυσης ασκήσεων υποστηρίζει και ένα περιβάλλον παρουσίασης θεωρίας, όπου ο μαθητής μπορεί να μελετήσει την ύλη είτε ανεξάρτητα, είτε επιλέγοντας τις ενότητες που τού προτείνονται από το σύστημα. [3]

Άλλα ITS που θα μπορούσαν να αναφερθούν είναι τα ακόλουθα:

- eTeacher: Το eTeacher είναι ένα σύστημα που ενσωματώνει έναν ευφυή πράκτορα, ο οποίος, ανάλογα με τις πληροφορίες που λαμβάνει, παρέχει εξατομικευμένη βοήθεια στους εκπαιδευόμενους. Γενικά, ως ευφυής πράκτορας ορίζεται μια αυτόνομη οντότητα που παρακολουθεί ένα περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί και, βάσει των πληροφοριών που συλλέγει επιλέγει της κατάλληλες ενέργειες για την επίτευξη στόχων [20]. Ο ευφυής πράκτορας του eTeacher, με τον ίδιο τρόπο, παρατηρεί τη συμπεριφορά του μαθητή κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης μαθημάτων και παράγει το προφίλ αυτού. Το προφίλ, αφορά στον τρόπο εκμάθησης από το μαθητή και σε πληροφορίες για την απόδοσή του. Ο τρόπος μάθησης, εντοπίζεται αυτόματα από το σύστημα βάσει των ενεργειών του μαθητή με τη χρήση Μπεϋζιανών δικτύων. Η πληροφορία από το παραγόμενο προφίλ χρησιμοποιείται στη συνέχεια για την ενεργητική υποβοήθηση του μαθητή με τη χρήση εξατομικευμένων προτάσεων που θα τον βοηθήσουν κατά τη διαδικασία εκμάθησης. [21]
- ZOSMAT: Το ZOSMAT έχει σχεδιαστεί για την κάλυψη των αναγκών μιας πραγματικής μαθητικής τάξης. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο ανεξάρτητα, από μεμονωμένους μαθητές, όσο και εντός ενός πραγματικού μαθητικού περιβάλλοντος συμπληρωματικά με την παραδοσιακή εκπαίδευση. Η ιδιαιτερότητα του ZOSMAT έχει να κάνει με το γεγονός ότι το συγκεκριμένο σύστημα ακολουθεί το μαθητή καθ' όλη τη διάρκεια της μαθητικής διαδικασίας και τον κατευθύνει με κατάλληλες προτροπές. [22]
- SmartTutor: Το SmartTutor έχει αναπτυχθεί από το Πανεπιστήμιο του Hong Kong με στόχο την απομακρυσμένη μάθηση, κυρίως για ενηλίκους. Βασικά του στοιχεία είναι η εξατομίκευση και η ευφυής διδασκαλία και συνδυάζει τη δικτυακή τεχνολογία, την έρευνα και την τεχνητή νοημοσύνη. Το σύστημα αποτελεί μέρος της δικτυακής πλατφόρμας εκπαίδευσης SPACE του Πανεπιστημίου του Hong Kong για την παροχή υποστήριξης στα διδασκόμενα μαθήματα. [23]



## 4. Παρουσίαση και χρήση της εφαρμογής

Το παρόν κεφάλαιο αφορά στον τρόπο χρήσης της εφαρμογής για τις τρεις κατηγορίες χρηστών που πρόκειται να αναλυθούν στη συνέχεια, στο 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο.

### 4.1. Επισκέπτης

Ο επισκέπτης είναι ο χρήστης που δεν διαθέτει λογαριασμό για σύνδεση στο σύστημα ή που διαθέτει αλλά δεν έχει ακόμα συνδεθεί. Οι δυνατότητές του είναι η δημιουργία λογαριασμού, η σύνδεση στο σύστημα, η λήψη βοήθειας, η επισκόπηση των θεματικών ενοτήτων και η λήψη επιπλέον πληροφοριών σχετικά με την εφαρμογή ή με το γνωστικό αντικείμενο.

#### 4.1.1. Αρχική οθόνη – Σύνδεση στο σύστημα

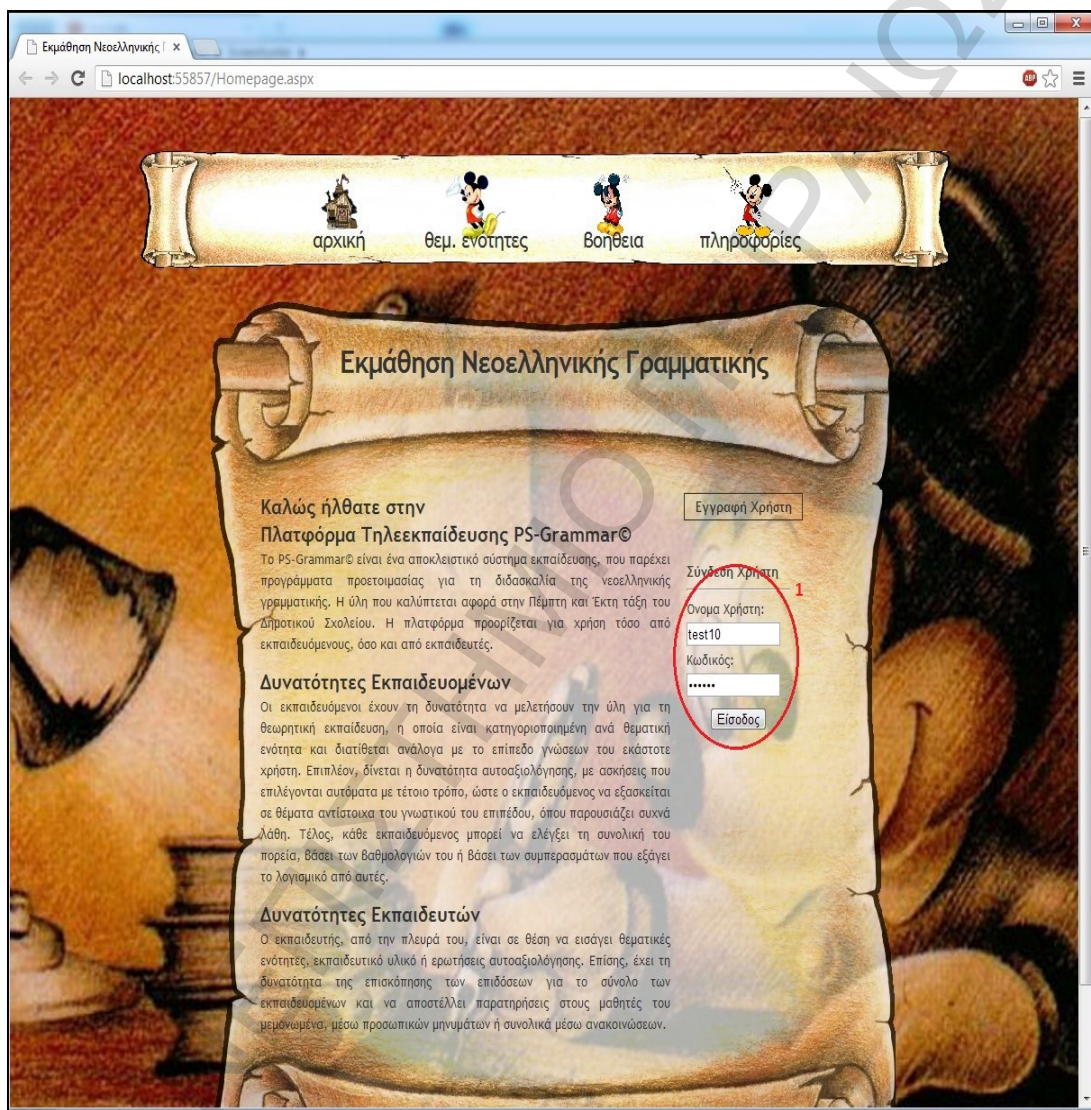
Η αρχική οθόνη της εφαρμογής αποτελείται από ένα εισαγωγικό κείμενο, ένα κεντρικό μενού που επιτρέπει την επισκόπηση των θεματικών ενοτήτων (1) και τη λήψη πληροφοριών (2) και βοήθειας (3). Το σημαντικότερο σημείο της είναι η δυνατότητα της σύνδεσης του χρήστη (4) και της εγγραφής χρήστη (δημιουργίας λογαριασμού) στο σύστημα (5), στη δεξιά στήλη.



Εικόνα 1: Αρχική οθόνη εφαρμογής

#### 4.1.2. Σύνδεση στο Σύστημα

Η σύνδεση στο σύστημα απαιτεί την εισαγωγή του Ονόματος Χρήστη (username) και του Κωδικού του (1). Σε κάθε άλλη περίπτωση θα προβληθούν τα αντίστοιχα μηνύματα λάθους (2). Επίσης, μήνυμα λάθους θα παραχθεί εάν τα στοιχεία που έδωσε ο χρήστης δεν εξακριβωθούν κατά τη διαδικασία της ταυτοποίησης.

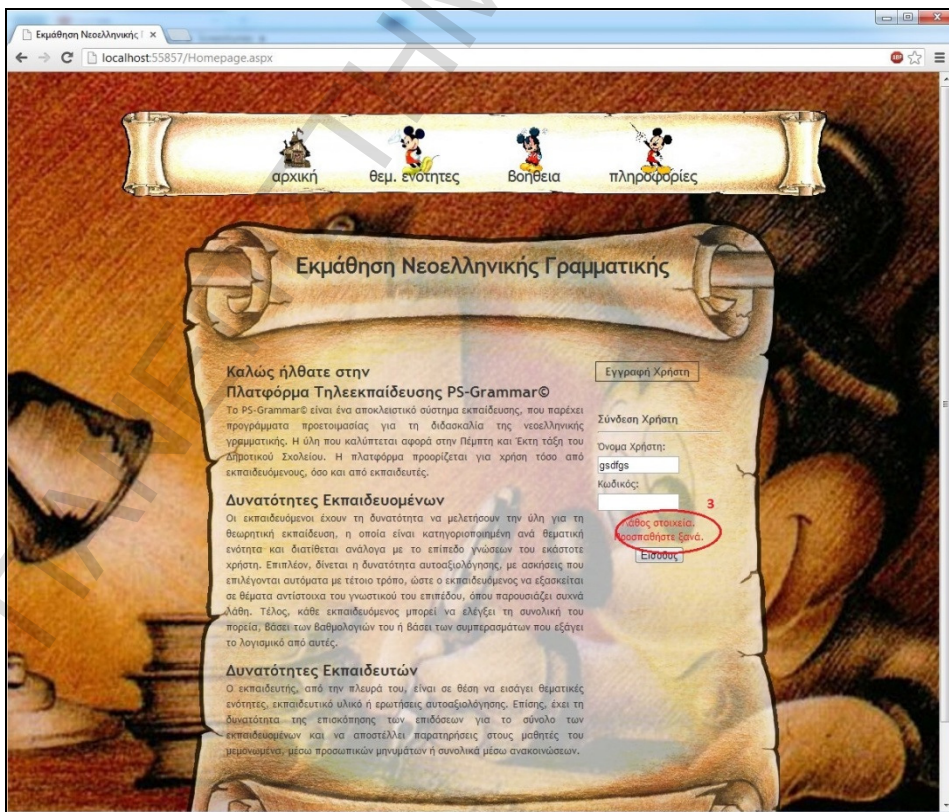


Εικόνα 2: Εισαγωγή στοιχείων χρήστη για σύνδεση στο σύστημα





Εικόνα 3: Μηνύματα μη εισαγωγής των απαραίτητων στοιχείων για είσοδο στο σύστημα



Εικόνα 4: Αποτυχημένη ταυτοποίηση χρήστη για είσοδο στο σύστημα



#### 4.1.2. Εγγραφή Χρήστη

Η εγγραφή χρήστη επιτρέπει τη δημιουργία λογαριασμού δυο διαφορετικών ομάδων χρηστών: του εκπαιδευτικού (1) και του μαθητή (2), οι οποίες παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις, αναφορικά με τα στοιχεία που θα πρέπει να συμπληρωθούν. Ειδικότερα, η κατηγορία του μαθητή προϋποθέτει τη συμπλήρωση του βαθμού του στην Πέμπτη Δημοτικού, καθώς αποτελεί κριτήριο για την ικανότητα του μαθητή. Επιπλέον ο μαθητής καλείται να συμπληρώσει και τον δάσκαλό του για το τρέχον σχολικό έτος στο μάθημα της Γλώσσας, εφόσον με αυτόν τον τρόπο καθορίζεται η πρόσβασή του στο εκπαιδευτικό υλικό, δηλαδή εάν θα μπορεί να αξιοποιήσει μόνο το προεπιλεγμένο υλικό ή και του δασκάλου του.

Τέλος, η φόρμα περιέχει ελέγχους με κώδικα που εκτελείται τόσο στην πλευρά του πελάτη, όσο και στο εξυπηρετητή, και έχουν να κάνουν με τη σωστή συμπλήρωση των στοιχείων για την εγγραφή ενός χρήστη. Οι έλεγχοι αυτοί αφορούν στη συμπλήρωση όλων των απαραίτητων στοιχείων, στην εγκυρότητα της μορφής του email (πχ. testnmail.com είναι μη έγκυρη μορφή εφόσον δεν υπάρχει '@'), στην ταύτιση μεταξύ κωδικού και της επαλήθευσης αυτού, καθώς και στην ύπαρξη εγγραφών με αυτά τα στοιχεία στη Βάση Δεδομένων.

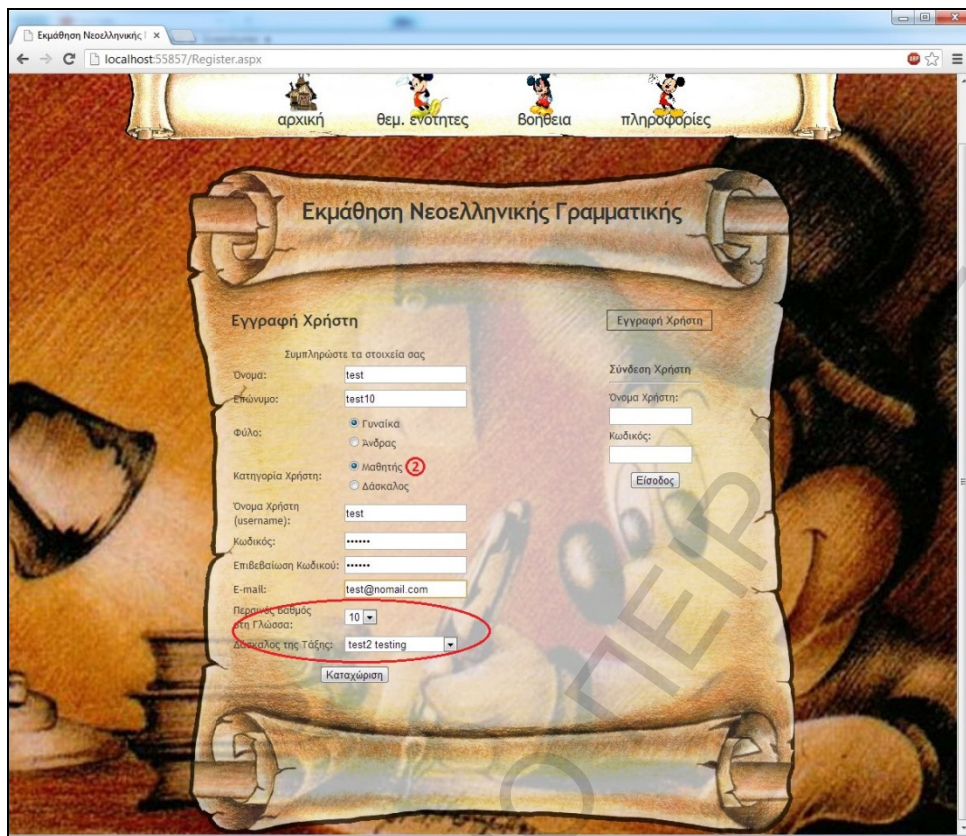
The screenshot shows a web browser window with the URL 'localhost:55857/Register.aspx'. The page title is 'Εκμάθηση Νεοελληνικής Γραμματικής'. At the top, there is a navigation bar with icons and labels: 'αρχική', 'θεμ. ενότητες', 'βοήθεια', and 'πληροφορίες'. The main content area is a scrollable form titled 'Εγγραφή Χρήστη'. The form includes the following fields and options:

- Όνομα: [text input]
- Επώνυμο: [text input]
- Φύλο:
  - Γυναίκα
  - Άνδρας
  - Μαθητής
  - Δάσκαλος 1
- Κατηγορία Χρήστη: (Same as gender)
- Όνομα Χρήστη (username): [text input, value: test]
- Κωδικός: [text input]
- Επιβεβαίωση Κωδικού: [text input]
- E-mail: [text input, value: testnmail.com]

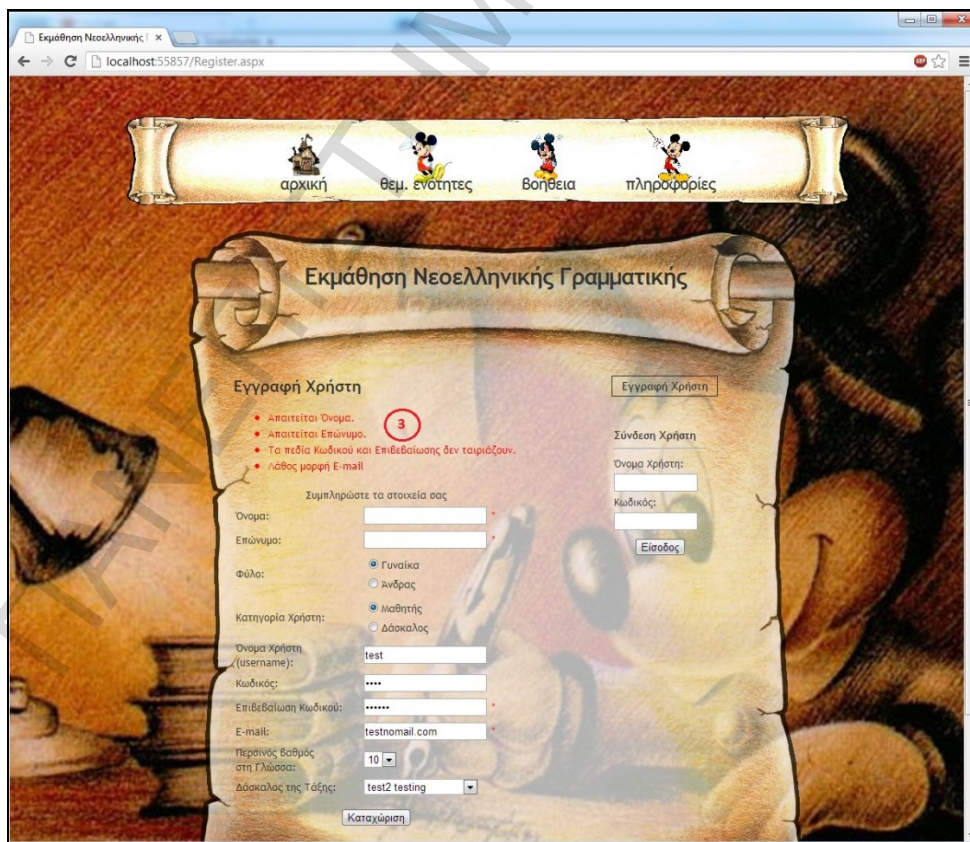
Buttons: 'Εγγραφή Χρήστη' (top right), 'Είσοδος' (right side), 'Καταχώριση' (bottom center).

Εικόνα 5: Εγγραφή Χρήστη (δάσκαλος)





Εικόνα 6: Εγγραφή Μαθητή με τα επιπλέον στοιχεία του

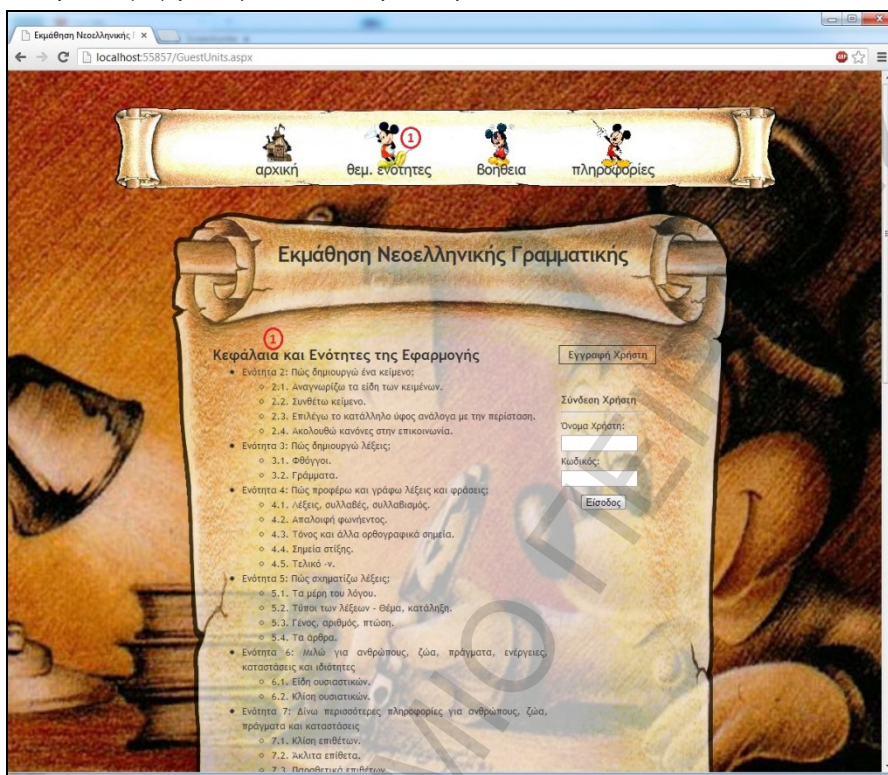


Εικόνα 7: Πιθανά σφάλματα στην εισαγωγή στοιχείων

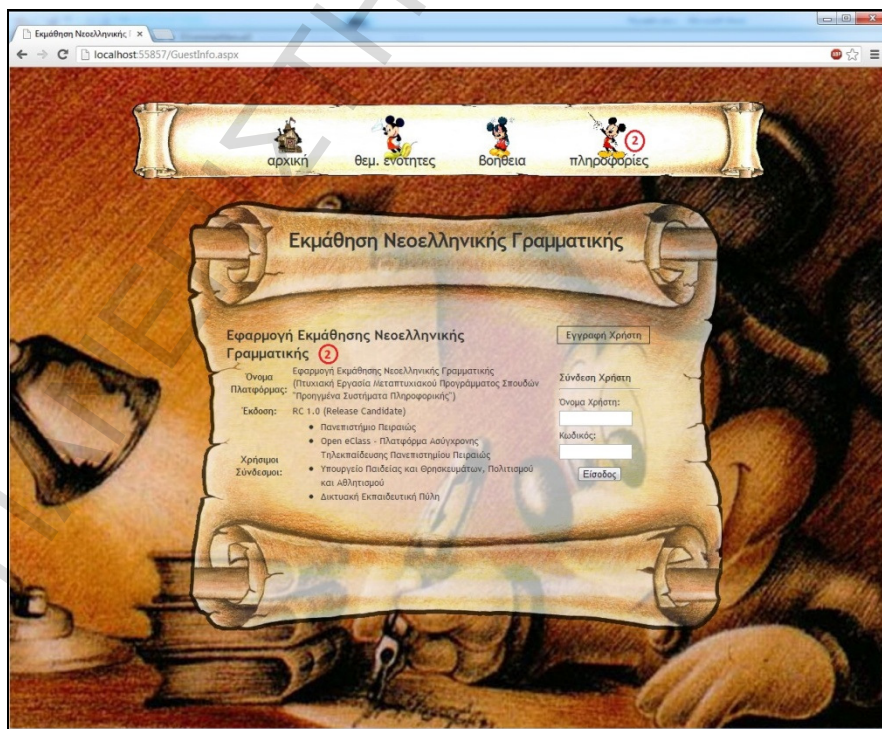


#### 4.1.3. Επισκόπηση Ενοτήτων και Προβολή Λοιπών Πληροφοριών

Οι ενέργειες της επισκόπησης των Ενοτήτων ή Κεφαλαίων της ύλης (1), καθώς και η προβολή λοιπών πληροφοριών για το σύστημα (2) δεν παρουσιάζουν κάποια ιδιαιτερότητα για το χρήστη, εφόσον δεν προϋποθέτουν την εισαγωγή δεδομένων από την πλευρά του.



Εικόνα 8: Επισκόπηση Κεφαλαίων/Ενοτήτων της ύλης



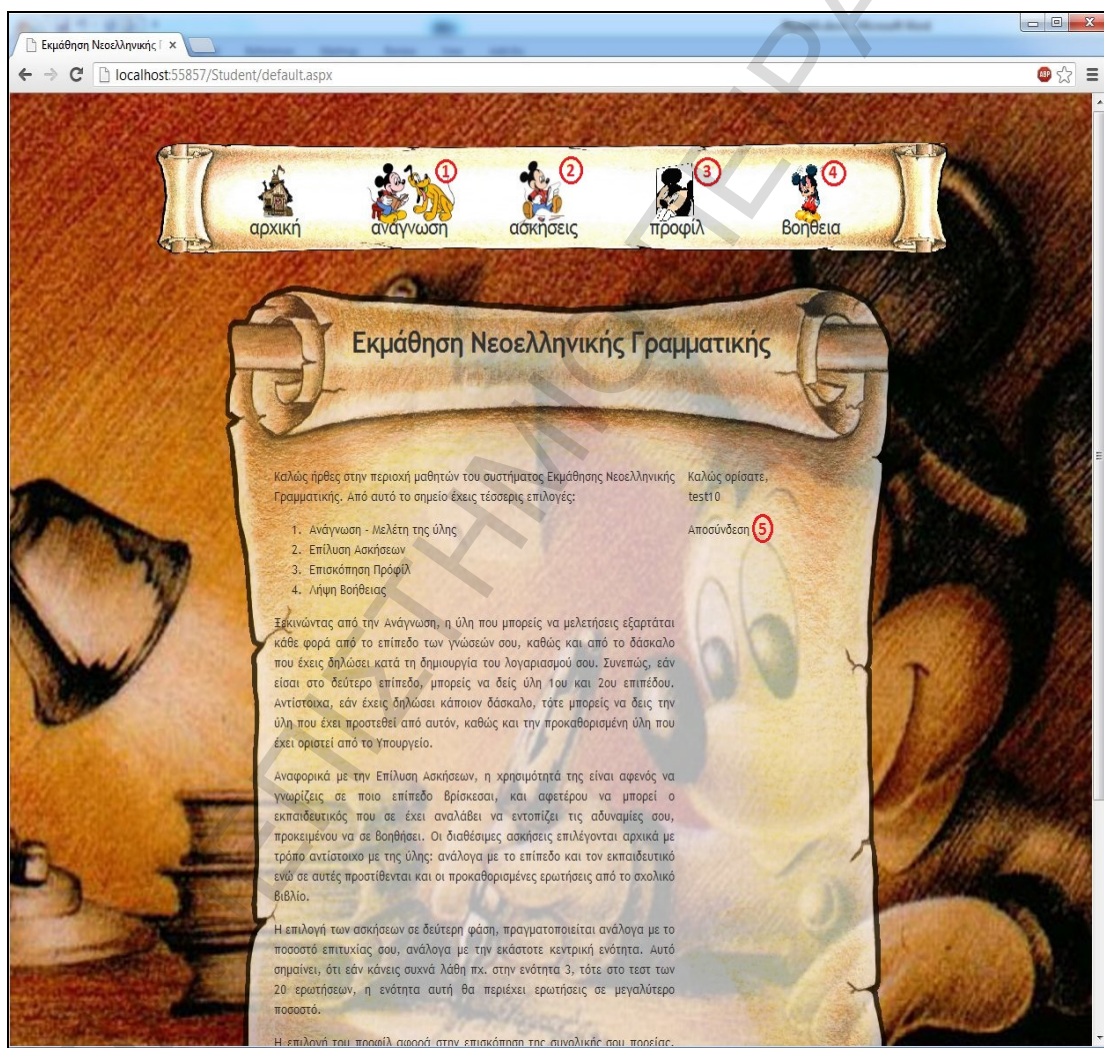
Εικόνα 9: Προβολή πληροφοριών για την εφαρμογή

## 4.2. Μαθητής

### 4.2.1. Είσοδος μαθητή

Η είσοδος του μαθητή στην εφαρμογή παρουσιάζει μια αρχική σελίδα με μια εισαγωγή, ένα μενού με τις δυνατότητες:

- της ανάγνωσης της ύλης (1),
- της επίλυσης ασκήσεων (2),
- του ελέγχου του προφίλ (3)
- και της λήψης βοήθειας (4).
- Επίσης, στη δεξιά στήλη δίνεται η δυνατότητα της αποσύνδεσης (5).



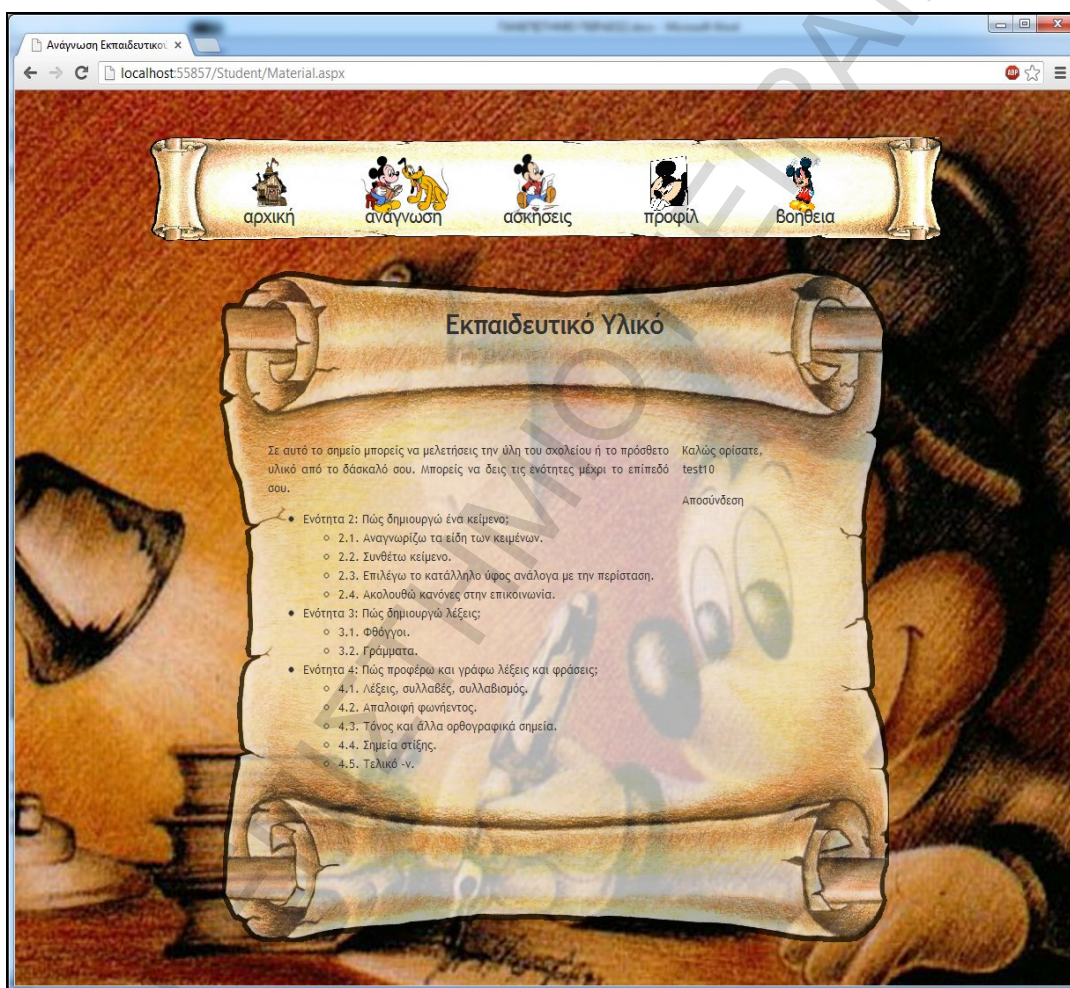
Εικόνα 10: Αρχική οθόνη μαθητή



#### 4.2.2. Ανάγνωση ύλης από μαθητή

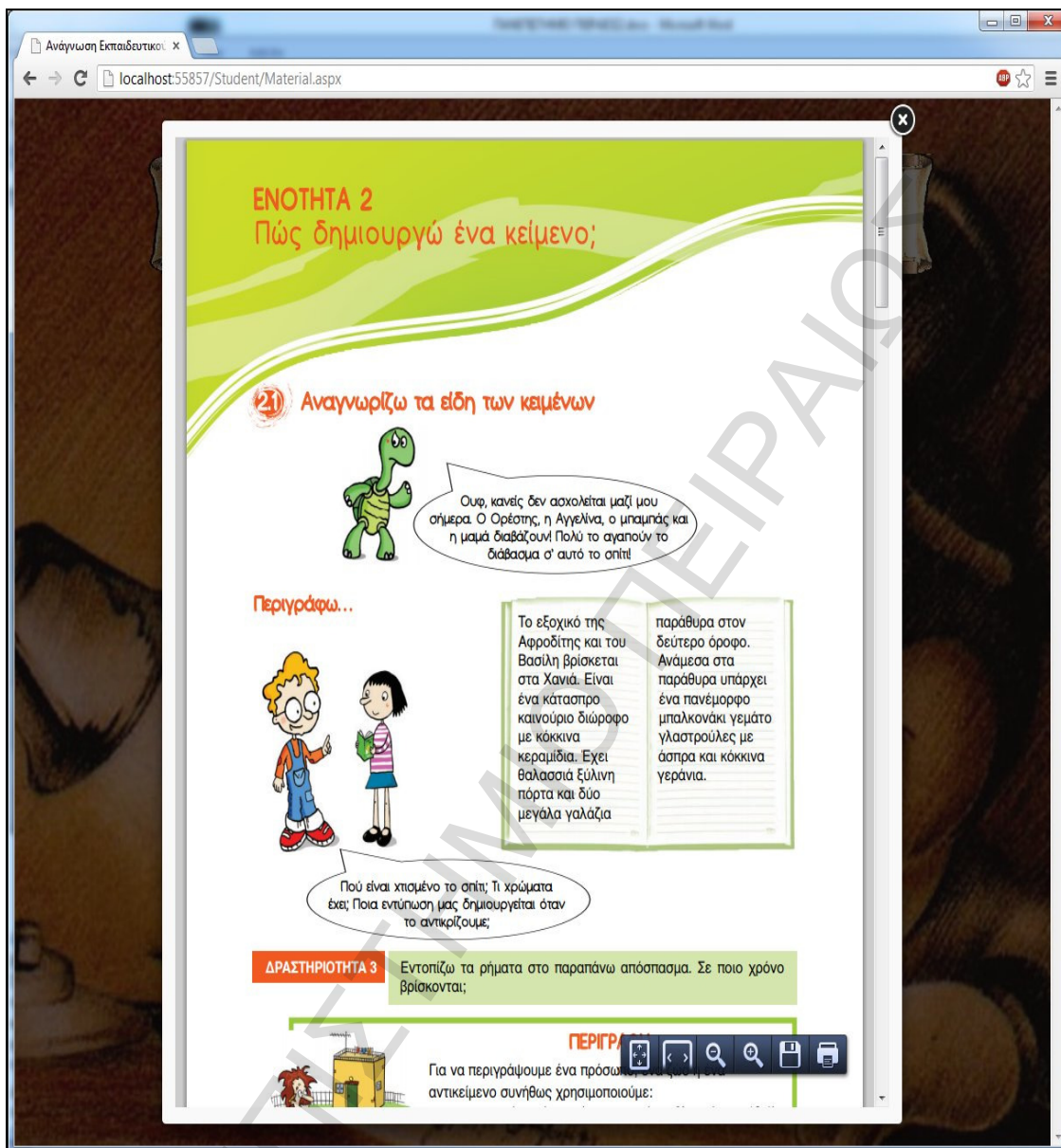
Η ύλη που διατίθεται για τον μαθητή εξαρτάται από το επίπεδό του, που καθορίζεται από την αρχική του εγγραφή και τη μετέπειτα πορεία του στις ασκήσεις αυτοεξέτασης. Με αυτόν τον τρόπο, ένας μέτριος μαθητής έχει πρόσβαση σε ύλη μέχρι μέτριας δυσκολίας.

Επίσης, η πρόσβαση του μαθητή στην ύλη εξαρτάται από τον εκπαιδευτικό που έχει δηλώσει κατά την εγγραφή. Στην περίπτωση όπου ο μαθητής δεν έχει δηλώσει κάποιον εκπαιδευτικό, θα έχει πρόσβαση μόνο στην προκαθορισμένη ύλη, διαφορετικά, θα έχει πρόσβαση τόσο στην προκαθορισμένη ύλη, όσο και σε αυτή που έχει εισαγάγει ο δάσκαλός του.



Εικόνα 11: Οθόνη ανάγνωσης ύλης μαθητή

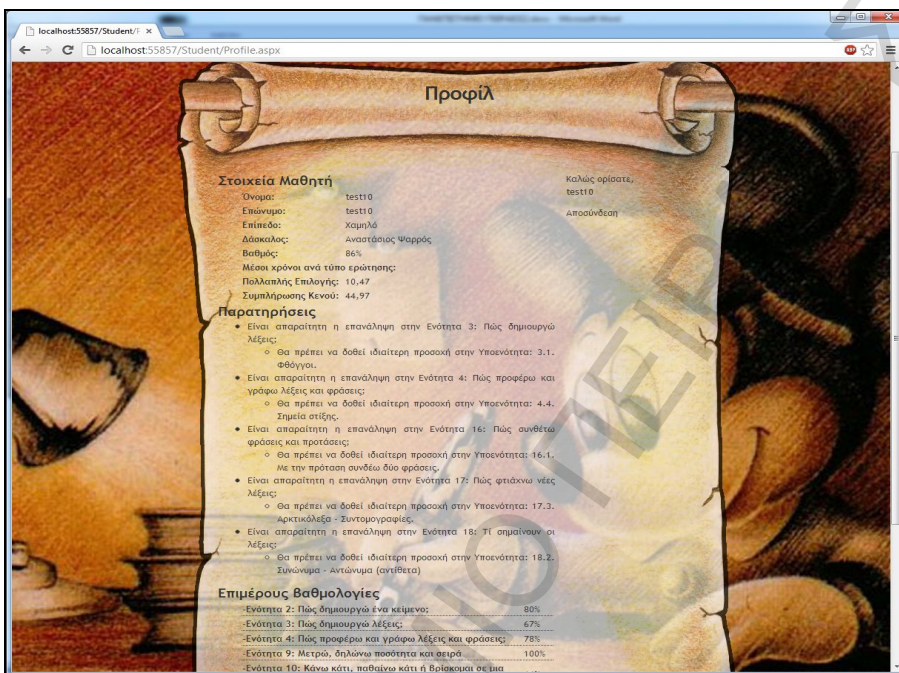




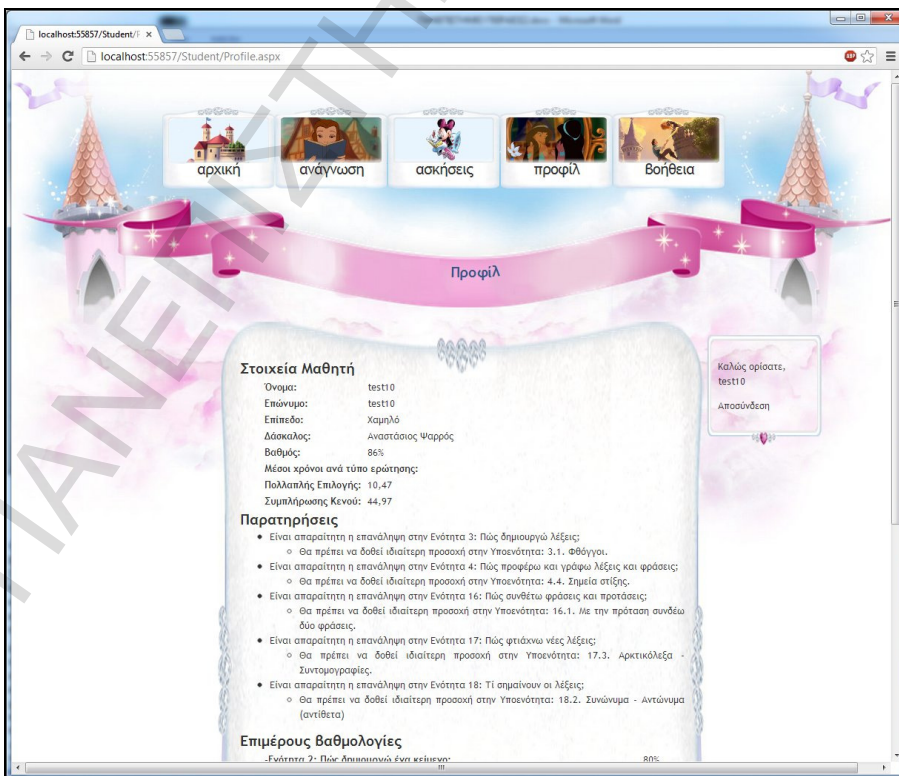
Εικόνα 12: Άνοιγμα μιας ενότητας για ανάγνωση

### 4.2.3. Επισκόπηση προφίλ μαθητή

Σε αυτό το σημείο ο μαθητής μπορεί να ελέγξει τις συνολικές του επιδόσεις και τις παρατηρήσεις που παράγει το σύστημα ανά ενότητα και υποενότητα. Επιπλέον, μπορεί να αλλάξει το θέμα εμφάνισης της εφαρμογής.



Εικόνα 13: Οθόνη προφίλ μαθητή



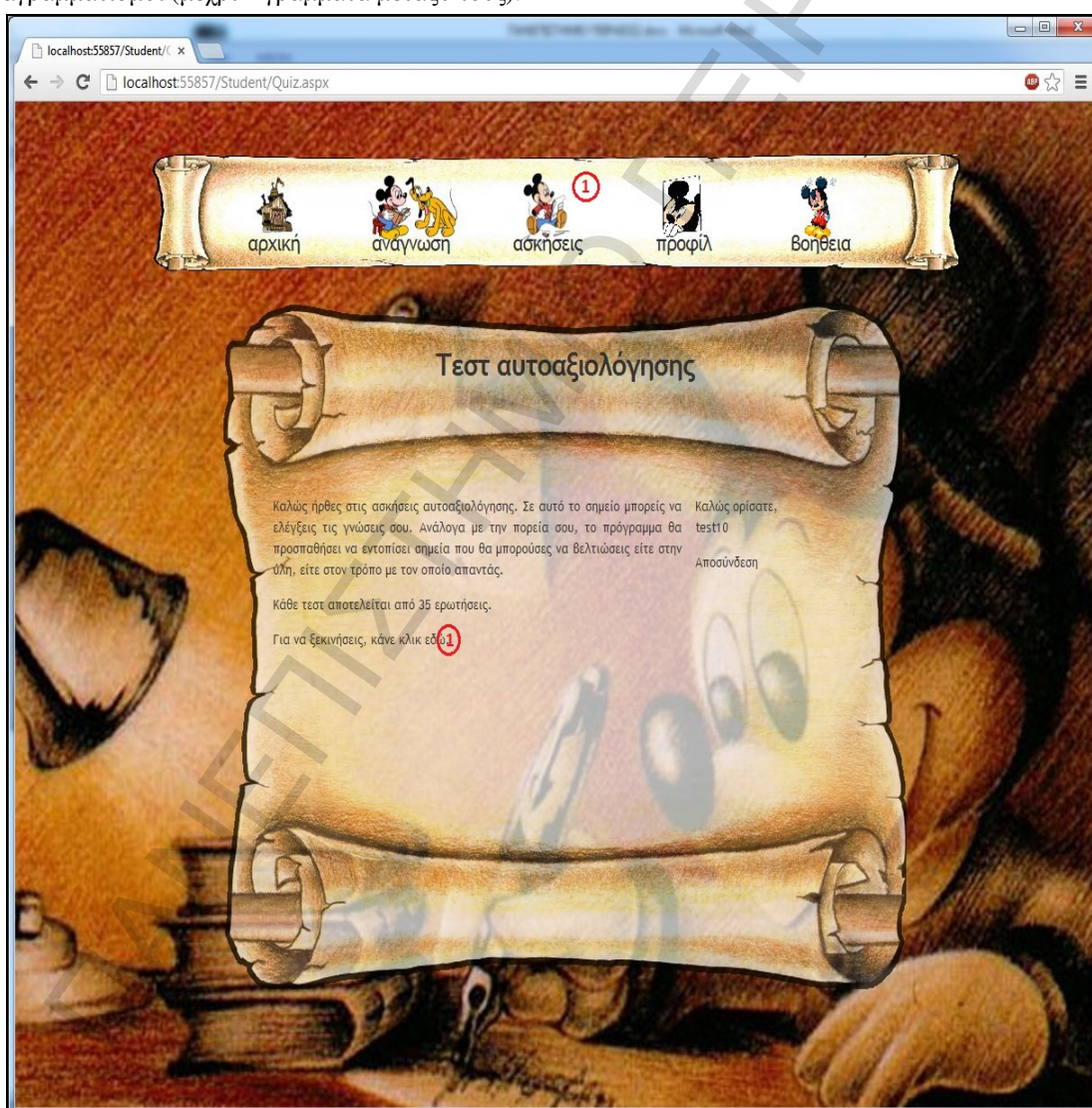
Εικόνα 14: Αλλαγή θέματος μαθητή



#### 4.2.4. Ασκήσεις αυτοεξέτασης μαθητή

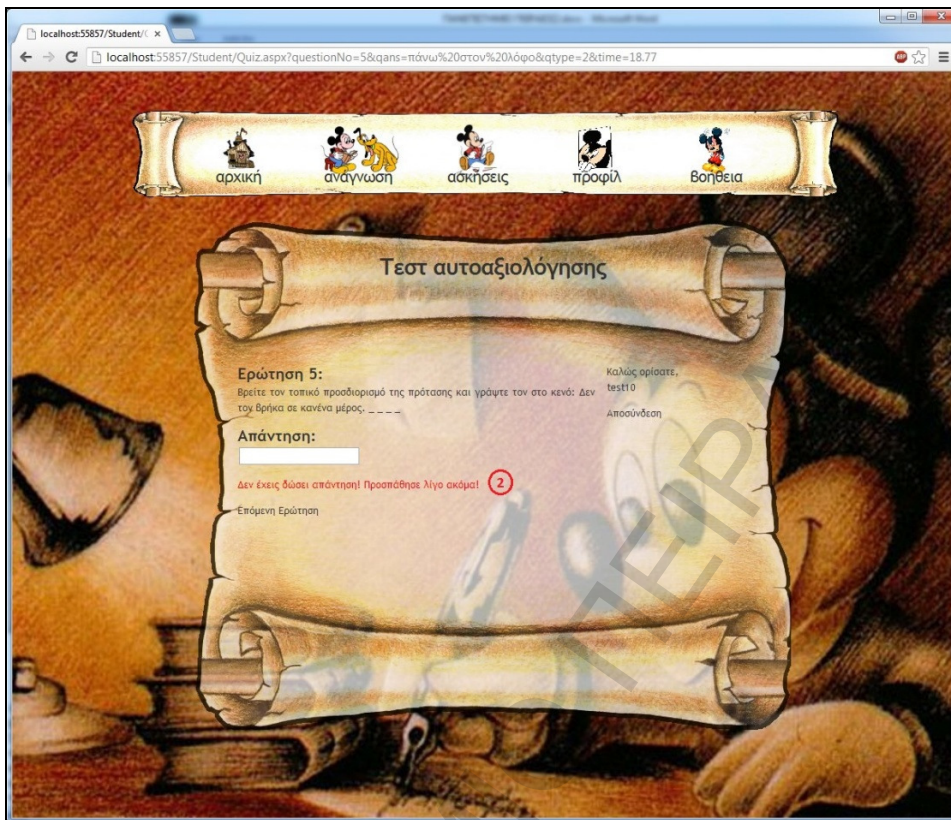
Οι ασκήσεις αυτοεξέτασης αποτελούνται από τριών ειδών οθόνες: την αρχική (1), τις ενδιάμεσες, που περιέχουν από μία ερώτηση του τεστ (2), καθώς και την τελική (3), όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του τεστ. Σημειώνεται ότι το σύστημα ζητά οπωσδήποτε απάντηση στις ερωτήσεις, αλλιώς παρουσιάζει ένα υποστηρικτικό μήνυμα (2).

Στην τελική οθόνη, παρουσιάζονται οι ενότητες και τα κεφάλαια όπου ο μαθητής δεν απάντησε σωστά και παρουσιάζονται οι κατάλληλες προτροπές για επανάληψη, ενώ παράλληλα παρουσιάζεται και η σωστή απάντηση. Γενικά, το σύστημα είναι σε θέση να εντοπίζει εάν ο μαθητής δυσκολεύτηκε, βάσει του χρόνου απάντησης, που σημαίνει πως, ακόμα και σε σωστές απαντήσεις, υπάρχει η πιθανότητα προτροπής για επανάληψη με ταυτόχρονη (μικρή) μείωση της βαθμολογίας. Τέλος, το σύστημα έχει τη δυνατότητα να ανιχνεύει λάθη που δεν οφείλονται σε έλλειψη γνώσης αλλά σε απροσεξία, όπως είναι η ασυμφωνία πεζών-κεφαλαίων, η έλλειψη τόνων και οι περιορισμένοι αναγραμματισμοί (μέχρι 2 γράμματα μεταξύ τους).



Εικόνα 15: Αρχική οθόνη τεστ. Το τεστ ξεκινά μόλις ο χρήστης κάνει κλικ στο 'εδώ' (1)





Εικόνα 16: Οθόνη ερώτησης με προτροπή για απάντηση

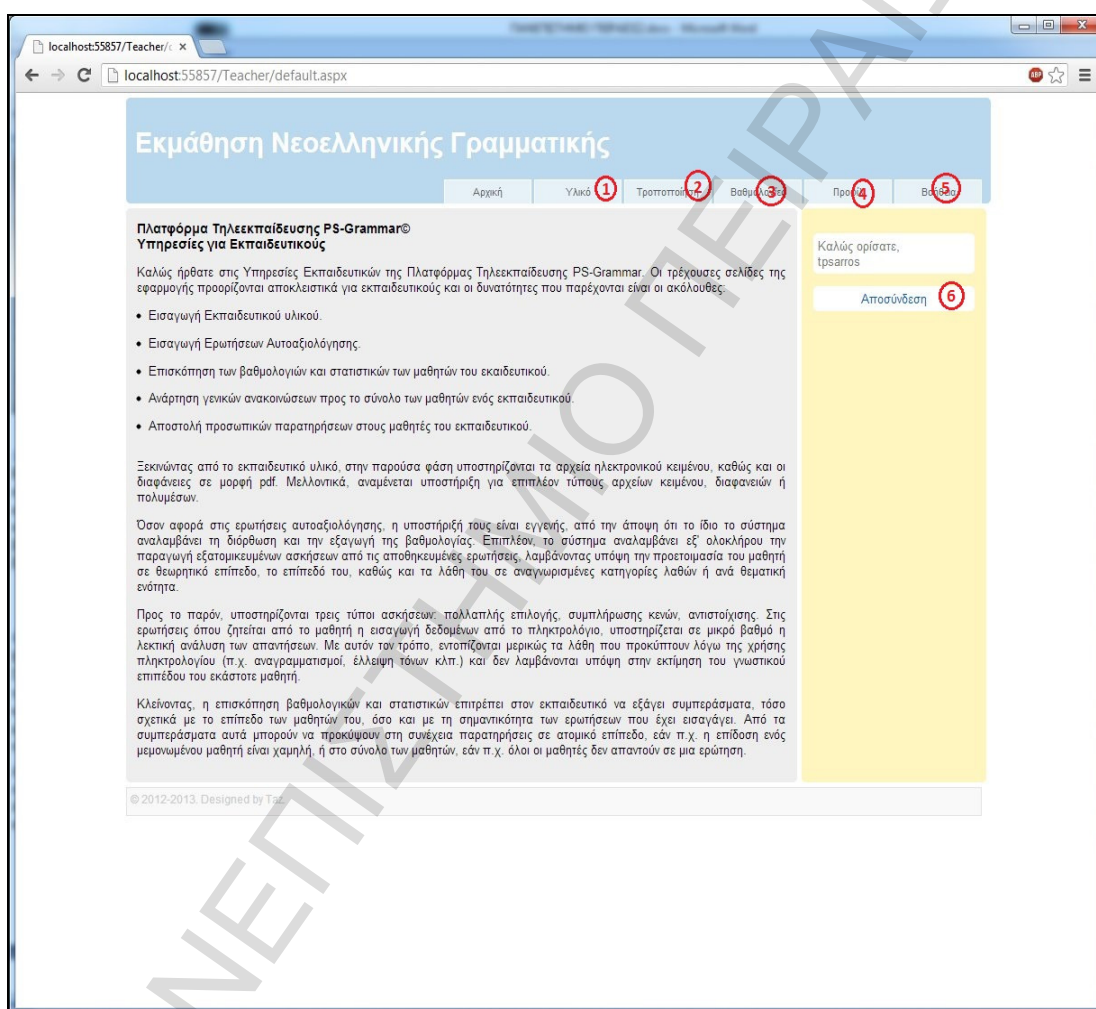


Εικόνα 17: Τελική οθόνη τεστ με αποτελέσματα

## 4.3. Εκπαιδευτικός

### 4.3.1. Είσοδος εκπαιδευτικού

Η είσοδος του εκπαιδευτικού στο σύστημα, παρουσιάζει αρχικά ένα κείμενο εισαγωγής, όπως και στην περίπτωση του μαθητή, καθώς και την επιλογή της αποσύνδεσης από το σύστημα. Οι κύριες δυνατότητες του εκπαιδευτικού είναι η εισαγωγή υλικού και ασκήσεων (1), η τροποποίηση των ασκήσεων (2), η προβολή των βαθμολογιών όλων των μαθητών (3), η αλλαγή θέματος από το προφίλ του (4) και η λήψη βοήθειας (5). Προφανώς, εκτός των παραπάνω δίνεται και η δυνατότητα της εξόδου από το σύστημα (6).

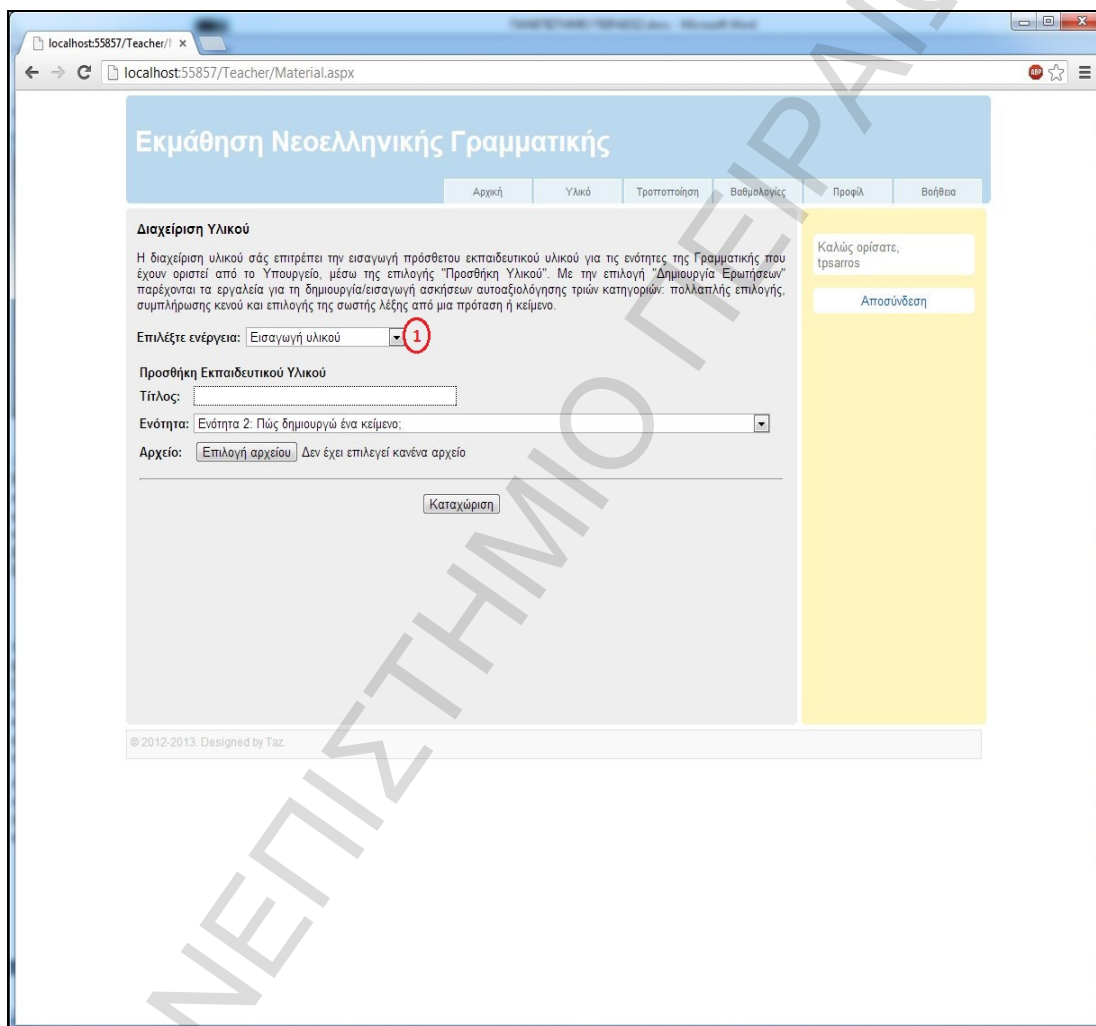


Εικόνα 18: Αρχική οθόνη εκπαιδευτικού

### 4.3.2. Προσθήκη υλικού

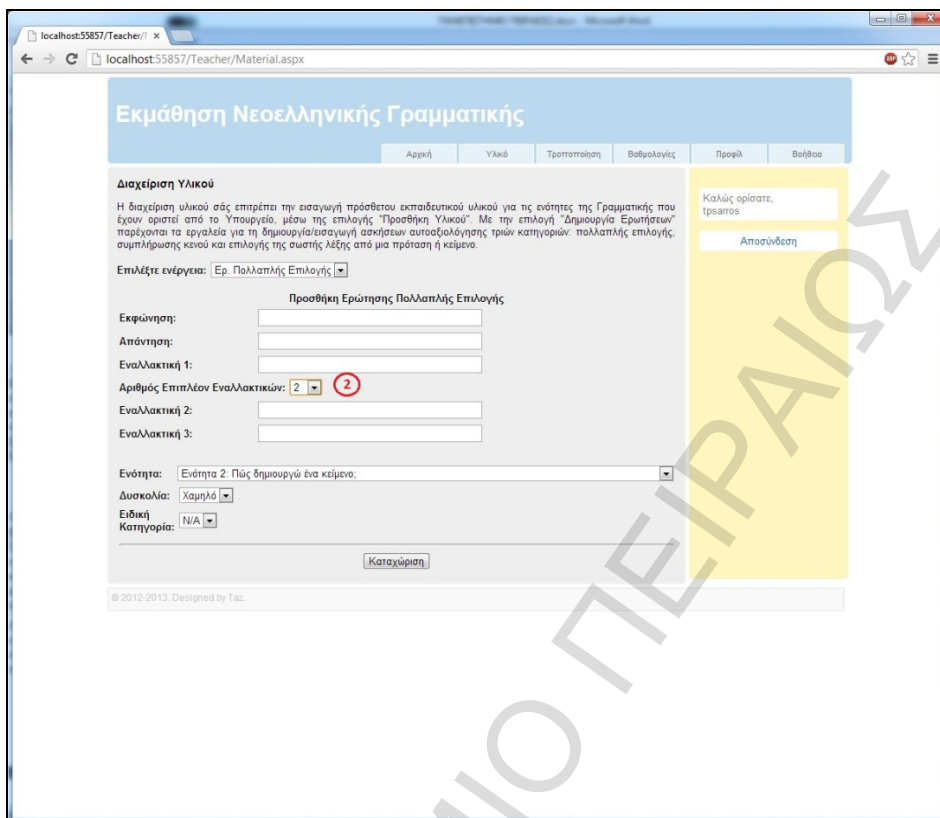
Η προσθήκη υλικού πραγματοποιείται από την αντίστοιχη επιλογή 'Υλικό' και δίνει τη δυνατότητα εισαγωγής εκπαιδευτικού υλικού, ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής και ερωτήσεων συμπλήρωσης. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να επιλέξει τι θα εισαγάγει μέσω μιας dropdown λίστας (1).

Ειδικά για τις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, απαιτείται η συμπλήρωση μιας σωστής απάντησης και τουλάχιστον μίας λανθασμένης εναλλακτικής. Από αυτό το σημείο, ο χρήστης μπορεί να προσθέσει μέχρι και δέκα επιπλέον λανθασμένες εναλλακτικές μέσω μιας επιπλέον dropdown λίστας (2).

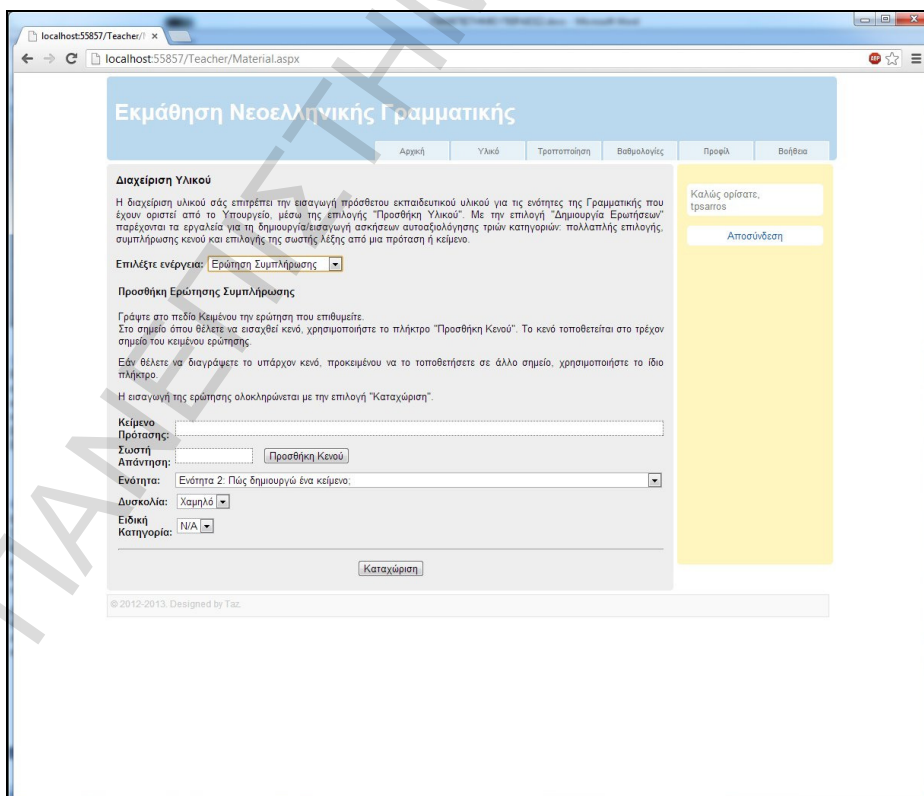


Εικόνα 19: Επιλογή τύπου υλικού προς εισαγωγή





Εικόνα 20: Προσθήκη ερώτησης πολλαπλής επιλογής



Εικόνα 21: Προσθήκη ερώτησης συμπλήρωσης

### 4.3.3. Τροποποίηση ερωτήσεων

Η τροποποίηση ερώτησης παρουσιάζει όλες τις ερωτήσεις που έχουν εισαχθεί από τον εκπαιδευτικό, μαζί με το συνολικό βαθμό της κάθε ερώτησης από όλους τους μαθητές, και τον αριθμό εμφανίσεων σε τεστ. Η οθόνη τροποποίησης παρουσιάζει με πράσινο τη σωστή απάντηση και πορτοκαλί τις λάθος εναλλακτικές, όταν υπάρχουν (σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής).

Α/Α	Ερώτηση	Απαντήσεις	Επίπεδο	Ειδική Κατηγορία	Βαθμολογία	Βαθμολογία	Προβλ.	Βαθμολογία
1	Συμπληρώστε το κενό στην πρόταση βάζοντας το ρήμα στον τύπο και στο χρόνο που ταριάζει. Ο κύριος Φαίδων ήταν πάντα αφηρημένος. Την πρώτη φορά που ... (κέραια) στη θέση του οδηγού, χρειάστηκε μισή ώρα για να θυμηθεί που βρίσκεται το κλαδί.	έκατσε	Μέτριο	N/A	0	4	Επεξεργασία Διαγραφή	Καλώς ορίσαστε, τρεπας Αποσύνδεση
2	Συμπληρώστε το κενό στην πρόταση βάζοντας το ρήμα στον τύπο και στο χρόνο που ταριάζει. Χάζεψα το αυτοκίνητο ... (κατάφυτο) οσταμάτηρα, οι οδηγοί χειρονομούν και φωνάζουν.	αγρόνουν	Μέτριο	N/A	100	4	Επεξεργασία Διαγραφή	
3	Συμπληρώστε το κενό στην πρόταση βάζοντας το ρήμα στον τύπο και στο χρόνο που ταριάζει. Εκείνος μέσα στον ποταμό του ... (αυτισσού) ταράχια και ξερνάει βροχές να οδηγεί πάνω στην πλατεία.	αναπτύσσει	Μέτριο	N/A	75	4	Επεξεργασία Διαγραφή	
4	Συμπληρώστε το κενό στην πρόταση βάζοντας το ρήμα στον τύπο και στο χρόνο που ταριάζει. Από θαύμα δε ... (συβαίνει) κάποιο ατύχημα.	συνεξη	Μέτριο	N/A	100	4	Επεξεργασία Διαγραφή	
5	Συμπληρώστε το κενό στην πρόταση βάζοντας το ρήμα στον τύπο και στο χρόνο που ταριάζει. Όταν πια το αυτοκίνητο ακινητοποιήθηκε σε ένα παγκάκι, ο κύριος Φαίδων άνοιξε τα μάτια του και ... (απορώ) «Πότε φήγωνα εδώ αυτή η πλατεία».	απόφρασε	Μέτριο	N/A	100	4	Επεξεργασία Διαγραφή	
6	Βρείτε την σωστή απάντηση ώστε το ρήμα να είναι στον σωστό τύπο και χρόνο μέσα στην πρόταση που ακολουθεί. Κάθε καλοκαίρι ... (συναντιέται) στο νησί όλα η παλιολορέα ο Νίκος έχει συναντηθεί Γιάννης, ο Πέτρος, η Ελευθερία, η Μαρία, η Βάσω και ο μικρότερος της συντροφιάς, η αφεντά μου.	συναντιέται	Μέτριο	N/A	100	6	Επεξεργασία Διαγραφή	
7	Βρείτε την σωστή απάντηση ώστε το ρήμα να είναι στον σωστό τύπο και χρόνο μέσα στην πρόταση που ακολουθεί. Το σχολείο ... (έχει τελειώσει) είχε τελειώσει πια Έφρασε καλοκαίρι.	έχει τελειώσει	Μέτριο	N/A	100	4	Επεξεργασία Διαγραφή	
8	Βρείτε την σωστή απάντηση ώστε το ρήμα να είναι στον σωστό τύπο και χρόνο μέσα στην πρόταση που ακολουθεί. Είναι καλοκαίρι ... (έφρασε) ηθα έφρασε	έφρασε	Μέτριο	N/A	100	4	Επεξεργασία Διαγραφή	

Εικόνα 22: Οθόνη τροποποίησης ερωτήσεων (επισκόπηση)

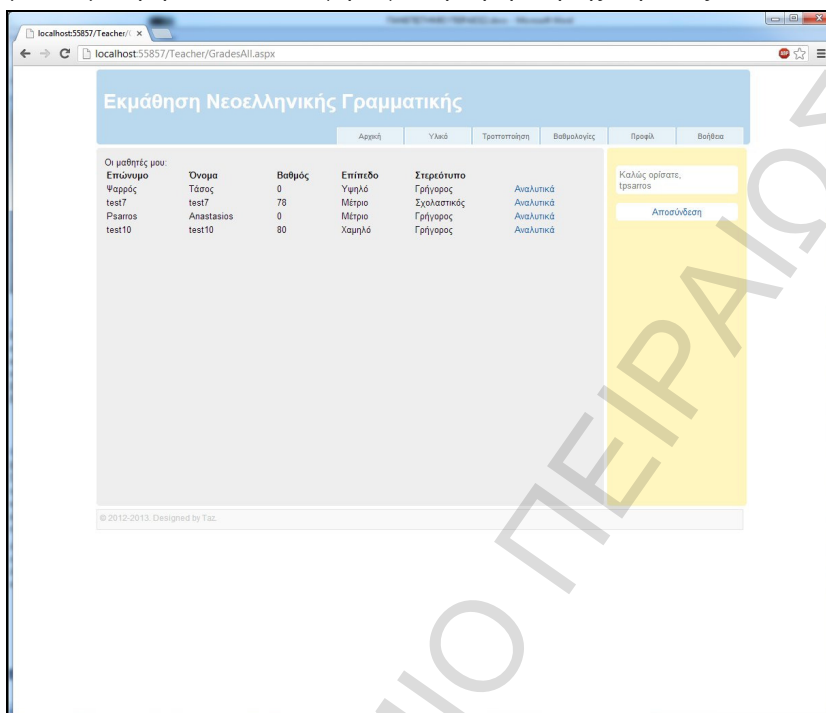
5	Συμπληρώστε το κενό στην πρόταση βάζοντας το ρήμα στον τύπο και στο χρόνο που ταριάζει. Όταν πια το αυτοκίνητο ακινητοποιήθηκε σε ένα παγκάκι, ο κύριος Φαίδων άνοιξε τα μάτια του και ... (απορώ) «Πότε φήγωνα εδώ αυτή η πλατεία».	απόφρασε	Μέτριο	N/A	100	4	Επεξεργασία Διαγραφή	
6	Βρείτε την σωστή απάντηση ώστε το ρήμα να είναι στον σωστό τύπο και χρόνο μέσα στην πρόταση που ακολουθεί. Κάθε καλοκαίρι ... (συναντιέται) στο νησί όλα η παλιολορέα ο Νίκος έχει συναντηθεί Γιάννης, ο Πέτρος, η Ελευθερία, η Μαρία, η Βάσω και ο μικρότερος της συντροφιάς, η αφεντά μου.	συναντιέται	Μέτριο	N/A	100	6	Επεξεργασία Διαγραφή	
7	Βρείτε την σωστή απάντηση	έχει τελειώσει	Μέτριο	N/A	100	4	Εισαγωγή Άκυρο	
8	Βρείτε την σωστή απάντηση ώστε το ρήμα να είναι στον σωστό τύπο και χρόνο μέσα στην πρόταση που ακολουθεί. Είναι καλοκαίρι ... (έφρασε) ηθα έφρασε	έφρασε	Μέτριο	N/A	100	4	Επεξεργασία Διαγραφή	
9	Βρείτε την σωστή απάντηση ώστε το ρήμα να είναι στον σωστό τύπο και χρόνο μέσα στην πρόταση που ακολουθεί. Κάθε ενοχλητική ενοχή της μητέρας «Πρώτα θα μελέτησες τα μαθητά σου και μετά ...» δε διακόπτεται τις στιγμές της σιωπής.	θα παιζεις	Μέτριο	N/A	100	4	Επεξεργασία Διαγραφή	
10	Βρείτε την σωστή απάντηση ώστε το ρήμα να είναι στον σωστό τύπο και χρόνο μέσα στην πρόταση που ακολουθεί. Ήδη πριν ξεκινήσει ... η αγιλία μου είχε φτάσει στο αποκορύφωμα.	εξενήθουσε	Μέτριο	N/A	100	4	Επεξεργασία Διαγραφή	
11	Βρείτε την σωστή απάντηση ώστε το ρήμα να είναι στον σωστό τύπο και χρόνο μέσα στην πρόταση που ... θα ξανασηκωνηθιόνταν	θα ξανασηκωνηθιόνταν	Μέτριο	N/A	100	3	Επεξεργασία Διαγραφή	

Εικόνα 23: Οθόνη τροποποίησης (τροποποίηση ερώτησης πολλαπλής επιλογής)

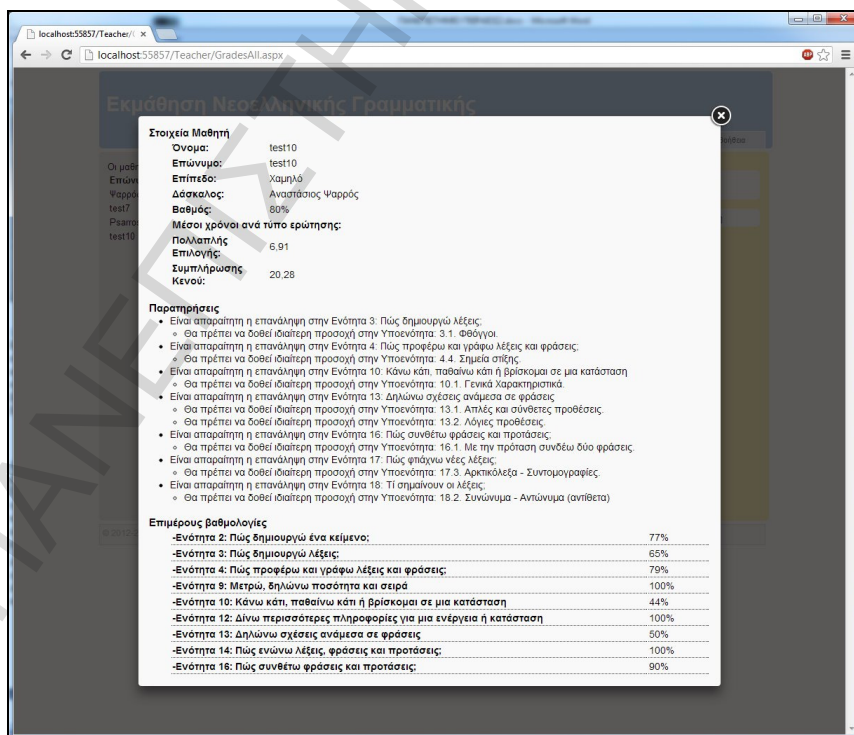


### 4.3.4. Επισκόπηση βαθμολογιών από εκπαιδευτικό

Ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να επιβλέπει τις επιδόσεις όλων των μαθητών του. Στην επιλογή 'Βαθμολογίες', παρουσιάζεται μια λίστα με όλα τα ονόματα των μαθητών του και από εκεί, μπορεί να επιλέξει το όνομα του μαθητή που τον ενδιαφέρει για την προβολή της καρτέλας επιδόσεών του.



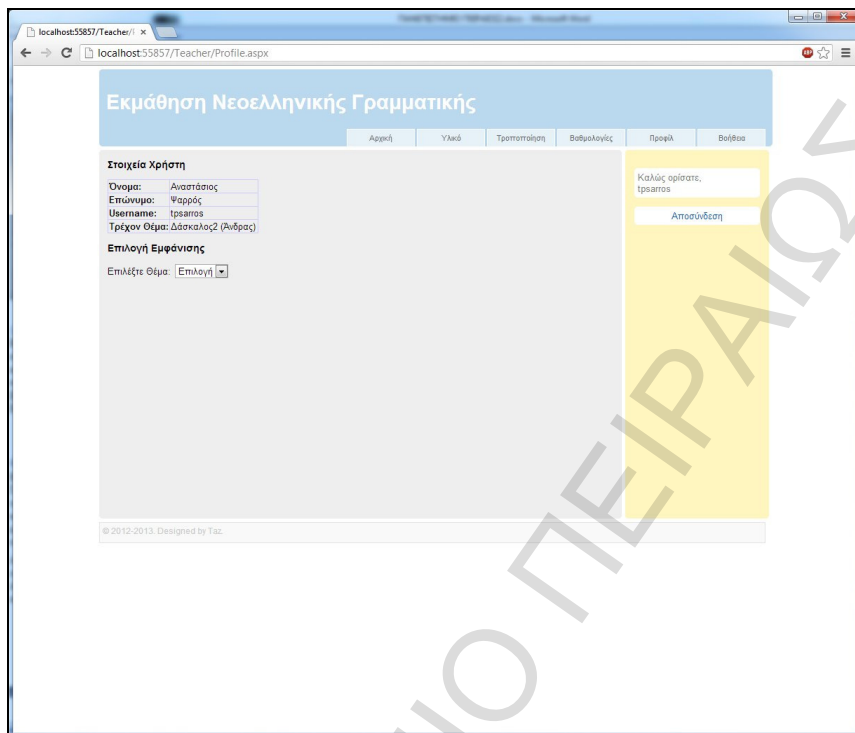
Εικόνα 24: Συνολική επισκόπηση βαθμολογιών (επιλογή μαθητή για επισκόπηση καρτέλας επιδόσεων)



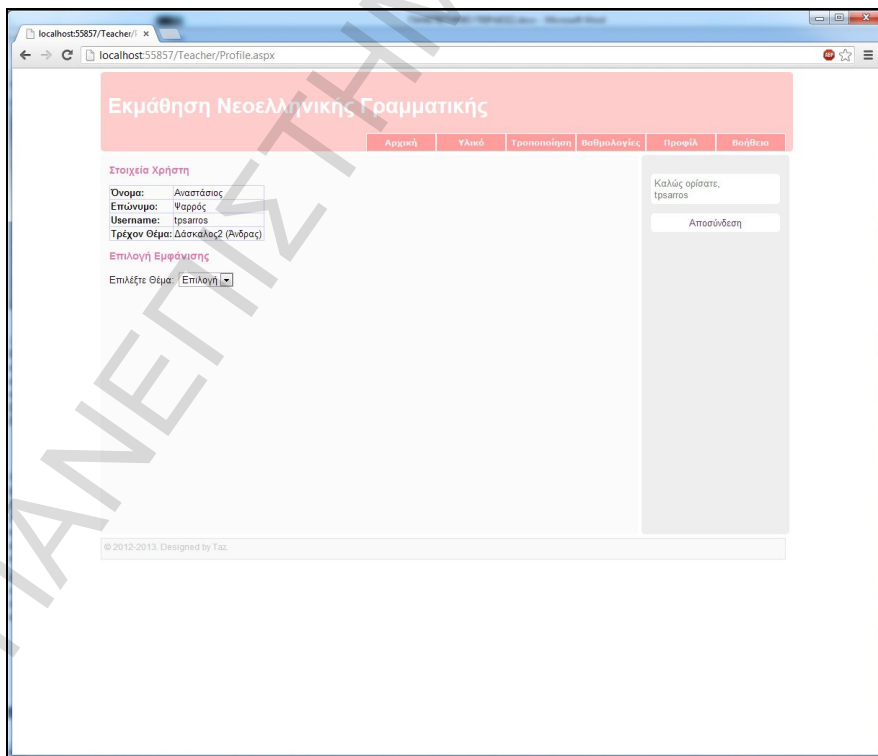
Εικόνα 25: Επισκόπηση καρτέλας επιδόσεων ενός μαθητή

### 4.3.5. Προφίλ εκπαιδευτικού

Η επιλογή του προφίλ για τον εκπαιδευτικό δεν δίνει τις αντίστοιχες δυνατότητες με του μαθητή, ωστόσο υπάρχει η επιλογή για την αλλαγή θέματος εμφάνισης.



Εικόνα 26: Οθόνη προφίλ εκπαιδευτικού



Εικόνα 27: Επιλογή γυναικείου θέματος από την οθόνη του προφίλ

## 5. Αρχιτεκτονική του συστήματος

Έχει ήδη αναφερθεί από την Εισαγωγή, πως η εργασία αφορά στη μοντελοποίηση και την ανάπτυξη ενός δικτυακού συστήματος εκπαιδευτικού λογισμικού, που θα ενσωματώνει τεχνικές μοντελοποίησης χρηστών και ευφών προσαρμοστικών συστημάτων διδασκαλίας (Intelligent Adaptive Tutoring Systems, στο εξής IATS). Σε αυτό το Κεφάλαιο θα παρουσιαστεί η αρχιτεκτονική του συστήματος, μέσω της παρουσίασης της θεωρητικής μοντελοποίησης της εφαρμογής.

Όσον αφορά στη θεωρητική μοντελοποίηση, δηλαδή τη δημιουργία του εγχειριδίου προγραμματιστή, αναμένεται να ακολουθηθεί η διαδικασία Rational Unified Process (στο εξής RUP), με τη χρήση των διαγραμμάτων UML (Unified Modeling Language). Η RUP αποτελείται από επιμέρους τμήματα που διαχωρίζονται βάσει δύο διαστάσεων: του χρόνου, όπου η ανάπτυξη του λογισμικού χωρίζεται σε φάσεις και επαναλήψεις, καθώς και των τμημάτων διαδικασίας, που αφορούν σε καλά ορισμένες εργασίες για κάθε φάση [5].

Αναφορικά με τη διάσταση του χρόνου, η RUP αποτελείται από τις ακόλουθες τέσσερις φάσεις [5]:

- Τη φάση Έναρξης (Inception), όπου διενεργείται μια αρχική αποτίμηση του έργου προς ανάπτυξη.
- Τη φάση της Εκπόνησης Μελέτης (Elaboration), όπου σχεδιάζονται οι απαιτούμενες δραστηριότητες και η αρχιτεκτονική του έργου.
- Τη φάση της Κατασκευής (Construction) όπου αναπτύσσεται μια πρώτη έκδοση του προϊόντος σε μια σειρά βηματικών επαναλήψεων.
- Τη φάση της Μετάβασης (Transition) της οποίας ο κύριος στόχος είναι η διάθεση του έργου στην παραγωγή και, κατ' επέκταση, στην κοινότητα των χρηστών. Σε αυτό το στάδιο, το λογισμικό θα πρέπει να είναι διαθέσιμο στους χρήστες του, αλλά και κατανοητό από αυτούς, γεγονός που προϋποθέτει μια σειρά ενεργειών όπως είναι η εκπαίδευση των τελικών χρηστών και των διαχειριστών και το beta testing. Επίσης, θα πρέπει να ελεγχθεί το λογισμικό βάσει των προδιαγραφών που ετέθησαν κατά τη φάση της Έναρξης.

Αντίστοιχα, η διάσταση των τμημάτων της διαδικασίας περιλαμβάνει τις ακόλουθες ομάδες ενεργειών (τμήματα) [5]:

1. Μοντελοποίηση Επιχείρησης (Business Modeling Discipline): Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να δοθεί μια εικόνα του οργανισμού προς τον οποίο προορίζεται το έργο. Επιπροσθέτως, εξετάζεται ο τρόπος αξιολόγησης της εικόνας αυτής, ως βάση για τη σκιαγράφηση της μετέπειτα διαδικασίας.
2. Σύλληψη Απαιτήσεων (Requirements Capture). Σε αυτό το τμήμα περιγράφεται το ίδιο το σύστημα προς ανάπτυξη, ως προς τις λειτουργίες του.
3. Ανάλυση και Σχεδιασμός (Analysis and Design): Πρόκειται για μια περιγραφή του τρόπου υλοποίησης του συστήματος.
4. Υλοποίηση (Implementation). Η υλοποίηση πραγματοποιείται εφόσον έχει μοντελοποιηθεί επαρκώς το σύστημα.
5. Έλεγχος (Test): Σε αυτό το στάδιο, το σύστημα θα πρέπει να έχει ήδη υλοποιηθεί, επομένως διενεργείται η επαλήθευσή του.
6. Διανομή (Deployment Discipline): Τέλος, θα πρέπει να παραχθεί το τελικό προϊόν και να διατεθεί στους τελικούς χρήστες με επιτυχία.

Εάν ληφθεί υπόψη ότι η RUP είναι επαναληπτική διαδικασία, ορισμένες δραστηριότητες αναμένεται να εφαρμοστούν τουλάχιστον δύο φορές, προχωρώντας από μια γενική top-down ανάλυση των αρχικών χρονικών φάσεων, σε περισσότερο εξειδικευμένες αναλύσεις, σε επόμενες χρονικές φάσεις. Συνεπώς, στο παρόν κείμενο, κάθε Κεφάλαιο αντιστοιχεί σε μία χρονική φάση, ενώ οι ενότητες αφορούν στα τμήματα της διαδικασίας που κρίνεται ότι έχουν εφαρμογή για τη φάση αυτή. Προφανώς, από τα προαναφερθέντα τμήματα της διαδικασίας RUP, η Μοντελοποίηση Επιχείρησης και η Διανομή δεν έχουν νόημα στην παρούσα εργασία, εφόσον δεν πρόκειται για την ανάπτυξη εμπορικής εφαρμογής. Κατ' αυτόν τον τρόπο, τα συγκεκριμένα τμήματα θα παραληφθούν.

## 5.1. Φάση Έναρξης

Η Φάση Έναρξης έχει ως στόχο την παραγωγή μιας βασικής αποτίμησης του έργου προς ανάπτυξη, σε βαθμό που να επιτρέπει έναν αρχικό υπολογισμό κόστους. Σε πραγματικές συνθήκες, τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την πρώτη φάση αρκούν για να κριθεί εάν το έργο θα ακυρωθεί ή θα πρέπει να επανασχεδιαστεί [1]. Δεδομένου ότι σε αυτή τη φάση θα πρέπει να οριστεί η προοπτική του έργου, αναμένεται να αναλυθούν τα τμήματα της Σύλληψης Απαιτήσεων σε μεγάλο βαθμό και, πιθανώς, της Ανάλυσης και Σχεδιασμού.

### 5.1.1. Σύλληψη Απαιτήσεων

Η Σύλληψη Απαιτήσεων αφορά στη συλλογή των ζητούμενων για το έργο προς ανάπτυξη, και τη μετατροπή τους σε ένα σύνολο απαιτήσεων που να απεικονίζει επαρκώς το σύστημα, ενώ παράλληλα θα πρέπει να παρέχονται λεπτομέρειες σχετικά με τη λειτουργικότητά του.

#### Ορισμός του Προβλήματος

Ζητείται η ανάπτυξη μιας δικτυακής εφαρμογής Εκπαιδευτικού Λογισμικού για την εκμάθηση της Νεοελληνικής Γραμματικής. Ως ύλη έχει επιλεγεί αυτή της Έκτης Δημοτικού, η οποία ενσωματώνει την ύλη και των προηγούμενων τάξεων και περιλαμβάνει τις πλέον βασικές γνώσεις για την εκμάθηση της Νεοελληνικής Γλώσσας.

Η επιλογή βασίστηκε σε δύο παρατηρήσεις: Καταρχάς, ένα μεγάλο ποσοστό ενηλίκων υποπίπτει σε γραμματικά λάθη που αφορούν στην ύλη του Δημοτικού Σχολείου, επομένως, θα μπορούσαν να αποφευχθούν μέσω της συνεχούς εξάσκησης. Ένα μεγάλο πλήθος από παραδείγματα αυτών των λαθών μπορεί να εντοπιστεί στο Διαδίκτυο, σε υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης. Μια δεύτερη παρατήρηση, έχει να κάνει με το γεγονός ότι η Έκτη Δημοτικού αποτελεί την τελευταία τάξη πριν το Γυμνάσιο, επομένως θα πρέπει κατά τη διάρκεια αυτής να καλυφθούν όσο το δυνατόν περισσότερα κενά στις γνώσεις των μαθητών.

Η εφαρμογή που πρόκειται να αναπτυχθεί για την παρούσα εργασία θα αφορά κυρίως στην κατηγορία των Ευφών Συστημάτων Διδασκαλίας (ITS) που αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2, δηλαδή θα πρέπει το λογισμικό να είναι σε θέση να αναπροσαρμόζεται, ανάλογα με τις ανάγκες της διδασκαλίας.

Η εφαρμογή προορίζεται να χρησιμοποιηθεί από δύο κατηγορίες χρηστών:

- Τους Μαθητές, όπου θα δίνεται η δυνατότητα ανάγνωσης ενοτήτων της ύλης και η αυτοαξιολόγησή τους σε αυτές.
- Τους Εκπαιδευτικούς, οι οποίοι θα έχουν τη δυνατότητα της εισαγωγής ύλης, καθώς και ασκήσεων αυτοεξέτασης.

Το σενάριο λειτουργίας της εφαρμογής έχει ως εξής: Ο χρήστης αρχικά εγγράφεται στο σύστημα, δηλώνοντας όνομα, επώνυμο, όνομα χρήστη (username), κωδικό, email για επικοινωνία, ιδιότητα (εκπαιδευτικός ή μαθητής), φύλο. Επίσης, στην περίπτωση όπου ο χρήστης είναι μαθητής, θα πρέπει να δηλώσει τον περσινό βαθμό του στο μάθημα της Γλώσσας, καθώς και το δάσκαλό του για το τρέχον διδακτικό έτος. Η δήλωση δασκάλου είναι προαιρετική, και στην περίπτωση που δεν ολοκληρωθεί, ο μαθητής θα έχει πρόσβαση στη γενική ύλη, δηλαδή αυτή που έχει καθοριστεί από το Υπουργείο Παιδείας. Διαφορετικά, ο μαθητής έχει πρόσβαση στην ύλη και τις ασκήσεις του δασκάλου του, καθώς και στη γενική ύλη.

Σύμφωνα με τις πληροφορίες που έχει δώσει ο χρήστης, κατατάσσεται σε ένα στερεότυπο, δηλαδή μια αρχική μοντελοποίηση της συμπεριφοράς του αναφορικά με τη χρήση του συστήματος, η οποία έχει προκύψει με τη βοήθεια μελετών και γνώσεων εμπειρογνομώνων. Γενικά, στη συγκεκριμένη εφαρμογή τα στερεότυπα αφορούν κυρίως στους μαθητές, ωστόσο εφαρμόζεται σε μικρό βαθμό και στους εκπαιδευτικούς, κυρίως σε θέματα εμφάνισης, όπου επιλέγεται διαφορετικό θέμα ανάλογα με το φύλλο του εκπαιδευτικού. Η ίδια δυνατότητα εφαρμόζεται και στους μαθητές, ενώ σε κάθε περίπτωση ο χρήστης μπορεί να αλλάξει θέμα εάν το επιθυμεί.

Αναφορικά με τα στερεότυπα των μαθητών, για λόγους απλότητας, διακρίνονται δύο βασικές κατηγορίες με γνώμονα την ικανότητα: αυτή του καλού μαθητή και αυτή του μέτριου μαθητή. Ο μαθητής κατατάσσεται στο στερεότυπο του «καλού» εάν στην προηγούμενη χρονιά είχε βαθμό 10, ενώ σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση θα θεωρηθεί «αρχάριος». Η διάκριση αυτή πραγματοποιήθηκε με το σκεπτικό πως ένας καλός μαθητής βαθμολογείται εύκολα με 10 στο δημοτικό. Βάσει αυτού του διαχωρισμού, καθορίζεται και η αρχική πρόσβαση στην ύλη για τον κάθε μαθητή.

Ένα άλλο επίπεδο διαχωρισμού των στερεοτύπων των μαθητών έχει να κάνει με το μέσο χρόνο τους ανά απάντηση, ανά τύπο ερώτησης. Έχουν προβλεφθεί δύο κατηγορίες ως προς το χρόνο απάντησης, η κατηγορία του σχολαστικού μαθητή, καθώς και η κατηγορία του μαθητή που απαντά γρήγορα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, προκύπτουν τέσσερα διαφορετικά στερεότυπα: Καλός – Σχολαστικός, Καλός – Γρήγορος, Αρχάριος – Σχολαστικός, Αρχάριος – Γρήγορος. Τα στερεότυπα προορίζονται να χρησιμοποιηθούν ως ένα αρχικό μοντέλο, το οποίο σταδιακά θα αναπροσαρμόζεται, ανάλογα με τη συμπεριφορά του μαθητή. Τελικά το μοντέλο που θα προκύπτει θα είναι μοναδικό για κάθε μαθητή, ενώ όλα τα μοντέλα θα βρίσκονται αποθηκευμένα στη Βάση Δεδομένων της εφαρμογής, επιτρέποντας την περαιτέρω ανάλυσή τους (πχ. την εξαγωγή νέων στερεοτύπων με μεθόδους ιεραρχικής ομαδοποίησης – hierarchical clustering).

Εφόσον ο μαθητής δημιουργήσει το λογαριασμό και συνδεθεί στο σύστημα, έχει τέσσερις επιλογές:

- Να μελετήσει την ύλη που είναι διαθέσιμη για το επίπεδό του, ανάλογα και με τον εκπαιδευτικό που έχει δηλώσει.
- Να λύσει ασκήσεις αυτοεξέτασης. Το σύνολο των ερωτήσεων σε κάθε τεστ θα πρέπει να παράγεται δυναμικά, ανάλογα με τις αδυναμίες του μαθητή στις θεματικές ενότητες της ύλης. Επίσης, λύνοντας τεστ, ο μαθητής μπορεί να βελτιώσει το επίπεδό του, αποκτώντας πρόσβαση σε ύλη και ερωτήσεις μεγαλύτερης δυσκολίας. Στο τέλος κάθε τεστ παρουσιάζεται στο μαθητή η αναλυτική του βαθμολογία ανά θεματική ενότητα, ο μέσος χρόνος του ανά απάντηση και τα λάθη που έκανε με τις σωστές απαντήσεις. Ακόμα, τού παρέχονται συμβουλές για επανάληψη ή προσοχή ανάλογα με την ενότητα από την οποία προέρχονται τα λάθη ή ανάλογα με τον τύπο του λάθους (έλλειψης γνώσης ή απροσεξίας).
- Να ελέγξει το προφίλ του. Σε αυτό το σημείο παρέχονται αναλυτικές πληροφορίες για τη συνολική εικόνα του μαθητή, καθώς και για τις συνολικές επιδόσεις του στις ασκήσεις. Επιπλέον, παρέχονται συμβουλές κατά αντίστοιχο τρόπο με τις συμβουλές στο τέλος κάθε τεστ, με τη διαφορά πως σε αυτή την περίπτωση αφορούν στο σύνολο των τεστ και όχι σε ένα μεμονωμένο. Τέλος στο παρόν σημείο, ο μαθητής μπορεί να επιλέξει εμφάνιση για το περιβάλλον του (η εμφάνιση αρχικά επιλέγεται ανάλογα με το φύλο του μαθητή).
- Να κάνει χρήση της βοήθειας για τον τρόπο χρήσης της εφαρμογής από μαθητές, καθώς έχει χρησιμοποιηθεί ξεχωριστή βοήθεια για κάθε κατηγορία χρήστη.

Αντίστοιχα με την κατηγορία χρήστη του Μαθητή, ένας εκπαιδευτικός θα πρέπει επίσης να δημιουργήσει λογαριασμό, προκειμένου να αποκτήσει πρόσβαση στο σύστημα. Όπως αναφέρθηκε, ο εκπαιδευτικός δεν έχει μοντελοποιηθεί, και η μόνη πληροφορία που αξιοποιείται από τη δημιουργία του λογαριασμού, είναι το φύλο, βάσει του οποίου επιλέγεται το θέμα εμφάνισης της εφαρμογής.

Ο εκπαιδευτικός, με την σύνδεσή του στο σύστημα διαθέτει τις ακόλουθες επιλογές:

- Εισαγωγή εκπαιδευτικού υλικού: Ο εκπαιδευτικός μπορεί να εισαγάγει συμπληρωματικό εκπαιδευτικό υλικό για τις ήδη υπάρχουσες θεματικές ενότητες της ύλης. Δεν δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας νέων εννοιών προκειμένου να μην επηρεαστεί η μοντελοποίηση στο επίπεδο της ενότητας. Για κάθε εισαγωγή υλικού, ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να επιλέξει εάν το υλικό αυτό θα είναι ορατό μόνο στους μαθητές του, ή σε όλους τους μαθητές της εφαρμογής.
- Εισαγωγή ασκήσεων. Αντίστοιχα με το εκπαιδευτικό υλικό, οι ασκήσεις αφορούν στις υπάρχουσες ενότητες και υποενότητες της ύλης, ενώ δίνεται και η επιλογή πρόσβασης από όλους τους μαθητές ή μόνο από όσους έχουν δηλώσει ως δάσκαλο το συγκεκριμένο χρήστη. Έχουν μοντελοποιηθεί δύο διαφορετικοί τύποι ασκήσεων: Πολλαπλής Επιλογής και Συμπλήρωσης. Από αυτούς, ο τύπος Πολλαπλής Επιλογής επιτρέπει από δύο (2) έως δέκα (10) εναλλακτικές (ο σχεδιασμός επιτρέπει απεριόριστο αριθμό, αλλά σκόπιμα έχει περιοριστεί τεχνητά το πλήθος ώστε να μην αξιοποιηθεί λάθος το σύστημα), γεγονός που επιτρέπει και τις ερωτήσεις Σωστού-Λάθους.

Δεδομένου ότι το σύστημα που αναπτύσσεται θα πρέπει να είναι ευφύς, δεν αρκεί ο απλός έλεγχος εάν μια απάντηση είναι σωστή, αλλά θα πρέπει να λαμβάνονται και άλλες παράμετροι υπόψη. Μια τέτοια παράμετρος είναι ο χρόνος που απαιτείται από ένα μαθητή για την απάντηση, ενώ, ειδικά για την κατηγορία της συμπλήρωσης, θα πρέπει να επιτυγχάνεται η διάκριση ανάμεσα σε λάθη λόγω έλλειψης γνώσης και σε λάθη απροσεξίας, όπως είναι οι αναγραμματισμοί, η έλλειψη τόνων, η λάθη πεζών-κεφαλαίων γραμμάτων. Προφανώς, τα λάθη

απροσεξίας δεν είναι τόσο σοβαρά όσο τα λάθη λόγω έλλειψης γνώσεις, οπότε η επιβάρυνσή τους στο βαθμό του μαθητή θα πρέπει να είναι μικρότερη.

Ένα επιπλέον σημείο προσοχής σχετικά με τις ασκήσεις, είναι οι ειδικές κατηγορίες. Κατά την εισαγωγή μιας ερώτησης, δίνεται η επιλογή μιας ειδικής κατηγορίας. Οι ειδικές κατηγορίες αφορούν σε συχνές περιπτώσεις σφαλμάτων από τους μαθητές, και έχουν εντοπιστεί με τη βοήθεια δύο εμπειρογνομόνων.

- Επεξεργασία των ασκήσεων: Σε αυτό το σημείο, ο εκπαιδευτικός μπορεί να ελέγξει όλες τις ερωτήσεις που έχει εισαγάγει και να τις επεξεργαστεί, προκειμένου να τις διορθώσει ή να μεταβάλει το βαθμό δυσκολίας τους. Δίπλα σε κάθε ερώτηση, παρέχεται ως πληροφορία το ποσοστό επιτυχίας από το σύνολο των μαθητών, καθώς και ο αριθμός που έχει εμφανιστεί η συγκεκριμένη ερώτηση σε τεστ καθώς, όπως αναφέρθηκε, οι ερωτήσεις των τεστ παράγονται δυναμικά από το σύστημα, ανάλογα με τον μαθητή. Βάσει αυτών των πληροφοριών, ο εκπαιδευτικός, έχει τη δυνατότητα να κρίνει σε δεύτερη φάση το επίπεδο των ερωτήσεών του και, αν χρειαστεί, να το αναπροσαρμόσει.
- Συνολική επισκόπηση επιδόσεων των μαθητών: Σε αυτό το σημείο, ο εκπαιδευτικός μπορεί να έχει πρόσβαση στις επιδόσεις για κάθε μαθητή του και να ελέγξει τη βαθμολογία του ανά ενότητα, καθώς και τις παρατηρήσεις που παράγει το σύστημα αυτόματα.
- Επισκόπηση προφίλ. Σε αντίθεση με την κατηγορία των μαθητών όπου παρέχονται αρκετές αναγκαίες πληροφορίες για την πορεία του μαθητή, η αντίστοιχη δυνατότητα για τους εκπαιδευτικούς περιορίζεται στην εμφάνιση των στοιχείων τους και την αλλαγή θέματος εμφάνισης.
- Λήψη βοήθειας. Τέλος, όπως και οι μαθητές, οι εκπαιδευτικοί διαθέτουν πρόσβαση σε βοήθεια για τη χρήση του συστήματος, που εξειδικεύεται για τη δική τους κατηγορία χρηστών.

### Παραδοχές

Προκειμένου να μειωθεί η πολυπλοκότητα στην υλοποίηση της εφαρμογής έχουν υιοθετηθεί οι εξής παραδοχές:

- Η δυσκολία της προεγκατεστημένης ύλης έχει οριστεί ανά κεφάλαιο, δεδομένου ότι τα πρώτα κεφάλαια ενός βιβλίου θεωρούνται κατά κανόνα εισαγωγικά, ενώ τα τελευταία αναφέρονται σε περισσότερο απαιτητικά θέματα. Κατ' αυτόν τον τρόπο, από τα πέντε μέρη που αποτελούν την ύλη της Γραμματικής, τα πρώτα δύο αντιστοιχούν στην ύλη Χαμηλής δυσκολίας, το τρίτο, που αποτελεί και το μεγαλύτερο τμήμα στην Μέση, ενώ τα δύο τελευταία αντιστοιχούν στην ύλη Υψηλής δυσκολίας.
- Δεν δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας νέων ενοτήτων από τους χρήστες του συστήματος. Ο λόγος για αυτή την απόφαση είναι πως με αυτόν τον τρόπο δεν θα είναι εφικτή η μοντελοποίηση ανά ενότητα συνολικά για την εφαρμογή, δεδομένου ότι μπορεί να προκύψει ένας ανεξέλεγκτος αριθμός επικαλυπτόμενων ενοτήτων, που θα διαφέρουν από εκπαιδευτικό σε εκπαιδευτικό.
- Δεν δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας νέων ειδικών κατηγοριών σφαλμάτων, για τον ίδιο λόγο με τη δημιουργία ενοτήτων. Επίσης, οι ειδικές κατηγορίες αντικατοπτρίζουν τη γνώση του εμπειρογνώμονα που έχει ενσωματωθεί στην εφαρμογή, επομένως η ανεξέλεγκτη τροποποίησή τους θα μπορούσε να υποβαθμίσει την αποτελεσματικότητά της.
- Δεν δίνεται η δυνατότητα τροποποίησης της ενότητας ή της ειδικής κατηγορίας μιας ερώτησης. Γενικά, η δυνατότητα τροποποίησης έχει εισαχθεί για την αναπροσαρμογή του βαθμού δυσκολίας και την
- Στην αρχική μοντελοποίηση του χρόνου απόκρισης, δηλαδή στα στερεότυπα χρόνου, ο χρόνος απόκρισης είναι ο ίδιος, τόσο για τις ερωτήσεις συμπλήρωσης, όσο και για τις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Αυτό συμβαίνει αφενός για λόγους απλότητας, αφετέρου επειδή η καθυστέρηση που εισάγεται λόγω της συμπλήρωσης αντισταθμίζεται από την εξέταση των επιπλέον (κατά μέσο όρο τριών) επιλογών των ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής. Εξάλλου, σε αρκετά σημεία έχουν χρησιμοποιηθεί ερωτήσεις συμπλήρωσης που το μόνο ζητούμενο είναι ένα γράμμα ή ένα σημείο στίξης. Προφανώς, ο χρόνος που λαμβάνεται για κάθε στερεότυπο διαφοροποιείται.

## Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης (1<sup>ο</sup> επίπεδο)

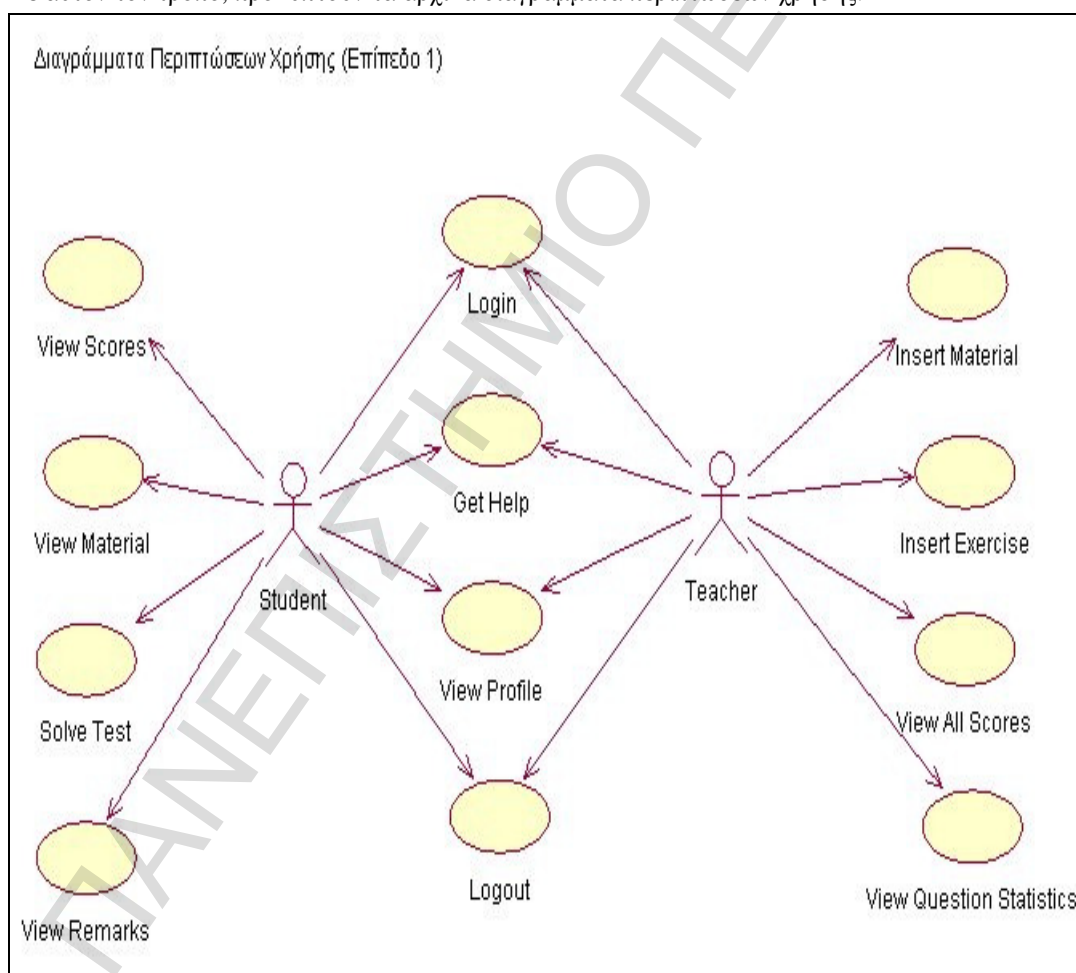
Ο σκοπός των διαγραμμάτων Περιπτώσεων-Χρήσης (Use Case Diagrams) είναι η αναπαράσταση των λειτουργιών του συστήματος από την οπτική γωνία του Χρήστη, ως απόκριση στις ενέργειες ενός εξωτερικού ενεργοποιού. Κατ' αυτόν τον τρόπο, το μοντέλο περιπτώσεων χρήσης περιλαμβάνει [6]:

- Τις περιπτώσεις χρήσης.
- Τους ενεργοποιούς.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στην Ενότητα 1.1.1, διακρίνονται δύο κατηγορίες χρηστών και άρα ενεργοποιών του συστήματος: οι Μαθητές και οι Εκπαιδευτικοί. Από αυτούς, οι Μαθητές μπορούν να μελετήσουν το εκπαιδευτικό υλικό, να λύσουν τις ασκήσεις για κάθε ενότητα και να ελέγξουν τις συνολικές τους επιδόσεις. Οι εκπαιδευτικοί, από την πλευρά τους, μπορούν να εισάγουν επιπλέον εκπαιδευτικό υλικό και ασκήσεις και να ελέγχουν τις επιδόσεις των μαθητών τους. Επίσης, μπορούν να ελέγξουν σε συγκεντρωτική μορφή στατιστικά στοιχεία σχετικά με τις ασκήσεις που έχουν εισαγάγει.

Εκτός των παραπάνω, διακρίνονται ορισμένες περιπτώσεις χρήσης που είναι κοινές για τους δυο ενεργοποιούς. Αυτές είναι η είσοδος στο σύστημα, η αποσύνδεση από αυτό, η αναζήτηση βοήθειας και η επισκόπηση/επεξεργασία του προφίλ.

Με αυτόν τον τρόπο, προκύπτουν τα αρχικά διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης:



Εικόνα 28: Αρχικό διάγραμμα Περιπτώσεων-Χρήσης

### Διαγράμματα Τάξεων (1<sup>ο</sup> επίπεδο)

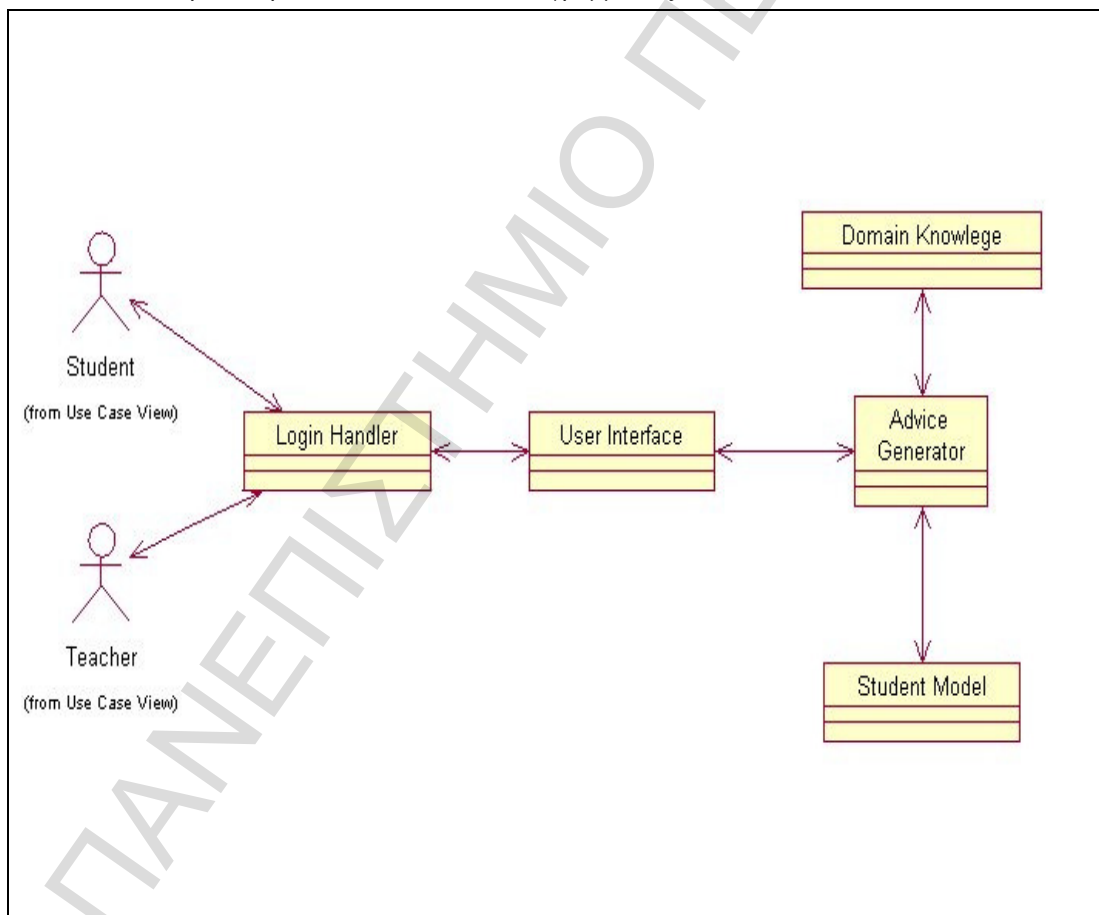
Τα διαγράμματα τάξεων αποτελούν μέρος της περιγραφής της λογικής άποψης του μοντέλου του συστήματος [2]. Αυτό επιτυγχάνεται με την απεικόνιση των τάξεων (κλάσεων) του συστήματος, καθώς και των χαρακτηριστικών και των μεθόδων τους.

Η εφαρμογή που πρόκειται να αναπτυχθεί, αφορά σε ένα ITS, όπως ήδη αναφέρθηκε. Όπως αναφέρθηκε ότι η δομή των ITS αποτελείται από τα ακόλουθα τέσσερα τμήματα:

1. Γνώση Πεδίου (Domain Knowledge).
2. Μοντέλο Μαθητή (Student Model).
3. Γεννήτορας Συμβουλών (Advice Generator).
4. Σύστημα Διεπαφής (User Interface).

Κατ' αυτόν τον τρόπο, το σύστημα θα πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον τέσσερις τάξεις, που θα αντιστοιχούν στα τμήματα του ITS. Εκτός αυτών, θα πρέπει να συμπεριληφθούν δύο τάξεις για τη μοντελοποίηση των δυο κατηγοριών χρηστών. Επιπλέον, σε αυτό το αρχικό επίπεδο σχεδιασμού, θα απαιτηθεί μία ακόμα τάξη για τη διαχείριση της σύνδεσης των χρηστών στο σύστημα, καθώς και της συνόδου (session) για όσο διάστημα παραμένουν συνδεδεμένοι (login handler).

Κατ' αυτόν τον τρόπο, προκύπτει το ακόλουθο διάγραμμα τάξεων 1<sup>ο</sup> επιπέδου (Εικ. 2):



Εικόνα 29: Αρχικό διάγραμμα τάξεων



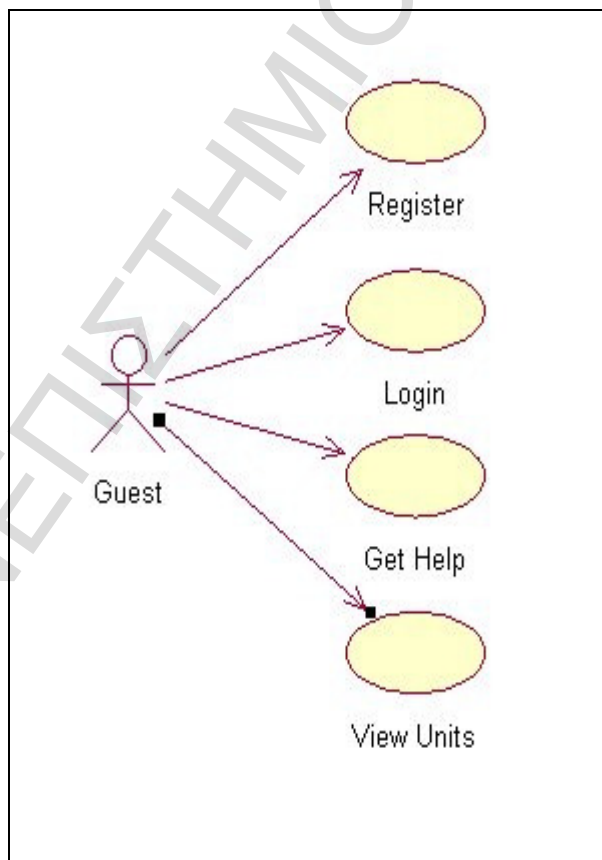
### 5.1.2. Ανάλυση και Σχεδιασμός

Στην προηγούμενη ενότητα, περιγράφηκε το υπό ανάπτυξη σύστημα ως προς τις δυνατότητες και τις λειτουργίες που αναμένεται να υποστηρίζει, ενώ δόθηκε και μια βασική δομή του στο διάγραμμα τάξεων. Η παρούσα ενότητα, θα επιχειρήσει να αναπαραστήσει τον τρόπο υλοποίησης του συστήματος. Στόχος αυτής της ενότητας είναι να αναπτυχθεί ένα μοντέλο που θα αναπαριστά τις κλάσεις του συστήματος και τον τρόπο αλληλεπίδρασης των αντικειμένων, έτσι ώστε να υλοποιούνται όσα ορίζονται από τις περιπτώσεις χρήσης. Κατ' αυτόν τον τρόπο, από το διάγραμμα τάξεων αυτού του επιπέδου θα πρέπει να προκύπτουν οι περισσότερες κλάσεις που θα χρησιμοποιηθούν στο σύστημα.

#### Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης (2<sup>ο</sup> επίπεδο)

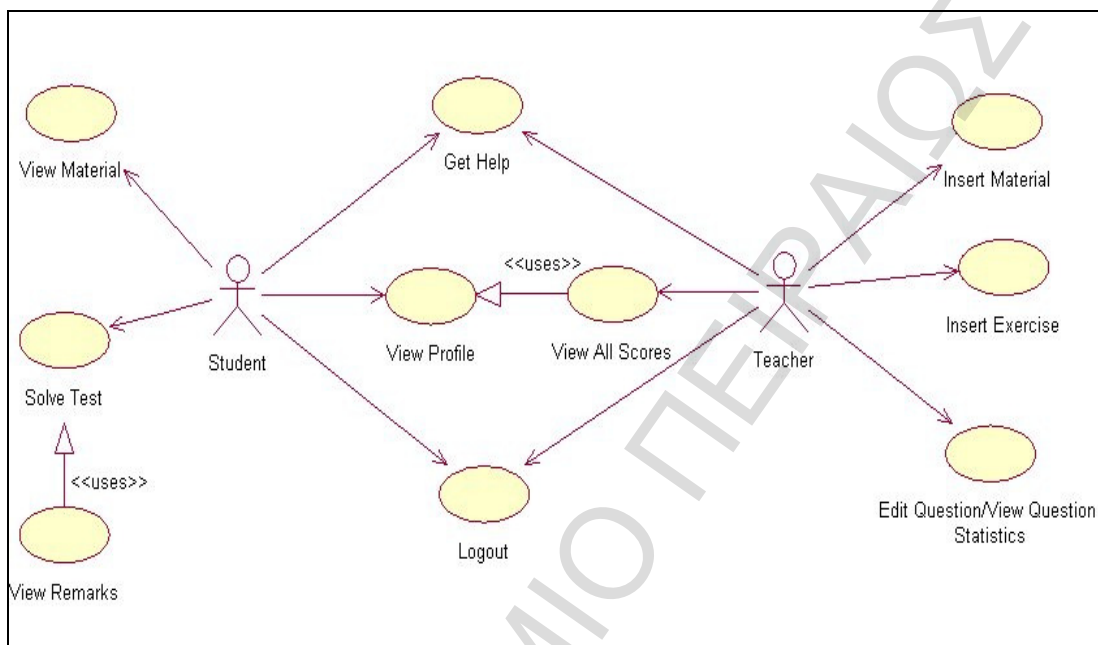
Προτού αναπτυχθεί το ζητούμενο διάγραμμα τάξεων, θα πρέπει να προηγηθεί ένα νέο διάγραμμα περιπτώσεων-χρήσης, που θα αναλύει σε μεγαλύτερο βαθμό τις ενέργειες των χρηστών. Βάσει των προδιαγραφών, ο χρήστης θα πρέπει να δημιουργήσει λογαριασμό στο σύστημα, ώστε να μπορεί να συνδέεται στο σύστημα. Αυτό σημαίνει πως πριν συνδεθεί, το σύστημα δεν τον αναγνωρίζει ούτε σαν Μαθητή, αλλά ούτε σαν Δάσκαλο, και άρα θα πρέπει να εισαχθεί ένας επιπλέον ρόλος, αυτός του Επισκέπτη (Guest).

Ο επισκέπτης, μπορεί να είναι χρήστης που ήδη διαθέτει λογαριασμό ή χρήστης που επιθυμεί να δημιουργήσει έναν, ενώ στην περίπτωση που δυσκολεύεται να πραγματοποιήσει οποιαδήποτε από τις δυο αυτές ενέργειες, ενδέχεται χρησιμοποιήσει τη βοήθεια του συστήματος. Ακόμα, ο επισκέπτης θα πρέπει να μπορεί να δει τις θεματικές ενότητες με τις οποίες θα ασχοληθεί κατά τη χρήση της εφαρμογής, προκειμένου να κρίνει εάν τον ενδιαφέρει να δημιουργήσει λογαριασμό. Συνεπώς, στα διαγράμματα Περιπτώσεων-Χρήσης του παρόντος επιπέδου προστίθεται το ακόλουθο:



Εικόνα 30: Διάγραμμα Περιπτώσεων-Χρήσης για τον Επισκέπτη (2α)

Αναφορικά με τους ήδη υπάρχοντες ρόλους, αυτούς του Μαθητή και του Δασκάλου, το διάγραμμα του Επιπέδου 1 θα πρέπει να τροποποιηθεί, αφενός επειδή προστέθηκε ο ενεργοποιός του Επισκέπτη, και άρα θα πρέπει να αφαιρεθούν ενέργειες, αφετέρου επειδή ορισμένες ενέργειες θα πρέπει να απεικονιστούν σαφέστερα. Με αυτόν τον τρόπο, για το παρόν επίπεδο ανάλυσης προκύπτει το ακόλουθο διάγραμμα Περιπτώσεων-Χρήσης για τον Εκπαιδευτικό και το Μαθητή:



**Εικόνα 31: Διάγραμμα Περιπτώσεων-Χρήσης για Δάσκαλο και Μαθητή (Επίπεδο 2β)**

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί, το διάγραμμα διαφοροποιείται σε σχέση με το προηγούμενο επίπεδο, από την άποψη πως η επισκόπηση των βαθμολογιών για το μαθητή δεν αποτελεί ξεχωριστή ενέργεια, αλλά πρόκειται για την ίδια ενέργεια με την επισκόπηση προφίλ. Αντίστοιχα, η επισκόπηση όλων των βαθμολογιών για το δάσκαλο, προϋποθέτει την επισκόπηση των επιμέρους προφίλ των μαθητών του. Μια δεύτερη διαφοροποίηση έχει να κάνει με την επισκόπηση των προτροπών του συστήματος προς το μαθητή. Αυτές, σύμφωνα και με τις προδιαγραφές, μπορούν να είναι διαθέσιμες είτε συνολικά στην επισκόπηση του προφίλ, είτε κατά το τέλος ενός τεστ. Τέλος, για τον εκπαιδευτικό, προστίθεται η ενέργεια της τροποποίησης των ερωτήσεων που έχει εισαγάγει. Η εν λόγω ενέργεια συμπεριλαμβάνει και την ενέργεια της επισκόπησης στατιστικών για τις ερωτήσεις, καθώς αποτελούν ένα κριτήριο για την τροποποίηση της άσκησης.

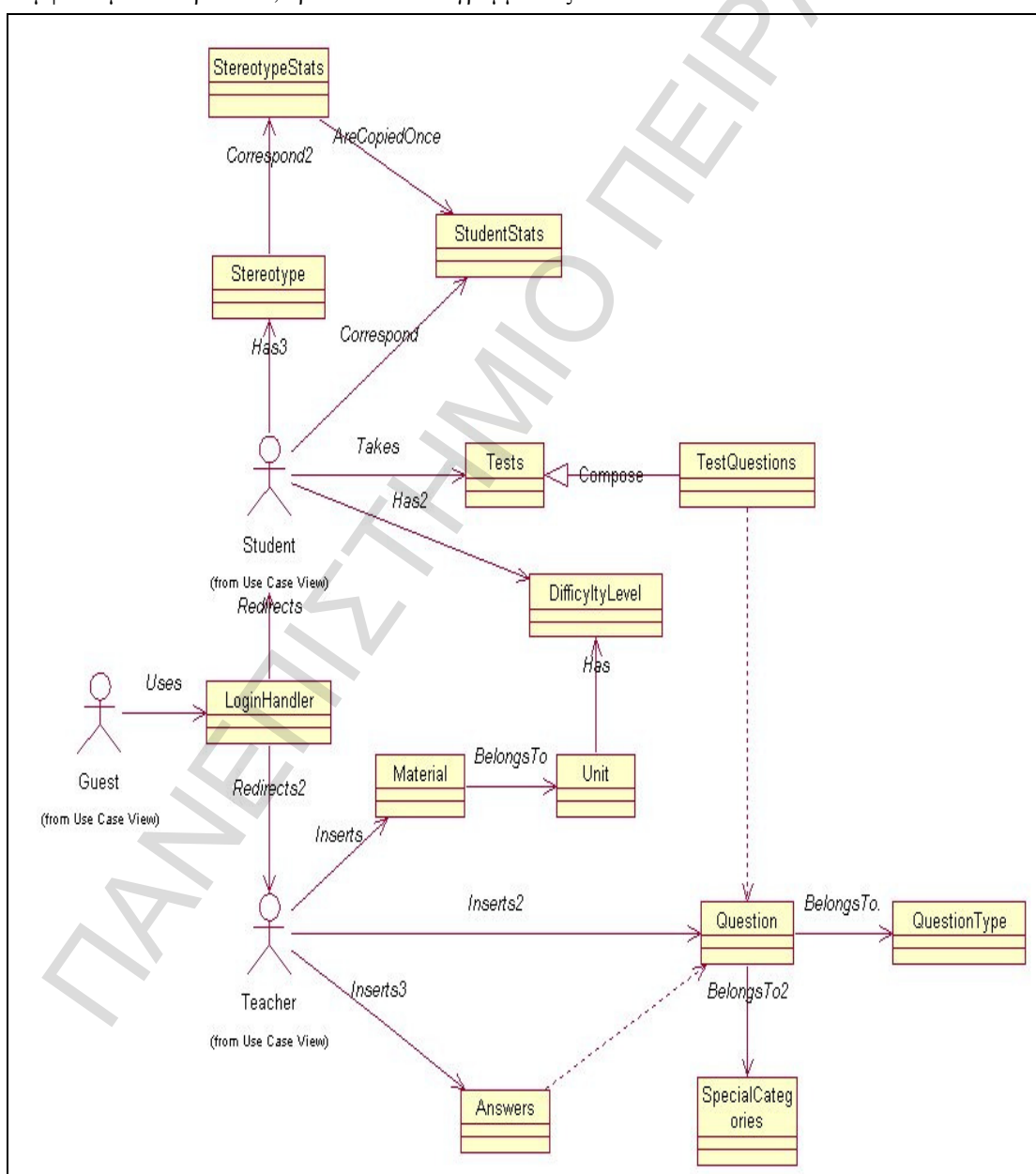
### **Διαγράμματα Τάξεων (2<sup>ο</sup> επίπεδο)**

Το διάγραμμα τάξεων του δεύτερου επιπέδου θα αναλύσει σε μεγαλύτερο βαθμό το σύστημα, περιγράφοντας παράλληλα και τη δομή της Βάσης Δεδομένων. Κατ' αυτόν τον τρόπο, από την περιγραφή του συστήματος προκύπτει η ανάγκη για τις ακόλουθες κλάσεις:

- Τον Μαθητή, που έχει ήδη αναφερθεί στο πρώτο επίπεδο.
- Τον Εκπαιδευτικό που επίσης έχει αναφερθεί.
- Τον Επισκέπτη.
- Τη Login Handler από το πρώτο επίπεδο.
- Μια κλάση Tests, η οποία θα συγκεντρώνει τα τεστ που έχει δώσει ένας μαθητής.
- Μια κλάση TestQuestions που θα συγκεντρώνει τις ερωτήσεις των τεστ που έχει δώσει ένας μαθητής.
- Την κλάση Question που θα αφορά στο σύνολο των ερωτήσεων που έχουν εισαχθεί στο σύστημα από έναν εκπαιδευτικό.

- Την κλάση QuestionType που περιγράφει τους διαφορετικούς τύπους ασκήσεων, έτσι ώστε το σύστημα να μπορεί να υποστηρίξει απεριόριστο αριθμό τύπων ασκήσεων.
- Την κλάση Unit για τις ενότητες του υλικού και των ερωτήσεων.
- Την κλάση Material για το εκπαιδευτικό υλικό.
- Την κλάση Stereotype που περιγράφει τα διαφορετικά στερεότυπα χρηστών.
- Την κλάση StereotypeStats όπου συγκεντρώνονται τα στατιστικά για κάθε στερεότυπο.
- Την αντίστοιχη κλάση StudentStats, όπου συγκεντρώνονται τα πραγματικά στατιστικά στοιχεία για τον μαθητή, κατά τη χρήση του συστήματος.
- Την κλάση DifficultyLevel, που αφορά τόσο στο επίπεδο του μαθητή, όσο και στο επίπεδο δυσκολίας του υλικού ή των ερωτήσεων.
- Την κλάση SpecialCategories, που περιγράφει ειδικές κατηγορίες συχνών λαθών των μαθητών, τις οποίες μπορεί να καλύπτει μια ενότητα ή μια ερώτηση.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, προκύπτει το διάγραμμα τάξεων 2<sup>ου</sup> επιπέδου:



Εικόνα 32: Διάγραμμα Τάξεων 2ου Επιπέδου

## 5.2. Επώνηση Μελέτης

### 5.2.1. Σύλληψη Απαιτήσεων

Σε αυτό το επίπεδο θα επαναληφθούν τα βήματα του Ορισμού του Προβλήματος και της Ανάλυσης και Σχεδιασμού, σε μεγαλύτερο βαθμό ανάλυσης.

#### Ορισμός του Προβλήματος

Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 1.1.1., δηλαδή στο πρώτο επίπεδο του Ορισμού του Προβλήματος, ζητείται η ανάπτυξη ενός προσαρμοστικού συστήματος διδασκαλίας, στο οποίο κάθε μαθητής που εγγράφεται, θα συνδέεται με ένα στερεότυπο, δηλαδή ένα γενικό μοντέλο χρήστη που θεωρείται πως προσεγγίζει τη συμπεριφορά του. Κατά την αλληλεπίδραση του μαθητή με το σύστημα, το μοντέλο αυτό θα διαφοροποιείται σταδιακά, με αποτέλεσμα να προκύπτει ένα νέο μοντέλο, ειδικά για το συγκεκριμένο μαθητή. Συνεπώς, το πρώτο ζήτημα που θα πρέπει να καλυφθεί σε αυτή την ενότητα αφορά στα στερεότυπα που χρησιμοποιούνται καθώς και στον τρόπο με τον οποίο επιλέγεται το στερεότυπο για έναν μαθητή.

Όπως ήδη αναφέρθηκε στην πρώτη φάση, έχουν ληφθεί υπόψη δύο διαχωρισμοί των μαθητών, με δύο διαφορετικές περιπτώσεις ανά διαχωρισμό:

- Ο πρώτος διαχωρισμός έχει να κάνει με το επίπεδο των επιδόσεων του μαθητή, και μπορεί να χαρακτηριστεί ως υψηλό ή μέτριο, βάσει του περσινού του βαθμού στο μάθημα της γλώσσας. Εάν ο βαθμός ήταν δέκα (10), τότε το επίπεδο χαρακτηρίζεται υψηλό, ενώ σε κάθε άλλη περίπτωση χαρακτηρίζεται μέτριο, δεδομένου ότι στο δημοτικό οι μαθητές βαθμολογούνται σχετικά εύκολα με τη μέγιστη βαθμολογία.
- Ο δεύτερος διαχωρισμός αφορά στο μέσο χρόνο που απαιτείται από το μαθητή για να απαντήσει σε μια ερώτηση. Διακρίνονται δύο κατηγορίες: ο σχολαστικός μαθητής και ο γρήγορος μαθητής.

Από από τους παραπάνω διαχωρισμούς, έχουν οριστεί σαφώς τα κριτήρια του πρώτου, αλλά όχι του δεύτερου. Η επιλογή του στερεοτύπου για το χρόνο, θα βασιστεί σε μια φαινομενικά άσχετη πληροφορία: αυτή του φύλου.

Σύμφωνα με μια μελέτη, τα αγόρια έχουν την τάση να απαντούν σε ερωτήσεις με μεγαλύτερη ταχύτητα, εξετάζοντας την ερώτηση λιγότερο σχολαστικά. Επιπλέον, τόσο τα αγόρια, όσο και τα κορίτσια, έχουν την τάση να μειώνουν το χρόνο απόκρισής τους, όσο εξοικειώνονται με τα τεστ. Αυτή η παρατήρηση ονομάζεται warm-up effect και θα αξιοποιηθεί ως εξής: Οι αρχικές μετρήσεις χρόνων απόκρισης από τη μελέτη στην οποία θα βασιστούν τα στερεότυπα του χρόνου, λαμβάνουν αρκετά υψηλές μέσες τιμές, ενώ την ίδια απρόβλεπτη συμπεριφορά ακολουθούν και οι τυπικές αποκλίσεις. Στη συνέχεια, όμως, οι τιμές αυτές σταθεροποιούνται, όσο υποχωρεί το warm-up effect. Με τον ίδιο τρόπο, αναμένεται να λειτουργήσει και η επιλογή των χρόνων στερεοτύπου, και η σταδιακή μεταβολή των τιμών, σύμφωνα με τη συμπεριφορά του κάθε μαθητή. [7]

Με αυτόν τον τρόπο, οι τιμές που θα χρησιμοποιηθούν, όπως παρατηρήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη είναι [7]:

- Τα αγόρια απάντησαν 32 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής σε 1556 δευτερόλεπτα κατά μέσο όρο, δηλαδή με μέσο όρο απάντησης τα 49 δευτερόλεπτα. Ωστόσο, στην αρχική περίοδο του τεστ, όπου ίσχυε το warm-up effect ο μέσος χρόνος απάντησης ήταν 53 δευτερόλεπτα (52.7) και είναι και ο χρόνος που θα χρησιμοποιηθεί για το στερεότυπο του μαθητή που απαντά γρήγορα.
- Τα κορίτσια χρειάστηκαν κατά μέσο όρο 72 δευτερόλεπτα παραπάνω, δηλαδή ο μέσος όρος τους ανά απάντηση είναι 51 δευτερόλεπτα. Παρόλα αυτά, ο μέσος χρόνος απάντησης της πρώτης περιόδου του τεστ είναι 59 δευτερόλεπτα (58.8) και είναι ο χρόνος που θα χρησιμοποιηθεί για το στερεότυπο του σχολαστικού μαθητή.
- Η τυπική απόκλιση  $\sigma$  που παρατηρήθηκε στις παρατηρήσεις σταθεροποιήθηκε στο 0.31, που σημαίνει ότι για τα στερεότυπα γρήγορου και σχολαστικού μαθητή οι χρόνοι τυπικής απόκλισης είναι 16 και 18 δευτερόλεπτα αντίστοιχα.

Μια έννοια που θα πρέπει να διασαφηνιστεί, είναι αυτή της **καθυστερήσης**. Ως καθυστέρηση στην απάντηση μιας ερώτησης, έχει επιλεγεί η τριπλάσια τιμή της τυπικής απόκλισης, αφού προστεθεί στο

μέσο χρόνο. Αυτή η επιλογή βασίστηκε στην κανονική κατανομή, όπου το 99.7 των παρατηρήσεων βρίσκεται στο διάστημα  $(\mu-3\sigma, \mu+3\sigma)$ . Ο σκοπός για τη χρήση της τυπικής απόκλισης είναι πως ζητείται να προκύπτει εξατομικευμένος χρόνος καθυστέρησης για κάθε μαθητή, ανάλογα με τη δική του πορεία. Σύμφωνα με τις παραπάνω τιμές, οι αρχικές επιτρεπτες καθυστερήσεις είναι ιδιαίτερα υψηλές, όπως άλλωστε συμβαίνει και στη μελέτη από την οποία προέρχονται οι μετρήσεις. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο, καθώς μέχρι να σταθεροποιηθούν οι χρόνοι για τους μαθητές, θα αποφευχθεί η οποιαδήποτε εσφαλμένη ποινή λόγω καθυστέρησης.

Ένα σημείο που θα πρέπει να τονιστεί, σχετικά με τους χρόνους καθυστέρησης, είναι η τιμή του χρόνου που καταγράφεται στη βάση, στην περίπτωση όπου το σύστημα εντοπίσει καθυστέρηση του μαθητή: Δεν λαμβάνεται υπόψη ο συνολικός χρόνος απάντησης, αλλά μόνο ο χρόνος  $(\mu+3\sigma)$ . Ο σκοπός είναι πως πρέπει οι ακραίες τιμές (outliers) να μην επηρεάζουν δραστικά τις υπόλοιπες μετρήσεις. Μάλιστα, με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται και η πιθανότητα καταγραφής υπερβολικά υψηλών μετρήσεων του χρόνου στην περίπτωση όπου ο μαθητής εγκαταλείψει προσωρινά τον υπολογιστή του κατά τη διάρκεια ενός τεστ.

Ένα δεύτερο ζήτημα που θα πρέπει να αναλυθεί, έχει να κάνει με τη σταδιακή τροποποίηση του μοντέλου του μαθητή, δηλαδή την ανανέωση των στοιχείων του, βάσει της πορείας του στο σύστημα. Αναφορικά με τη συνολική βαθμολογία του μαθητή, δεν υπάρχει κάποιο ιδιαίτερο σημείο προς ανάλυση, καθώς απλά υπολογίζεται ο μέσος όρος βαθμολογίας των απαντήσεών του. Παρόλα αυτά, για τη βελτίωση του επιπέδου ενός μαθητή δεν αρκεί η συνολική βαθμολογία του. Θα πρέπει σε κάθε βασική ενότητα (κεφάλαιο, όχι υποενότητα) να έχει συνολικό βαθμό  $>89\%$ .

Όσον αφορά στην τροποποίηση των χρόνων, ο υπολογισμός του μέσου χρόνου πραγματοποιείται ανά τύπο ερώτησης. Ειδικότερα, προκειμένου να διασφαλιστεί η σταδιακή τροποποίηση του μέσου χρόνου απάντησης του μαθητή ανά τύπο ερώτησης, ξεκινώντας από τις τιμές που ορίζονται από το στερεότυπο, χρησιμοποιείται ο κανόνας πως κάθε νέος μέσος όρος του χρόνου αθροίζεται στον υπάρχοντα και διαιρείται δια 2. Θα πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, πως η συγκεκριμένη προσέγγιση δεν εφαρμόζεται και για την τυπική απόκλιση, καθώς, σε αυτήν την περίπτωση, ο υπολογισμός της θα παρέκλινε από τον ορισμό αυτού του μέτρου. Επομένως, για τον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης, χρησιμοποιείται ο μέσος όρος των χρόνων όλων των ερωτήσεων που έχουν απαντηθεί από το μαθητή.

Συνεχίζοντας, έχει αναφερθεί πως τα τεστ παράγονται αυτόματα, ανάλογα με το μοντέλο του μαθητή. Αυτή η λειτουργία έχει το ρόλο ενός έμμεσου **γεννήτορα συμβουλών** [3] και υλοποιείται ως εξής:

1. Υπολογίζεται ο αριθμός των βασικών ενοτήτων (κεφαλαίων) που είναι προσβάσιμες από τον μαθητή, βάσει του βαθμού δυσκολίας τους και του επιπέδου του μαθητή. Στη ΒΔ τα κεφάλαια και οι ενότητες βρίσκονται στον ίδιο πίνακα, και σχετίζονται μεταξύ τους μέσω μιας ειδικής στήλης που υποδηλώνει τον γονέα για μια ενότητα. Εάν το id του γονέα έχει τιμή 0, τότε πρόκειται για κεφάλαιο, δηλαδή για βασική ενότητα.
2. Αρχικά, ο μαθητής δεν έχει λάβει μέρος σε κανένα τεστ, επομένως δεν έχει καθόλου βαθμολογίες. Συνεπώς, για κάθε κεφάλαιο του βήματος (1) λαμβάνεται ίσος αριθμός ερωτήσεων, προκειμένου να συμπληρωθεί ο αριθμός που απαιτούνται για το τεστ δηλαδή **35 ερωτήσεις**. Ο συγκεκριμένος αριθμός χρησιμοποιήθηκε επειδή ο αριθμός των κεφαλαίων είναι 17 και είναι επιθυμητό να υπάρχουν τουλάχιστον 2 ερωτήσεις ανά κεφάλαιο, χωρίς όμως να προκύψει τεστ με υπερβολικά μεγάλο αριθμό ερωτήσεων. Γενικά, ο αριθμός των ερωτήσεων του τεστ έχει οριστεί ως μια σφαιρική μεταβλητή και λειτουργεί ως παράμετρος, έτσι ώστε ο κώδικας να προσαρμόζεται για οποιαδήποτε τιμή οριστεί. Με άλλα λόγια, μπορεί εύκολα να οριστεί οποιοσδήποτε αριθμός ερωτήσεων για το τεστ και ο κώδικας να λειτουργήσει με τη νέα τιμή χωρίς κανένα πρόβλημα, εκτός βέβαια από το γεγονός ότι εάν επιλεγεί μικρός αριθμός, δεν θα καλύπτονται όλα τα κεφάλαια.
3. Εάν ο μαθητής έχει ήδη συμμετάσχει σε τουλάχιστον ένα τεστ, λαμβάνονται οι αντίστροφες τιμές των βαθμολογιών του ανά κεφάλαιο και, με τη βοήθεια αυτών, υπολογίζεται ο αριθμός των ερωτήσεων που θα ανακτηθούν για κάθε κεφάλαιο, βάσει της κανονικοποίησης min-max. Γενικά ο τύπος της κανονικοποίησης min-max είναι:

$$v' = \frac{v - \min}{(\max - \min)(new_{\max} - new_{\min})} + new_{\min}$$

Στην προκειμένη περίπτωση το min είναι το 0 και για τις δυο περιπτώσεις, ενώ το max είναι το άθροισμα των αντιστρόφων των βαθμολογιών, ενώ το v, δηλαδή η παλαιά τιμή, είναι ο εκάστοτε αντίστροφος της βαθμολογίας για ένα κεφάλαιο. Για παράδειγμα, εάν στο κεφάλαιο 2

ο μαθητής έχει συνολικό βαθμό 92(%), η αντίστροφη βαθμολογία θα είναι 8 και, εάν το άθροισμα των αντίστροφων βαθμολογιών είναι 153, τότε ο αριθμός των ερωτήσεων που θα πρέπει να επιλεγεί για το συγκεκριμένο κεφάλαιο σε τεστ των 35 ερωτήσεων θα πρέπει να είναι  $v' = 8 \cdot 35 / 153 = 1.8$ .

4. Στην περίπτωση όπου προκύπτουν δεκαδικές τιμές από τον τύπο της κανονικοποίησης, θα λαμβάνεται υπόψη μόνο το ακέραιο μέρος, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι δεν θα προκύψει αριθμός ερωτήσεων μεγαλύτερος από αυτόν που έχει οριστεί για το τεστ. Εάν παρόλα αυτά προκύψει αριθμός που να ξεπερνά αυτόν των ερωτήσεων του τεστ, ο κώδικας μειώνει αναδρομικά κατά 1 τον αριθμό ερωτήσεων από την κατηγορία με τις περισσότερες ερωτήσεις μέχρι να προκύψει το επιθυμητό άθροισμα.
5. Σε αυτό το σημείο πραγματοποιείται η ανάκτηση των ερωτήσεων από τη ΒΔ με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιλέγονται κατά προτίμηση οι ερωτήσεις που έχουν απαντηθεί λιγότερες φορές από το μαθητή, με το μεγαλύτερο δυνατό βαθμό δυσκολίας, δηλαδή ίσο με το επίπεδο του μαθητή. Όπως αναφέρθηκε, επιλέγονται τόσο οι ερωτήσεις του δασκάλου του μαθητή, όσο και οι γενικές, που μπορεί να είναι οι προκαθορισμένες του συστήματος ή ερωτήσεις που έχουν εισαχθεί από εκπαιδευτικούς με επιλογή να είναι προσβάσιμες από όλους τους χρήστες.
6. Εάν ο συνολικός αριθμός των ερωτήσεων είναι μικρότερος από τον επιθυμητό, τότε ο αριθμός συμπληρώνεται με τυχαίες ερωτήσεις, οι οποίες ανήκουν κατά προτίμηση σε κάποια ειδική κατηγορία της ύλης.

Ο γεννιότερος συμβουλόνας για το μαθητή ολοκληρώνεται με την παραγωγή **προτροπών** για επανάληψη, ανάλογα με τα λάθη σε επίπεδο γνώσης ή συμπεριφοράς του μαθητή. Οι προτροπές αυτές, παρουσιάζονται σε δύο σημεία:

- Στο τέλος κάθε τεστ, όπου αφορούν στα αποτελέσματα του συγκεκριμένου τεστ.
- Στο προφίλ του μαθητή, όπου παρέχονται συμβουλές βάσει της συνολικής πορείας του μαθητή.

Ακολούθως, ένα σημείο που θα πρέπει να αναλυθεί είναι η Γνώση Πεδίου και η εμπειρογνωμοσύνη που ενσωματώθηκε στο σύστημα. Η Γνώση Πεδίου διαχωρίστηκε σε δύο μέρη: αυτό της ύλης προς μελέτη, και των ερωτήσεων προς επίλυση. Η ύλη προς μελέτη, στην παρούσα φάση περιορίζεται στη σχολική ύλη, ωστόσο δίνεται από το σύστημα η δυνατότητα εισαγωγής επιπλέον ύλης από τους εκπαιδευτικούς, με σκοπό να προκύψει επιπλέον γνώση μέσω της εμπειρίας τους. Οι ερωτήσεις, από την άλλη πλευρά, έχουν προέλθει από την εμπειρία δύο εμπειρογνομόνων, οι οποίοι ανέλαβαν να συντάξουν ένα μέρος αυτών και να εντοπίσουν τις ειδικές κατηγορίες λαθών των μαθητών. Επιπλέον, ένα μεγάλο μέρος των ερωτήσεων προέρχεται από τροποποιημένες ερωτήσεις εξωσχολικών βιβλίων που αναφέρονται σε ξεχωριστό παράρτημα. Η τροποποίηση ήταν απαραίτητη, εφόσον οι ερωτήσεις των βιβλίων αυτών συνήθως δεν ήταν σε μορφή πολλαπλής επιλογής ή συμπλήρωσης κενού, οπότε δεν υποστηρίζονταν από το σύστημα.

Ένα ακόμα σημαντικό σημείο της εφαρμογής, είναι αυτό της έξυπνης διόρθωσης των απαντήσεων του μαθητή. Έχει ήδη αναφερθεί ότι υπολογίζεται ο χρόνος που απαιτείται για την απάντηση ενός μαθητή και, εάν εντοπιστεί καθυστέρηση, ο μαθητής δέχεται μια μικρή μείωση του βαθμού του στη συγκεκριμένη ερώτηση. Εκτός από αυτόν τον έλεγχο όμως, έχει προστεθεί και μια σειρά από ελέγχους για μικρότερης βαρύτητας σφάλματα στις ερωτήσεις συμπλήρωσης, που είναι οι ακόλουθοι:

- Το σύστημα μπορεί να παρακάμψει σφάλματα αναντιστοιχίας πεζών-κεφαλαίων γραμμάτων στο κείμενο. Συγκεκριμένα, επειδή οι περισσότερες ερωτήσεις δεν αφορούν σε συμπλήρωση προτάσεων, αλλά σε συμπλήρωση λέξεων ή γραμμάτων, το σύστημα απλά αγνοεί τα συγκεκριμένα λάθη, συγκρίνοντας τη σωστή απάντηση με αυτή του μαθητή σε πεζά γράμματα.
- Εντοπίζονται λάθη τονισμού. Προφανώς, ένας λάθος τόνος δεν έχει την ίδια βαρύτητα όσο μια λάθος κατάληξη σε ένα ρήμα και δεν υπάρχει λόγος να προταθεί στο μαθητή η επανάληψη σε κάποια ενότητα. Παρόλα αυτά, αποτελεί λάθος απροσεξίας, οπότε θα πρέπει να υπάρχει μια μικρή ποινή (10%), καθώς και μια συμβουλή από το σύστημα για περισσότερη προσοχή.
- Εντοπίζονται λάθη αναγραμματισμών. Αντίστοιχα με τα λάθη τονισμού, τα λάθη αναγραμματισμού δεν αποτελούν λάθη γνώσης, οπότε δεν θα πρέπει να προτείνεται επανάληψη, αλλά η περισσότερη προσοχή από μέρους του μαθητή. Η ποινή που υιοθετείται σε αυτή την περίπτωση είναι μεγαλύτερη από τα σφάλματα τονισμού, καθώς ως σφάλμα είναι περισσότερο ευδιάκριτο από του τονισμού και ο μαθητής οφείλει να ελέγχει τα κείμενα που γράφει. Ασφαλώς, η ποινή είναι μικρότερη από ένα λάθος λόγω έλλειψης γνώσης.



Όπως αναφέρθηκε, για τις ερωτήσεις χρησιμοποιούνται και οι ειδικές κατηγορίες. Οι ειδικές κατηγορίες αφορούν σε περιπτώσεις συχνών λαθών από τους μαθητές που δεν καλύπτονται ξεκάθαρα από κάποια ενότητα της ύλης, και έχουν εντοπιστεί επίσης με τη βοήθεια των δυο εμπειρογνομόνων που συνεργάστηκαν για την παρούσα εφαρμογή. Συνολικά, χρησιμοποιούνται οι κατηγορίες:

- Ό,τι/ότι: Αδυναμία διάκρισης μεταξύ της αναφορικής αντωνυμίας ‘ό,τι’ και του συνδέσμου ‘ότι’.
- Ποιο/ποιο: Αδυναμία διάκρισης μεταξύ της ερωτηματικής αντωνυμίας ‘ποιο’ και του επιρρήματος ‘ποιο’.
- Γίνετε/γίνεται: Πρόβλημα στη διάκριση μεταξύ ρημάτων δευτέρου πληθυντικού στην ενεργητική φωνή και ρημάτων παθητικής φωνής σε τρίτο ενικό πρόσωπο.
- Επανάλαβε/επανάλαβε: Λάθη στην προστακτική Αορίστου β’ προσώπου, όπου χρησιμοποιείται εσφαλμένα το τρίτο πρόσωπο της οριστικής.
- Υπερβάλλει/υπερβάλει.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως υποστηρίζεται ακόμα ένας **κρυφός γεννήτορας συμβουλών**. Προορίζεται για τους Εκπαιδευτικούς και πρόκειται για τη δυνατότητα τροποποίησης ασκήσεων, όπου εκτός από τις ίδιες τις ασκήσεις, δίνεται η πληροφορία για τον αριθμό που έχει επιλεγεί σε τεστ μια ερώτηση, καθώς και για το συνολικό της βαθμό από όλους τους μαθητές που την έχουν απαντήσει. Με αυτόν τον τρόπο, ο εκπαιδευτικός μπορεί να συμπεράνει εάν έχει θέσει το σωστό βαθμό δυσκολίας για μια ερώτηση και, εάν θεωρήσει ότι έχει κάνει λάθος, να προβεί στις απαραίτητες διορθώσεις.

## 5.2.2. Ανάλυση και Σχεδιασμός

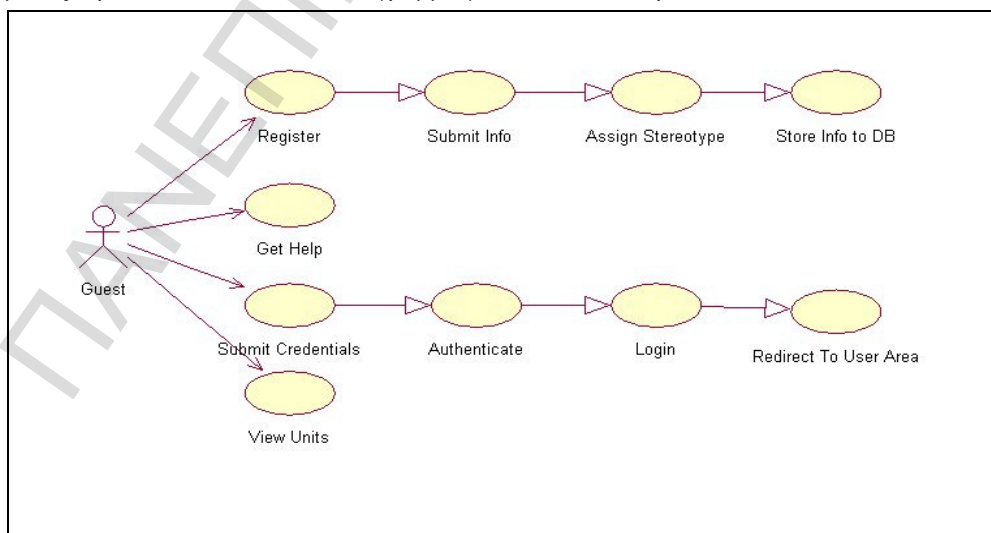
Στο παρόν κεφάλαιο, καθώς και στο επόμενο του (Κατασκευή) αναμένεται να ολοκληρωθεί η μοντελοποίηση του συστήματος και να προκύψουν οι τελικές μορφές των UML διαγραμμάτων.

### Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης (3<sup>ο</sup> επίπεδο)

Το διάγραμμα Περιπτώσεων-Χρήσης του τρίτου επιπέδου προκύπτει από το αντίστοιχο του δευτέρου επιπέδου με ορισμένες προσθήκες. Αναφορικά με τον Επισκέπτη, θα πρέπει να σημειωθούν οι εξής προσθήκες:

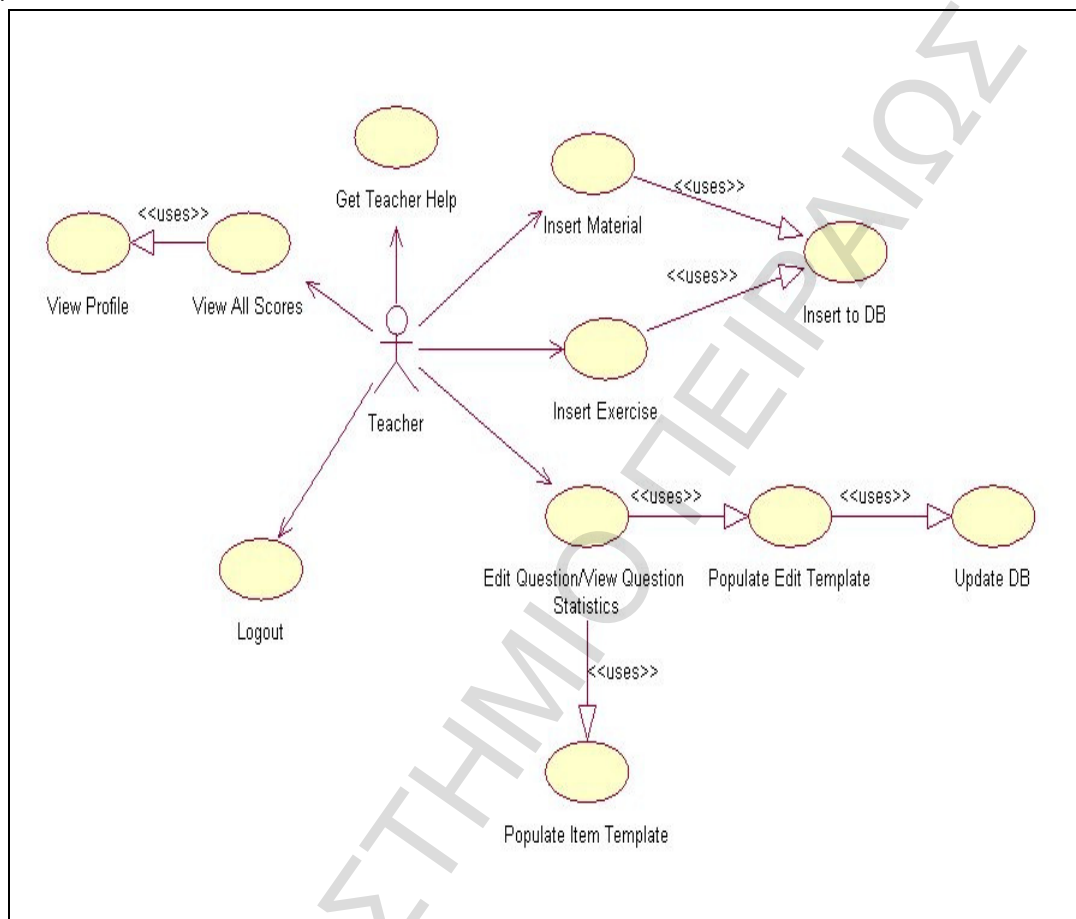
- Η δημιουργία λογαριασμού προϋποθέτει την υποβολή της φόρμας εγγραφής την ανάθεση ενός στερεοτύπου και την καταχώριση των στοιχείων στη Βάση Δεδομένων.
- Η σύνδεση στο σύστημα προϋποθέτει τη συμπλήρωση των στοιχείων του χρήστη, την ταυτοποίηση του χρήστη από το σύστημα, και τελικά την είσοδό του στο σύστημα, με ανακατεύθυνση.

Επομένως, προκύπτει το ακόλουθο διάγραμμα για τον Επισκέπτη:



Εικόνα 33: Διάγραμμα Περιπτώσεων-Χρήσης Επιπέδου 3α

Συνεχίζοντας, για την περίπτωση του Εκπαιδευτικού οι ενέργειες της εισαγωγής υλικού ή ασκήσεων, προϋποθέτουν την εισαγωγή στη ΒΔ, ενώ η τροποποίηση, λόγω του τρόπου υλοποίησής της με Gridview (.Net Control), βασίζεται στον υπολογισμό δύο templates: του Item Template, που αφορά στην κατάσταση παρουσίασης των ερωτήσεων, και του Edit Item Template που αφορά στην κατάσταση τροποποίησης. Τέλος, η κατάσταση τροποποίησης προϋποθέτει και την ανανέωση των εγγραφών στη ΒΔ. Συνεπώς, το τελικό διάγραμμα Περιπτώσεων-Χρήσης που προκύπτει για τον Εκπαιδευτικό, είναι το παρακάτω:



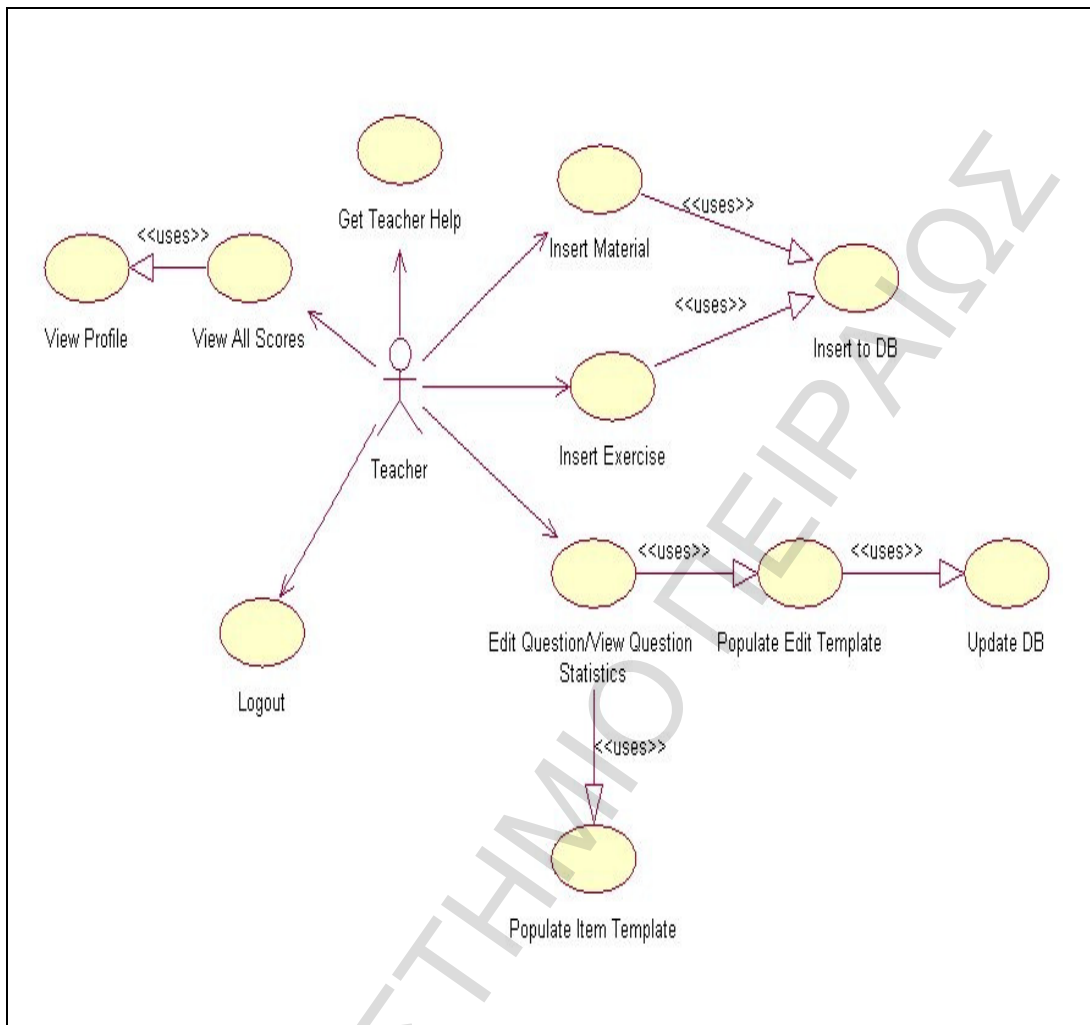
**Εικόνα 34: Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης Δασκάλου (Επίπεδο 3β)**

Οι περιπτώσεις χρήσης του Μαθητή, θα πρέπει επίσης να τροποποιηθούν κατά τα ακόλουθα:

- Η επίλυση τεστ προϋποθέτει την προαναφερθείσα «έξυπνη» δημιουργία του συνόλου ερωτήσεων, ανάλογα με τις αδυναμίες του μαθητή ανά ενότητα. Επιπλέον, απαιτείται η δυνατότητα επανυπολογισμού του επιπέδου του μαθητή, ανάλογα με τις επιδόσεις του στο τεστ, ενώ τόσο τα αποτελέσματα του τεστ, όσο και ο επανυπολογισμός του επιπέδου προϋποθέτουν την εγγραφή στη ΒΔ.
- Με τον ίδιο τρόπο, λειτουργεί και η πρόσβαση στην ύλη για το Μαθητή, καθώς προϋποτίθεται η ανάκτηση της ύλης ανάλογα με το επίπεδό του, γεγονός που απαιτεί αλληλεπίδραση με τη ΒΔ.
- Η επισκόπηση του προφίλ προϋποθέτει τον υπολογισμό των στοιχείων και των παρατηρήσεων για έναν δεδομένο Μαθητή, ενώ και σε αυτή την περίπτωση, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ανάκτηση δεδομένων από τη ΒΔ.



Παρακάτω, δίνεται το τελικό διάγραμμα Περιπτώσεων-Χρήσης για το Μαθητή:



Εικόνα 35: Τελικό διάγραμμα Περιπτώσεων-Χρήσης Μαθητή (Επίπεδο 3γ)

### Διαγράμματα Τάξεων (3<sup>ο</sup> επίπεδο)

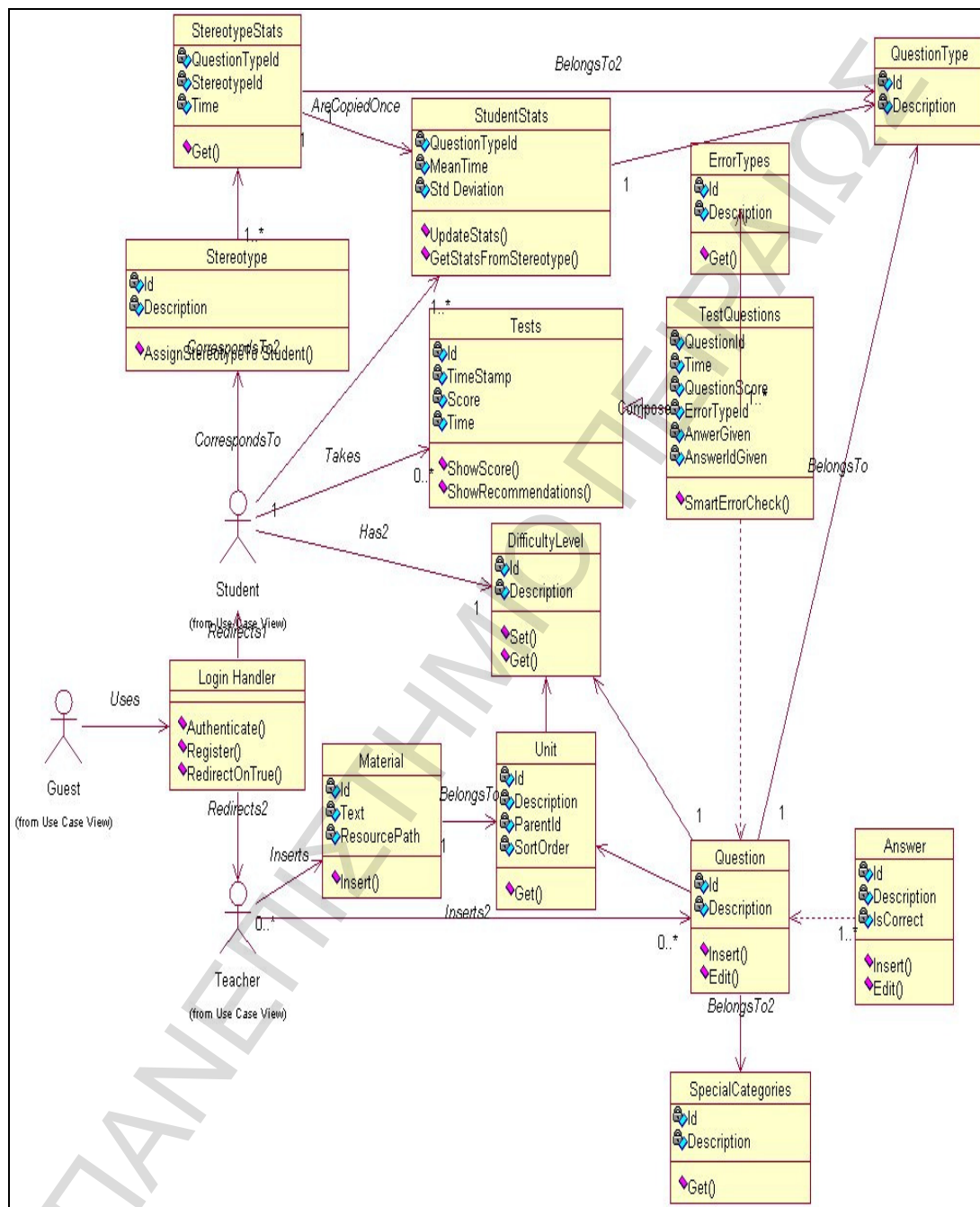
Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, τα διαγράμματα τάξεων θα προκύψουν από αυτά του 2<sup>ου</sup> επιπέδου με τη διαφορά πως σε αυτήν την περίπτωση θα αναλυθούν πλήρως οι κλάσεις ως προς τα χαρακτηριστικά και τις μεθόδους που υποστηρίζουν. Επιπλέον, προστίθεται μια κλάση που αφορά στη δημιουργία λογαριασμού από τους χρήστες.

Ενδεικτικά, τα κυριότερα από τα χαρακτηριστικά και τις μεθόδους που θα προστεθούν στο διάγραμμα είναι τα ακόλουθα:

- **Tests:** Θα προστεθούν τα χαρακτηριστικά του βαθμού, του συνολικού χρόνου και της χρονοσφραγίδας (timestamp) που δημιουργείται κατά την επίλυση του τεστ. Από τις μεθόδους, θα πρέπει να προστεθεί η `InsertToDb()` δηλαδή η εισαγωγή των αποτελεσμάτων στη ΒΔ, η `ShowRecommendationsPerTest()` δηλαδή η προβολή συμβουλών προς το μαθητή ανάλογα με την πορεία του στο τεστ, καθώς και η `GenerateTest()` που, όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 2.1.1, αφορά στην έξυπνη δημιουργία του τεστ, ανάλογα με τις δυνατότητες του μαθητή.
- **TestQuestions:** Όπως και παραπάνω, θα πρέπει να προστεθεί η χρονοσφραγίδα, καθώς και ο χρόνος και ο βαθμός ανά ερώτηση. Όσον αφορά στις μεθόδους, θα πρέπει να προστεθεί η έξυπνη διόρθωση των ερωτήσεων που αναφέρθηκε στην ενότητα 2.1.1, καθώς και η εξαγωγή συμβουλών για το μαθητή από το σύνολο όλων των ερωτήσεων που έχει απαντήσει σε όλα τα τεστ.

- **StereotypeStats** και **StudentStats**: Περιέχονται μόνο τα χαρακτηριστικά του μέσου χρόνου απάντησης ανά τύπο ερώτησης, καθώς και της αντίστοιχης τυπικής απόκλισης.
- **LoginHandler**: Σε αυτό το σημείο χρησιμοποιούνται κυρίως μέθοδοι, που αφορούν στην ταυτοποίηση του χρήστη και στην ανακατεύθυνσή του στο σύστημα.

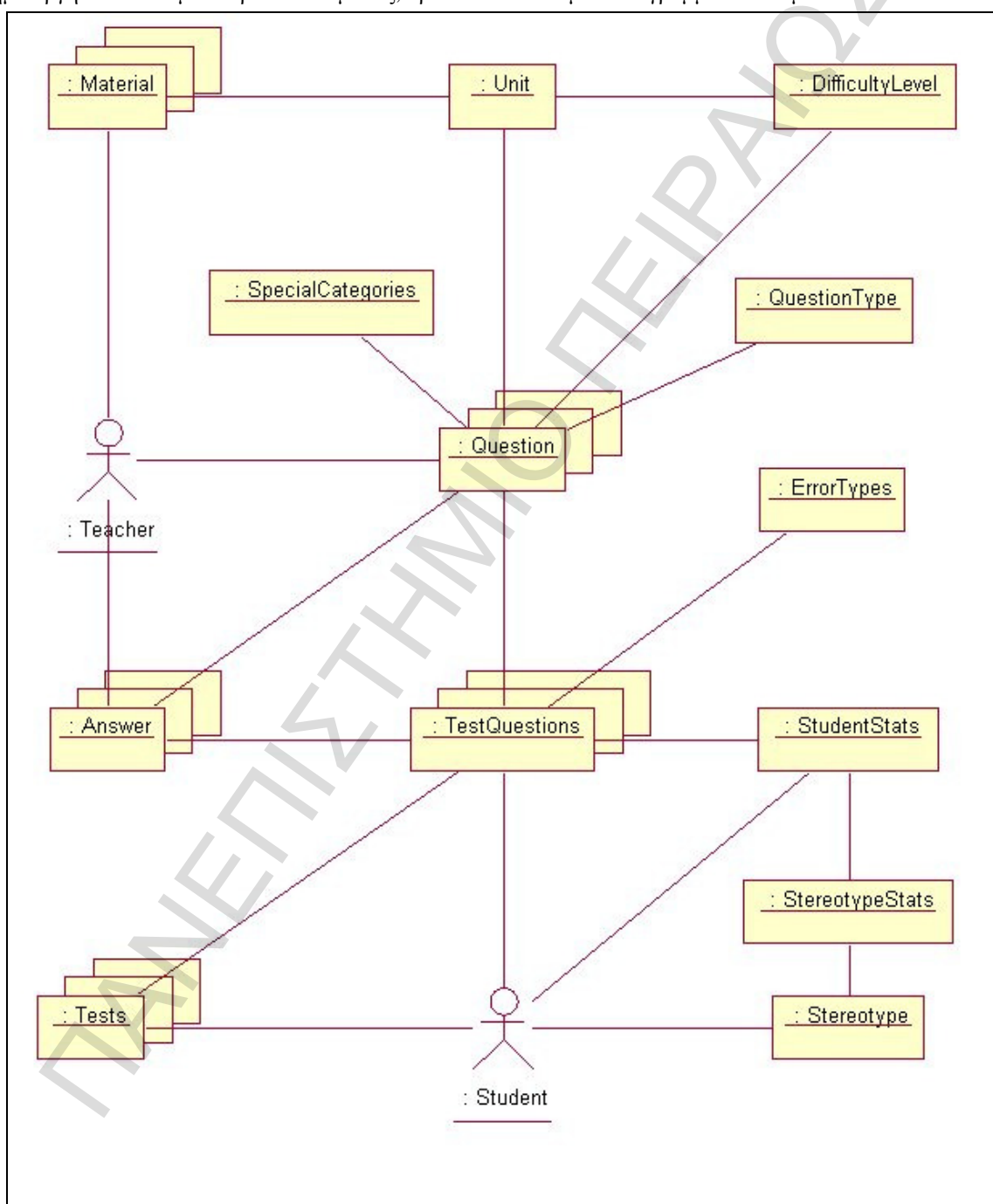
Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν, το τελικό διάγραμμα τάξεων είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 36: Τελικό διάγραμμα Τάξεων

### Διαγράμματα Αντικειμένων

Τα διαγράμματα αντικειμένων χρησιμοποιούνται για την πλήρη ή τη μερική αναπαράσταση της δομής ενός στιγμιότυπου του συστήματος, δηλαδή του συστήματος σε μια δεδομένη χρονική στιγμή της λειτουργίας του. Στην παρούσα προσέγγιση μοντελοποίησης, τα διαγράμματα αντικειμένων προέρχονται άμεσα από τα διαγράμματα τάξεων, με την εξαίρεση της κλάσης LoginHandler, η οποία στο σύστημα είναι static, και άρα κατανέμεται μνήμη για αυτήν και χρησιμοποιείται χωρίς να δημιουργηθεί αντικείμενο πρώτα. Επομένως, προκύπτει το επόμενο διάγραμμα αντικειμένων:



Εικόνα 37: Τελικό διάγραμμα αντικειμένων

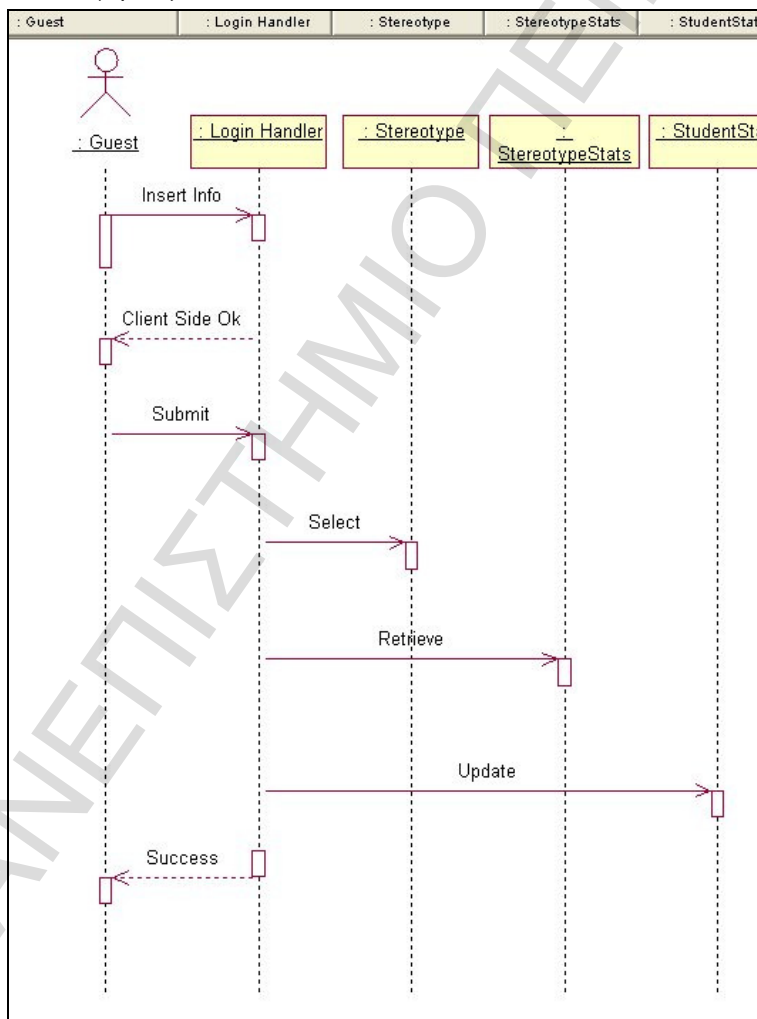
## Διαγράμματα Σειράς

Τα διαγράμματα Σειράς συγκαταλέγονται στα διαγράμματα Αλληλεπίδρασης (Interaction Diagrams) και απεικονίζουν τη σειρά των μηνυμάτων που ανταλλάσσουν μεταξύ τους τα αντικείμενα. Με αυτόν τον τρόπο, τεκμηριώνονται οι περιπτώσεις χρήσης, ενώ παράλληλα παρουσιάζεται η αλληλεπίδραση μεταξύ των αντικειμένων.

Σε αυτή την ενότητα θα μοντελοποιηθούν οι ενέργειες της δημιουργίας λογαριασμού για το μαθητή (εφόσον απαιτείται η ανάκτηση του σωστού στερεοτύπου και ο υπολογισμός του αρχικού μοντέλου του μαθητή), της σύνδεσης ενός χρήστη στο σύστημα, της εισαγωγής ερώτησης από τον εκπαιδευτικό και της διαδικασίας επίλυσης τεστ από τον μαθητή.

### Δημιουργία λογαριασμού από μαθητή:

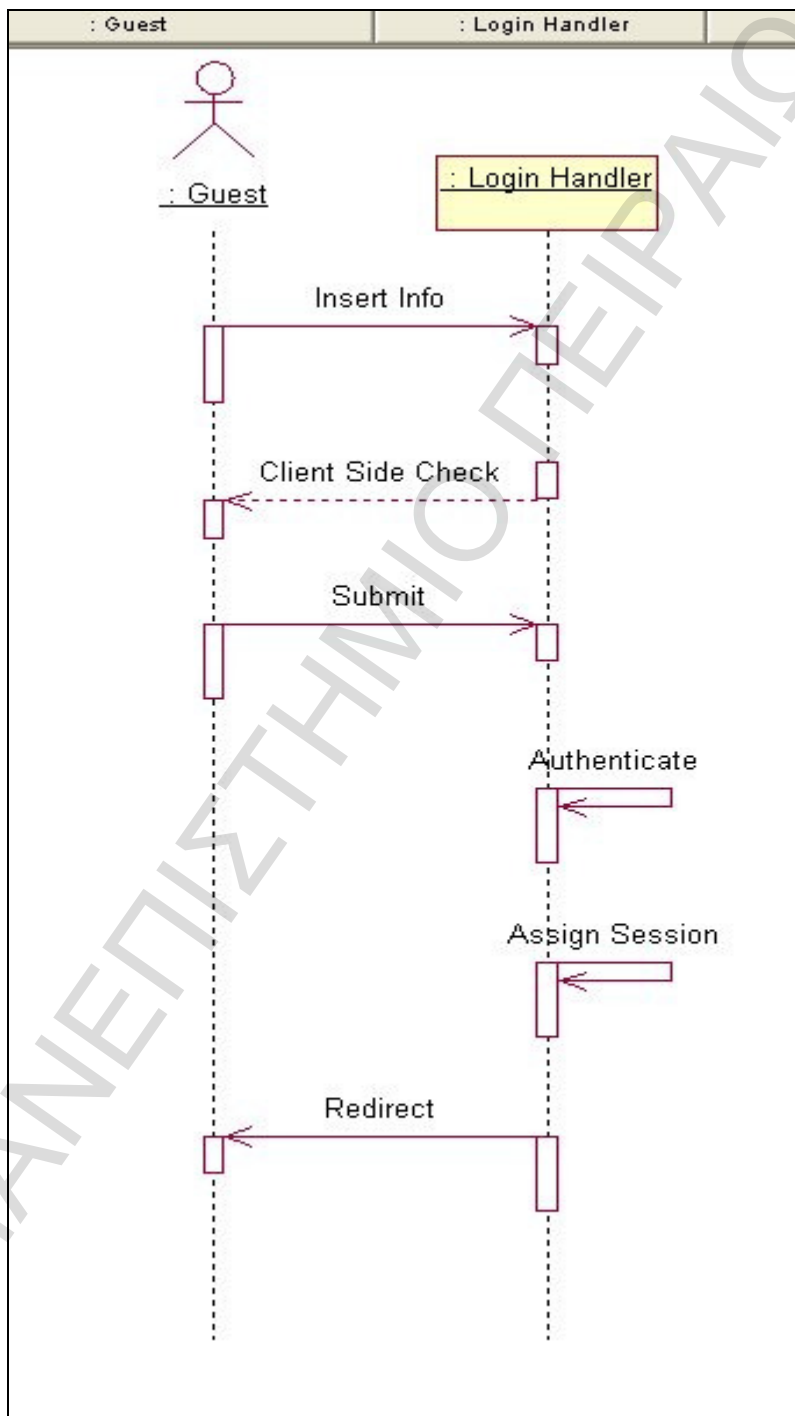
Η δημιουργία λογαριασμού του μαθητή ξεκινά με την εισαγωγή των στοιχείων του μαθητή. Εφόσον ελεγχθούν με client side ελέγχους, τα στοιχεία αποστέλλονται στον εξυπηρετητή. Εκεί, υπολογίζεται το στερεότυπο του μαθητή και, βάσει αυτού, ανακτώνται τα στατιστικά στοιχεία του μοντέλου του. Τα στοιχεία αυτά εισάγονται στα στατιστικά στοιχεία του μαθητή. Ο μαθητής ενημερώνεται για την επιτυχή δημιουργία του λογαριασμού του.



Εικόνα 38: Διάγραμμα Σειράς δημιουργίας λογαριασμού από μαθητή

**Σύνδεση στο σύστημα:**

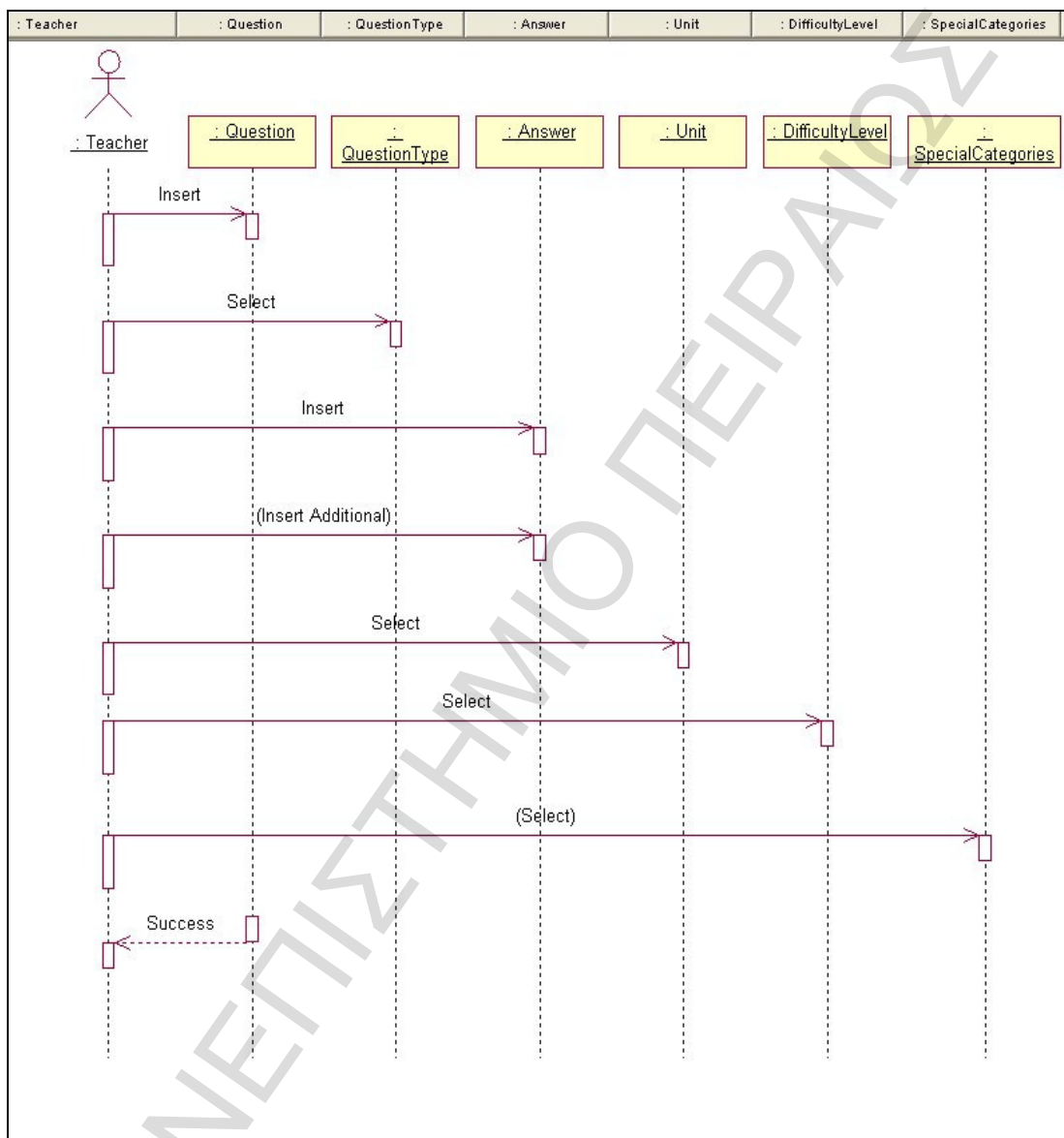
Η σύνδεση στο σύστημα απαιτεί την εισαγωγή των στοιχείων του χρήστη (guest) και τον έλεγχο των στοιχείων του αρχικά στην πλευρά του πελάτη (client side check) για την αποφυγή περιττού φόρτου στον εξυπηρετητή. Στη συνέχεια αποστέλλονται τα στοιχεία του χρήστη στον εξυπηρετητή για επιβεβαίωση (authentication) και, εάν είναι σωστά, αποδίδεται στον χρήστη ένα session, κατάλληλο για την κατηγορία του (μαθητής ή εκπαιδευτικός). Τέλος, ο χρήστης ανακατευθύνεται στο σύστημα, στις υπηρεσίες που αντιστοιχούν στην κατηγορία του.



Εικόνα 39: Διάγραμμα Σειράς για τη σύνδεση στο σύστημα

**Εισαγωγή ερώτησης από εκπαιδευτικό:**

Η εισαγωγή ερώτησης προϋποθέτει την εισαγωγή του κειμένου αυτής, την επιλογή του τύπου ερώτησης, την εισαγωγή της σωστής απάντησης και, ανάλογα με τον τύπο, την εισαγωγή επιπλέον εναλλακτικών απαντήσεων, καθώς και την επιλογή ενότητας, βαθμού δυσκολίας και ειδικής κατηγορίας λαθών.



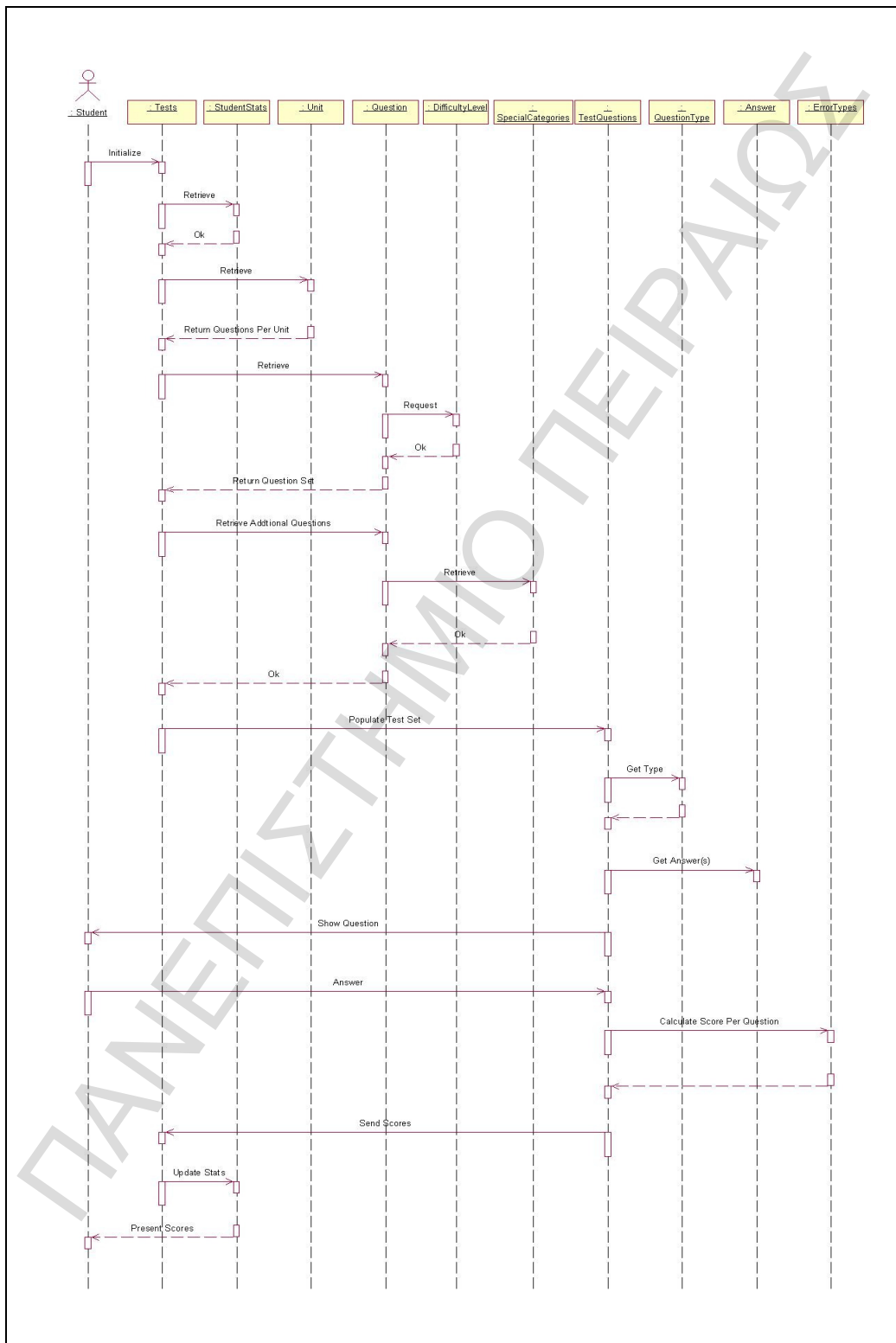
**Εικόνα 40: Διάγραμμα Σειράς για την εισαγωγή ερώτησης από εκπαιδευτικό**

**Επίλυση Τεστ από μαθητή:**

Πρόκειται για την πλέον σημαντική λειτουργία του συστήματος: Αρχικά ο μαθητής επιλέγει την επίλυση ενός τεστ. Εκεί, δημιουργείται το αντικείμενο του τεστ, το οποίο ανακτά τα στοιχεία του μαθητή. Μέσω αυτών υπολογίζει τον αριθμό των ερωτήσεων ανά ενότητα, και στη συνέχεια τις ανακτά, βάσει των στατιστικών και του βαθμού δυσκολίας (επιπέδου) της κάθε ερώτησης. Εάν ο αριθμός των ερωτήσεων που επιστρέφεται είναι μικρότερος από τον επιθυμητό, θα ανακτηθεί ένας συμπληρωματικός αριθμός ερωτήσεων βάσει των ειδικών κατηγοριών λαθών.

Ακολούθως, ανακτώνται οι απαντήσεις ανάλογα με τον τύπο της κάθε ερώτησης, καθώς στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής θα πρέπει να επιστραφούν πολλές απαντήσεις, οι οποίες, μάλιστα, θα προβληθούν στο μαθητή. Σε αυτό το σημείο το σετ ερωτήσεων για το τεστ έχει υπολογιστεί και οι

ερωτήσεις παρουσιάζονται ανά μία στο μαθητή για επίλυση. Ύστερα από κάθε επίλυση, υπολογίζονται τα στοιχεία της απάντησης, όπως χρόνος, βαθμός και κατηγορία λάθους (οι σωστές απαντήσεις αποτελούν επίσης μια ειδική κατηγορία λάθους). Στο τέλος του τεστ, υπολογίζεται ο τελικός βαθμός του μαθητή και ανανεώνονται τα στατιστικά του. Τα αποτελέσματα προβάλλονται σε αυτόν μαζί με όποιες παρατηρήσεις προκύψουν.



Εικόνα 41: Διάγραμμα Σειράς επίλυσης τεστ από μαθητή

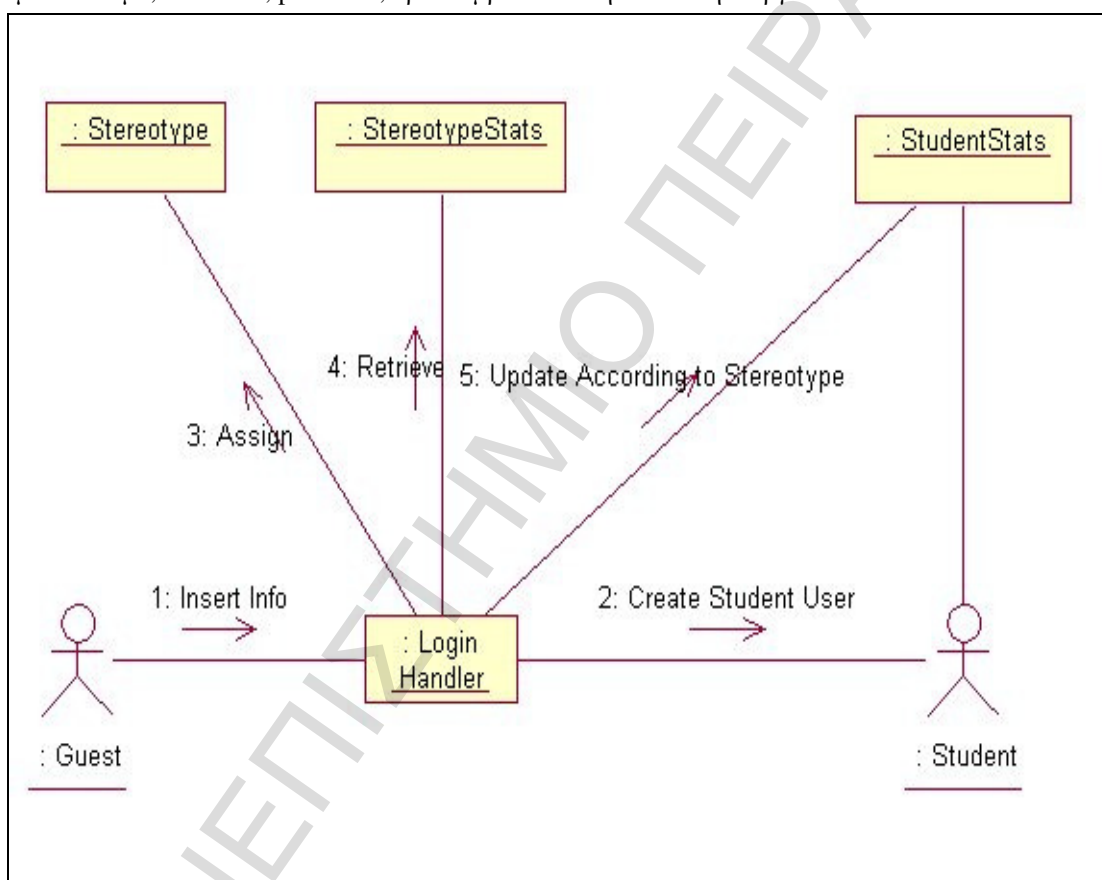


### Διαγράμματα Συνεργασίας

Τα διαγράμματα Συνεργασίας αποτελούν μια επέκταση των διαγραμμάτων αντικειμένων, με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται τόσο η απεικόνιση ενός στιγμιότυπου του συστήματος, όσο και η αλληλεπίδραση των αντικειμένων μεταξύ τους σε μια δεδομένη χρονική στιγμή. Κατ' αυτόν τον τρόπο, θα μπορούσαν να θεωρηθούν και ως επέκταση των διαγραμμάτων σειράς, με τη διαφορά πως σε αυτή την περίπτωση απεικονίζονται και τα αντικείμενα του συστήματος. Όπως και προηγουμένως, ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ενέργειες της δημιουργίας λογαριασμού, της εισαγωγής άσκησης, της επίλυσης τεστ. Επομένως, τα διαγράμματα συνεργασίας που προκύπτουν είναι τα ακόλουθα:

#### Εγγραφή μαθητή στο σύστημα:

Η δημιουργία λογαριασμού για το μαθητή έχει την ιδιαιτερότητα πως θα πρέπει να επιλεγεί το στερεότυπό του (3), να ανακτηθούν τα στατιστικά στοιχεία του στερεοτύπου (4) και να εισαχθούν στα στατιστικά του μαθητή (5). Δεδομένου ότι ο μαθητής είναι μια ειδική κατηγορία χρήστη του συστήματος, η εισαγωγή στο σύστημα προϋποθέτει την καταχώριση των βασικών στοιχείων (2) όπως ονοματεπώνυμο, username, password, πριν συμβεί οποιαδήποτε άλλη ενέργεια.

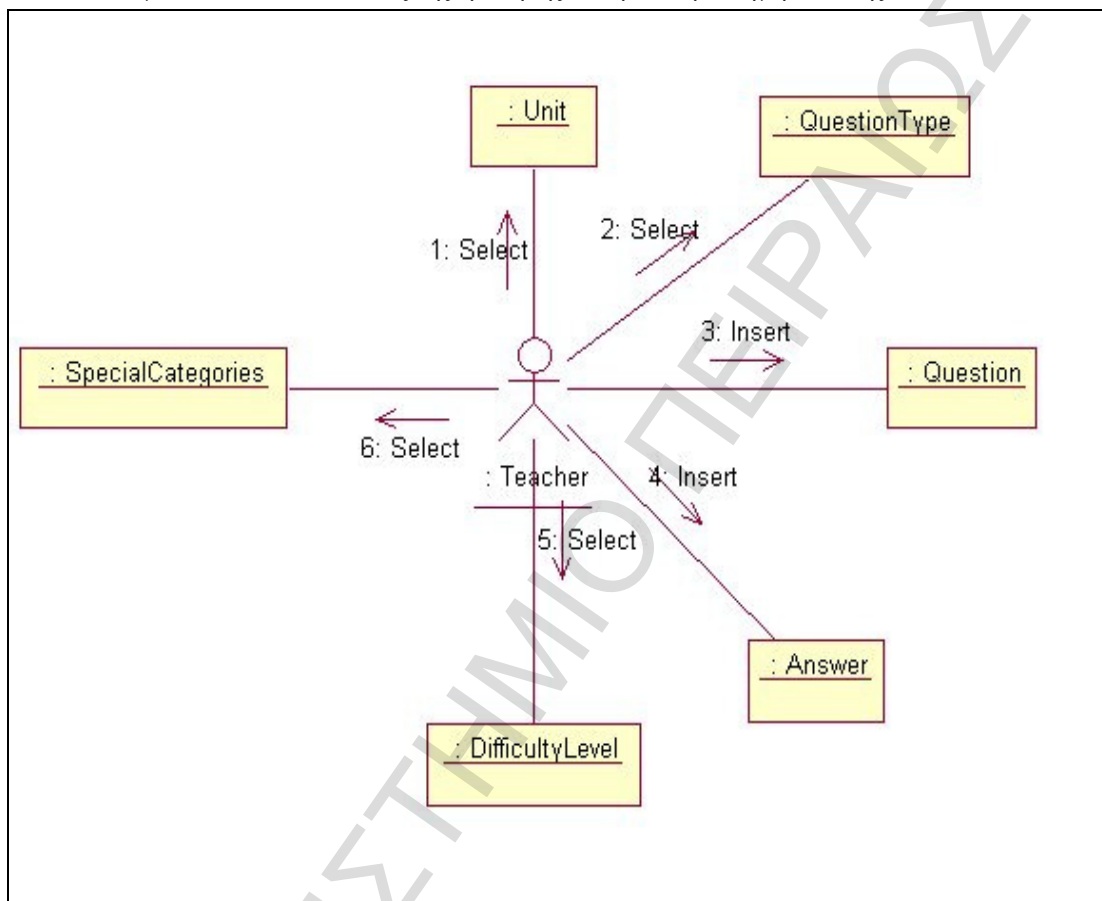


Εικόνα 42: Διάγραμμα Συνεργασίας για τη δημιουργία λογαριασμού Χρήστη



### Εισαγωγή ερώτησης:

Η εισαγωγή ερώτησης από τον εκπαιδευτικό δεν παρουσιάζει κάποια ιδιαιτερότητα. Αρχικά ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να επιλέξει ενότητα (ή κεφάλαιο) και στη συνέχεια να επιλέξει τύπο ερώτησης, βάσει του οποίου θα καθοριστούν τα πεδία στη φόρμα εισαγωγής. Έπειτα, θα πρέπει να εισαχθεί η ερώτηση με την απάντηση, ή τις απαντήσεις εάν πρόκειται για ερώτηση πολλαπλής επιλογής. Τέλος, θα πρέπει να επιλεγεί το επίπεδο δυσκολίας της ερώτησης και η ειδική κατηγορία αυτής.

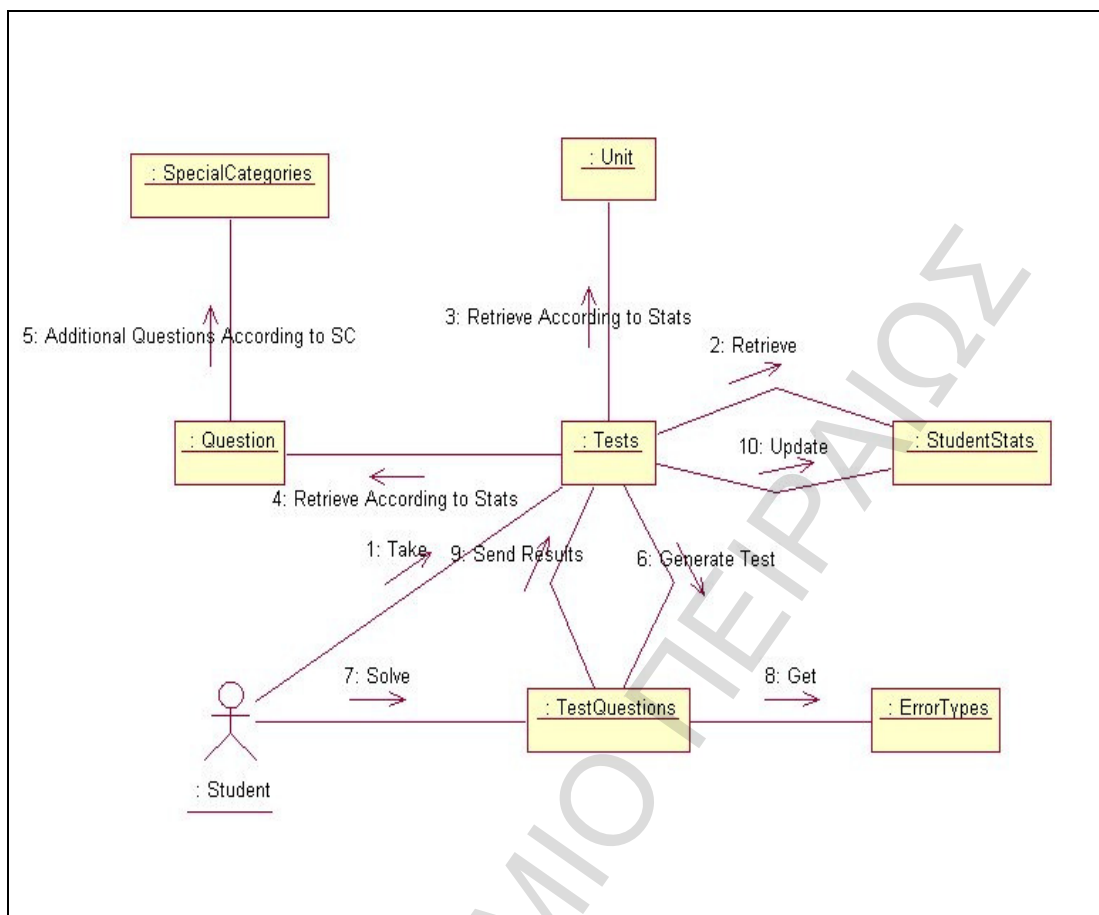


Εικόνα 43: Διάγραμμα Συνεργασίας Εισαγωγής Ερώτησης

### Επίλυση Τεστ:

Η επίλυση τεστ απαιτεί περισσότερες αλληλεπιδράσεις, δεδομένου ότι πρόκειται για το πλέον κομβικό σημείο του συστήματος. Κατ' αυτόν τον τρόπο, ο Μαθητής αρχικά επιλέγει την επίλυση ενός τεστ (1). Το αντικείμενο της κλάσης Tests (Quiz.aspx στον κώδικα) αναλαμβάνει να ελέγξει τα στατιστικά του μαθητή σε σύγκριση με τις ενότητες της ύλης (2, 3) και να παραγάγει ένα σύνολο ερωτήσεων που θα είναι προσαρμοσμένο στο μοντέλο του συγκεκριμένου μαθητή (4). Εάν οι ερωτήσεις του συνόλου είναι λιγότερες από τις ζητούμενες, τότε θα ανακτηθούν επιπλέον ερωτήσεις από τις ειδικές κατηγορίες (5). Σε κάθε περίπτωση, τα στατιστικά του μαθητή θα χρησιμοποιηθούν για την επιλογή ερωτήσεων με τη μικρότερη συχνότητα επίλυσης από το μαθητή (πρακτικά να τον μικρότερο αριθμό που έχει επιλεγεί μια ερώτηση σε τεστ για το συγκεκριμένο μαθητή).

Τελικά παράγεται το τεστ (6) και ο μαθητής λύνει τις ασκήσεις (7). Με την επίλυση κάθε ερώτησης, συλλέγεται η απάντηση και ο χρόνος και αντιστοιχίζεται ο βαθμός και ο τύπος λάθους, ή σωστής απάντησης του μαθητή, εφόσον και οι δυο περιπτώσεις καλύπτονται από το αντικείμενο της κλάσης ErrorTypes (8). Τελικά τα αποτελέσματα στέλνονται στο αντικείμενο της Tests και από εκεί ανανεώνονται τα στατιστικά του μαθητή (9, 10).



Εικόνα 44: Διάγραμμα Συνεργασίας Επίλυσης Τεστ

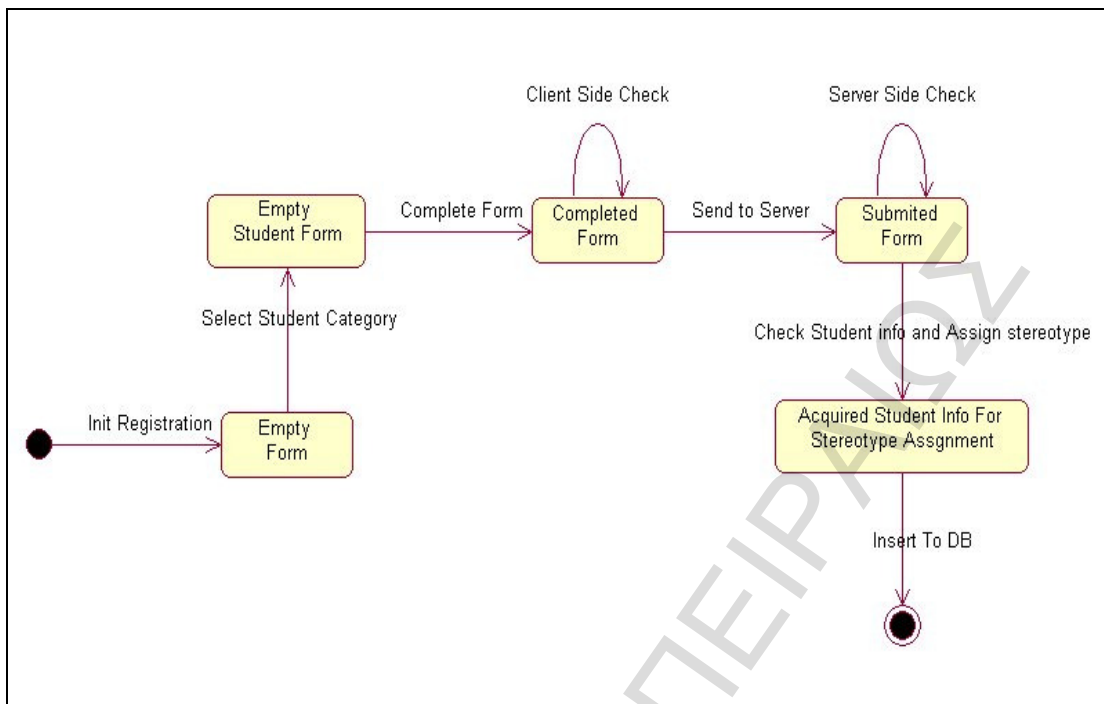
### Διαγράμματα Καταστάσεων

Τα διαγράμματα καταστάσεων χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση των καταστάσεων στις οποίες μπορούν να περιέλθουν τα αντικείμενα μιας κλάσης. Τα αντικείμενα που θα αναλυθούν σε αυτή την ενότητα είναι αυτά των κλάσεων για την Εγγραφή χρήστη (Register), για την είσοδο στο σύστημα (LoginHandler), για την εισαγωγή ερώτησης, για την τροποποίηση ερώτησης, καθώς και για τη δημιουργία και επίλυση τεστ (Tests – Quiz.aspx.cs στην εφαρμογή).

#### Εγγραφή μαθητή στο σύστημα (Register.aspx.cs):

Η δημιουργία λογαριασμού του του μαθητή ξεκινά με μία κενή φόρμα, με πεδία που μεταβάλλονται ανάλογα με την επιλογή κατηγορίας χρήστη, δεδομένου ότι είναι απαραίτητα διαφορετικά δεδομένα σε κάθε περίπτωση. Η φόρμα ελέγχεται για την εγκυρότητά της με κώδικα από την πλευρά του πελάτη (client side), αλλά και από την πλευρά του εξυπηρετητή (server side). Ο σκοπός του client side κώδικα είναι να μην επιβαρυνθεί ο εξυπηρετητής με ελέγχους λόγω ακούσιων λαθών στη συμπλήρωση, ενώ με τον ίδιο τρόπο αποφεύγεται και η άσκοπη επιβάρυνση του δικτύου. Προφανώς, οι έλεγχοι εγκυρότητας σε επίπεδο εξυπηρετητή δεν μπορούν να αφαιρεθούν επειδή πρέπει να ληφθούν υπόψη τα εσκεμμένα λάθη που αποσκοπούν στην παραβίαση της ασφάλειας του συστήματος.

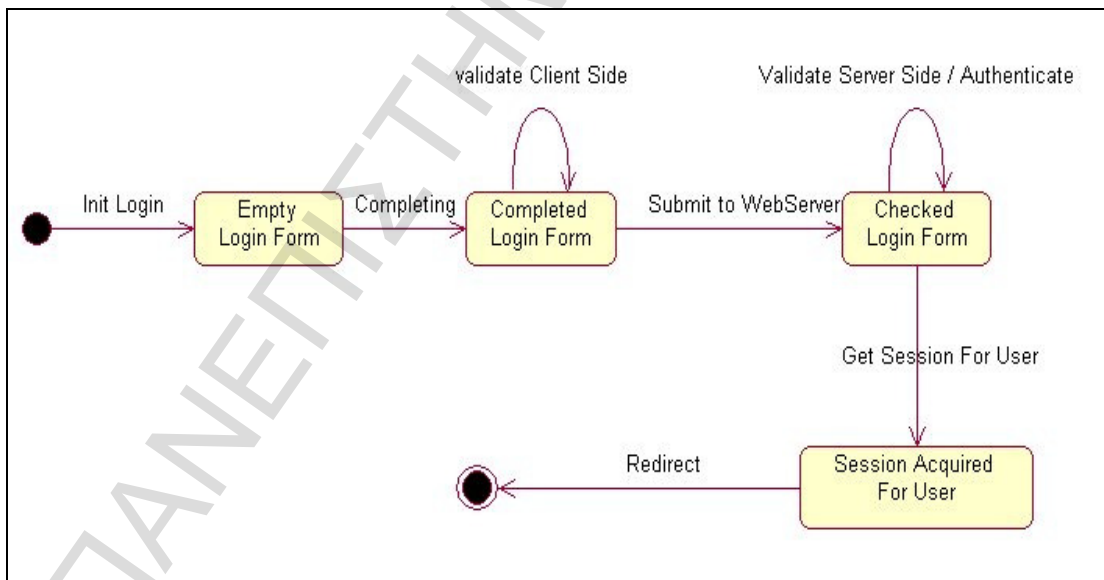
Στη συνέχεια, στην πλευρά του εξυπηρετητή πραγματοποιούνται επιπλέον έλεγχοι, που αφορούν στα δεδομένα που έχει εισαγάγει ο μαθητής. Ο σκοπός σε αυτή την περίπτωση είναι η επιλογή του στερεοτύπου του μαθητή. Εφόσον συμβεί αυτό, τα στοιχεία αποστέλλονται και εισάγονται στη βάση δεδομένων.



Εικόνα 45: Διάγραμμα καταστάσεων για τη δημιουργία λογαριασμού του Μαθητή

**Είσοδος στο σύστημα (LoginHandler – Site.Master):**

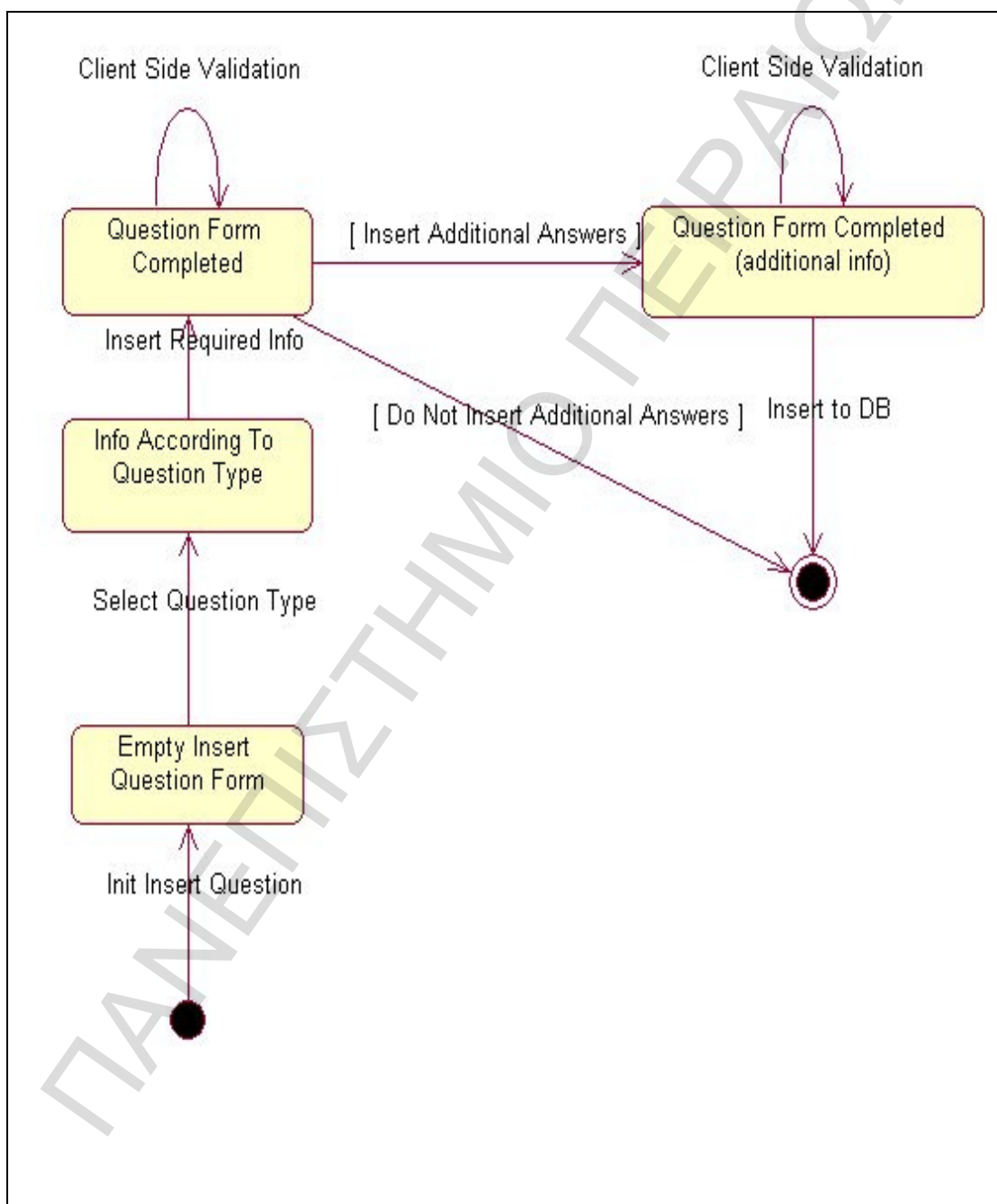
Αντίστοιχα με τη δημιουργία λογαριασμού, η είσοδος χρήστη προϋποθέτει τον έλεγχο εγκυρότητας με client side κώδικα, αλλά και με server side κώδικα. Στη συνέχεια πραγματοποιείται η ταυτοποίηση (authentication) του χρήστη και ζητείται ένα session για αυτόν. Τέλος, ο χρήστης ανακατευθύνεται στο σύστημα.



Εικόνα 46: Διάγραμμα καταστάσεων για την είσοδο χρήστη στο σύστημα

**Εισαγωγή ερώτησης απο εκπαιδευτικό:**

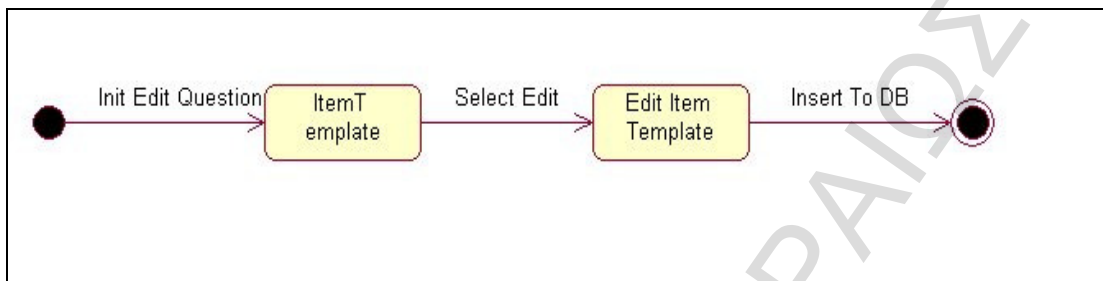
Η εισαγωγή ερώτησης απαιτεί τη συμπλήρωση της αντίστοιχης φόρμας, όπου θα πρέπει οπωσδήποτε να δηλωθεί ο τύπος ερώτησης. Ο λόγος είναι πώς, ανάλογα με τον τύπο ερώτησης, μεταβάλλονται και τα πεδία της φόρμας, εφόσον η ερώτηση συμπλήρωσης απαιτεί μόνο μία απάντηση, ενώ για την πολλαπλής επιλογής θα πρέπει να εισαχθούν τουλάχιστον δύο εναλλακτικές. Στην ερώτηση πολλαπλής επιλογής, ο εκπαιδευτικός μπορεί, εάν το θέλει, να εισαγάγει επιπλέον εναλλακτικές απαντήσεις, εκτός των δύο που είναι υποχρεωτικές.



**Εικόνα 47: Διάγραμμα καταστάσεων για την εισαγωγή ερώτησης**

**Τροποποίηση ερώτησης απο Εκπαιδευτικό (Modify.aspx)**

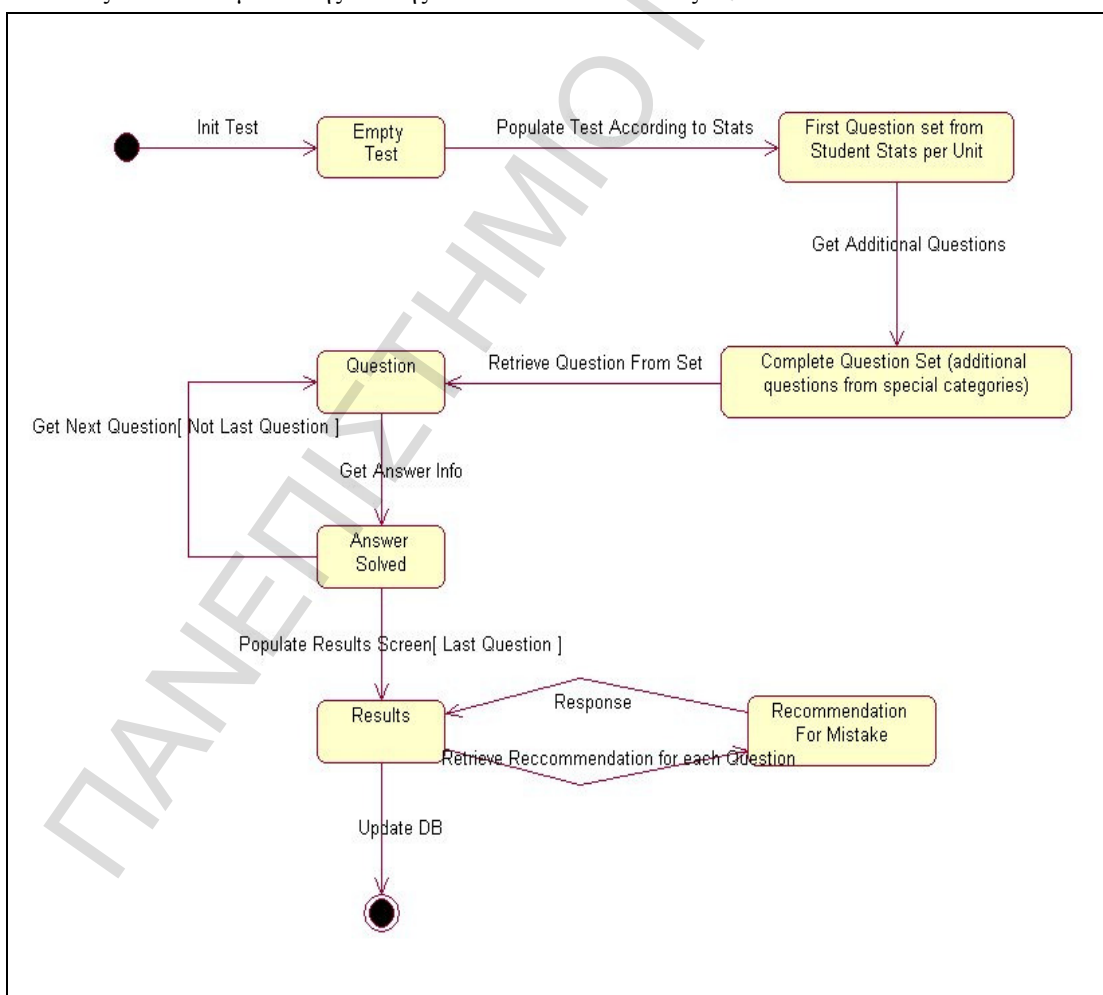
Η τροποποίηση έχει υλοποιηθεί με τη χρήση της κλάσης GridView του .NET (Web Control). Αυτό σημαίνει ότι τα αντικείμενά της, θα διαθέτουν διαφορετικές καταστάσεις ανάλογα με τη λειτουργία τροποποίησης που είναι υλοποιημένη στον κώδικα. Στην προκειμένη περίπτωση, έχουν υλοποιηθεί οι λειτουργίες της παρουσίασης, όπου η κατάσταση χαρακτηρίζεται από το ItemTemplate και προφανώς και της τροποποίησης, όπου η κατάσταση του αντικειμένου χαρακτηρίζεται από το EditItemTemplate.



**Εικόνα 48: Διάγραμμα καταστάσεων για την τροποποίηση ερωτήσεων από εκπαιδευτικό**

**Επίλυση Τεστ (Tests – Quiz.aspx.cs)**

Η διαδικασία της επίλυσης τεστ έχει περιγραφεί πλήρως στην Ενότητα 2.1.1. Βάσει της περιγραφής, οι καταστάσεις του αντικειμένου της κλάσης Tests είναι οι ακόλουθες:



**Εικόνα 49: Διάγραμμα καταστάσεων για την επίλυση τεστ**

## Διαγράμματα Δραστηριοτήτων

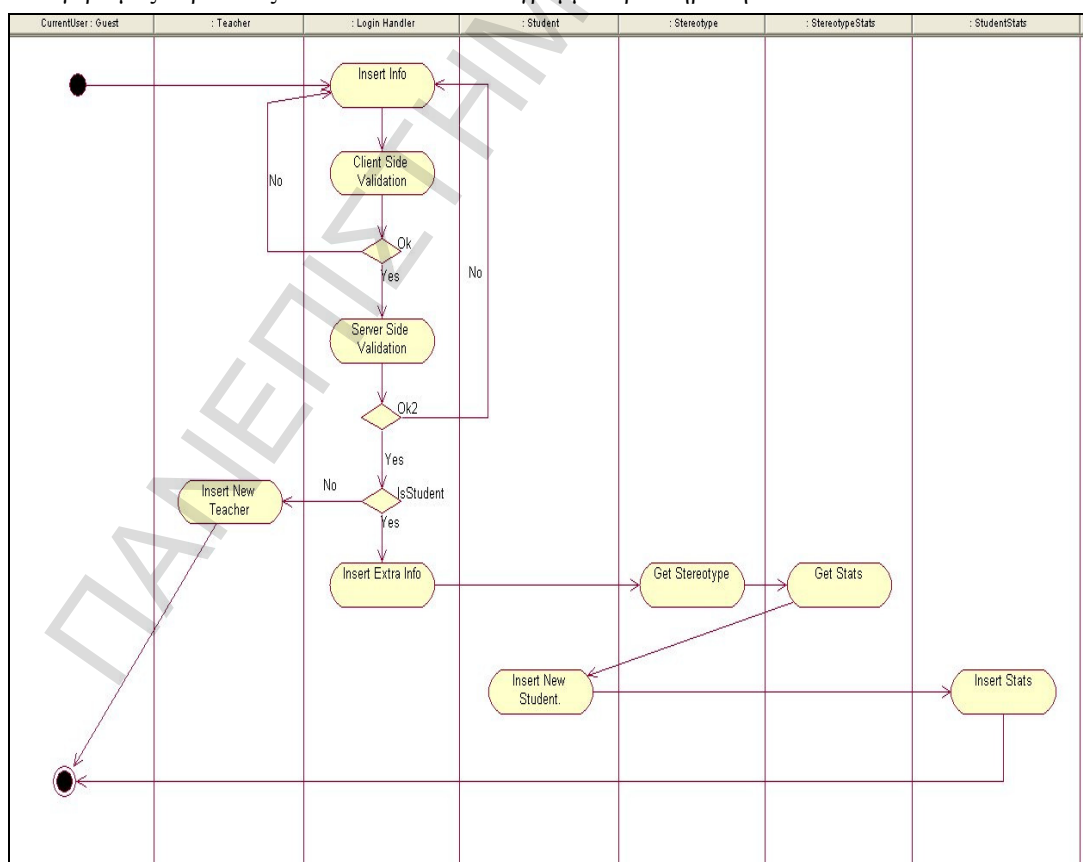
Τα διαγράμματα δραστηριοτήτων αποτελούν την αντίστροφη περίπτωση των διαγραμμάτων καταστάσεων και δίνουν τη δυνατότητα να απεικονιστούν τα διαδοχικά ή παράλληλα βήματα από τα οποία αποτελείται μια λειτουργία. Επιπλέον, η σημειογραφία των διαγραμμάτων δραστηριοτήτων επιτρέπει και την απεικόνιση των ενεργειών υπό συνθήκη, γεγονός που τα καθιστά τα πλέον απαραίτητα για την περιγραφή των αλγορίθμων των Γεννητόρων Συμβουλών στην παρούσα εφαρμογή. Οι δραστηριότητες που θα περιγραφούν σε αυτή την ενότητα είναι η δημιουργία λογαριασμού, η είσοδος χρήστη, η εισαγωγή άσκησης, η αυτοματοποιημένη δημιουργία τεστ και η επίλυση τεστ με την ταυτόχρονη εξαγωγή συμπερασμάτων για το μαθητή.

### Δημιουργία Λογαριασμού:

Η δημιουργία λογαριασμού αποτελείται από τα εξής βήματα:

1. Ο χρήστης (επισκέπτης) εισάγει τα στοιχεία του.
2. Πραγματοποιείται ένας client side έλεγχος για τη σωστή συμπλήρωση των στοιχείων του.
3. Πραγματοποιείται ένας server side έλεγχος για τη σωστή συμπλήρωση των στοιχείων του.
4. Εάν ο χρήστης είναι εκπαιδευτικός, εισάγεται ο νέος εκπαιδευτικός στη Βάση Δεδομένων και η διαδικασία ολοκληρώνεται, αλλιώς η εκτέλεση συνεχίζει στο επόμενο βήμα.
5. Εάν ο χρήστης είναι μαθητής, θα πρέπει να εισαγάγει τα επιπλέον απαιτούμενα στοιχεία.
6. Επιλέγεται το σωστό στερεότυπο για τον νέο μαθητή.
7. Ανακτώνται τα στατιστικά που αντιστοιχούν στο στερεότυπο.
8. Εισάγεται ο νέος μαθητής στη Βάση Δεδομένων.
9. Εισάγονται τα στατιστικά του στερεοτύπου στα στατιστικά του μαθητή.
10. Η διαδικασία ολοκληρώνεται.

Ο αλγόριθμος παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα Δραστηριοτήτων:



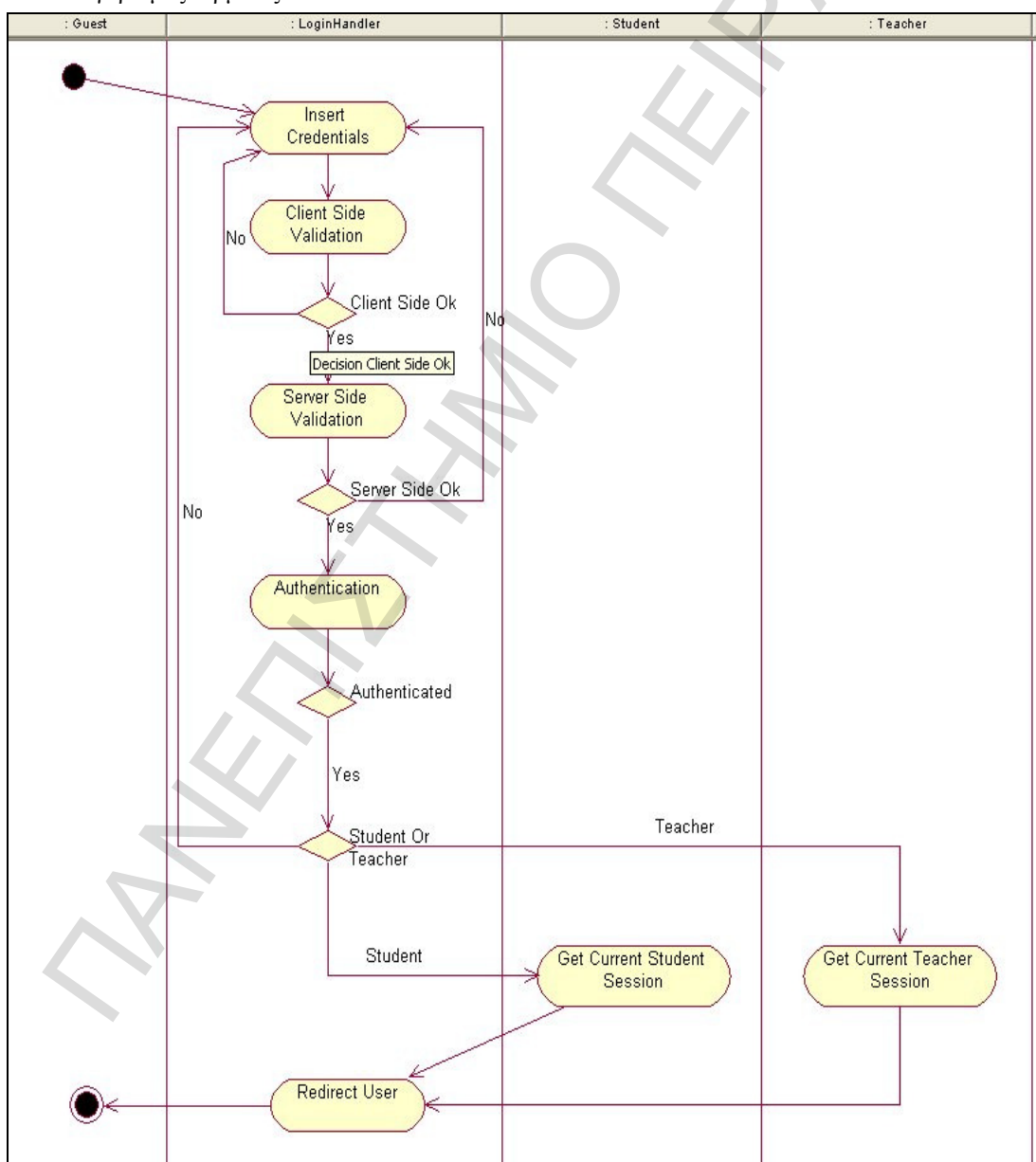
Εικόνα 50: Διαγραμμα Δραστηριοτήτων για τη δημιουργία λογαριασμού χρήστη



**Είσοδος Χρήστη:**

Ο αλγόριθμος για την ταυτοποίηση περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

1. Αρχικά ο χρήστης (επισκέπτης) εισάγει τα στοιχεία για τη σύνδεσή του.
2. Πραγματοποιείται έλεγχος στην πλευρά του πελάτη.
3. Εάν ο έλεγχος δεν αποτύχει, πραγματοποιείται έλεγχος στην πλευρά του εξυπηρετητή, αλλιώς επιστροφή στο βήμα (1).
4. Εάν ο έλεγχος στην πλευρά του εξυπηρετητή επιτύχει, ενεργοποιείται η ταυτοποίηση, αλλιώς επιστροφή στο βήμα (1).
5. Εάν η ταυτοποίηση είναι επιτυχής επιχειρείται η ανάκτηση session.
6. Εάν ο χρήστης είναι εκπαιδευτικός, ανακτάται session με τα στοιχεία εκπαιδευτικού, αλλιώς θα ανακτηθεί session με τα επιπλέον στοιχεία που χρησιμοποιούνται για το μαθητή, όπως είναι ο μέσος χρόνος απάντησης ανά τύπο ερώτησης και το επίπεδο.
7. Τελικά, ο χρήστης ανακατευθύνεται στο χώρο που αντιστοιχεί στην κατηγορία του και ο αλγόριθμος τερματίζει.

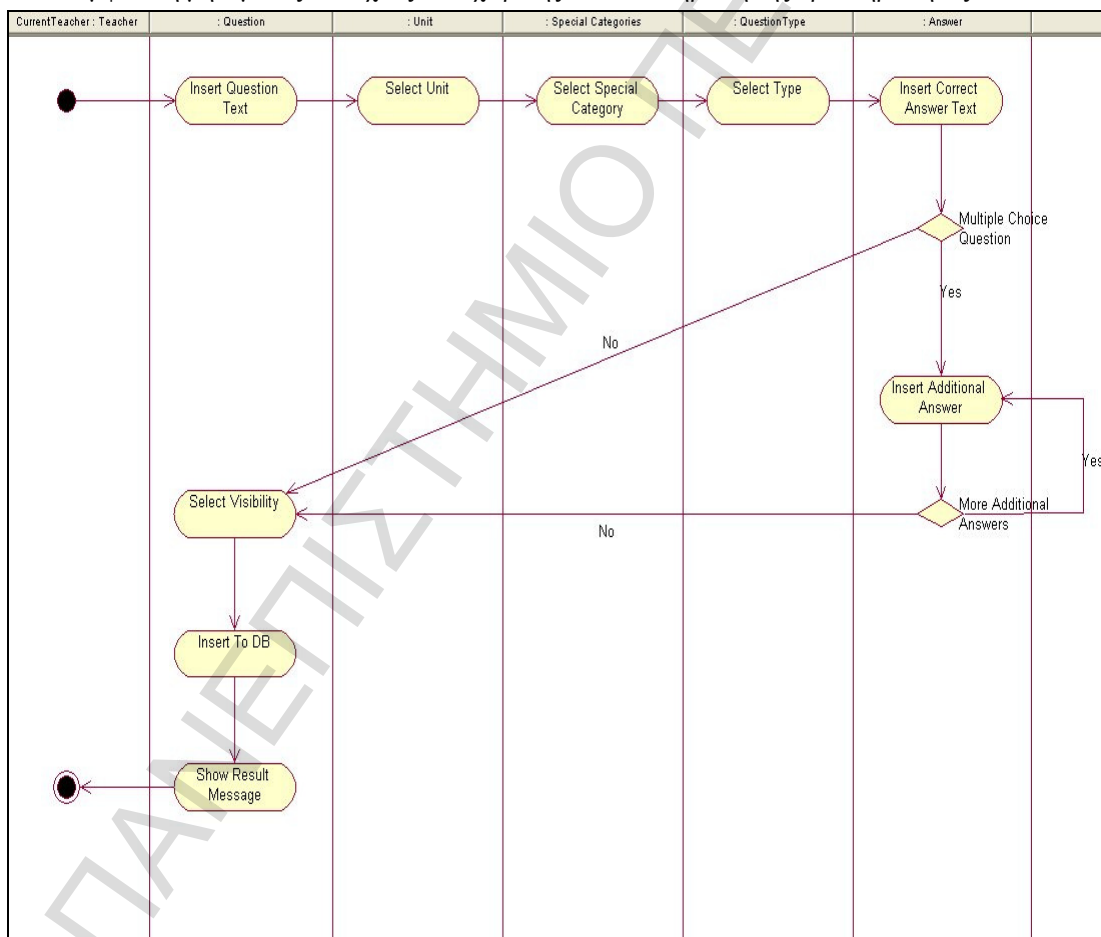


**Εικόνα 51: Διάγραμμα Δραστηριοτήτων για την ταυτοποίηση χρήστη**

**Εισαγωγή Άσκησης:**

Η εισαγωγή άσκησης αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα:

1. Εισαγωγή του κειμένου της ερώτησης.
2. Επιλογή Ενότητας ή Κεφαλαίου.
3. Επιλογή Ειδικής Κατηγορίας.
4. Επιλογή Τύπου Ερώτησης.
5. Εισαγωγή κειμένου σωστής απάντησης (επειδή οι ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής θα χρειαστούν επιπλέον απαντήσεις, ως εναλλακτικές που δεν θα είναι σωστές).
6. Εάν πρόκειται για ερώτηση πολλαπλής επιλογής, θα πρέπει να εισαχθεί υποχρεωτικά άλλη μια απάντηση ως εναλλακτική (η οποία δεν θα είναι η σωστή απάντηση). Αλλιώς μετάβαση στο βήμα (8).
7. Εάν αρκεί ο αριθμός των εναλλακτικών απαντήσεων, θα πρέπει να επιλεγεί η ορατότητα της ερώτησης, δηλαδή εάν θα είναι προσβάσιμη από όλους τους μαθητές ή μόνο από τους μαθητές του συγκεκριμένου εκπαιδευτικού. Εάν δεν αρκεί ο αριθμός εναλλακτικών, επιστροφή στο βήμα (6).
8. Εισαγωγή των στοιχείων της νέας ερώτησης στη Βάση Δεδομένων.
9. Εμφάνιση μηνύματος επιτυχούς καταχώρισης και ολοκλήρωση της δραστηριότητας.

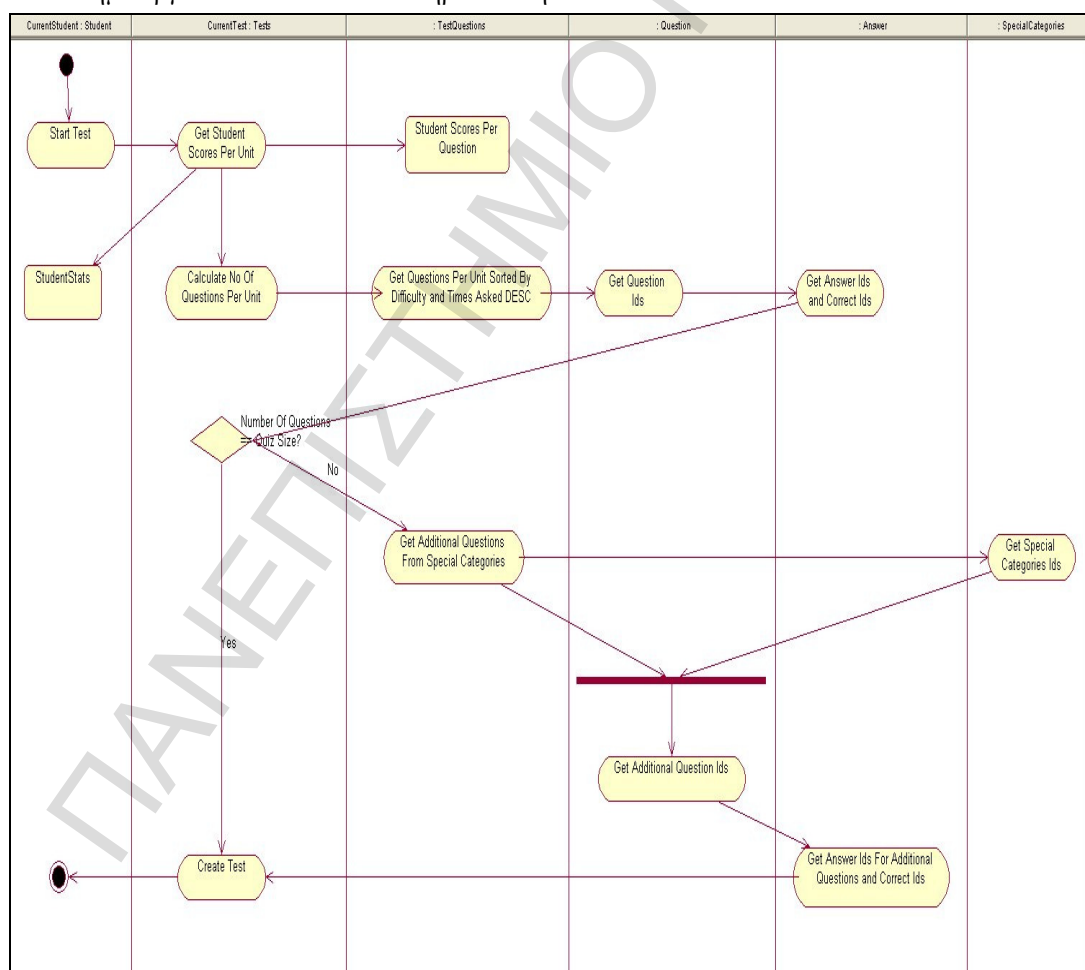


**Εικόνα 52: Διάγραμμα Δραστηριοτήτων για την εισαγωγή ερώτησης από τον εκπαιδευτικό**

### Αυτόματη Δημιουργία Τεστ:

Η δημιουργία τεστ αποτελείται από τα εξής βήματα:

1. Αρχικά ο μαθητής επιλέγει την έναρξη του τεστ.
2. Το σύστημα ανακτά τα στατιστικά του μαθητή από το τρέχον μοντέλο του, ή αλλιώς την τρέχουσα κατάσταση για το αντικείμενο της κλάσης για το συγκεκριμένο μαθητή.
3. Υπολογίζεται ο αριθμός των ερωτήσεων που θα πρέπει να ανακτηθούν ανά Κεφάλαιο της ύλης, βάσει των στατιστικών του μαθητή και των αποτελεσμάτων του ανά ερώτηση.
4. Ανακτώνται οι αύξοντες αριθμοί των ερωτήσεων από τη ΒΔ με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιλέγονται οι ερωτήσεις που έχουν απαντηθεί από το μαθητή με μικρότερη συχνότητα, ενώ θα πρέπει να έχουν προτεραιότητα οι ερωτήσεις με το μεγαλύτερο επιτρεπτό βαθμό δυσκολίας για το επίπεδο του μαθητή.
5. Ανακτώνται οι αύξοντες αριθμοί των απαντήσεων για τις ερωτήσεις, καθώς και η πληροφορία εάν είναι σωστή η απάντηση ή όχι.
6. Εάν ο αριθμός των ερωτήσεων που έχει ανακτηθεί ισούται με τον ζητούμενο για το τεστ, τότε δημιουργείται το τεστ και η διαδικασία ολοκληρώνεται.
7. Εάν όχι, ανακτώνται συμπληρωματικές ερωτήσεις (οι αύξοντες αριθμοί τους), υπό τον όρο ότι ανήκουν σε κάποια ειδική κατηγορία.
8. Ανακτώνται οι αύξοντες αριθμοί των απαντήσεων για τις συμπληρωματικές ερωτήσεις
9. Δημιουργείται το τεστ και ολοκληρώνεται η διαδικασία.



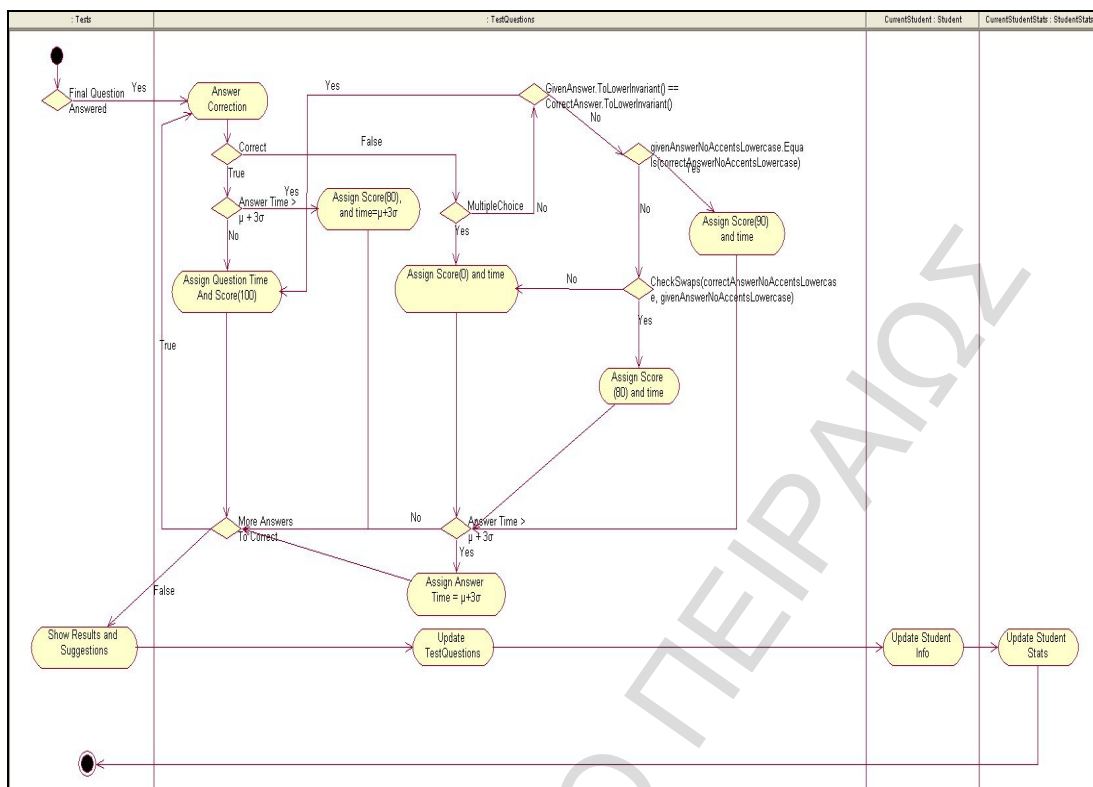
Εικόνα 53: Διάγραμμα Δραστηριοτήτων για την αυτοματοποιημένη δημιουργία τεστ

**Ευφυής Διόρθωση Ερώτησης Συμπλήρωσης:**

Η ευφυής διόρθωση του τεστ για τις ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού, αποτελεί ένα κομβικό σημείο της εφαρμογής και ο αλγόριθμος αποτελείται από τα παρακάτω βήματα:

1. Η διαδικασία ξεκινά εάν έχει απαντηθεί και η τελευταία ερώτηση του τεστ.
2. Από το σετ των απαντημένων ερωτήσεων πάρει την τρέχουσα απάντηση.
3. Εάν η απάντηση είναι σωστή, έλεγξε το χρόνο που χρειάστηκε ο μαθητής για να την απαντήσει.
4. Εάν η τιμή του χρόνου ήταν μεγαλύτερη από  $\mu+3\sigma$ , ο βαθμός για την ερώτηση είναι 80, ενώ ο χρόνος είναι  $\mu+3\sigma$ . Αλλιώς, ο βαθμός είναι 100 και ο χρόνος είναι ο χρόνος που απαιτήθηκε. Επιπλέον, αποθηκεύεται και η κατάλληλη παρατήρηση για το σφάλμα.
5. Εάν η απάντηση είναι λανθασμένη, έλεγξε εάν το κείμενο της απάντησης του μαθητή και το κείμενο της σωστής απάντησης ταυτίζονται σε πεζά γράμματα.
6. Εάν ταυτίζονται, η απάντηση είναι σωστή, καθώς το μόνο λάθος είναι μια μικρή αναντιστοιχία πεζών-κεφαλαίων. Επομένως, ο βαθμός είναι 100 και, προς το παρόν, ο χρόνος είναι ο χρόνος που απαιτήθηκε (θα επανεξεταστεί σε δεύτερη φάση η καθυστέρηση).
7. Εάν δεν ταυτίζονται, έλεγξε εάν οι δύο απαντήσεις ταυτίζονται μετά τη μετατροπή σε πεζά και την αφαίρεση τόνων.
8. Εάν ταυτίζονται, ο μαθητής έχει απλά ξεχάσει έναν τόνο, οπότε ο βαθμός του για την τρέχουσα ερώτηση θα μειωθεί στο ελάχιστο δυνατό και θα πάρει τιμή 90. Επίσης χρησιμοποιείται ο τρέχων χρόνος για την απάντηση, με σκοπό να επανελεγχθεί στη συνέχεια, ενώ αποθηκεύεται και η κατάλληλη παρατήρηση για το σφάλμα.
9. Εάν και ο έλεγχος του βήματος 7 αποτύχει, τότε οι δυο απαντήσεις ελέγχονται για αναγραμματισμούς. Δεδομένου ότι η ποινή που θα εφαρμοστεί στο συγκεκριμένο σφάλμα είναι μεγαλύτερη από τον λανθασμένο τονισμό, τα κείμενα που λαμβάνονται υπόψη για τη σύγκριση είναι χωρίς τόνους και σε πεζά γράμματα, ώστε να μην αποτύχει και η σύγκριση αντιμεταθέσεων λόγω αυτών των σφαλμάτων. Έχουν προβλεφθεί αναγραμματισμοί μέχρι δύο γραμμμάτων, αφενός για λόγους απλότητας, αφετέρου επειδή δεν κρίθηκε ως απλό λάθος απροσεξίας ένας αναγραμματισμός περισσότερων γραμμμάτων.
10. Εάν ο έλεγχος του βήματος 9 επιτύχει, ο βαθμός είναι 70, και τίθεται ως χρόνος ο τρέχων, ενώ αποθηκεύεται και το αντίστοιχο μήνυμα παρατήρησης.
11. Εάν και ο έλεγχος του βήματος 9 αποτύχει, τότε πρόκειται για λάθος απάντηση, οπότε ο βαθμός είναι 0. Ως χρόνος ορίζεται ο τρέχων.
12. Ελέγχεται εκ νέου ο χρόνος και, εάν είναι μεγαλύτερος από  $\mu+3\sigma$ , τότε η τιμή του θα γίνει  $\mu+3\sigma$ .
13. Εάν υπάρχουν και άλλες απαντήσεις στο σετ, επιστρέψε στο βήμα (2), αλλιώς εμφάνισε τα αποτελέσματα στο μαθητή, μαζί με τις προτροπές για κάθε απάντηση.
14. Αποθήκευσε τα αποτελέσματα των απαντήσεων του μαθητή για το τρέχον τεστ στη Βάση Δεδομένων.
15. Αποθήκευσε τις νέες τιμές για τα στοιχεία του μαθητή στη ΒΔ. Υπενθυμίζεται ότι ο μαθητής ανεβαίνει επίπεδο μόνο εάν η βαθμολογία του είναι  $>90\%$  σε όλα τα κεφάλαια.
16. Αποθήκευσε τις νέες τιμές των στατιστικών του μαθητή στη ΒΔ.

Τα βήματα του αλγορίθμου απεικονίζονται στο ακόλουθο διάγραμμα δραστηριοτήτων:



Εικόνα 54: Διάγραμμα Δραστηριοτήτων για την ευφυή διόρθωση τεστ

### 5.3. Κατασκευή

Η φάση της Κατασκευής, αφορά στην υλοποίηση της πρώτης εξαγωγίμης έκδοσης του αναπτυσσόμενου λογισμικού. Σε αυτή τη φάση, δηλαδή, θα πρέπει να παραχθεί το μεγαλύτερο μέρος του κώδικα και να αναπτυχθούν τα επιμέρους τμήματα του λογισμικού, καθώς και οι λειτουργίες του. Αξίζει να σημειωθεί πως σε μεγαλύτερα έργα, ενδέχεται η φάση της Κατασκευής να διαχωρίζεται σε περισσότερα επιμέρους τμήματα, τα οποία θα εξετάζονται σε βήματα, ενώ είναι πιθανές και οι επαναλήψεις αυτών των βημάτων.

#### 5.3.1. Υλοποίηση

Η διαδικασία της Υλοποίησης έχει ως κύριους στόχους:

- την οργάνωση του κώδικα σε διακριτά επίπεδα, η οποία μοντελοποιείται μέσω των διαγραμμάτων εξαρτημάτων

- την παραγωγή πηγαίου κώδικα και εκτελέσιμων που απορρέουν από τις τάξεις και τα αντικείμενα που έχουν μοντελοποιηθεί. Ο συγκεκριμένος στόχος, επίσης σκιαγραφείται στο διάγραμμα εξαρτημάτων.

- την ενσωμάτωση των επιμέρους υλοποιήσεων σε ένα εκτελέσιμο.

#### Διαγράμματα Εξαρτημάτων

Τα διαγράμματα εξαρτημάτων χρησιμοποιούνται για να απεικονίσουν τον τρόπο με τον οποίο τα επιμέρους τμήματα ενός συστήματος συνδυάζονται για να σχηματίζουν περισσότερο πολύπλοκα τμήματα ή συστήματα λογισμικού με αυθαίρετο βαθμό πολυπλοκότητας [9]. Τα εξαρτήματα ομαδοποιούνται σε υποσυστήματα [2].

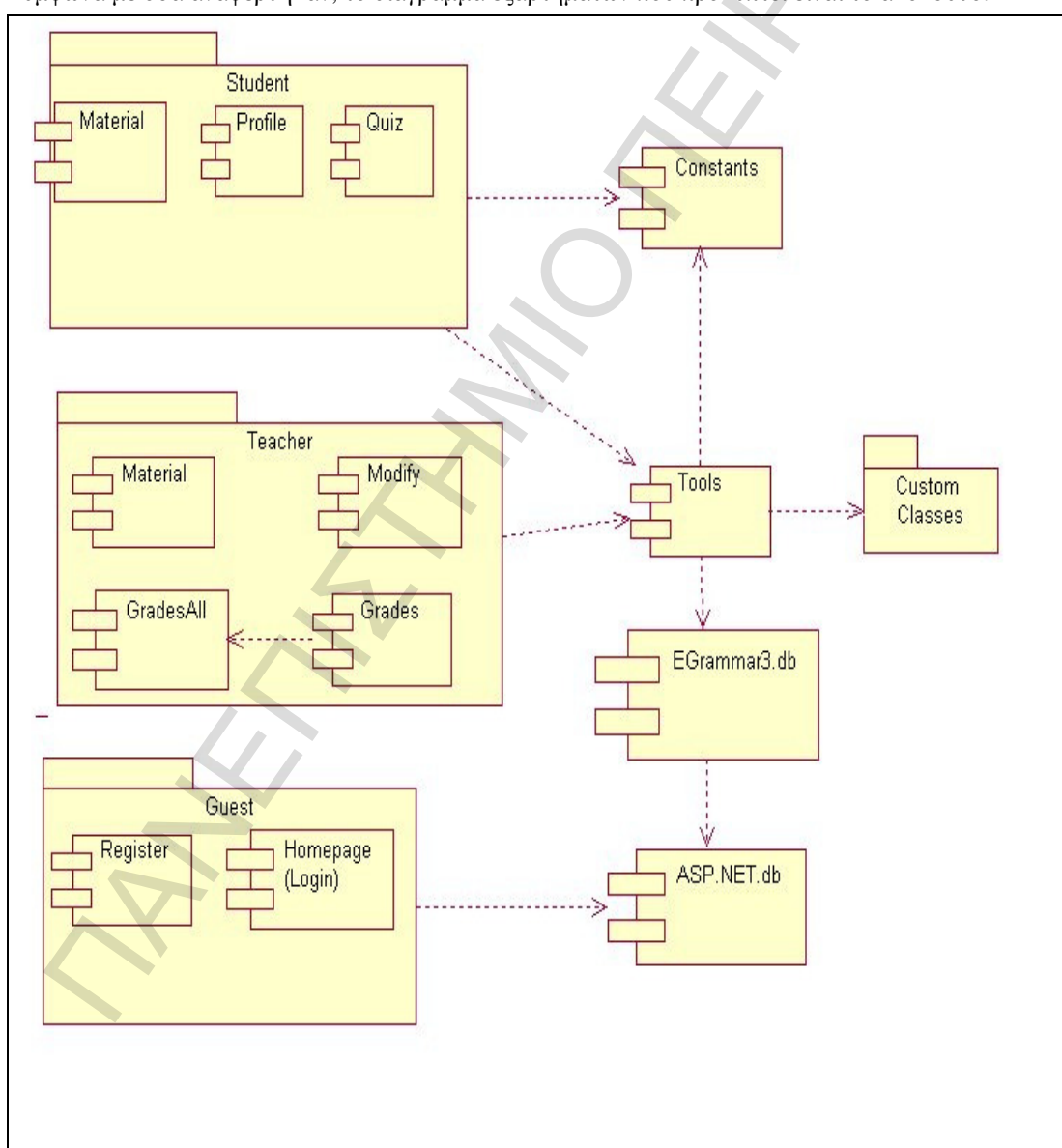
Κατ' αυτόν τον τρόπο, η εφαρμογή μπορεί να χωριστεί στο υποσύστημα του μαθητή, δηλαδή τις κλάσεις που απαιτούνται για την υποστήριξη των λειτουργιών του μαθητή και αντίστοιχα στο υποσύστημα του εκπαιδευτικού και του επισκέπτη. Τα τρία αυτά υποσυστήματα, θα πρέπει να επικοινωνήσουν με το ιδιαίτερα κρίσιμο εξάρτημα της Βάσης Δεδομένων. Στην πραγματικότητα, έχουν

χρησιμοποιηθεί δύο βάσεις δεδομένων: μία για το σύστημα, και μία για τη διαχείριση της εγγραφής και σύνδεσης των χρηστών. Η τελευταία, δημιουργείται αυτόματα κατά την υλοποίηση των διαδικασιών εγγραφής και σύνδεσης, από την πλατφόρμα του .Net που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη της εφαρμογής.

Οι δυο αυτές βάσεις συνδέονται μέσω ενός ειδικού πρωτεύοντος κλειδιού, του GUID (Globally Unique ID). Το συγκεκριμένο κλειδί χρησιμοποιείται στον SQL Server και διασφαλίζει πως το πρωτεύον κλειδί θα είναι μοναδικό, ακόμα και στην περίπτωση όπου συγχωνευτούν διάσπαρτοι πίνακες μιας κατακευματισμένης βάσης δεδομένων.

Εκτός των παραπάνω, που αφορούν στην πλευρά του εξυπηρετητή (server side), για τη λήψη δεδομένων που αφορούν στη συμπεριφορά του χρήστη απαιτούνται και τμήματα κώδικα που θα εκτελεστούν στην πλευρά του χρήστη (client side). Πρόκειται για τμήματα κώδικα javascript, και ειδικότερα μιας βιβλιοθήκης της javascript, του jquery που αφορούν στην καταγραφή του χρόνου απάντησης ανά ερώτηση και την αποστολή του στον εξυπηρετητή. Επίσης, ορισμένα μηνύματα, όπως η προτροπή για απάντηση και προσπάθεια στην περίπτωση που ο μαθητής προσπαθήσει να μη δώσει απάντηση σε μια ερώτηση, υλοποιούνται με jquery.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν, το διάγραμμα εξαρτημάτων που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 55: Διάγραμμα Εξαρτημάτων

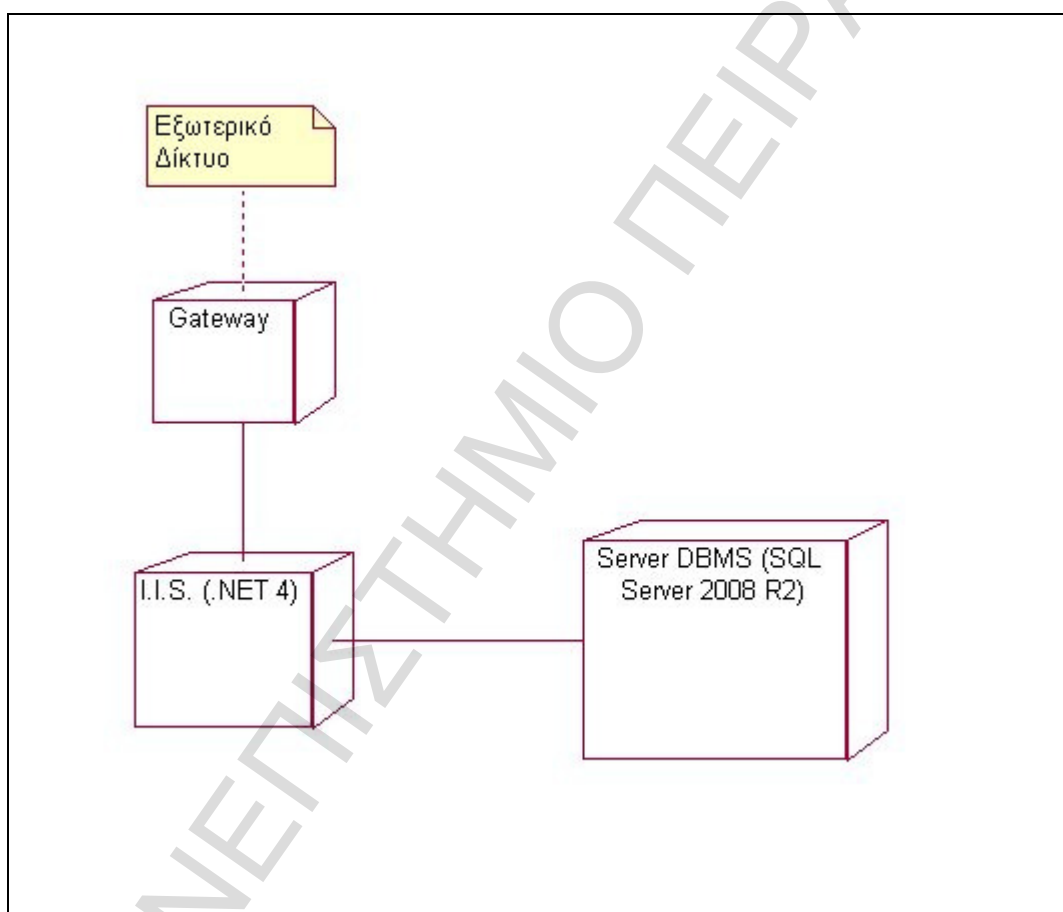


## Διαγράμματα Διανομής

Τα διαγράμματα διανομής (Deployment diagrams) απεικονίζουν τη φυσική εγκατάσταση για τη λειτουργία της εφαρμογής [10]. Στην παρούσα περίπτωση, η εφαρμογή έχει αναπτυχθεί στην πλατφόρμα .Net της Microsoft και συγκεκριμένα στην τεχνολογία ASP.NET βάσει της προσέγγισης Web Forms, καθώς υποστηρίζονται άλλες δύο προσεγγίσεις: η Model View Controller (MVC) και το Razor. Οι εφαρμογές που είναι υλοποιημένες σε ASP.NET κατά κανόνα στεγάζονται σε εξυπηρετητές IIS (Internet Information Services) του λειτουργικού συστήματος Windows Server σε επαγγελματικό επίπεδο. Επιπλέον, ο IIS υποστηρίζεται και στις Professional εκδόσεις των Windows, ενώ για τη στέγαση κατά τη διάρκεια του development, αρκεί η ενσωματωμένη έκδοση που χρησιμοποιεί το Visual Studio (Cassini).

Το Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (RDBMS) που χρησιμοποιήθηκε είναι ο SQL Server 2008 R2 της Microsoft, δεδομένου ότι συνδυάζεται αποτελεσματικά με την πλατφόρμα .Net.

Βάσει των παραπάνω, το διάγραμμα για μια πιθανή εγκατάσταση σε επίπεδο παραγωγής είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 56: Διάγραμμα Διανομής

## 6. Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις

Η ανάπτυξη του Προσαρμοστικού Συστήματος Διδασκαλίας της Νεοελληνικής Γραμματικής έχει πλέον ολοκληρωθεί. Από τη διαδικασία της μοντελοποίησης και της ανάπτυξης έχουν διεξαχθεί χρήσιμα συμπεράσματα που αφορούν σε δυσκολίες και λεπτά σημεία σχετικά με την απόδοση και την ακρίβεια του συστήματος στη μοντελοποίηση της συμπεριφοράς των μαθητών. Επιπλέον έχουν διεξαχθεί συμπεράσματα αναφορικά με τα σημεία που θα μπορούσαν να βελτιωθούν.

Αρχικά, μια δυσκολία που παρουσιάστηκε ήταν η μοντελοποίηση του συστήματος με τη διαδικασία RUP. Ο λόγος είναι πως η τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε, η ASP.NET, και ειδικότερα η προσέγγιση αυτής, δηλαδή οι Web Forms, δεν αντιστοιχούν απόλυτα στον αντικειμενοστρεφή προγραμματισμό, αλλά χρησιμοποιούν και τεχνικές της προσέγγισης MVC (Model View Controller). Για παράδειγμα, για κάθε σελίδα που δημιουργείται στο σύστημα, στην ASP.NET θα πρέπει να δημιουργηθούν δύο αρχεία, ένα με κατάληξη .aspx και ένα με κατάληξη .aspx.cs. Από αυτά, το πρώτο θα περιέχει κώδικα κυρίως εμφάνισης στο χρήστη, όπως πχ. html και ορισμούς κλάσεων για controls της ASP.NET, ενώ το δεύτερο θα αφορά καθαρά σε κώδικα που θα εκτελεστεί στον εξυπηρετητή. Προκειμένου να παρακαμφθεί αυτό το εμπόδιο, η ανάλυση στα διαγράμματα τάξεων και αντικειμένων δεν εστίασε στις κλάσεις των σελίδων της εφαρμογής, αλλά στις κλάσεις που μοντελοποιούν τη βάση δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο, έγινε δυνατή και η ανάλυση της βάσης δεδομένων χωρίς να απαιτηθούν επιπλέον διαγράμματα, εκτός της UML (πχ. ER). Επιπλέον, κάθε πίνακας στη βάση δεδομένων αντικατοπτρίζει ένα αντικείμενο στην εφαρμογή κατά τη λειτουργία αυτής, που θα ανήκει στην κλάση DataTable ή DataSet και θα έχει ως δεδομένα το αποτέλεσμα ενός query στη βάση.

Μια δεύτερη δυσκολία που παρατηρήθηκε ήταν η γενικότερη προσέγγιση της δικτυακής εφαρμογής. Ο λόγος είναι πως, σε ένα προσαρμοστικό σύστημα, απαιτείται συνεχής παρακολούθηση των ενεργειών του χρήστη για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Σε μια δικτυακή εφαρμογή, ωστόσο, η συνεχής παρακολούθηση δεν είναι εφικτή, καθώς ο κώδικας εκτελείται σε έναν κεντρικό υπολογιστή και ενημερώνεται κατά διαστήματα, ενώ ο χρήστης εργάζεται στον δικό του υπολογιστή. Για την αντιμετώπιση αυτής της δυσκολίας χρησιμοποιήθηκε η παρακολούθηση των ενεργειών του χρήστη με κώδικα από την πλευρά του πελάτη (client side) και η προσωρινή αποθήκευσή του μέχρι την τελική αποστολή όλων των στοιχείων στον εξυπηρετητή για ανάλυση.

Μια άλλη προσέγγιση θα ήταν να χρησιμοποιηθούν κλήσεις AJAX (Asynchronous Javascript And XML), δηλαδή να ελέγχονται οι ενέργειες του χρήστη κατά τακτά χρονικά διαστήματα και να αποστέλλονται απευθείας στον εξυπηρετητή με υψηλή συχνότητα. Η συγκεκριμένη προσέγγιση δεν προτιμήθηκε για δύο λόγους: αφενός παρουσιάζει σημαντικά μεγαλύτερο βαθμό δυσκολίας στην υλοποίηση, αφετέρου δεσμεύει τον εξυπηρετητή καθ' όλη τη διάρκεια των κλήσεων, περιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο την κλιμάκωση του συστήματος για την υποστήριξη μεγαλύτερου αριθμού χρηστών.

Συνεχίζοντας, παρατηρήθηκε πως η δυσκολία της ανάπτυξης της εφαρμογής αυξήθηκε με την υλοποίηση των ασκήσεων πολλαπλής επιλογής με τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέπεται οποιοσδήποτε αριθμός εναλλακτικών απαντήσεων, ενώ περιόρισε και την ακρίβεια της ανάλυσης ως προς το χρόνο, εφόσον άλλη καθυστέρηση εισάγεται σε μια ερώτηση με δύο εναλλακτικές απαντήσεις, και άλλη εάν οι εναλλακτικές είναι δέκα. Προς το παρόν υιοθετήθηκε η παραδοχή πως η διαφορά αυτή είναι αμελητέα, δεδομένου ότι ο μέσος όρος των ερωτήσεων που χρησιμοποιήθηκαν περιλαμβάνει 3-4 εναλλακτικές, ενώ δεν υπήρξαν ερωτήσεις με περισσότερες από πέντε εναλλακτικές.

Ακόμα, όσον αφορά στις ερωτήσεις, ο βαθμός δυσκολίας στην υλοποίηση αυξήθηκε εκθετικά με την προσθήκη ενός επιπλέον τύπου ασκήσεων, αυτού της συμπλήρωσης κενού. Αυτό συνέβη καταρχάς, επειδή προτιμήθηκε να τροποποιηθεί ο σχεδιασμός του συστήματος με τρόπο που να υποστηρίζει όχι μόνο έναν επιπλέον τύπο άσκησης, αλλά έναν αυθαίρετο αριθμό τύπων. Κατ' αυτόν τον τρόπο, απαιτήθηκε η ξεχωριστή ανάλυση στο ζήτημα των μέσων χρόνων απάντησης και της τυπικής απόκλισης ανά τύπο ερώτησης, αφού η συμπλήρωση κενού προϋποθέτει τη δακτυλογράφηση που απαιτεί διαφορετικό χρόνο απάντησης από την επιλογή ανάμεσα σε εναλλακτικές.

Ο κύριος λόγος, όμως, για την επιπλέον δυσκολία λόγω των ασκήσεων συμπλήρωσης, ήταν το γεγονός ότι πρόκειται για αυθαίρετο κείμενο από την πλευρά του μαθητή. Αυτό σημαίνει πως πλέον δεν αρκεί ο έλεγχος εάν η απάντηση του μαθητή συμπίπτει με τη σωστή απάντηση, αλλά θα πρέπει να

ληφθούν υπόψη περιπτώσεις όπως η έλλειψη τόνων, η ασυμφωνία πεζών-κεφαλαίων και οι αναγραμματισμοί, δηλαδή λάθη που δεν σημαίνουν έλλειψη γνώσης.

Η τελευταία δυσκολία που παρατηρήθηκε, είχε να κάνει με την αυτοματοποιημένη δημιουργία τεστ, δηλαδή του κυριότερου Γεννήτορα Συμβουλών της εφαρμογής. Σε αυτή την περίπτωση, έπρεπε να ανακτηθεί ο βαθμός του τρέχοντος μαθητή για κάθε γενικό κεφάλαιο με ιδιαίτερα περίπλοκα ερωτήματα στη βάση δεδομένων, και στη συνέχεια υπολογιστεί ο αριθμός των ερωτήσεων ανά κεφάλαιο που θα ανακτηθούν με τη βοήθεια της κανονικοποίησης Min-Max. Επιπλέον, απαιτήθηκαν ερωτήματα παρόμοιας πολυπλοκότητας στη βάση για την ανάκτηση των ερωτήσεων, με τρόπο που να δίνεται προτεραιότητα σε ερωτήσεις που δεν έχουν απαντηθεί πολλές φορές από το μαθητή, ενώ ο βαθμός δυσκολίας τους είναι ο υψηλότερος δυνατός για το επίπεδο του μαθητή.

Όσον αφορά σε προτάσεις για βελτίωση της παρούσας εφαρμογής, μια πρόταση έχει να κάνει με την καλύτερη μοντελοποίηση για την επιλογή των στερεοτύπων, σε σχέση με τους χρόνους απάντησης. Γενικά, θα μπορούσε να χρονομετρηθεί η δακτυλογράφηση των στοιχείων των χρηστών κατά την εγγραφή τους στο σύστημα και ο χρόνος αυτός να συμψηφιστεί με αυτόν του στερεοτύπου. Στην πραγματικότητα, η υλοποίηση αυτή υπάρχει στον κώδικα της εφαρμογής, αλλά δεν χρησιμοποιείται επειδή θεωρήθηκε πως οι ερωτήσεις που καλείται να απαντήσει ο χρήστης για τη δημιουργία του λογαριασμού του δεν είναι χρήσιμες για τη διεξαγωγή συμπερασμάτων ως προς το μέσο χρόνο απάντησης.

Μια δεύτερη πρόταση για βελτίωση, που μπορεί να αναφερθεί, είναι η χρήση μιας αποθήκης δεδομένων για τα αποτελέσματα των τεστ και των ερωτήσεών τους για κάθε μαθητή. Προς το παρόν, έχουν χρησιμοποιηθεί δύο πίνακες στη Βάση Δεδομένων, από τους οποίους ο ένας αφορά στα τεστ και ο άλλος στις ερωτήσεις που αποτέλεσαν το τεστ. Αυτή η προσέγγιση παρουσιάζει μεγάλο βαθμό κανονικοποίησης, αλλά καθιστά δύσκολη την ανάκτηση της πληροφορίας, εφόσον απαιτούνται ιδιαίτερα πολύπλοκα ερωτήματα στη βάση για να ληφθεί πληροφορία όπως πχ. ο βαθμός του κάθε μαθητή ανά Κεφάλαιο. Τα πολύπλοκα ερωτήματα, αναμένεται να περιορίσουν την υποστήριξη της εφαρμογής για μεγάλους αριθμούς χρηστών, επομένως είναι προτιμότερο να αποθηκευθεί η συγκεκριμένη πληροφορία κατά παράβαση των κανονικών τύπων, με τρόπο που να είναι άμεσα διαθέσιμη χωρίς να απαιτούνται σύνθετα ερωτήματα. Επίσης, με τη χρήση αποθήκης δεδομένων, θα είναι δυνατή η περαιτέρω ανάλυση των αποτελεσμάτων με τεχνικές εξόρυξης γνώσης, καθώς και η διάθεση αυτής της πληροφορίας σε συγκεντρωτικές αποθήκες δεδομένων που συντηρούνται από ερευνητικά κέντρα στο εξωτερικό.

Τέλος, μια σημαντική βελτίωση θα ήταν η αποθήκευση της ύλης σε κείμενο, αντί σε μορφή pdf. Με αυτόν τον τρόπο θα ήταν εφικτή η εξαγωγή μεταδεδομένων από την ίδια την ύλη, με τον εντοπισμό πχ. σημαντικών λέξεων κλειδιών μέσα από τα κείμενα. Επιπλέον, όπως και με τη χρήση της αποθήκης δεδομένων, θα ήταν εφικτή και η εξαγωγή των νέων μεταδεδομένων σε μεγαλύτερες βάσεις ή αποθήκες δεδομένων που είναι αφιερωμένες στη συγκέντρωση πληροφορίας για έρευνα.

Γενικά, έχει επιλεγεί η λύση του pdf για λόγους ευκολίας στην υλοποίηση, αφού η μορφή κειμένου θα απαιτούσε την ενσωμάτωση κειμενογράφου. Επίσης, έχει επιλεγεί για λόγους ευκολίας από την πλευρά των εκπαιδευτικών, οι οποίοι διατηρούν, συνήθως, τις σημειώσεις τους σε αρχεία word, από τα οποία είναι εύκολη η εξαγωγή αρχείων pdf. Αντίθετα, η χρήση κειμένου θα προϋπέθετε την εισαγωγή και μορφοποίηση των σημειώσεων εξ'αρχής. Αξίζει να σημειωθεί πως, στη βάση δεδομένων έχει ληφθεί υπόψη η συγκεκριμένη επέκταση και έχει υλοποιηθεί αντίστοιχη στήλη για την αποθήκευση του κειμένου, ωστόσο δεν έχει υιοθετηθεί κάποιος κειμενογράφος για την εισαγωγή αυτού.

## 7. Βιβλιογραφία

### 7.1. Βιβλιογραφία τεκμηρίωσης

1. Wikipedia, “IBM Rational Unified Process” [Online], Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/RUP>
2. **Βίρβου, Μ. Κ.:** “Αντικειμενοστρεφής Τεχνολογία Λογισμικού”, Varmar Publications
3. **Τσιρίγκα, Β., Βίρβου, Μ.:** “Συμμετοχή Καθηγητών και Μαθητών στην Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Λογισμικού”, 3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο: Διδακτική των Φυσικών Επιστημών & Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Κρήτης, 2002 [Online], Available: <http://www.clab.edc.uoc.gr/aestit/3rd/contributions/515.pdf>
4. **Βίρβου, Μ. Κ.:** “Εκπαιδευτικό Λογισμικό, Σημειώσεις Διδασκαλίας”, Πανεπιστήμιο Πειραιώς
5. **Βίρβου, Μ. Κ.:** “Ειδικά Θέματα Τεχνολογίας Λογισμικού, Σημειώσεις Μαθήματος”, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Τμήματος Πληροφορικής
6. **Βίρβου, Μ. Κ.:** “Ειδικά Θέματα Τεχνολογίας Λογισμικού, Παρουσίαση UML”, Πανεπιστήμιο Πειραιώς
7. **Verbić, S.:** “Establishing the rhythm of responding to test questions”, May 2010 [Online], Available: <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1005/1005.0714.pdf>
8. “Rational Unified Process: Best Practices for Software Development Teams”, Rational Software White Paper TP026B, Rev 11/01, Rational the software development company [Online], Available: [http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251\\_bestpractices\\_TP026B.pdf](http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf)
9. Wikipedia, “Component diagram” [Online], Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Component\\_diagram](http://en.wikipedia.org/wiki/Component_diagram)
10. Wikipedia, “Deployment diagram” [Online], Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Deployment\\_diagram](http://en.wikipedia.org/wiki/Deployment_diagram)
11. W3Schools, “ASP.NET Web Forms – Tutorial” [Online], Available: [http://www.w3schools.com/aspnet/aspnet\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/aspnet/aspnet_intro.asp)
12. “Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών στην Αξιοποίηση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση: Περί Εκπαιδευτικού Λογισμικού”, Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών, Πάτρα 2003 [Online], Available: [http://ekfe-chalandr.att.sch.gr/Advisors/georgiadou/Subjects/16\\_ekpaid\\_logismiko.pdf](http://ekfe-chalandr.att.sch.gr/Advisors/georgiadou/Subjects/16_ekpaid_logismiko.pdf)
13. Wikipedia, “Educational software” [Online], Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Educational\\_software](http://en.wikipedia.org/wiki/Educational_software)
14. **Virvou, M., Manos, C., Katsionis, G., Tourtoglou, K.:** “VR-ENGAGE: A Virtual Reality Educational Game that Incorporates Intelligence”, Second IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Kazan 2002 [Online], Available: [http://www.gkatsion.kman.gr/2002/2002-ICALT-Kazan/ICALT\\_2002\\_VirvouManosKatsionis.pdf](http://www.gkatsion.kman.gr/2002/2002-ICALT-Kazan/ICALT_2002_VirvouManosKatsionis.pdf)
15. Wikipedia, “Virtual reality” [Online], Available: [http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual\\_reality](http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality)
16. BusinessDictionary: “What is adaptive system?” [Online], Available: <http://www.businessdictionary.com/definition/adaptive-system.html>
17. Wikipedia: “Moodle”, [Online], Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Moodle>



18. Wikipedia: “JoomlaLMS” [Online], Available:  
<http://en.wikipedia.org/wiki/JoomlaLMS>
19. Moodle.org: “Flax module” [Online], Available:  
[http://docs.moodle.org/25/en/Flax\\_module](http://docs.moodle.org/25/en/Flax_module)
20. Wikipedia, “Intelligent agent” [Online], Available:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent\\_agent](http://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_agent)
21. **Schiaffino, S., Garcia, P., Amandi, A.:** “eTeacher: Providing personalized assistance to e-learning students”, Elsevier, 2008 [Online], Available:  
<http://sclab.yonsei.ac.kr/courses/09-AI/Papers/BN-eTeacher.pdf>
22. **Keleş, Ay., Ocak, R., Keleş, Al., Gülcü, A.:** “ZOSMAT: Web-based intelligent tutoring system for teaching–learning process”, Elsevier, 2009
23. **Cheung, B., Hui, L., Zhang, J., Yiu, S. M.:** “SmartTutor: An intelligent tutoring system in web-based adult education”, Journal of Systems and Software, 2003
24. “How to break into the educational software market”, Bizcommunity.com: Education & Training news, 2013 [Online], Available:  
<http://www.bizcommunity.com/Article/196/371/91136.html>
26. “2011 US Education Technology Industry Market: Pre-K-12 Report”, Software and Information Industry Association (SIIA) [Online], Available:  
[http://www.siiia.net/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=3886&Itemid=318](http://www.siiia.net/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=3886&Itemid=318)
27. Wikipedia, “E-learning” [Online], Available:  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Elearning>

## 7.2. Βιβλιογραφία ερωτήσεων τεστ

1. **Κοκοβίνος, Α., Ζηκούλης, Χ., Καραγιαννίδη, Α.:** “Γλωσσικές ασκήσεις Στ’ Δημοτικού”, Εκδόσεις Πατάκη, 2008
2. **Αλεξανδράκης, Γ., Καραγιάννης, Β., Ραπτόπουλος, Κ.:** “Η γραμματική του δημοτικού σχολείου”, Εκδόσεις Πατάκη, 2011
3. **Σάκκου, Ν.:** “Γραμματική και Συντακτικό”, Εκδόσεις Σαββάλα
4. **Σάκκου, Ν., Στράτου, Α.:** “Γλωσσικές ασκήσεις”, Εκδόσεις Σαββάλα
5. **Κολέτα, Ε.:** “Τετράδιο Γλωσσικών Ασκήσεων”, Εκδόσεις Μεταίχμιο, 2005
6. **Ζαχαρόπουλος, Γ., Μάρκου, Κ.:** “Φύλλα εργασίας για τη γλώσσα”, Εκδόσεις Παπαδόπουλος, 2009
7. **Ζαχαρόπουλος, Γ., Μακρή, Χ.:** “Κριτήρια ανακεφαλαίωσης και αξιολόγησης στη Γλώσσα – Έκφραση Στ’ Δημοτικού”, Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα, 2005

*Σημείωση:* Από τις ερωτήσεις των παραπάνω βιβλίων, καμία δεν έχει συμπεριληφθεί στα παραδοτέα.