



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ &
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΥ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ
ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΥΠΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΣΗΜΕΙΩΣΕΩΝ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΣΙΩΖΙΟΥ ΣΩΤΗΡΙΑ

(ΑΕΜ: 299)

Επιβλέπων: Μηνάς Δασυγένης

Αναπληρωτής Καθηγητής

Η παρούσα σελίδα σκοπίμως παραμένει λευκή



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
&
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
&
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΥ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ
ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΥΠΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΣΗΜΕΙΩΣΕΩΝ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΣΙΩΖΙΟΥ ΣΩΤΗΡΙΑ

(ΑΕΜ: 299)

Επιβλέπων: Μηνάς Δασυγένης

Αναπληρωτής Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελής εξεταστική επιτροπή την

Μηνάς Δασύγνης
Ον/μο Μέλους
Ιδιότητα Μέλους

.....
Ον/μο Μέλους
Ιδιότητα Μέλους

.....
Ον/μο Μέλους
Ιδιότητα Μέλους

Copyright © 2025 – Σιώζιου Σωτηρία

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν αποκλειστικά τον συγγραφέα και δεν αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Ως συγγραφέας της παρούσας εργασίας δηλώνω πως η παρούσα εργασία δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και δεν περιέχει υλικό από μη αναφερόμενες πηγές.

Ευχαριστίες

Θερμές ευχαριστίες στον καθηγητή μου **Μηνά Δασύγενη** για την απεριόριστη υπομονή καθώς και την καθοδήγησή του στην συγγραφή της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου. Στην οικογένειά μου για την ηθική συμπαράστασή της.

«Η παιδεία ἐστὶν ἐφόδιον πρὸς εὐδαιμονίαν· οὐ γὰρ μόνον τοῖς πράγμασι χρῆσθαι διδάσκει, ἀλλὰ καὶ τὴν διάνοιαν ἐλευθεροῖ καὶ πρὸς τὴν θεωρίαν τῶν ὄντων ἀναπτύσσει.

«Η παιδεία είναι εφόδιο για την ευτυχία· γιατί δεν διδάσκει μόνο πώς να χρησιμοποιούμε τα πράγματα, αλλά ελευθερώνει και τη διάνοια και την αναπτύσσει προς την κατανόηση της ουσίας των όντων.
Αριστοτέλης

Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αφορά τον σχεδιασμό ενός διαδικτυακού συνεργατικού πληροφοριακού συστήματος ψηφιακού πίνακα για εκπαιδευτική χρήση. Στόχος του συστήματος είναι να υποστηρίζει την αλληλεπίδραση μαθητών και εκπαιδευτικών, προσφέροντας λειτουργίες πραγματικού χρόνου, όπως για παράδειγμα, δημιουργία και επεξεργασία σημειώσεων εμπλουτισμένου κειμένου και πινάκων, να ανεβάζουν αρχεία, να τα διαμοιράζουν, να κάνουν σχολιασμούς, να επικοινωνούν συγχρόνως, σχεδίαση, λειτουργία drag and drop (μετακίνηση αντικείμενων), συμμετοχή σε διαδικτυακές συνεδρίες μέσω συνδέσμου. Η εφαρμογή υλοποιήθηκε με τις τεχνολογίες HTML, CSS, JavaScript, jQuery (Bootstrap), AJAX και JSON στο frontend, ενώ το backend βασίστηκε στην χρήση της PHP και της MySQL, με χρήση PDO για ασφαλή επικοινωνία με τη βάση δεδομένων και την πρόληψη επιθέσεων SQL Injection. Για την ενίσχυση της ασφαλείας εφαρμόστηκαν τεχνικές όπως η διαχείριση συνεδρίας, η κρυπτογράφηση κωδίκων, η προστασία από CSRF. Η συνεργασία πραγματικού χρόνου υποστηρίζεται μέσω AJAX, επιτρέποντας έτσι την ταυτόχρονη αλληλεπίδραση πολλών χρηστών. Το σύστημα δοκιμάστηκε επιτυχώς σε τοπικό περιβάλλον μέσω XAMPP, παρουσιάζοντας σταθερή λειτουργία σε βασικά σενάρια χρήσης. Η εργασία αναδεικνύει τη δυνατότητα ανάπτυξης αποτελεσματικών και ασφαλών συνεργατικών εκπαιδευτικών εργαλείων, δημιουργώντας έτσι τα θεμέλια για μελλοντικές επεκτάσεις όπως υποστήριξη για WebSocket's, την ανάπτυξη των εφαρμογών για κινητά και την ενσωμάτωση συστημάτων διαχείρισης μάθησης (LMS).

Λέξεις Κλειδιά: Συνεργατικά συστήματα, ψηφιακός πίνακας σημειώσεων συνεργασία σε πραγματικό χρόνο, ανάπτυξη εφαρμογών Ιστού PHP, MySQL, HTML, CSS, JavaScript, ασφάλεια διαδικτυακών εφαρμογών.

Abstract

This master's thesis concerns the design of a collaborative online information system for a digital whiteboard for educational use. The aim of the system is to support interaction between students and teachers by offering real-time functions such as creating and editing rich text notes and tables, uploading files, sharing them, commenting, communicating simultaneously, designing, sharing notes, drag and drop (moving objects), and participating in online sessions via a link. The application was implemented using HTML, CSS, JavaScript, jQuery (Bootstrap), AJAX and JSON technologies on the frontend, while the backend was based on the use of PHP and MySQL, using PDO for secure communication with the database and prevention of SQL injection attacks. To enhance security, techniques such as session management, code encryption, and CSRF protection were implemented. Real-time collaboration is supported through AJAX, allowing simultaneous interaction between multiple users. The system was successfully tested in a local environment using XAMPP, demonstrating stable operation in basic usage scenarios. The work highlights the potential for developing effective and secure collaborative educational tools, thus laying the foundations for future extensions such as support for WebSocket's, the development of mobile applications, and the integration of learning management systems (LMS).

Key Words: Collaborative systems, digital whiteboard, real-time collaboration, web application development, PHP, MySQL, HTML, CSS, JavaScript, web application security.

1. Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	i
Περίληψη	ii
Abstract.....	iii
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή	2
1.1 Γενικό Πλαίσιο και Κίνητρο.....	2
1.2 Ορισμός Προβλήματος.....	3
1.3 Σύγκριση με άλλες πλατφόρμες και Υπάρχουσες Λύσεις.....	3
1.4 Συμβολή και Καινοτομία της Εργασίας.....	4
1.5 Δομή της Εργασίας.....	4
1.6 Σύνοψη Κεφαλαίου	5
Κεφάλαιο 2 Θεωρητικό Υπόβαθρο Τεχνολογίες και Εργαλεία	6
2.1 Εισαγωγή στα Πληροφοριακά Συστήματα	6
2.1.1 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα των ΠΣ	6
2.1.2 Κατηγορίες Εκπαίδευσης	7
2.1.3 Κατηγορίες και Τύποι Πληροφοριακών Συστημάτων	9
2.2 Αρχιτεκτονική Συστημάτων Ιστού	10
2.2.1 Αρχιτεκτονική Εκτέλεσης στο Διαδίκτυο	10
2.3 Τεχνολογίες Frontend	11
2.3.1 HTML5.....	12
2.3.2 CSS3 και Bootstrap 5.....	12
2.3.3 JavaScript και jQuery	14
2.3.4 Εξειδικευμένες Βιβλιοθήκες JavaScript	16
2.4 Ασύγχρονη Επικοινωνία (AJAX) και Ανταλλαγή Δεδομένων (JSON)	17
2.4.1 Πρότυπο JSON	18
2.5 Backend	19
2.5.1 Γλώσσα Προγραμματισμού PHP	19
2.5.2 MySQL.....	20
2.6 Περιβάλλον ανάπτυξης και εργαλεία	21
2.6.1 Xampp	21
2.6.2 PhpMyAdmin.....	21
2.6.3 Visual Studio Code	22
2.6.4 Βοηθητικά εργαλεία Ανάπτυξης ChatGPT/deepseek AI	22
2.7 Ζητήματα Ασφάλειας.....	22
2.7.1 Προστασία από Cross-Site Request Forgery (CSRF)	23
2.7.2 Προστασία από SQL Injection	23
2.8 Σύνοψη Κεφαλαίου 2.....	24

Κεφάλαιο 3 Σχεδίαση Συστήματος	26
3.1 Λειτουργικές Προδιαγραφές	26
3.2 Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης (Use Case Diagrams)	28
3.3 Χαρακτηριστικά Συστήματος - Μη λειτουργικές απαιτήσεις	30
3.4 Διάγραμμα Ροής Χρήστη (User Flow Diagram)	31
3.5 Αρχιτεκτονική Συστήματος	33
3.6 Σχεδίαση Βάσης δεδομένων	35
3.6.1 Σχέσεις μεταξύ Οντοτήτων	40
3.6.2 Κανονικοποίηση και Σχέσεις	42
3.7 Συμπεράσματα Κεφαλαίου	43
Κεφάλαιο 4 Υλοποίηση Συστήματος	44
4.1 Περιβάλλον Ανάπτυξης	44
4.2 Υλοποίηση Frontend	44
4.2.1 Δομή και Στυλ (HTML/CSS).....	44
4.2.2 Δυναμική Λειτουργικότητα (JavaScript/jQuery)	45
4.3 Υλοποίηση Backend	49
4.3.1 Σύνδεση με Βάση Δεδομένων.....	49
4.3.2 Λειτουργίες Χρήστη.....	51
4.4 Ασφάλεια	53
4.5 Σύνοψη Κεφαλαίου	54
Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα	55
5.1 Ποσοτική Αξιολόγηση του Συστήματος	55
5.1.1 Μετρικές Μεγέθους και Όγκου	55
5.1.2 Ανάλυση Πολυπλοκότητας και hot spots	56
5.1.3 Διαχείριση Μνήμης	57
5.2 Πιστοποίηση Συμμόρφωσης (Validation).....	58
5.3 SWOT Ανάλυση	58
5.4 Συμπεράσματα και Εφικτότητα Τεχνολογιών	60
5.4.1 Αποτελεσματικότητα Τεχνολογιών & Κυρίες Λειτουργίες	60
5.4.2 Πλεονεκτήματα & Περιορισμοί	61
5.5 Μελλοντικές Επεκτάσεις	62
Αναφορές	64
Παράρτημα Α Οδηγίες Εγκατάστασης και Ανάπτυξης	68
Παράρτημα Β Συντομογραφίες - Αρκτικόλεξα - Ακρωνύμια	80
Παράρτημα Γ Απόδοση Ξενόγλωσσων όρων	81

Λίστα Εικόνων

<i>Εικόνα 1</i> Σενάριο εκτέλεσης PHP στο διαδίκτυο	10
<i>Εικόνα 2</i> Λογότυπο της HTML.....	12
<i>Εικόνα 3</i> Λογότυπο CSS.....	13
<i>Εικόνα 4</i> Λογότυπο Bootstrap	13
<i>Εικόνα 5</i> Λογότυπο JavaScript	14
<i>Εικόνα 6</i> Λογότυπο jQuery	15
<i>Εικόνα 7</i> Λογότυπο Ajax	17
<i>Εικόνα 8</i> Λογότυπο JSON	19
<i>Εικόνα 9</i> Μηχανισμός επίθεσης SQL Injection	24
<i>Εικόνα 10</i> Σχήμα Βάσης Δεδομένων	35
<i>Εικόνα 11</i> Κυρία διεπαφή του συστήματος, μενού εργαλείων και κεντρικός καμβάς	45
<i>Εικόνα 12</i> Πίνακας με όλες τις λειτουργίες του συστήματος	46
<i>Εικόνα 13</i> Δημιουργία Σημείωσης	47
<i>Εικόνα 14</i> Δημιουργία Πολυμέσων.....	47
<i>Εικόνα 15</i> Επεξεργασία πολυμέσων	47
<i>Εικόνα 16</i> Επεξεργασία Σημείωσης	48
<i>Εικόνα 17</i> Σελίδα εγγραφής στο σύστημα.....	52
<i>Εικόνα 18</i> Σύνδεση για την είσοδο στο σύστημα.....	52
<i>Εικόνα 19</i> Σελίδα λήψης του XAMPP από την επίσημη ιστοσελίδα.....	68
<i>Εικόνα 20</i> Παράθυρο επιβεβαίωσης λήψης του αρχείου εγκατάστασης XAMPP.....	69
<i>Εικόνα 21</i> «Επιλογή στοιχείων» επιλέγουμε όλα τα απαιτούμενα στοιχεία.....	69
<i>Εικόνα 22</i> Φάκελος Εγκατάστασης.....	70
<i>Εικόνα 23</i> Επιλογή Γλώσσας.....	70
<i>Εικόνα 24</i> Οθόνη έναρξης εγκατάστασης.....	71
<i>Εικόνα 25</i> Οθόνη ολοκλήρωσης εγκατάστασης	71
<i>Εικόνα 26</i> Πίνακας Ελέγχου του XAMPP με ενεργές τις υπηρεσίες Apache και MySQL	72
<i>Εικόνα 27</i> Αρχική σελίδα XAMPP στον φυλλομετρητή.....	72
<i>Εικόνα 28</i> Δομή του φακέλου htdocs.....	73
<i>Εικόνα 29</i> Δομή του φακέλου noteapp στον κατάλογο htdocs	73
<i>Εικόνα 30</i> Διαχειριστικό Περιβάλλον της Βάσης Δεδομένων.....	74
<i>Εικόνα 31</i> Δημιουργία Βάσης Δεδομένων.....	75
<i>Εικόνα 32</i> Λίστα πινάκων στη βάση δεδομένων.....	75
<i>Εικόνα 33</i> Αποθήκευση του token επαλήθευσης στη βάση δεδομένων	76
<i>Εικόνα 34</i> Προβολή του δυναμικού συνδέσμου επαλήθευσης μετά την εγγραφή.....	77
<i>Εικόνα 35</i> Αποτροπή σύνδεσης και εμφάνιση μηνύματος για εκκρεμή επαλήθευση.....	78
<i>Εικόνα 36</i> Ο πίνακας users μετά την επιτυχή επαλήθευση.....	79
<i>Εικόνα 37</i> Επιβεβαίωση διαγραφής του token από το πίνακα email_verifications.....	79

Λίστα Σχημάτων

<i>Σχήμα 3.1 Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης- Διαχειριστή</i>	28
<i>Σχήμα 3.2 Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης - Χρήστη</i>	29
<i>Σχήμα 3.3 Διάγραμμα Ροής Χρήστη</i>	32
<i>Σχήμα 3.4 Διάγραμμα Αρχιτεκτονικής Συστήματος</i>	33

Λίστα Πινάκων

<i>Πίνακας 1</i> Λειτουργικές Απαιτήσεις Χρήστη.....	26
<i>Πίνακας 2</i> Λειτουργικές Απαιτήσεις Διαχειριστή.....	27
<i>Πίνακας 3</i> Σχέσεις Βάσης δεδομένων.....	40
<i>Πίνακας 4</i> Αναλυτική Κατανομή Πηγαίου Κώδικα ανά Γλώσσα.....	55
<i>Πίνακας 5</i> Ανάλυση SWOT του Συνεργατικού Εκπαιδευτικού Συστήματος Ψηφιακού Πίνακα	59

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

1.1 Γενικό Πλαίσιο και Κίνητρο

Στον σύγχρονο εκπαιδευτικό τομέα, η ραγδαία εξέλιξη των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) έχει αναδιαμορφώσει σημαντικά τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η διδασκαλία και η μάθηση. Η άνοδος της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και η ανάγκη για ευέλικτα ψηφιακά περιβάλλοντα καθιστούν την καινοτομία στο Διαδίκτυο ως την πιο δημοφιλή μέθοδο εκπαίδευσης σήμερα, καθώς οι εκπαιδευόμενοι-μαθητές αναζητούν περιβάλλοντα που υποστηρίζουν και βελτιώνουν ενεργά τη μαθησιακή εμπειρία [1].

Το κίνητρο για αυτή την εργασία προέρχεται από την ανάγκη μετάβασης από την παραδοσιακή, μόνο σε ένα μοντέλο που προωθεί τη συνεργασία. Για παράδειγμα σύμφωνα με το Μαυροσκούφη, η μάθηση δεν είναι μια απλή συσσώρευση πληροφοριών, αλλά μια ενεργητική διαδικασία αντιμετώπισης των γνωστικών συγκρούσεων που επιλύονται μέσω της επικοινωνίας και της αλληλεπίδρασης του ατόμου με το περιβάλλον του [2]. Στο πλαίσιο αυτό, η διδασκαλία προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, καθώς ενισχύει τη δημοκρατική κοινωνικοποίηση και δημιουργεί πρωτότυπες συνθήκες μάθησης.

Η παιδαγωγική βάση αυτής της προσέγγισης εντοπίζεται στη θεωρία του Vygotsky για τον κοινωνικό εποικοδομισμό. Έτσι, σύμφωνα με τον Vygotsky, η ανάπτυξη της γνώσης είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τα φαινόμενα επικοινωνίας μέσα στην τάξη, αφού ο μαθητής δεν μαθαίνει ως απομονωμένο άτομο, αλλά μέσα από τη σχέση του με το δάσκαλο και τους συμμαθητές του [3].

Συνεπώς, η ανάγκη για ένα ψηφιακό εργαλείο, όπως ο προτεινόμενος συνεργατικός πίνακας σημειώσεων (Noteapp) που έχει δημιουργηθεί είναι επιτακτική. Ο στόχος της εφαρμογής είναι να λειτουργήσει ως ένας «κοινός ψηφιακός χώρος» που θα διευκολύνει την κοινωνική αλληλεπίδραση και την ανταλλαγή νοημάτων σε πραγματικό χρόνο, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ της θεωρίας του Vygotsky και της σύγχρονης ψηφιακής πραγματικότητας.

1.2 Ορισμός Προβλήματος

Παρά την ύπαρξη και την ταχεία ανάπτυξη των ψηφιακών μέσων, παρατηρείται ένα σημαντικό κενό στη χρήση και στη δημιουργία εργαλείων που είναι ταυτόχρονα απλά στη χρήση και τεχνικά προσβάσιμα για τον έλεγχο από τον ίδιο τον εκπαιδευτικό. Πολλοί ερευνητές επισημαίνουν ότι πολλές από τις υπάρχουσες τεχνολογίες παραμένουν πολύπλοκες, με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η άμεση υιοθέτησή τους στην εκπαιδευτική πράξη [1].

Επιπλέον, οι περισσότερες από τις διαθέσιμες λύσεις εστιάζουν αποκλειστικά στη λειτουργικότητα της διεπαφής (frontend), χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η συνολική αρχιτεκτονική του συστήματος και η ασφάλεια των δεδομένων. Το πρόβλημα εντείνεται στο γεγονός ότι οι εμπορικές πλατφόρμες αποθηκεύουν τις πληροφορίες σε εξωτερικούς διακομιστές (cloud), αφαιρώντας από τον εκπαιδευτικό οργανισμό τον έλεγχο και το απόρρητο των δεδομένων των μαθητών.

1.3 Σύγκριση με άλλες πλατφόρμες και Υπάρχουσες Λύσεις

Στην σύγχρονη εκπαιδευτική βιβλιογραφία, τα ψηφιακά εργαλεία συνεργασίας θεωρούνται πλέον ένα αναπόσπαστο και σημαντικό κομμάτι στη διδακτική διαδικασία. Σύμφωνα με το Πανεπιστήμιο Georgetown [4], τα εργαλεία αυτά, χαρακτηρίζονται ως «Digital Whiteboards» (ψηφιακοί πίνακες), όπου επιτρέπουν την οπτική οργάνωση της πληροφορίας και την αμεσότητα στην επικοινωνία, απαραίτητα στοιχεία για την υβριδική μάθηση. Στη σύγχρονη αγορά κυριαρχούν πλατφόρμες όπως το Padlet και το Miro, οι οποίες προσφέρουν διαφορετικά επίπεδα λειτουργικότητας αλλά και σημαντικούς περιορισμούς.

Μια από τις πιο διαδεδομένες λύσεις είναι το Padlet. Στην ανάλυση του ο Fuchs (2014) [5], αναφέρεται στη χρήση ψηφιακών τοίχων επιτρέποντας έτσι την ενεργό συμμετοχή της τάξης, ενισχύοντας το «engagement» (εμπλοκή) των μαθητών. Με αυτό τον τρόπο, η δωρεάν έκδοση του Padlet περιορίζει σε ένα σημαντικό βαθμό τον αριθμό των πινάκων που μπορεί να δημιουργήσει ένας χρήστης, ενώ όμως η εξάρτηση

σε συνδρομητικά μοντέλα καθιστά τη χρήση του κοστοβόρα για μακροχρόνια εκπαιδευτικά προγράμματα.

Έτσι, από την άλλη πλευρά, το Miro αποτελεί ένα εξαιρετικό και ισχυρό εργαλείο οπτικής συνεργασίας, ιδανικό για την ανάπτυξη των δημιουργικών δεξιοτήτων και το καταγισμό ιδεών (brainstorming). Σύμφωνα με την Allah (2023) [6], το Miro προσφέρει προηγμένες δυνατότητες, ωστόσο η πληθώρα των εργαλείων και η πολυπλοκότητα της διεπαφής του ενδεχομένως να προκαλέσει γνωστική επιβάρυνση, ιδιαίτερα σε μικρότερες ηλικίες μαθητών, ενώ αντίθετα οι πλήρεις δυνατότητες του απαιτούν ακριβές συνδρομές.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή διαφοροποιείται αφού ουσιαστικά προτείνει μια λύση ανοικτού κώδικα (Open Source). Συνδυάζει την απλότητα που περιγράφει ο Fuchs για το Padlet με την τεχνική αυτονομία του self-hosting. Η εφαρμογή NoteApp επιτρέπει την απεριόριστη δημιουργία σημειώσεων και τη φιλοξενία σε τοπικό διακομιστή, διασφαλίζοντας ότι ο έλεγχος των δεδομένων παραμένει στον χρήστη αποφεύγοντας έτσι το κόστος των συνδρομών.

1.4 Συμβολή και Καινοτομία της Εργασίας

Η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία επικεντρώνεται στην σχεδίαση και στην υλοποίηση ενός συστήματος που επιτρέπει την ταυτόχρονη αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, με την αποθήκευση του περιεχομένου σε βάση δεδομένων. Η υλοποίηση βασίστηκε σε τεχνολογίες ανοικτού κώδικα (PHP, MySQL, HTML, CSS, JavaScript/jQuery), αξιοποιώντας μηχανισμούς ασύγχρονης επικοινωνίας μέσω AJAX και JSON. Η βασική συμβολή της εργασίας έγκειται στη συνδυαστική προσέγγιση σχεδίασης ενός συνεργατικού εργαλείου με τη λογική ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος, εξασφαλίζοντας επεκτασιμότητα και χαμηλό κόστος.

1.5 Δομή της Εργασίας

Η εργασία δομείται ως εξής: Το κεφάλαιο 1 αναφέρεται στην εισαγωγή του αντικειμένου της εργασίας, το γενικότερο πλαίσιο, το πρόβλημα που παρουσιάζεται, καθώς και οι στόχοι και η συμβολή της. Το κεφάλαιο 2 παρουσιάζει το θεωρητικό

υπόβαθρο και αναλύει σε βάθος τις τεχνολογίες και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του συστήματος. Το κεφάλαιο 3 αναλύεται ο σχεδιασμός του συστήματος, οι λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις, άλλα και τη αρχιτεκτονική και τη σχεδίαση της βάσης δεδομένων. Το κεφάλαιο 4 περιγράφει την υλοποίηση και τις κυρίες λειτουργίες του τελικού συστήματος, ενώ το Κεφαλαίο 5 περιλαμβάνει την ποσοτική αξιολόγηση του συστήματος και τον έλεγχο συμμόρφωσης με τα πρότυπα ασφαλείας. Επιπλέον, σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται η SWOT ανάλυση, αξιολογούνται τα τελικά συμπεράσματα της εργασίας αυτής και διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντικές επεκτάσεις.

1.6 Σύνοψη Κεφαλαίου

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύθηκε και παρουσιάστηκε το γενικότερο πλαίσιο της εργασίας, αναλύθηκαν τα παιδαγωγικά οφέλη της συνεργατικής μάθησης και προσδιορίστηκε το τεχνικό πρόβλημα που επιλύεται. Επίσης, έγινε και μια σύντομη αναφορά στις υπάρχουσες λύσεις που έχει η αγορά και στη συμβολή της προτεινομένης εφαρμογής που έχει υλοποιηθεί. Στο επόμενο κεφάλαιο θα ακολουθήσει μια πιο λεπτομερής ανάλυση των τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του συστήματος.

Κεφάλαιο 2 Θεωρητικό Υπόβαθρο Τεχνολογίες και Εργαλεία

2.1 Εισαγωγή στα Πληροφοριακά Συστήματα

Ένα πληροφοριακό σύστημα αποτελείται από ένα οργανωμένο σύνολο διαδικασιών, τεχνολογικών μέσων και ανθρώπινου δυναμικού, που συνεργάζονται με στόχο τη συλλογή, τη διαχείριση και τη διάχυση της πληροφορίας. Τα συστήματα αυτά χωρίζονται σε πλατφόρμες με απλές βάσεις δεδομένων για την παρακολούθηση της παρουσίας των μαθητών αλλά και σε σύνθετες cloud πλατφόρμες που υποστηρίζουν ολοκληρωμένα μαθησιακά περιβάλλοντα. Στο εκπαιδευτικό κομμάτι, τα πληροφοριακά συστήματα επιτρέπουν στα εκπαιδευτικά ιδρύματα να αξιοποιούν τα δεδομένα για τη λήψη σωστών και τεκμηριωμένων αποφάσεων. Επιπλέον, παρέχουν και τα απαραίτητα εργαλεία που βοηθούν στην παρακολούθηση της απόδοσης των μαθητών, τη διαχείριση των εκπαιδευτικών πόρων και τη διασφάλιση της συμμόρφωσης του προγράμματος σπουδών σύμφωνα με τα ρυθμιστικά πρότυπα. Διευκολύνοντας έτσι την επικοινωνία μεταξύ γονέων – δασκάλων και εκπαιδευτικών, τα συστήματα αυτά καταρρίπτουν τα εμπόδια που υπήρχαν ενδεχομένως στο παρελθόν με αποτέλεσμα να παρεμποδίζονται οι σωστές εκπαιδευτικές πρακτικές [7].

2.1.1 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα των ΠΣ

Τα πλεονεκτήματα από την χρήση ενός πληροφοριακού συστήματος προκειμένου να επιλυθεί ένα πρόβλημα μπορεί να συνοψιστεί ως εξής:

- Πιο γρήγορη εκτέλεση λειτουργιών.
- Αποτελεσματική και πιο αξιόπιστη εκτέλεση λειτουργιών.
- Καλύτερη ποιότητα υπηρεσίας.
- Μικρότερη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.
- Μείωση της σπατάλης των πόρων με ένα χαμηλότερο κόστος.

Στο πλαίσιο ενός εκπαιδευτικού συστήματος, επιδιώκεται η βελτίωση της επικοινωνίας και της συνεργασίας των μαθητών και των εκπαιδευτικών, με τη δυνατότητα ταυτόχρονης επεξεργασίας του περιεχομένου. Η ενσωμάτωση των ΠΣ

στην εκπαίδευση προσφέρει τη δυνατότητα ενοποίησης και αποκεντρωμένης διαχείρισης των δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα, σε ένα ψηφιακό πίνακα η διαχείριση των σημειώσεων γίνεται συλλογικά χωρίς τη φυσική παρουσία, ενώ τα συστήματα όπως το eClass επιτρέπουν την εξ αποστάσεως και ασύγχρονη μάθηση, καταργώντας με αυτό τον τρόπο τους περιορισμούς χρόνου και απόστασης.

Ωστόσο η υιοθέτηση ενός ΠΣ ενδέχεται να παρουσιάζει και προκλήσεις:

- **Επίδραση στην εργασία:** Σημαντικές αλλαγές στον ρόλο των εργαζομένων και εκπαιδευτικών.
- **Κόστος:** Πέρα την εξοικονόμηση πόρων, απαιτείται μια αρχική επένδυση και διαχείριση κόστους.
- **Ασφάλεια και εμπιστευτικότητα των δεδομένων:** Η ασφάλεια του συστήματος αντιμετωπίζεται με προηγμένα μέτρα, όπως η χρήση PDO (προετοιμασμένες δηλώσεις SQL) για την πρόληψη SQL Injection (Εκτέλεση κακόβουλου SQL κώδικα) και τα CSRF tokens(τεχνική για την προστασία από Διασταυρούμενες Επιθέσεις Αιτήσεων) για την προστασία από κακόβουλες επιθέσεις.
- **Ψηφιακό Χάσμα:** Αυξημένες απαιτήσεις για την απόκτηση σύγχρονων ψηφιακών δεξιοτήτων [8].

2.1.2 Κατηγορίες Εκπαίδευσης

Σύμφωνα με τους Coombs & Ahmed (1974) [9], η εκπαίδευση κατηγοριοποιείται σε τρεις τύπους, στους οποίους ο καθένας επιτελεί ένα διαφορετικό σκοπό. Η εφαρμογή του συνεργατικού πίνακα που έχει αναπτυχθεί, ενσωματώνει λειτουργίες που υποστηρίζουν και τις τρεις αυτές κατηγορίες οι οποίες είναι οι εξής:

- **Τυπική Εκπαίδευση:** Ορίζεται ως η ιδρυματική, ιεραρχικά δομημένη και χρονολογικά καθορισμένη εκπαίδευση (από το Δημοτικό έως το Πανεπιστήμιο).
- **Σύνδεση με την εφαρμογή:** Ο ψηφιακός πίνακας λειτουργεί ως ένα συμπληρωτικό εργαλείο για μια παραδοσιακή τάξη. Ο εκπαιδευτής δημιουργεί μια Ομάδα (**Group**) για το τμήμα του και μέσω της κοινής χρήσης ενός Συνδέσμου (**Link**), οι μαθητές εισέρχονται μέσα στον πίνακα προκειμένου να συμμετάσχουν σε ομαδικές ασκήσεις σε πραγματικό χρόνο.

- **Μη-Τυπική Εκπαίδευση:** Πρόκειται για μια οργανωμένη και συστηματική δραστηριότητα στην οποία διεξάγεται εκτός του επίσημου σχολικού πλαισίου (πχ. Σεμινάρια, Εργαστήρια κατάρτισης).
- **Σύνδεση με την εφαρμογή:** Η εφαρμογή απαντά στην ανάγκη για εύελικτα εκπαιδευτικά προγράμματα, ειδικά σχεδιασμένα για περιοχές με περιορισμένους πόρους που αναφέρει το βιβλίο των Coombs & Ahmed. Η δυνατότητα δημιουργίας ομάδας επιτρέπει σε φορείς ή εισηγητές να οργανώνουν στενευμένα σεμινάρια, δίνοντας την άμεση πρόσβαση σε συμμετέχοντες μέσω του **Link**, καταργώντας με τον τρόπο αυτό τους γεωγραφικούς περιορισμούς.
- **Ανεπίσημη Εκπαίδευση:** Είναι η δια βίου διαδικασία στην οποία το κάθε άτομο αποκτά γνώσεις και δεξιότητες από τις καθημερινές εμπειρίες και το περιβάλλον του.
- **Σύνδεση με την εφαρμογή:** Ο πίνακας παρέχεται για την αυθόρμητη ανταλλαγή ιδεών. Οποιαδήποτε ομάδα χρηστών μπορεί, χωρίς την επίσημη οργάνωση, να χρησιμοποιήσει τον πίνακα για «brainstorming» η συνεργασία πάνω σε ένα κοινό ενδιαφέρον τα εκπαιδευτικά ερεθίσματα του ψηφιακού περιβάλλοντος.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα αυτές τις εκπαιδευτικές ανισότητες και τα προβλήματα πρόσβασης που περιγράφουν οι Coombs & Ahmed, η υλοποίηση της εφαρμογής με τη χρήση **Groups και Links** αποτελεί μια βέλτιστη τεχνική λύση η οποία προάγει την προσβασιμότητα. Επιτρέπει την εύκολη ένταξη των χρηστών στη μαθησιακή διαδικασία, μειώνοντας δραστικά τις πιθανότητες αποκλεισμού (dropout) που παρατηρούνται συχνά στις παραδοσιακές εκπαιδευτικές δομές.

2.1.3 Κατηγορίες και Τύποι Πληροφοριακών Συστημάτων

Η ύπαρξης της ποικιλίας των δραστηριοτήτων σε εκπαιδευτικούς και επιχειρηματικούς οργανισμούς έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη διαφορετικών τύπων Πληροφοριακών Συστημάτων (ΠΣ). Κάθε σύστημα διαθέτει και εξυπηρετεί διαφορετικές ανάγκες ανάλογα με το επίπεδο διοίκησης και το είδος της πληροφορίας που διαχειρίζεται. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι κατηγορίες των ΠΣ χωρίζονται ως εξής [10]:

1. **Συστήματα Στρατηγικού Επίπεδου (ESS & DSS):** Αυτό το είδος ΠΣ απευθύνεται σε ανώτερα στελέχη για τη λήψη μακροπροθέσμων και μη τυποποιημένων αποφάσεων, κάνοντας χρήση μοντέλων γνώσης και ανάλυσης δεδομένων.
2. **Συστήματα Διοικητικού Επίπεδου (MIS):** Αυτά τα συστήματα που εντάσσονται σε αυτή τη κατηγορία των ΠΣ βοηθούν στον έλεγχο και τη λήψη αποφάσεων μέσω διοικητικών αναφορών (π.χ. το σύστημα αξιολόγησης ΜΟΔΠ).
3. **Συστήματα Λειτουργικού Επίπεδου (TPS):** Η κατηγορία αυτών των ΠΣ συστημάτων εξυπηρετούν βασικές καθημερινές λειτουργίες, όπως για παράδειγμα η καταχώρηση δανεισμού βιβλίων ή η διεξαγωγή ερωτηματολογίων.

Ο συνεργατικός πίνακας της εφαρμογής αυτής ανήκει στην κατηγορία των συνεργατικών πληροφοριακών συστημάτων που εστιάζουν σε ένα γνωστικό Επίπεδο και στην Ηλεκτρονική Μάθηση (e-learning). Η εφαρμογή αυτή ενσωματώνεται στη μαθησιακή διαδικασία μέσω των εξής λειτουργιών:

- **Συνεργατική Μάθηση:** Πολλοί χρήστες εργάζονται ταυτόχρονα στον ίδιο συνεργατικό πίνακα, μετατρέποντας έτσι τη μάθηση από παθητική σε ενεργητική.
- **Real-time Αλληλεπίδραση:** Λόγω της χρήσης της τεχνολογίας AJAX, οι αλλαγές εμφανίζονται γρήγορα, επιτρέποντας στον εκπαιδευτικό να δίνει άμεση ανατροφοδότηση (feedback) στους μαθητές.
- **Οργάνωση μέσω Ομάδων (Groups):** Η δημιουργία των ξεχωριστών πινάκων για διαφορετικές ενότητες και η πρόσβαση μέσω Link διασφαλίζει

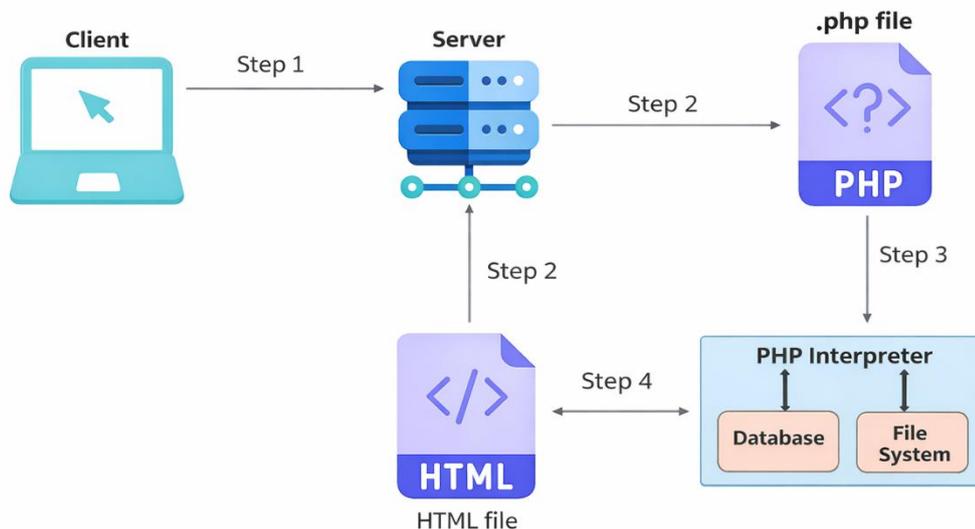
ότι η μάθηση μπορεί να συμβάλει παντού, καταργώντας τους γεωγραφικούς περιορισμούς,

Αρά, η εφαρμογή λειτουργεί σε ένα δυναμικό περιβάλλον που ενισχύει τη συμμετοχή και την οργάνωση της πληροφορίας, αποτελώντας ένα σύγχρονο εργαλείο υποστήριξης της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

2.2 Αρχιτεκτονική Συστημάτων Ιστού

Η εφαρμογή βασίστηκε στο μοντέλο Πελάτη-Εξυπηρετητή (Client-Server Architecture). Η επικοινωνία αυτή βελτιώνεται μέσω του πρωτοκόλλου HTTP, το οποίο μειώνει δραστικά τον χρόνο απόκρισης, κάνοντας χρήση του πρωτόκολλου QUIC [11].

2.2.1 Αρχιτεκτονική Εκτέλεσης στο Διαδίκτυο



Εικόνα 1 Σενάριο εκτέλεσης PHP στο διαδίκτυο

Η εικόνα αυτή αποτυπώνει τον τρόπο πως λειτουργεί ο κύκλος επικοινωνίας client-server μέσω του πρωτοκόλλου HTTP. Πιο συγκεκριμένα, ο browser (φυλλομετρητής) στέλνει ένα αίτημα προς τον web server και, αν το ζητούμενο αρχείο είναι PHP, τότε το αίτημα προωθείται στον PHP interpreter. Ο interpreter εκτελεί τον κώδικα, αλληλοεπιδρά

με τις βάσεις δεδομένων η το σύστημα αρχείων και δημιουργεί έτσι ένα δυναμικό περιεχόμενο σε HTML μορφή. Το αποτέλεσμα επιστρέφεται στον server και από εκεί στον φυλλομετρητή για την εμφάνιση στον χρήστη, ολοκληρώνοντας τον τρόπο αυτό το κύκλο αίτησης – απόκρισης.

2.3 Τεχνολογίες Frontend

Το Frontend (διεπαφή χρήστη) περιλαμβάνει ένα ολοκληρωμένο σύνολο τεχνολογιών που εκτελείται απευθείας στον φυλλομετρητή (browser) του τελικού χρήστη. Για την υλοποίηση της εφαρμογής επιλέχθηκε ένας συνδυασμός σύγχρονων εργαλείων με στόχο τη βελτιστοποίηση της ταχύτητα, της αισθητικής και της διαδραστικότητας.

Ο σχεδιασμός του ψηφιακού πίνακα εστιάζει στους εξής άξονες:

- **Εμπειρία Χρήστη (User Experience):** Παροχή μιας εύχρηστης διεπαφής χρήστη που επιτρέπει την άμεση αλληλεπίδραση με τα στοιχεία του συστήματος, σύμφωνα με τις αρχές σχεδίασης του Παγκόσμιου Ιστού (W3C) [13].
- **Αποκριτική σχεδίαση (Responsive Design):** Διασφάλιση ότι η εφαρμογή προσαρμόζεται δυναμικά σε διαφορετικά μεγέθη οθόνης και συσκευές (desktop, mobile, tablet), αξιοποιώντας το framework της CSS το Bootstrap 5 [14].
- **Απόδοση σε Πραγματικό Χρόνο:** Η χρήση τεχνολογιών ασύγχρονης επικοινωνίας (AJAX) που επιτρέπουν την ομαλή ροή εργασίας χωρίς καθυστερήσεις στη απόκριση [15].

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν και αποτελούν το Frontend θα αναλυθούν στις παρακάτω υποενότητες.

2.3.1 HTML5

Η HTML [16] (Hypertext Markup Language) αποτελεί τη θεμελιώδη γλώσσα για τη δημιουργία των ιστοσελίδων. Ειδικότερα, στο σύστημα χρησιμοποιήθηκε η HTML5 για τη δομή του πίνακα και την οργάνωση των στοιχείων του περιεχομένου του πίνακα.



Εικόνα 2 Λογότυπο της HTML

Σημαντική έμφαση δόθηκε στην εκτενή αξιοποίηση των σημασιολογικών στοιχείων (**semantic elements**), όπως (header, section, footer) για την καλύτερη προσβασιμότητα και οργάνωση του περιεχομένου. Κατά κύριο λόγο, χρησιμοποιείται για τη δομή και το περιεχόμενο μιας ιστοσελίδας μέσω της χρήσης των ετικετών (tags). Η HTML5, εισήγαγε νέα στοιχεία που έχει ως στόχο να βελτιώσει την προσβασιμότητα και τη υποστήριξη για τα πολυμέσα.

2.3.2 CSS3 και Bootstrap 5

Η CSS (Cascading Style Sheets) παρουσιάζεται ως μια γλώσσα φύλλων στυλ που χρησιμοποιείται για την περιγραφή της εμφάνισης εγγραφών γραμμένο σε HTML¹⁷. Στο ψηφιακό πίνακα, η CSS3 χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία μιας οπτικά ελκυστικής και λειτουργικής διεπαφής, επιτρέποντας στο περιεχόμενο να προσαρμόζεται ανάλογα με την εκάστοτε συσκευή μέσω της τεχνικής του responsive web design¹⁸.

¹⁷ [What Is Cascading Style Sheets \(CSS\)? Definition from TheServerSide](#)

¹⁸ <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS>



Εικόνα 3 Λογότυπο CSS



Εικόνα 4 Λογότυπο Bootstrap

Η χρήση του Bootstrap 5 ήταν καθοριστική για την επίτευξη Responsive Design. Το Bootstrap⁵¹⁹ είναι ένα δημοφιλές, ανοικτού κώδικα framework για την ανάπτυξη responsive εμφάνισης στο ιστό. Στην εφαρμογή, το Bootstrap 5 αξιοποιήθηκε για αυτούς τους λόγους:

- ❖ Σύστημα Πλέγματος (Grid System): Χρήση του συστήματος πλέγματος 12 στηλών που διευκολύνει τη δημιουργία πολύπλοκων και προσαρμοστικών διατάξεων ώστε να προσαρμόζονται αυτόματα με τη οθόνη της συσκευής του κάθε χρήστη (desktop, tablet, κινητό).
- ❖ Έτοιμα Συστατικά (Components): Ενσωμάτωση στοιχείων όπως modals (για την επεξεργασία σημειώσεων), κάρτες (για την προβολή τους), τα στοιχεία διεπαφής (κουμπιά, μπάρες πλοήγησης, φόρμες), εξασφαλίζοντας έτσι τη αισθητική συνοχή και την συμβατότητα σε διαφορετικές συσκευές και browser.

¹⁹ [What is a Bootstrap and how does it work?](#)

- ❖ Συμβατότητα: Διασφάλιση της απεικόνισης της εφαρμογής σε όλους τους σύγχρονους browsers μειώνοντας δραστικά τον χρόνο που απαιτείται για τις διορθώσεις σφαλμάτων εμφάνισης.

2.3.3 JavaScript και jQuery

Η δυναμική συμπεριφορά του πίνακα, όπως η αμεσότητα στις ενέργειες του χρήστη και η δυνατότητα μετακίνησης των σημειώσεων (Drag and Drop), βασίζονται στη γλώσσα προγραμματισμού JavaScript και στην ευρέως διαδεδομένη βιβλιοθήκη jQuery. Η JavaScript αποτελεί την κινητήριο δύναμη πίσω από τη διαδραστικότητα σύγχρονων εφαρμογών ιστού. Έτσι, στο σύστημα, η JavaScript χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση των κρίσιμων λειτουργιών του συστήματος, όπως η δυναμική δημιουργία σημειώσεων και πολυμέσων, η επικύρωση των δεδομένων (validation) και η ασύγχρονη επικοινωνία με το backend μέσω AJAX για την ενημέρωση του περιεχομένου του πίνακα σε πραγματικό χρόνο. Σύμφωνα με τον Flanagan (2020) [20], η ασύγχρονη JavaScript επιτρέπει στον περιηγητή ιστού να λειτουργεί ως μια πλήρης πλατφόρμα εφαρμογών, διαχειριζόμενη το περιεχόμενο μέσω του **Document Object Model (DOM)**. Για τη βελτίωση της απόδοσης, ο κώδικας ενσωματώθηκε μέσω εξωτερικών αρχείων (.js), τα οποία φορτώνονται στο τέλος του εγγράφου HTML, διασφαλίζοντας ότι η εκτέλεση των scripts δεν θα παρεμποδίζει την αρχική ανάλυση και εμφάνιση της σελίδας [21].



Εικόνα 5 Λογότυπο JavaScript

Η jQuery (έκδοση 3.6) λειτουργεί ως ένα επίπεδο αφαίρεσης πάνω στην JavaScript, επιλύοντας έτσι το πρόβλημα μεταξύ της ασυμβατότητας των περιηγητών και την απλοποίηση σε σημαντικό βαθμό για το χειρισμό των συμβάντων (events) [21]. Στον

κώδικα της εφαρμογής, η βιβλιοθήκη jQuery αξιοποιήθηκε για τις ακόλουθες λειτουργίες:



Εικόνα 6 Λογότυπο jQuery

- **Διαχείριση Συμβάντων (Events):** Το σύστημα παρακολούθησε τα συμβάντα **mousedown**, **mousemove** και **mouseup** μέσω της χρήσης των μεθόδων **.on()**. Στην ανάλυση του, ο Nixon (2018) [21], αναφέρεται στην χρήση του **Event Object** που επιτρέπει τον ακριβή υπολογισμό της θέσης του ποντικού μέσω των ιδιοτήτων **pageX** και **pageY**, αφιερώνοντας έτσι το σχετικό offset του στοιχείου. Η εφαρμογή υπακούει σε ενέργειες όπως το κλικ (click) και σύρσιμο (drag) για το χειρισμό των σημειώσεων και των πολυμέσων. Η τεχνική αυτή εφαρμόστηκε για την ομαλή μετακίνηση των σημειώσεων και των πολυμέσων στον καμβά.
- **Ασύγχρονη Επικοινωνία AJAX Requests:** Η **\$.ajax()**, επιτυγχάνεται επιτυχώς την επικοινωνία με τον webserver για την αποθήκευση των δεδομένων (όπως οι νέες συντεταγμένες της αποθήκευσης της θέσης της σημείωσης η και των πολυμέσων) σε πραγματικό χρόνο, χωρίς την ανάγκη ανανέωσης της σελίδας.
- **Διαχείριση του DOM και UI Interactions:** Η εφαρμογή επιτρέπει τη δυναμική προσθήκη/αφαίρεση και επεξεργασία των στοιχείων υλοποιώντας την λειτουργία drag drop για σημειώσεις και πολυμέσα επιτρέποντας στους χρήστες να οργανώνουν τον χώρο εργασία τους διαισθητικά.
- **Ασφαλής Αρχικοποίηση:** Η σωστή εκτέλεση του κώδικα διασφαλίζεται μέσω της αναμονής για τη φόρτωση του **DOM (DOMContentLoaded)**. Δηλαδή αυτό αποτρέπει σφάλματα πρόσβασης σε στοιχεία που δεν έχουν ακόμη δημιουργεί πλήρως κατά τη διάρκεια εκκίνησης της εφαρμογής [21].

Κλείνοντας, η χρήση της jQuery επέτρεψε την ανάπτυξη μιας ομαλής, διαδραστικής εμπειρίας, η οποία κρίνεται ζωτικής σημασίας ζωτικής σημασίας για τον συνεργατικό χαρακτήρα του ψηφιακού πίνακα.

2.3.4 Εξειδικευμένες Βιβλιοθήκες JavaScript

Σε αυτή την ενότητα θα αναλυθούν οι βιβλιοθήκες που επιλέχθηκαν και ενσωματώθηκαν στο σύστημα για τη επίτευξη της δυναμικής διεπαφής και της ενίσχυσης της διαδραστικότητας του συνεργατικού συστήματος, δίνοντας μια σύγχρονη εμπειρία χρήστη (User Experience). Σε αυτή την ενότητα θα αναλυθούν οι βιβλιοθήκες JavaScript που χρησιμοποίησαν στην εφαρμογή οι οποίες είναι οι εξής:

- **interact.js (Διαχείριση Δυναμικών Αντικειμένων)**

Η χρήση της βιβλιοθήκης interact.js χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση του περιεχομένου (σημειώσεις, πολυμέσα) του διαδραστικού πίνακα. Η επιλογή αυτή βασίστηκε στην ικανότητα να προσφέρει ομαλές λειτουργίες μετακίνησης αντικείμενων (drag and drop) και αλλαγής μεγέθους χωρίς την ανάγκη για βαριά εξωτερικά frameworks. Με τη χρήση της βιβλιοθήκης interact.js, έχουμε τον πλήρη έλεγχο στις κινήσεις του ποντικιού. Χάρη της δυνατότητας «ευθυγράμμισης σε πλέγμα» (snapping), η τοποθέτηση των πολυμέσων και των σημειώσεων πάνω στον πίνακα γίνεται με απόλυτη ακρίβεια [23]. Μέσω του κώδικα της εφαρμογής, η interact.js υπολογίζει δυναμικά τις συντεταγμένες x και y, οι οποίες αποστέλλονται στη συνέχεια στη βάση δεδομένων.

- **Quill Editor (Πλούσια Επεξεργασία Κειμένου)**

Η επεξεργασία του περιεχομένου των σημειώσεων πραγματοποιείται μέσω του Quill Editor, ενός ισχυρού «What You See Is What You Get» επεξεργαστή. Ο Quill προσφέρει στους χρήστες τη δυνατότητα να εφαρμόζουν μορφοποίηση (όπως έντονη, πλάγια γραφή, υπογράμμιση κ.α.) με μια άμεση οπτική επιβεβαίωση. Η τεχνολογία αυτή διασφαλίζει ότι η μορφοποίηση παραμένει αναλλοίωτη κατά τη μεταφορά των δεδομένων από το frontend στο backend της εφαρμογής [24].

- **Δυναμικές Ειδοποιήσεις με sweetAlert2**

Η βιβλιοθήκη sweetAlert2 χρησιμοποιήθηκε για την επικοινωνία με τον χρήστη (User Feedback). Αντικαθιστά τα τυπικά παράθυρα διαλόγου (alerts) του browser με τα σύγχρονα responsive modals που βελτιώνουν την αισθητική συνοχή της εφαρμογής.

Η βιβλιοθήκη αυτή διευκόλυνε τις λειτουργίες που αφορούσε κρίσιμα σημεία της εφαρμογής, όπως η επιβεβαίωση της διαγραφής μιας σημείωσης ή των πολυμέσων η

την ενημέρωση για τα σφάλματα σύνδεσης ή και μη το σωστό συγχρονισμό των δεδομένων, δίνοντας έτσι μια πιο επαγγελματική και φιλική επαφή [25].

2.4 Ασύγχρονη Επικοινωνία (AJAX) και Ανταλλαγή Δεδομένων (JSON)

Η σύγχρονη εμπειρία χρήστη στο διαδίκτυο απαιτεί εφαρμογές που να ανταποκρίνονται άμεσα, χωρίς διακοπές στη ροή της εργασίας. Στο σύστημα, αυτό γίνεται μέσω του συνδυασμού των τεχνολογιών AJAX και JSON, οι οποίες επιτρέπουν την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ πελάτη και διακομιστή σε πραγματικό χρόνο.

Η AJAX (Asynchronous JavaScript and XML), ως τεχνολογία δεν χαρακτηρίζεται ως μια μεμονωμένη γλώσσα προγραμματισμού, αλλά ως ένα σύνολο μεθόδων της JavaScript που επιτρέπουν τη μεταφορά δεδομένων στο παρασκήνιο. Σύμφωνα με τον Nixon (2018) [21], ο όρος αυτός επινοήθηκε το 2005, παρόλο που η τεχνική βάση της ασύγχρονης επικοινωνίας ξεκίνησε το 1999 με την εισαγωγή του αντικειμένου Active XMLHttpRequest στον Internet Explorer 5. Σήμερα, η λειτουργία αυτή αποτελεί σημαντικό τμήμα σε όλους τους σύγχρονες περιηγητές.



Εικόνα 7 Λογότυπο Ajax

Όπως επισημαίνεται στην βιβλιογραφία, η υιοθέτηση του AJAX έφερε επανάσταση στη λειτουργία του παγκοσμίου ιστού (με χαρακτηριστικό παράδειγμα τους Google Maps), αφού μετατρέπει τις ιστοσελίδες σε αυτόνομες εφαρμογές. Αυτό επιτυγχάνεται διότι:

- **Μειώνει τον όγκο των δεδομένων:** Αντί να ανανεώνεται (reload) όλη η σελίδα, ανταλλάσσονται μόνο οι απαραίτητες πληροφορίες μεταξύ client και server.

- **Βελτιώνει τη διεπαφή:** Η σελίδα παραμένει δυναμική και αποκρίνεται έτσι στις ενέργειες του χρήστη χωρίς διακοπές, προσφέροντας μια πιο καλύτερη responsive σελίδα.

Στο σύστημα μας, η AJAX υλοποιήθηκε μέσω της βιβλιοθήκης jQuery για τις εξής κρίσιμες λειτουργίες:

- ❖ Αυτόματη αποθήκευση σημειώσεων και πολυμέσων χωρίς να διακόπτονται οι ενέργειες του χρήστη.
- ❖ Συγχρονισμό πραγματικού χρόνου μεταξύ πολλαπλών χρηστών.
- ❖ Δυναμική φόρτωση δεδομένων των αρχικών δεδομένων (πινάκων, σημειώσεων, πολυμέσων) κατά την διάρκεια έναρξης της συνεργασίας.
- ❖ Άμεση ενημέρωση των θέσεων όλων των στοιχείων του πίνακα.

2.4.1 Πρότυπο JSON

Το πρότυπο **JSON** (JavaScript Object Notation) [26] χρησιμοποιείται για τη μεταφορά των δεδομένων μεταξύ της πλευράς του πελάτη (JavaScript) και της πλευράς του διακομιστή (PHP). Πάρα το ακρωνύμιο της AJAX που υποδηλώνει τη χρήση της XML, ο Nixon (2018) [21] στο βιβλίο του επισημαίνει ότι το JSON την έχει αντικαταστήσει πλήρως στις σύγχρονες εφαρμογές εξαιτίας της απλότητας και της αποδοτικότητας του. Η τεχνολογία JSON παρουσιάζεται ως μια ελαφριά μορφή ανταλλαγής δεδομένων που είναι εύκολη στην ανάγνωση από τον άνθρωπο και είναι εξαιρετικά ταχύτατη στην επεξεργασία από τις μηχανές.



Στο σύστημα, η JSON χρησιμοποιήθηκε για τη:

- **Μεταφορά των δεδομένων:** Για παράδειγμα η θέση (συντεταγμένες x,y), το περιεχόμενο και η μορφοποίηση των σημειώσεων και των πολυμέσων.
- **Δομή των απαντήσεων από το Backend:** Κάθε επιτυχημένο αίτημα (status 200) επιστρέφει ένα αντικείμενο JSON που περιλαμβάνει αυτή την επιτυχημένη κατάσταση και τα νέα δεδομένα.
- **Συγχρονισμός και αποθήκευση:** αξιοποιήθηκε για την αποστολή ενημερώσεων σε πραγματικό χρόνο και την προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων κατά τη διάρκεια της συνεδρίας (session).

Η επιλογή του προτύπου JSON [21] πραγματοποιήθηκε για τους εξής λόγους:

- **Ταχύτητα και Μέγεθος:** Είναι εξαιρετικά ελαφρύ, μειώνοντας σε ένα μεγάλο βαθμό το όγκο των δεδομένων που μεταφέρονται μέσω του διαδικτύου. Το αποτέλεσμα αυτής της προσέγγισης ήταν η βελτιστοποίηση της ταχύτερης απόκριση της εφαρμογής
- **Άμεση συμβατότητα:** Αναγνωρίζεται αυτομάτως από τη JavaScript ως ένα αντικείμενο. Το οποίο το καθιστά κατά την διάρκεια της επεξεργασίας του (parsing) ταχύτερο, αφού δεν απαιτείται η πολύπλοκη ανάλυση που απαιτεί η XML.
- **Δομή πινάκων (arrays):** Τα δεδομένα αυτά εμφανίζονται σε μορφή πινάκων, καθιστώντας το ιδανικό για τη αναπαράσταση πολλών στοιχείων, όπως οι σημειώσεις και τα πολυμέσα στο συνεργατικό πίνακα.

2.5 Backend

Το backend διαχειρίζεται τη λογική της εφαρμογής που λειτουργεί στον server, την επικοινωνία με τη βάση δεδομένων και την εξυπηρέτηση των αιτημάτων του Frontend. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη του Backend συστήματος είναι οι εξής:

2.5.1 Γλώσσα Προγραμματισμού PHP

Η PHP (έκδοση 8.2.12) είναι μια γλώσσα ανοιχτού κώδικα ειδικά σχεδιασμένη για να λειτουργεί και να εκτελείται κυρίως από την πλευρά του διακομιστή (server-side). Η Κύρια χρήση της είναι για την δημιουργία και την ανάπτυξη δυναμικών και στατικών ιστοσελίδων. Ιδρύθηκε το 1994 από τον Rasmus Lerdorf και έχει εξελιχθεί σε ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα εργαλεία τροφοδοτώντας ένα μεγάλο μέρος των ιστοσελίδων στο διαδίκτυο.

Σε αυτή την εργασία, η PHP επιλέχθηκε λόγω ότι αποτελεί τον κεντρικότερο τεχνολογικό πυλώνα του backend. Η επιλογή αυτής της γλώσσας βασίστηκε σε τέσσερις βασικούς παράγοντες:

- 1. Άριστη Ενσωμάτωση και Επικοινωνία με τη Βάση Δεδομένων:** Το σύστημα για να λειτουργήσει χρειάζεται τη συνεχή και ασφαλή αλληλεπίδραση με τη Βάση Δεδομένων MySQL για τη αποθήκευση των χρηστών, πινάκων και σημειώσεων. Η PHP προσφέρει μια βελτιωμένη υποστήριξη για την MySQL μέσω των επεκτάσεων PDO και MySQLi, επιτρέποντας με αυτό το τρόπο μια πιο αποδοτική και ασφαλέστερη διαχείριση δεδομένων.
- 2. Ευρεία Υποστήριξη και Κοινότητα:** Η PHP διαθέτει μια τεράστια κοινότητα προγραμματιστών και ένα πλούσιο και εκτενές οικοσύστημα βιβλιοθηκών και frameworks, βοηθώντας έτσι σημαντικά στην ανάπτυξη.
- 3. Ασφάλεια και Ευελιξία:** Η PHP ως γλώσσα διαθέτει ενσωματωμένους μηχανισμούς όσον αναφορά για την αντιμετώπιση κρίσιμων ζητημάτων ασφάλειας ιστού, όπως για παράδειγμα η διαχείριση συνεδριών (sessions), η κρυπτογράφηση των δεδομένων και η προστασία από τις συχνές επιθέσεις ιστού (πχ, SQL Injection), επιτρέποντας την ανάπτυξη ασφαλών εφαρμογών.
- 4. Απλότητα και Γρήγορη Ανάπτυξη :** Η PHP ως τεχνολογία παρέχει εύκολη και κατανοητή σύνταξη με αποτέλεσμα να επιτρέπει την βελτιωμένη υλοποίηση των λειτουργικών εφαρμογών [27].

2.5.2 MySQL

Η MySQL [28] αποτελεί ένα διαδεδωμένο σύστημα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων (RDBMS) ανοιχτού κώδικα. Χρησιμοποιείται ευρέως τόσο σε μικρά έργα όσο και σε μεγάλες επιχειρησιακές εφαρμογές υψηλών απαιτήσεων, λόγω της αξιοπιστίας, της απόδοσης της, της επεκτασιμότητας της και την ευκολία χρήσης. Στην εργασία, χρησιμοποιήθηκε εξαιτίας της άριστης συμβατότητας με την

PHP και την ικανότητα της να διαχειρίζεται αποτελεσματικά τις αλληλεπιδράσεις πολλών χρηστών σε πραγματικό χρόνο.

Η MySQL ακολουθεί το σχεσιακό μοντέλο δεδομένων, που οι πληροφορίες οργανώνονται σε πίνακες με γραμμές και στήλες. Η αλληλεπίδραση και η επικοινωνία με τη βάση γίνεται μέσω της γλώσσας SQL (Structured Query Language), υποστηρίζοντας τις συναλλαγές ACID (Ατομικότητα, Συνέπεια, Απομόνωση, Ανθεκτικότητα), γεγονός που διασφαλίζει την ακεραιότητα των δεδομένων ακόμα και σε περιπτώσεις με υψηλό φόρτο εργασίας. Ως λογισμικό ανοιχτού κώδικα, διαθέτει μια τεράστια και δραστήρια κοινότητα που συμβάλλει στην συνεχή υποστήριξη, στην ανταλλαγή γνώσεων και στην διόρθωση σφαλμάτων.

Αρχιτεκτονικά, η MySQL ακολουθεί το μοντέλο πελάτη- διακομιστή (client-server), δίνοντας ευελιξία και υψηλή απόδοση. Στο πλαίσιο, της συγκεκριμένης εργασίας, η χρήση της MySQL γίνεται κυρίως για την αποθήκευση όλων των δεδομένων της εφαρμογής όπως:

- ❖ Στοιχεία ταυτοποίησης και σύνδεσης των χρηστών.
- ❖ Δεδομένα από τους πίνακες (θέσεις, μορφή).
- ❖ Περιεχόμενο σημειώσεων, σχεδίων και μεταδιδόμενων αρχείων.

2.6 Περιβάλλον ανάπτυξης και εργαλεία

2.6.1 Xampp

Το XAMPP είναι μια πλατφόρμα τοπικού διακομιστή ιστού ελεύθερης πρόσβασης που περιλαμβάνει τον διακομιστή Apache HTTP Server, τη βάση δεδομένων MariaDB και τον διερμηνευτή PHP. Χρησιμοποιήθηκε κυρίως ως ένα τοπικό (local) περιβάλλον ανάπτυξης, επιτρέποντας την εκτέλεση και τον έλεγχο όλης της εφαρμογής (frontend και backend). Ο βασικός φάκελος του project τοποθετήθηκε στον κατάλογο htdocs του XAMPP, με πρόσβαση μέσω της διεύθυνσης <http://localhost/> [29].

2.6.2 PhpMyAdmin

Το PhpMyAdmin [30] είναι ένα δωρεάν εργαλείο λογισμικού γραμμένο σε PHP γλώσσα, που έχει σχεδιαστεί για να διαχειρίζεται την βάση δεδομένων

MySQL/MariaDB. Επιπλέον, λειτουργίες όπως η δημιουργία και η τροποποίηση των βάσεων δεδομένων, πινάκων, στηλών, σχέσεων, δεικτών αλλά και τη διαχείριση χρηστών και δικαιωμάτων. Αναπτύχθηκε στην διάρκεια του σχεδιασμού και της υλοποίησης για τη δημιουργία των πινάκων, την εισαγωγή των δεδομένων, την εκτέλεση ερωτημάτων SQL και το γενικότερο έλεγχο της ακεραιότητας της βάσης δεδομένων. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του είναι:

- Διαχείριση βάσεων δεδομένων και πινάκων.
- Επεξεργασία στηλών, σχέσεων και δεικτών (indexes).
- Διαχείριση χρηστών και δικαιωμάτων πρόσβασης.
- Εκτέλεση εντολών SQL.

2.6.3 Visual Studio Code

Το Visual Studio Code χαρακτηρίζεται ως ένας ισχυρός επεξεργαστής πηγαίου κώδικα ο οποίος τρέχει σε όλους τους υπολογιστές και είναι διαθέσιμος σε όλα τα λειτουργικά συστήματα [31]. Διαθέτει και είναι ενισχυμένο με επεκτάσεις που βελτιώνουν την παραγωγικότητα και τις γλώσσες προγραμματισμού (όπως C++, C#, Java, Python, PHP, Go) και περιβάλλοντα εκτέλεσης (π.χ. .NET και Unity). Στην εργασία χρησιμοποιήθηκε ως βασικό εργαλείο συγγραφής κώδικα για όλα τα αρχεία της εφαρμογής (PHP, HTML, CSS, JavaScript, Bootstrap, jQuery, AJAX, JSON). Οι επεκτάσεις για PHP, HTML, CSS, JavaScript, βοήθησαν σημαντικά στην αυτόματη συμπλήρωση του κώδικα, τον εντοπισμό των σφαλμάτων και τη βελτίωση της αναγνωσιμότητας [32].

2.6.4 Βοηθητικά εργαλεία Ανάπτυξης ChatGPT/deepseek AI

Στην διάρκεια της έρευνας, αξιοποιήθηκαν τα εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης ChatGPT/deepseek AI ως βοηθητικό μέσο για την αντιμετώπιση των προγραμματικών δυσκολιών και τη βελτίωση της ποιότητας του κώδικα. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση των εργαλείων AI στόχευσε σε:

- Βελτίωση του τρέχοντα κώδικα και στην ανάπτυξη νέων λειτουργιών.
- Ανάλυση τεχνικών ζητημάτων και στην εξέταση εναλλακτικών λύσεων.
- Υποστήριξη στην επίλυση των σύνθετων προγραμματιστικών δυσκολιών.

2.7 Ζητήματα Ασφάλειας

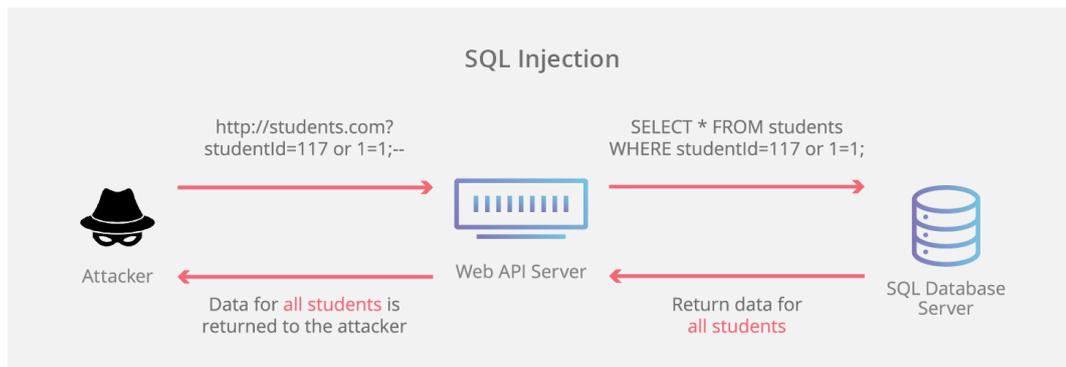
Η Ασφάλεια και η προστασία της ιδιωτικότητας των χρηστών αποτέλεσαν μια σημαντική προτεραιότητα κατά το σχεδιασμό του συστήματος. Ακολουθώντας τις οδηγίες του διεθνούς μη κερδοσκοπικού οργανισμού **OWASP**, εφαρμοστήκαν πολλαπλά επίπεδα ελέγχου για την αντιμετώπιση των πιο κρίσιμων και σημαντικών απειλών στον ιστό. Οι κυριότερες επιθέσεις που αντιμετωπίστηκαν είναι οι εξής:

2.7.1 Προστασία από Cross-Site Request Forgery (CSRF)

Το CSRF (Cross-Site Request Forgery) [33] είναι μια επίθεση ασφάλειας σε εφαρμογές ιστού η οποία εκμεταλλεύεται την εμπιστοσύνη του πιστοποιημένου χρήστη να εκτελεί ανεπιθύμητες ενέργειες χωρίς τη γνώση και τη συγκατάθεση του. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το ζήτημα στο σύστημα δημιουργήθηκε ο μηχανισμός CSRF tokens. Δηλαδή σε κάθε φόρμα που υποβάλλει δεδομένα (π.χ. σύνδεση, εγγραφή, αποθήκευση σημείωσης/πολυμέσων) εφαρμόστηκε ένα μοναδικό token που δημιουργήθηκε στην συνεδρία (session) του χρήστη και επαληθεύεται στον server πριν από την επεξεργασία του αιτήματος. Έτσι, με τον τρόπο αυτό, εξασφαλίζεται ότι το αίτημα προέρχεται νόμιμα από την εφαρμογή και όχι από μια κακόβουλη τρίτη πηγή.

2.7.2 Προστασία από SQL Injection

Η SQL Injection αποτελεί μια από τις πιο σοβαρότερες απειλές για τις εφαρμογές ιστού, αφού επιτρέπει στους εισβολείς να εκτελούν κακόβουλες εντολές SQL μέσω των πεδίων εισόδου. Οι επιπτώσεις μια τέτοιας επίθεσης ενδεχομένως να προκαλέσουν μια καταστροφική κατάσταση, οδηγώντας έτσι σε διαρροή ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων και κωδικών, τροποποίηση ή διαγραφή των δεδομένων της βάσης [34]. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εισαγωγή μιας πάντα αληθούς συνθήκης, όπως είναι η '1' OR '=1. Για παράδειγμα όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 9, ο εισβολέας εκμεταλλεύεται το πεδίο εισόδου (πχ. studentId στο URL) εισάγοντας την τιμή 117 OR 1=1; Έτσι, με το τρόπο αυτό αναγκάζει το σύστημα να δημιουργήσει ένα ερώτημα που θα επιστρέψει ένα ολόκληρο πίνακα των μαθητών αντί για έναν συγκεκριμένο χρήστη, εκθέτοντας έτσι τα ευαίσθητα δεδομένα χωρίς την απαιτούμενη εξουσιοδότηση [35].



Εικόνα 9 Μηχανισμός επίθεσης SQL Injection

Για να αντιμετωπιστούν αυτές οι ίδιες απειλές, σε αυτό το σύστημα εφαρμόστηκαν προληπτικά μέτρα με κυριότερη στρατηγική τη χρήση προετοιμασμένων δηλώσεων (Prepared Statements) μέσω της βιβλιοθήκης PHP Data Objects (PDO). Η τεχνική αυτή επιβάλλει το αυστηρό διαχωρισμό μεταξύ του κώδικα SQL και των δεδομένων του χρήστη, αντιμετωπίζοντας κάθε είσοδο ως ένα απλό κείμενο. Παράλληλα, η ασφάλεια ενισχύθηκε με την κρυπτογράφηση των κωδικών πρόσβασης μέσω της συνάρτησης `password_hash()` και του αλγορίθμου **BCRYPT** [36]. Ο αλγόριθμος αυτός μετατρέπει τους κωδικούς σε μη αναστρέψιμα hashes, διασφαλίζοντας ότι ακόμα και σε περίπτωση διαρροής της βάσης, τα πραγματικά διαπιστευτήρια παραμένουν προστατευμένα. Η επιλογή αυτών των τεχνολογιών και των πρωτόκολλων (**PDO, BCRYPT, CSRF tokens**) υπήρξε καθοριστική για τη δημιουργία ενός αξιόπιστου και ασφαλούς συνεργατικού εκπαιδευτικού συστήματος.

Κλείνοντας, η επιλογή αυτών των τεχνολογιών και εργαλείων ανάπτυξης, σε συνδυασμό με την εφαρμογή αυτών των πρωτοκόλλων ασφάλειας (**PDO, CSRF tokens**), υπήρξε καθοριστική στην δημιουργία ενός λειτουργικού, αξιόπιστου και ασφαλούς συνεργατικού εκπαιδευτικού συστήματος.

2.8 Σύνοψη Κεφαλαίου 2

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο και η τεχνολογική στοίβα που υιοθετήθηκε για την ανάπτυξη του συνεργατικού συστήματος. Για την ανάπτυξη του frontend χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνολογίες HTML5, CSS3 (με το framework Bootstrap5) και JavaScript σε συνδυασμό με τη βιβλιοθήκη jQuery 3.6, οι οποίες εξασφάλισαν την δημιουργία μιας λειτουργικής και διαδραστικής διεπαφής χρήστη.

Καθοριστική ήταν η ενσωμάτωση εξειδικευμένων βιβλιοθηκών, όπως η **interact.js** για τη διαχείριση της μετακίνησης αντικειμένων (drag and drop), ο **Quill Editor** για την πλούσια επεξεργασία κείμενου και η **sweetAlert2** για την βελτίωση της εμπειρίας χρήστη μέσω των σύγχρονων ειδοποιήσεων. Η αξιοποίηση των τεχνολογιών AJAX και της μορφής δεδομένων JSON επέτρεψε την ασύγχρονη επικοινωνία μεταξύ πελάτη και διακομιστή, υποστηρίζοντας έτσι τη δυναμική ενημέρωση της εφαρμογής χωρίς να χρειαστεί η ανανέωση της σελίδας. Ως προς το backend, είχαμε το συνδυασμό της γλώσσας PHP με την MySQL για τον σχεδιασμό της βάσης δεδομένων εξαιτίας της σταθερότητας, της αποδοτικότητας και της ευρείας χρήσης τους στην ανάπτυξη των διαδικτυακών εφαρμογών. Η διαδικασία ανάπτυξης και δοκιμών υποστηρίχθηκε αποτελεσματικά από ένα ολοκληρωμένο σύνολο εργαλείων, όπως το XAMPP για την τοπική φιλοξενία του διακομιστή, τον επεξεργαστή κώδικα Visual Studio Code και το διαχειριστικό εργαλείο phpMyAdmin. Τέλος, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην ασφάλεια του συστήματος μέσω της χρήσης των προετοιμασμένων δηλώσεων (Prepared Statements) με PDO, της εφαρμογής μηχανισμών προστασίας CSRF και της κρυπτογράφησης των κωδικών πρόσβασης, διασφαλίζοντας έτσι την αξιοπιστία και την ακεραιότητα του συνεργατικού περιβάλλοντος.

Κεφάλαιο 3 Σχεδίαση Συστήματος

Το Συνεργατικό Ψηφιακό Σύστημα Πίνακα Σημειώσεων χαρακτηρίζεται ως μια εκπαιδευτική εφαρμογή που επιτρέπει σε διαφορετικές ομάδες χρηστών (εκπαιδευτές, μαθητές, διαχειριστές, επισκέπτες) να μπορούν να αλληλοεπιδρούν σε πραγματικό χρόνο πάνω σε έναν ψηφιακό καμβά. Κύριος στόχος του συστήματος είναι η υποστήριξη της ομαδικής εργασίας, η δημιουργία γνώσης και η διαδραστική μάθηση πάνω σε ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό πλαίσιο. Το σύστημα ξεπερνάει γεωγραφικούς και χρονικούς περιορισμούς προσφέροντας εργαλεία για τη δημιουργία σημειώσεων, πολυμέσων και τη διαχείριση πολυμέσων. Παράλληλα, υποστηρίζει την συνεργατική επεξεργασία του ψηφιακού πίνακα σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας την αλληλεπίδραση των χρηστών.

3.1 Λειτουργικές Προδιαγραφές

Οι βασικές λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος για το ρόλο του χρήστη συνοψίζονται στον Πίνακα 1:

Πίνακας 1 Λειτουργικές Απαιτήσεις Χρήστη

Λειτουργία	Περιγραφή
Διαχείριση λογαριασμών	Οι χρήστες μπορούν να δημιουργούν λογαριασμούς, να συνδέονται και να επεξεργάζονται το προφίλ τους.
Διαχείριση Πίνακα	Οι χρήστες μπορούν να δημιουργούν νέους πίνακες, να συμμετέχουν σε υπάρχοντες πίνακες (μέσω μοναδικού συνδέσμου) και να ορίζουν δικαιώματα πρόσβασης (δημόσιος/ιδιωτικός/κοινόχρηστος).
Συνεργατικός Πίνακας	Πολλοί χρήστες μπορούν ταυτόχρονα να επεξεργάζονται τον ίδιο πίνακα σε πραγματικό χρόνο. Περιλαμβάνει λειτουργίες όπως σχεδίαση, προσθήκη σημειώσεων Τύπου Post-it, προσθήκη πολυμέσων και εισαγωγή σχημάτων (ζωγραφική).

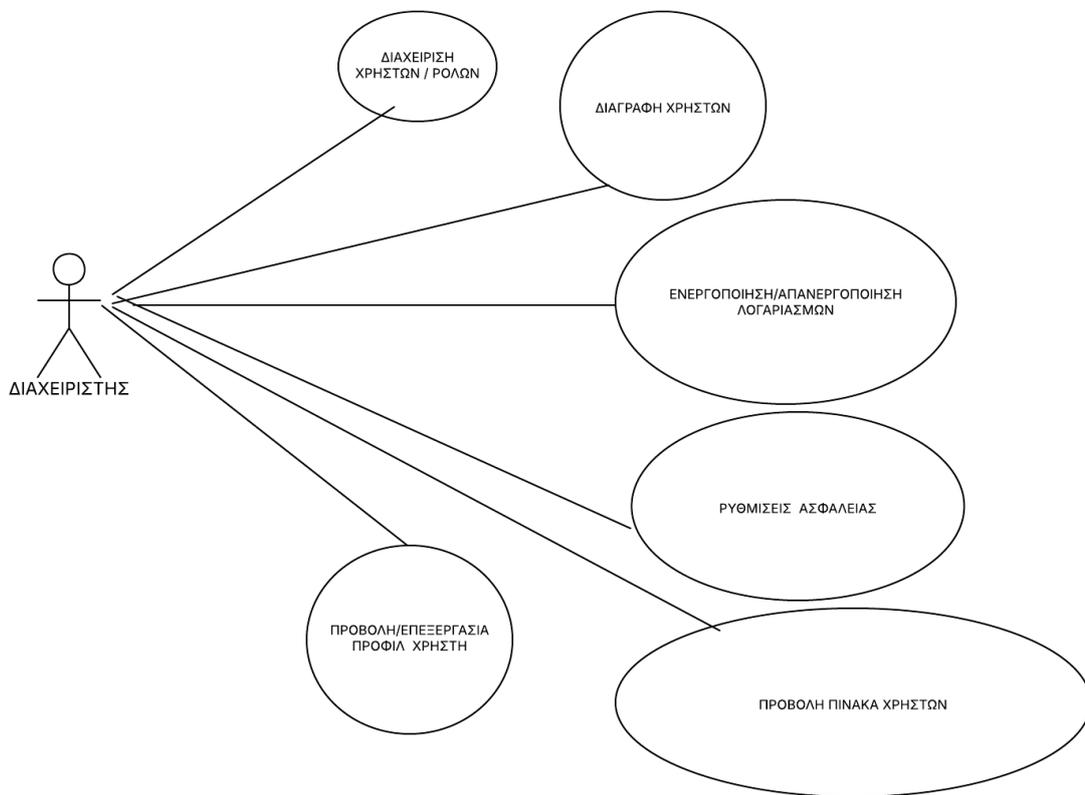
Μετακίνηση Αντικειμένων Drag and drop	Δυνατότητα μετακίνησης αντικειμένων (σημειώσεις, πολυμέσα) στον πίνακα.
Διαχείριση Αρχείων	Ανέβασμα και κοινή χρήση αρχείων (εικόνες, βίντεο, Αρχεία PDF, Word, TXT) κατά τη διάρκεια της συνεδρίας.
Επεξεργασία Σημειώσεων	Δυνατότητα πλούσιας μορφοποίησης κειμένου (έντονα, πλάγια, υπογράμμιση, χρώμα, γραμματοσειρά) μέσω modal παραθύρων.
Διαχείριση Χρόνου & Ημερολόγιο	Ενσωματωμένο διαδραστικό ημερολόγιο όπου οι σημειώσεις εμφανίζονται βάσει της ημερομηνίας προθεσμίας (due_date).
Εξατομίκευση (Dark/Light Mode)	Δυνατότητα εναλλαγής μεταξύ Light και Dark mode για την προσαρμογή της διεπαφής στις προτιμήσεις του χρήστη.
Σύστημα Ειδοποιήσεων	Εμφάνιση ειδοποιήσεων εντός της εφαρμογής για ενημέρωση σχετικά με τις αλλαγές, προθεσμίες και δραστηριότητα.
Αποθήκευση & Εξαγωγή	Αποθήκευση της κατάστασης του πίνακα και εξαγωγή σε μορφές PDF, εικόνα η Word η txt.
Επικοινωνία	Αποστολή email (μέσω SMTP) για την ανάκτηση κωδικού πρόσβασης.

Πίνακας 2 Λειτουργικές Απαιτήσεις Διαχειριστή

Λειτουργία	Περιγραφή
Διαχείριση Χρηστών	Προβολή, επεξεργασία και διαχείριση των λογαριασμών όλων των χρηστών.
Αποθήκευση & Επαναφόρτωση	Δυνατότητα αποθήκευσης και επαναφόρτωση προηγούμενων καταστάσεων των πινάκων.
Ασφάλεια	Διαχείριση ζητημάτων ασφαλείας (ανίχνευση ύποπτων δραστηριοτήτων).

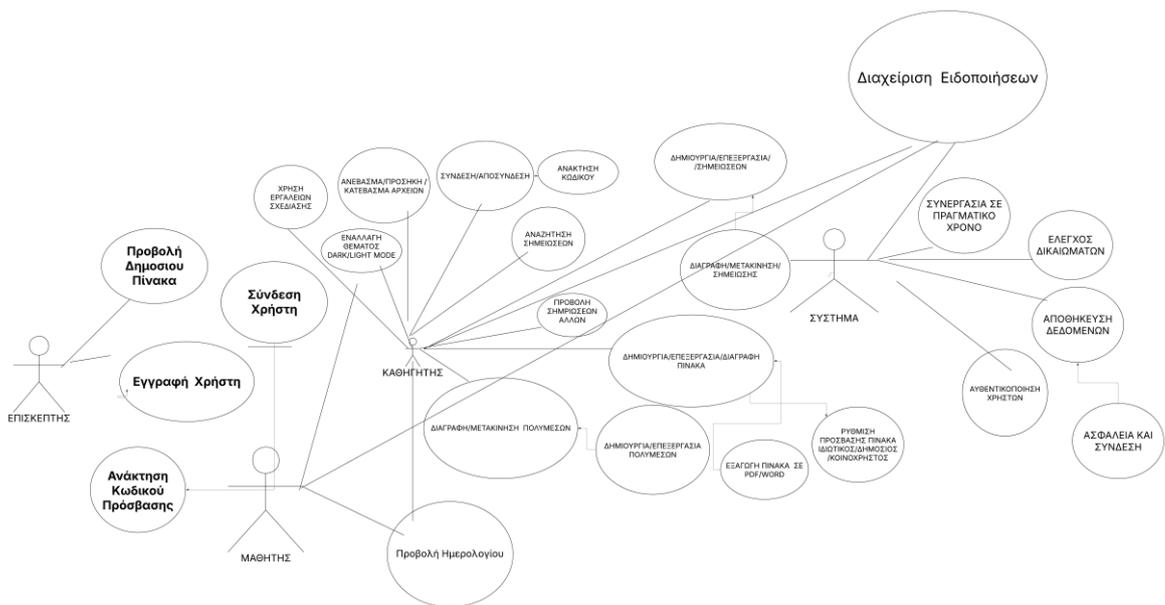
3.2 Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης (Use Case Diagrams)

Οι αλληλεπιδράσεις των χρηστών με το σύστημα περιγράφεται μέσω UML διαγραμμάτων περιπτώσεων χρήσης.



Σχήμα 3.1 Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης- Διαχειριστή

Αυτό το σχήμα παρουσιάζει τον εποπτικό ρόλο του διαχειριστή στο σύστημα έχοντας πλήρη δικαιώματα στη διαχείριση χρηστών (εγγραφή, διαγραφή, ενεργοποίηση χρηστών), τον έλεγχο των ρόλων και την επίβλεψη των ρυθμίσεων ασφαλείας.



Σχήμα 3.2 Διάγραμμα Περιπτώσεων Χρήσης - Χρήστη

Το σχήμα αυτό αποτυπώνει πώς οι δύο βασικοί χρήστες αλληλοεπιδρούν με το σύστημα:

- **Κοινές Δυνατότητες Δημιουργίας:** Τόσο ο Καθηγητής όσο και ο Μαθητής έχουν το δικαίωμα να δημιουργούν, να επεξεργάζονται και να διαγράφουν τους δικούς πίνακες, τις σημειώσεις και τα πολυμέσα. Κάθε χρήστης δημιουργεί έναν πίνακα στον οποίο θεωρείται ως ιδιοκτήτης του.
- **Διαχείριση Δικαιωμάτων από τον Δημιουργό:** Ο χρήστης (είτε είναι καθηγητής είτε μαθητής) που έχει υπό τη κατοχή του έναν πίνακα έχει την αποκλειστική δυνατότητα να ρυθμίζει την πρόσβαση σε αυτόν (Ιδιωτικός/Κοινόχρηστος/Δημόσιος). Έτσι, επιτρέπει σε άλλους χρήστες είτε την απλή προβολή είτε την πλήρη επεξεργασία με στόχο την συνεργασία πάνω στο πίνακα.
- **Συνεργασία σε Πραγματικό Χρόνο:** Οι καθηγητές και οι μαθητές μπορούν να συμμετέχουν ταυτόχρονα σε συνεδρίες. Το σύστημα αυτό υποστηρίζει την κοινή χρήση του περιεχομένου του πίνακα, τα εργαλεία σχεδίασης, την εναλλαγή θεμάτων και τη μεταμόρφωση αρχείων (upload/download).
- **Λειτουργίες Επισκέπτη:** Αντίθετα με τους εγγεγραμμένους χρήστες, ο Επισκέπτης δεν έχει δικαιώματα δημιουργίας. Περιορίζεται στην προβολή

δημοσίων πινάκων, λειτουργία που είναι διαθέσιμη μόνο με την σύνδεση του κατά τη διάρκεια αναμονής έγκρισης από τον Διαχειριστή.

- **Υποστήριξη Συστήματος:** Για όλες αυτές τις παραπάνω ενέργειες, το σύστημα εκτελεί τον έλεγχο δικαιωμάτων, την αυθεντικοποίηση των χρηστών και την αποθήκευση των δεδομένων στη βάση. Επιπλέον επιτρέπει τη εξαγωγή των πινάκων σε αρχεία PDF, Word, TXT η και σε εικόνα.

3.3 Χαρακτηριστικά Συστήματος - Μη λειτουργικές απαιτήσεις

- **Απόδοση σε πραγματικό χρόνο:** Εξασφαλίζεται άμεσος συγχρονισμός με μικρή αισθητή καθυστέρηση.
- **Ασφάλεια:** Εφαρμόζονται πρωτόκολλα προστασίας (CRSF, SQL Injection) για να διασφαλιστεί η ακεραιότητα και το απόρρητο δεδομένων.
- **Χρηστικότητα:** Ελάχιστος χρόνος εκμάθησης με εύχρηστη και διαισθητική διεπαφή.
- **Συμβατότητα:** Λειτουργεί σε όλους τους σύγχρονους φυλλομετρητές (Chrome, Edge) και συσκευές (desktop, tablet) χάρη στην responsive σχεδίαση.
- **Επεκτασιμότητα:** Το σύστημα σχεδιάστηκε με προοπτική μελλοντικής ανάπτυξης, διασφαλίζοντας με το τρόπο αυτό ότι οι ενσωματωμένες λειτουργίες ενδεχομένως να εξελιχθούν περαιτέρω χωρίς να χαθεί ο ανασχεδιασμός του πυρήνα του συστήματος της εφαρμογής:
 - **Σύστημα Ειδοποιήσεων:** Η εφαρμογή υποστηρίζει την εμφάνιση ειδοποιήσεων για τις προθεσμίες των σημειώσεων και την υποδομή για την ενημέρωση των χρηστών όταν λήγουν οι σημειώσεις.
 - **Ημερολόγιο & Διαχείριση Χρόνου:** Η εφαρμογή διαθέτει ένα λειτουργικό και διαδραστικό ημερολόγιο για την προβολή των σημειώσεων ανά ημερομηνία (due_date). Η βάση δεδομένων επιτρέπει τη μελλοντική προσθήκη προηγμένων δυνατοτήτων, όπως ο συγχρονισμός με εξωτερικά ημερολόγια (π.Χ. Google Calendar).

- **Εξατομίκευση:** Ενσωματωμένη λειτουργία για τη δυνατότητα εναλλαγής μεταξύ Dark και Light mode για τη δυναμική προσαρμογή της διεπαφής.
- **Διαχείριση Δεδομένων:** Χρήση κανονικοποιημένης βάσης δεδομένων και το AJAX διασφαλίζει ότι το σύστημα παραμένει αποδοτικό καθώς αυξάνεται ο αριθμός των χρηστών και ο όγκος των δεδομένων στον πίνακα.

3.4 Διάγραμμα Ροής Χρήστη (User Flow Diagram)

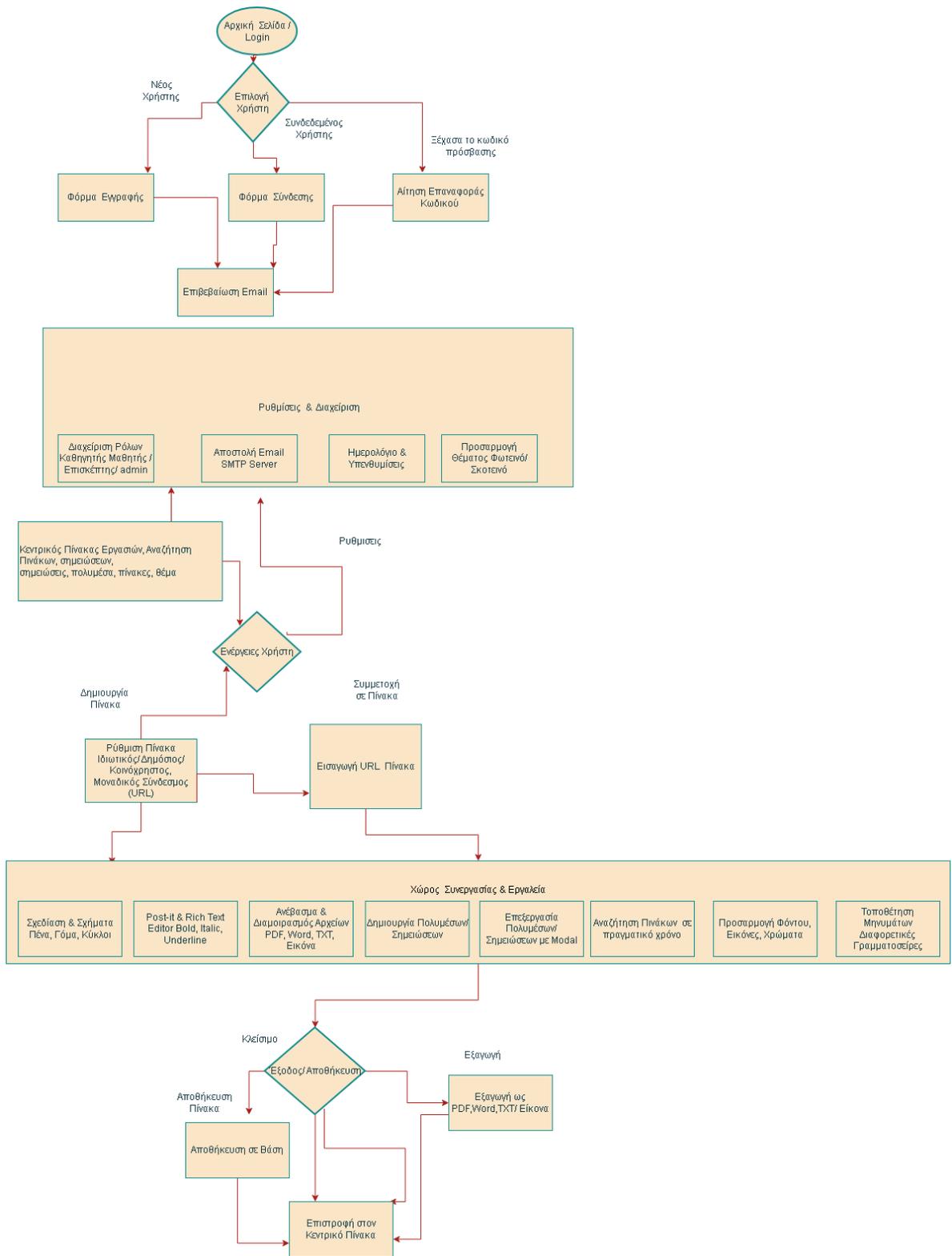
Το διάγραμμα ροής (Σχήμα 3.3) απεικονίζει την αλληλεπίδραση του χρήστη με το σύστημα. Η ροή ξεκινά με την ταυτοποίηση (εγγραφή/σύνδεση) του χρήστη με το σύστημα και την πιθανή ανάκτηση του κωδικού πρόσβασης όταν ξεχαστεί από τον χρήστη.

Μετά την επιτυχή σύνδεση, ο χρήστης μεταφέρεται στην κεντρική σελίδα διαχείρισης όπου σε αυτή την σελίδα απεικονίζεται η συνολική εικόνα των πινάκων που έχει δημιουργήσει ο ίδιος. Επιπλέον, μέσα σε αυτή σελίδα μπορεί να δημιουργήσει έναν νέο πίνακα, να αναζητήσει υπάρχοντες ή να συμμετάσχει σε πίνακα τρίτων μέσω του μοναδικού συνδέσμου (URL).

Η αλληλεπίδραση πραγματοποιείται κατά την είσοδο σε έναν συγκεκριμένο πίνακα. Σε αυτή τη σελίδα που ο χρήστης έχει πρόσβαση περιλαμβάνεται μια πλήρης εργαλειοθήκη, ο πλούσιος επεξεργαστής κειμένου (Quill.js), τα εργαλεία σχεδίασης, η διαχείριση αρχείων, η λειτουργία drag and drop για την μετακίνηση και την επεξεργασία πολυμέσων και σημειώσεων. Παράλληλα παρέχεται και η δυνατότητα παραμετροποίησης του περιβάλλοντος, για παράδειγμα η εναλλαγή μεταξύ ανοιχτού και σκούρου θέματος εμφάνισης αλλά και η επιλογή των δικαιωμάτων πρόσβασης του πίνακα (ιδιωτικός, δημόσιος, κοινόχρηστος).

Όλες αυτές οι αλλαγές αποθηκεύονται αυτόματα στη βάση δεδομένων, και παράλληλα ο χρήστης εξάγει το περιεχόμενο του πίνακα σε μορφές PDF, Word, TXT, ή σε εικόνα. Σε όλη τη διάρκεια της χρήσης, το σύστημα διασφαλίζει τη συνεργασία σε

πραγματικό χρόνο και τη ασφάλεια των δεδομένων, προσφέροντας με το τρόπο αυτό μια ομαλή εμπειρία χωρίς να απαιτούνται οι ανάγκες ανανεώσεις της σελίδας.

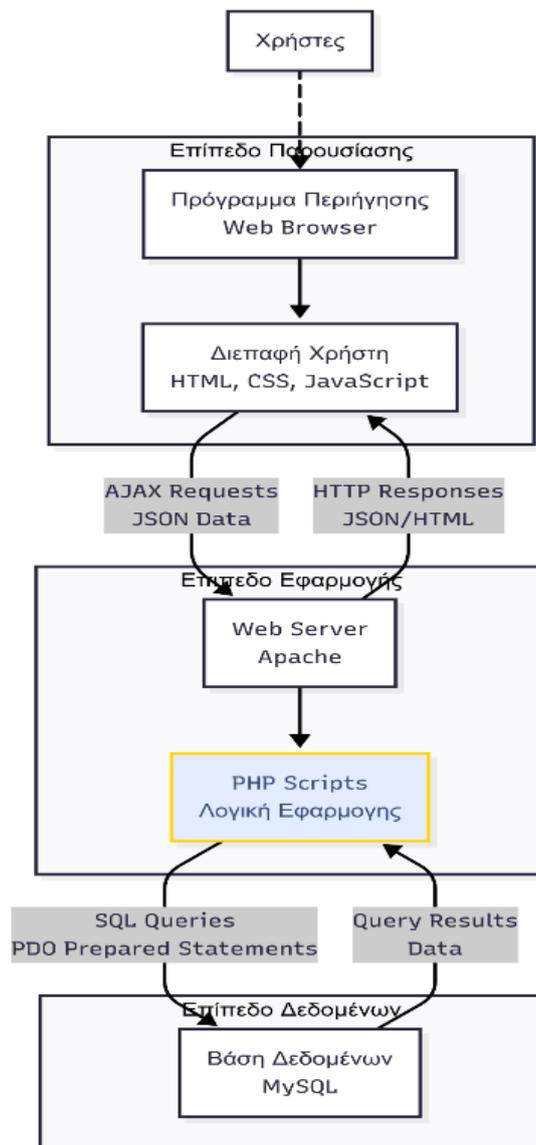


Σχήμα 3.3 Διάγραμμα Ροής Χρήστη

3.5 Αρχιτεκτονική Συστήματος

Ο σχεδιασμός της εφαρμογής ακολουθεί την τριμερή αρχιτεκτονική (3 – Tier Architecture), που διαχωρίζει τη λειτουργικότητα σε επίπεδο παρουσίασης, εφαρμογής και δεδομένων όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 3.4 [37].

Σχήμα 3.4 Διάγραμμα Αρχιτεκτονικής Συστήματος

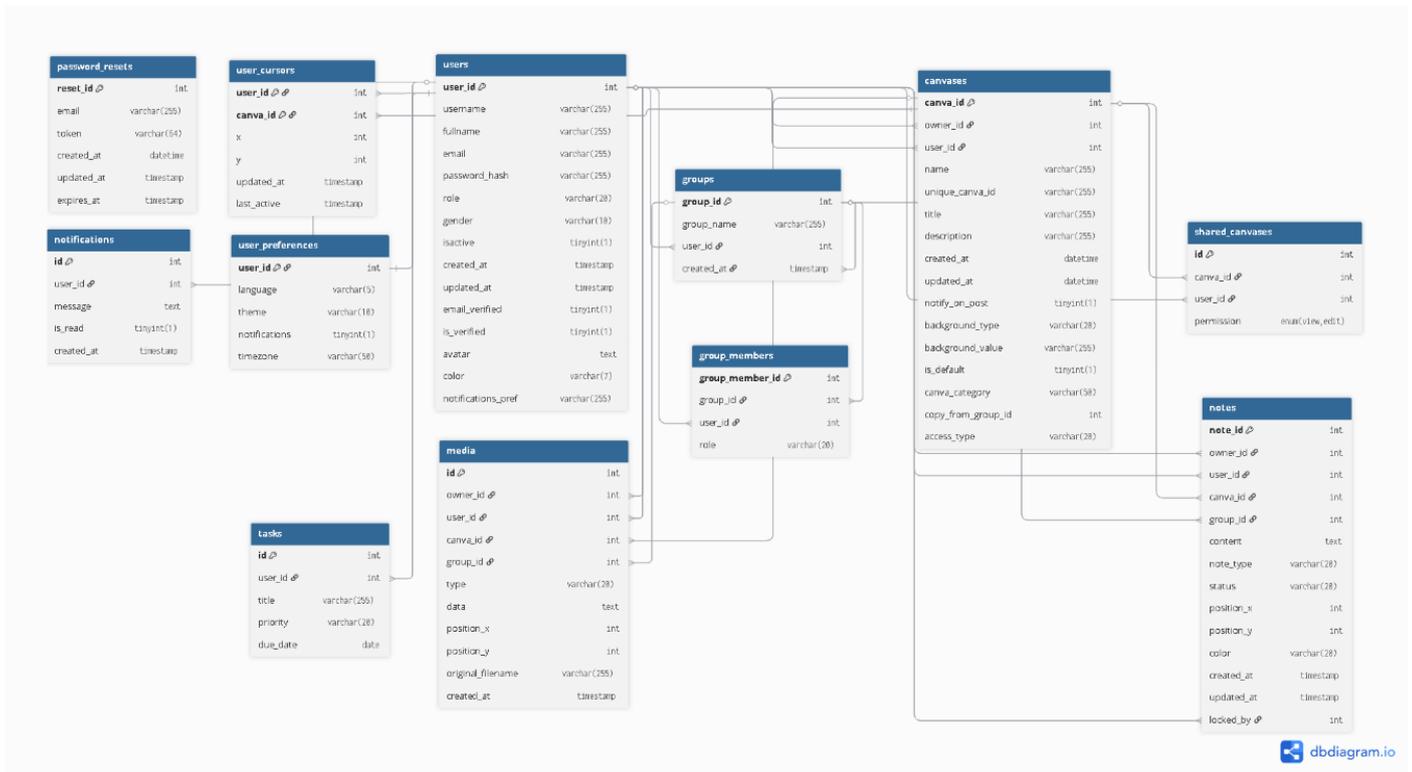


- Στο επίπεδο παρουσίασης (frontend) περιλαμβάνει τον web browser του χρήστη και τη διεπαφή που η υλοποίηση γίνεται με HTML (δομή, περιεχόμενο), CSS (εμφάνιση, στυλ) και JavaScript (διαδραστικότητα, δυναμική συμπεριφορά) με τη βοήθεια εργαλείων όπως Bootstrap και jQuery. Η επικοινωνία με το backend γίνεται μέσω ασύγχρονων αιτημάτων AJAX, αποστέλλοντας σε μορφή JSON, αποφεύγοντας έτσι τις ανανεώσεις σελίδας.
- Στο επίπεδο εφαρμογής (backend) φιλοξενείται ο Apache web server, ο οποίος λαμβάνει τα HTTP αιτήματα από τον browser. Τα σενάρια PHP επεξεργάζονται τη λογική της εφαρμογής, επικυρώνοντας τα δεδομένα και δημιουργώντας τα SQL ερωτήματα, κάνοντας χρήση PDO prepared statements, ώστε να διασφαλιστεί η προστασία από το SQL injection.
- Στη συνέχεια, τα σενάρια PHP διαμορφώνουν την απάντηση σε JSON Η HTML και μέσω HTTP απόκρισης (με status code 404 not found , 200 ok κ.α.). Ο Apache web server την αποστέλλει ξανά στον client. Με αυτό το τρόπο η JavaScript επεξεργάζεται τα δεδομένα και ενημερώνει δυναμικά τη διεπαφή χρήστη.

Για παράδειγμα, όταν ένας χρήστης εκτελέσει μια ενέργεια (π.χ. αποστολή φόρμας), η JavaScript στέλνει ένα ασύγχρονο AJAX αίτημα στον server, ο Apache το λαμβάνει και το διαχειρίζεται μέσω των σεναρίων PHP που δημιουργούν και εκτελούν τα SQL ερωτήματα στην MySQL με PDO. Η βάση δεδομένων επιστρέφει τα αποτελέσματα στα σενάρια PHP, αυτά τα οποία θα μετατραπούν σε JSON δεδομένα και ο Apache θα τα αποστείλει πίσω ως HTTP response στο πρόγραμμα περιήγησης. Έπειτα, η JavaScript θα ενημερώσει την εμφάνιση της εφαρμογής χωρίς να απαιτείται η ανανέωση της σελίδας.

3.6 Σχεδίαση Βάσης δεδομένων

Στην εικόνα 10 φαίνονται οι πίνακες και οι σχέσεις μεταξύ τους



Εικόνα 10 Σχήμα Βάσης Δεδομένων

Το διάγραμμα οντοτήτων -συσχετίσεων περιγράφει τις οντότητες και τις σχέσεις μεταξύ τους. Οι οποίες είναι οι εξής:

Ο πίνακας users διαχειρίζεται και αποθηκεύει τους χρήστες του συστήματος.

- user_id: Μοναδικό ID χρήστη (Primary Key)
- username: Όνομα Χρήστη για σύνδεση
- fullname: Πλήρες Όνομα Χρήστη
- email: Διεύθυνση email
- password_hash: Κρυπτογραφημένος κωδικός πρόσβασης
- role: Ρόλος Χρήστη (teacher/student/guest/admin)
- gender: Φύλο Χρήστη
- isactive: Κατάσταση λογαριασμού (ενεργός/απενεργοποιημένος)

- `created_at`: Ημερομηνία δημιουργίας λογαριασμού
- `updated_at`: Ημερομηνία τελευταίας ενημέρωσης
- `email_verified`: Εάν το email έχει επαληθευτεί
- `is_verified`: Εάν έχει επαληθευτεί ο χρήστης
- `avatar`: Διαδρομή εικόνας προφίλ
- `color`: Προτιμώμενο χρώμα χρήστη
- `notifications_pref`: Προτιμήσεις ειδοποιήσεων

Ο πίνακας **canvases** διαχειρίζεται τους πίνακες (boards) του συστήματός του χώρου εργασίας

- `canva_id`: Μοναδικό ID πίνακα (Primary Key)
- `owner_id`: Ιδιοκτήτη του καμβά (πίνακα) (ξένο κλειδί στο πίνακα `users`)
- `user_id`: Ο χρήστης που δημιουργεί τον καμβά (πίνακα)
- `name`: Όνομα καμβά
- `unique_canva_id`: Μοναδικό αναγνωριστικό καμβά μοναδικότητα πίνακα
- `title`: Τίτλος καμβά
- `description`: Περιγραφή καμβά
- `created_at`: Ημερομηνία δημιουργίας
- `updated_at`: Ημερομηνία τελευταίας ενημέρωσης
- `background_type`: Τύπος Φόντου (`solid/image`)
- `background_value`: Τιμή Φόντου (χρώμα η διαδρομή εικόνας)
- `canva_category`: Κατηγορία καμβά (`marketing, εκπαίδευση, κλπ.`)
- `copy_from_group_id`: Αντιγραφή από ομάδα
- `is_default`: Εάν είναι προεπιλεγμένος καμβάς
- `access_type`: Τύπος πρόσβασης (`private/public/shared`)

Ο πίνακας **notes** αποθηκεύει και διαχειρίζεται τις σημειώσεις.

- `note_id`: Μοναδικό ID σημείωσης (Primary Key)
- `owner_id`: ID ιδιοκτήτη σημείωσης
- `content`: Περιεχόμενο σημείωσης (HTML/κείμενο)
- `note_type`: Τύπος σημείωσης (`text/image/video/file`)

- status: Κατάσταση (draft/active/archived)
- font: Γραμματοσειρά
- font_color: Χρώμα γραμματοσειράς
- background_color: Χρώμα φόντου
- height: Ύψος σημείωσης
- width: Πλάτος σημείωσης
- tag: Ετικέτα για οργάνωση
- created_date: Ημερομηνία δημιουργίας
- due_date: Προθεσμία
- icon: Εικονίδιο σημείωσης
- font_size: Μέγεθος γραμματοσειράς
- color: Χρώμα σημείωσης
- created_at: Χρονική σήμανση δημιουργίας
- updated_at: Χρονική σήμανση ενημέρωσης
- position_x: Θέση X στον καμβά
- position_y: Θέση Y στον καμβά
- user_id: ID χρήστη
- canva_id: ID καμβά (Foreign Key)
- group_id: ID ομάδας (Foreign Key)
- locked_by: ID χρήστη που κλείδωσε τη σημείωση
- locked_at: Χρονική σήμανση κλειδώματος
- locked_by_name: Όνομα χρήστη που κλείδωσε

Ο πίνακας media αποθηκεύεται και διαχειρίζεται τα αρχεία και τα πολυμέσα.

- id: Μοναδικό ID πολυμέσου (Primary Key)
- owner_id: ID ιδιοκτήτη
- user_id: ID χρήστη που ανέβασε το αρχείο
- type: Τύπος πολυμέσου (image/video/file/text)
- data: Δεδομένα/διαδρομή αρχείου
- position_x: Θέση X στον καμβά
- position_y: Θέση Y στον καμβά
- created_at: Χρονική σήμανση δημιουργίας

- `comment`: Σχόλιο για το πολυμέσο
- `original_filename`: Αρχικό όνομα αρχείου
- `group_id`: ID ομάδας
- `canva_id`: ID καμβά
- `updated_at`: Χρονική σήμανση ενημέρωσης
- `locked_by`: ID χρήστη που κλείδωσε
- `locked_at`: Χρονική σήμανση κλειδώματος

Ο πίνακας **groups** δημιουργεί και διαχειρίζεται τις ομάδες.

- `group_id`: Μοναδικό ID ομάδας (Primary Key)
- `group_name`: Όνομα ομάδας
- `description`: Περιγραφή ομάδας
- `user_id`: ID δημιουργού ομάδας
- `created_at`: Χρονική σήμανση δημιουργίας
- `updated_at`: Χρονική σήμανση ενημέρωσης

Ο πίνακας **group_members** διαχειρίζεται τα μέλη ομάδων.

- `group_member_id`: Μοναδικό ID εγγραφής (Primary Key)
- `group_id`: ID ομάδας (Foreign Key)
- `user_id`: ID χρήστη (Foreign Key)
- `role`: Ρόλος μέλους (`viewer/editor/admin/owner`)
- `joined_at`: Χρονική σήμανση εγγραφής

Ο πίνακας **group_tasks** ενώνει τις εργασίες με τις ομάδες. Δηλαδή σε ποιες εργασίες ανήκουν οι ομάδες.

- `id`: Μοναδικό ID (Primary Key)
- `group_id`: ID ομάδας
- `task_id`: ID εργασίας
- `created_at`: Χρονική σήμανση δημιουργίας
- `description`: Περιγραφή εργασίας

Ο πίνακας **tasks** διαχειρίζεται τις εργασίες

- id: Μοναδικό ID εργασίας (Primary Key)
- title: Τίτλος εργασίας
- due_date: Προθεσμία
- priority: Προτεραιότητα (Low/Medium/High)
- created_at: Χρονική σήμανση δημιουργίας
- user_id: ID χρήστη
- description: Περιγραφή εργασίας
- updated_at: Χρονική σήμανση ενημέρωσης

Ο πίνακας **notifications** διαχειρίζεται τις ειδοποιήσεις που αποστέλλονται στους χρήστες για σημαντικά γεγονότα του συστήματος (π.χ. προσθήκη σε ομάδα)

- id: Μοναδικό αναγνωριστικό ειδοποίησης (Primary Key)
- user_id: Ο παραλήπτης της ειδοποίησης (foreign key) που συνδέεται με το πίνακα users
- message: Το κείμενο της ειδοποίησης που εμφανίζεται στον χρήστη
- is_read: Κατάσταση ανάγνωσης (0 για μη αναγνωσμένη, 1 για αναγνωσμένη)
- created_at: Χρονική στιγμή της δημιουργίας της ειδοποίησης

Ο πίνακας **shared_c canvases** διαχειρίζεται το ιστορικό των κοινόχρηστων καμβάδων

- id: Μοναδικό ID (Primary Key)
- canva_id: ID καμβά
- user_id: ID χρήστη-συνεργάτη
- permission: Δικαιώματα πρόσβασης (view/edit)

Ο πίνακας **user_cursors** διαχειρίζεται το πραγματικό χρόνο, τη θέση των χρηστών στο πίνακα.

- user_id: ID χρήστη
- canva_id: ID καμβά
- x: Θέση X του cursor

- y: Θέση Y του cursor
- updated_at: Χρονική σήμανση ενημέρωσης
- last_active: Τελευταία ενέργεια χρήστη

Ο πίνακας password_resets διαχειρίζεται τα αιτήματα επαναφοράς κωδικών.

- reset_id: Μοναδικό ID (Primary Key)
- email: Email χρήστη
- token: Token επαναφοράς
- created_at: Χρονική σήμανση δημιουργίας
- updated_at: Χρονική σήμανση ενημέρωσης
- expires_at: Λήξη token

Ο πίνακας user_preferences αποθηκεύει τις προτιμήσεις των χρηστών

- user_id: ID χρήστη (Primary Key, Foreign Key)
- language: Γλώσσα εφαρμογής
- theme: Θέμα (light/dark)
- notifications: Ρυθμίσεις ειδοποιήσεων
- timezone: Ζώνη ώρας

3.6.1 Σχέσεις μεταξύ Οντοτήτων

Οι σχέσεις μεταξύ των πινάκων συνοψίζονται στον Πίνακα 3

Πίνακας 3 Σχέσεις Βάσης δεδομένων

Σχέση	Τύπος	Περιγραφή
Χρήστης (users) - Πίνακας (canvases)	1:N	Ένας χρήστης δημιουργεί πολλούς πίνακες.
Πίνακας - Χρήστης	N:M	Ένας πίνακας μοιράζεται με πολλούς χρήστες και ένας χρήστης έχει πρόσβαση σε πολλούς πίνακες.
Σημείωση - Χρήστης	N: M	Μια σημείωση μοιράζεται με πολλούς χρήστες και ένας χρήστης έχει πρόσβαση σε πολλές σημειώσεις.
Χρήστης - Πολυμέσα	1:N	Ένας χρήστης ανεβάζει πολλά αρχεία και πολυμέσα.
Πίνακας - Σημείωση	1:N	Ένας πίνακας περιέχει πολλές σημειώσεις.
Χρήστης - Εργασίες	1:N	Ένας χρήστης δημιουργεί πολλές εργασίες.
Πίνακας - Πολυμέσα	1:N	Ένας πίνακας περιέχει πολλά αρχεία και πολυμέσα.
Ομάδες - Πίνακα	1:N	Μια ομάδα έχει πολλούς πίνακες.
Χρήστες - Δραστηριότητα	1:N	Ένας χρήστης παρακολουθεί την δραστηριότητα των άλλων χρηστών πάνω στο πίνακα.
Χρήστες - Κλείδωμα	1:N	Ένας χρήστης κλειδώνει πολλά αντικείμενα.
Χρήστης - Επαναφορά Κωδικού	1:N	Ένας χρήστης κάνει πολλές αιτήσεις επαναφορά κωδικού.
Χρήστης- προτιμήσεις	1:1	Κάθε χρήστης έχει ένα σύνολο προτιμήσεων.
Καμβάς - Συνεργάτες	1:N	Ένας καμβάς μπορεί να διαμοιραστεί σε πολλούς συνεργάτες με διαφορετικά δικαιώματα.
Ομάδες – Μέλη	1: N	Μια ομάδα αποτελείται από πολλούς χρήστες – μέλη.
Χρήστης-Ειδοποιήσεις	1:N	Το σύστημα παράγει ειδοποιήσεις για κάθε χρήστη ξεχωριστά.

3.6.2 Κανονικοποίηση και Σχέσεις

Ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων πραγματοποιήθηκε με βάση τις αρχές της κανονικοποίησης, διασφαλίζοντας την αποφυγή πλεονασμού δεδομένων και την προστασία της ακεραιότητας των πληροφοριών. Ειδικότερα:

- **1NF (Πρώτη Κανονική Μορφή):** Όλα τα πεδία των πινάκων περιέχουν ατομικές τιμές. Για παράδειγμα, στο πίνακα **users**, τα πεδία (**email**, **username**) είναι μοναδικά δηλαδή έχουν μια μοναδική πληροφορία, ενώ στον πίνακα **notes**, οι συντεταγμένες θέσης (**position x**, **position y**) αποθηκεύονται σε διακριτές στήλες.
- **2NF (Δεύτερη Κανονική Μορφή):** Εξάρτηση όλων των πεδίων από το πρωτεύον κλειδί του εκάστοτε πίνακα. Στους πίνακες σύνδεσης, όπως ο **group_members**, η πληροφορία του ρόλου (**role**) εξαρτάται άμεσα από τον συνδυασμό των κλειδών **group_id** και **user_id**.
- **3NF (Τρίτη Κανονική Μορφή):** Απομάκρυνση μεταβατικών εξαρτήσεων. Ο διαχωρισμός των προτιμήσεων στον πίνακα **user_preferences** και των ειδοποιήσεων στον πίνακα **notifications** διασφαλίζει ότι ο κάθε πίνακας περιέχει πληροφορίες που σχετίζονται αποκλειστικά με την οντότητα που περιγράφει.

Βασικές Σχέσεις:

1. **Πρωτεύοντα κλειδιά (Primary Key):** Κάθε πίνακας διαθέτει μοναδικά πρωτεύοντα κλειδιά (πχ **user_id**, **canva_id**, **note_id**, **id** κ.λπ.) τα οποία είναι τύπου **integer** και **Auto-increment** για τη μέγιστη ταχύτητα και μοναδικότητα.
2. **Ξένα Κλειδιά (Foreign Keys):** Χρήση για την σύνδεση των οντοτήτων (για παράδειγμα το **owner_id** στον πίνακα **canvases** αναφέρεται στο **user_id** του πίνακα **users**). Έχει οριστεί με την ιδιότητα **ON DELETE CASCADE** σε κρίσιμες σχέσεις (όπως στα μέλη ομάδων), ώστε να διασφαλιστεί η αυτόματη διαγραφή εξαρτημένων δεδομένων και η καθαρότητα της βάσης.

3. **Δείκτες(Indexes):** Δημιουργία δεικτών σε πεδία που χρησιμοποιούνται συχνά για την αναζήτηση και φλιτάρισμα (όπως το email στους χρήστες και το **unique_canva_id**), εξασφαλίζοντας έτσι τη γρήγορη απόκριση του συστήματος ακόμη και με μεγάλο όγκο δεδομένων. Σε συχνά χρησιμοποιούμενα πεδία υπάρχει η γρήγορη αναζήτηση.
4. **Αναφορική Ακεραιότητα (Cascading):** Για παράδειγμα σε κρίσιμους πίνακες συνεργασίας, όπως ο **group_members** και ο **user_cursors**, έχει υλοποιηθεί τη λειτουργία ON DELETE CASCADE. Αυτό εξασφαλίζει ότι σε περίπτωση διαγραφής ενός χρήστη ή μιας ομάδας, το σύστημα θα διαγράψει αυτόματα όλες τις εξαρτημένες εγγραφές, διατηρώντας τη βάση δεδομένων καθαρίζοντας από ορφανές εγγραφές.
5. **Ασφάλεια Δεδομένων:** Στον πίνακα users, το πεδίο **password_hash** αποθηκεύει τους κωδικούς πρόσβασης κάνοντας χρήση ισχυρών αλγορίθμων κρυπτογράφησης (hashing), διασφαλίζοντας ότι τα προσωπικά δεδομένα των χρηστών παραμένουν προστατευμένα ακόμα και σε περίπτωση διαρροής της βάσης.
6. **Ιχνηλασιμότητα:** Η ύπαρξη των πεδίων χρονικής σήμανσης (created_at, updated_at) σε όλους τους κρίσιμους πίνακες επιτρέπει την παρακολούθηση της ιστορικότητας των εγγραφών, βοηθώντας έτσι στον έλεγχο των αλλαγών και στη διαχείριση του περιεχόμενου από τους εκπαιδευτικούς/διαχειριστές.

3.7 Συμπεράσματα Κεφαλαίου

Το κεφάλαιο αυτό παρουσίασε τη λογική σχεδίαση του συστήματος. Καθορίστηκαν και αναλύθηκαν οι λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις, οι οποίες αποτέλεσαν τη βάση για την υιοθέτηση της τριμερής αρχιτεκτονικής. Η υιοθέτηση της προσέγγισης αυτής διασφαλίζει τον απαραίτητο διαχωρισμό των ευθυνών μεταξύ του επιπέδου παρουσίασης, της επιχειρηματικής λογικής και των δεδομένων. Παράλληλα, ο σχεδιασμός της βάσης δεδομένων επικεντρώθηκε στην ακεραιότητα και την ταχύτητα απόκρισης, εξασφαλίζοντας την αποτελεσματική αποθήκευση και ανάκτηση των δεδομένων. Η ασφάλεια και η απόδοση αποτέλεσαν κεντρικές προτεραιότητες της σχεδιαστικής περιόδου, θέτοντας τις βάσεις για την υλοποίηση της εφαρμογής, η οποία θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα στο επόμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 4 Υλοποίηση Συστήματος

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η διαδικασία υλοποίησης του Συνεργατικού Ψηφιακού Πίνακα Σημειώσεων, βασισμένη στον σχεδιασμό που αναλύθηκε στο κεφάλαιο 3. Παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι φάσεις ανάπτυξης, από τη δημιουργία της βάσης δεδομένων έως και την ολοκλήρωση του frontend και του backend. Η ανάπτυξη και ο έλεγχος του συστήματος πραγματοποιήθηκε με το τοπικό περιβάλλον XAMPP.

4.1 Περιβάλλον Ανάπτυξης

Η ανάπτυξη πραγματοποιήθηκε σε τοπικό διακομιστή με χρήση του λογισμικού XAMPP 8.2.12, που περιλάμβανε:

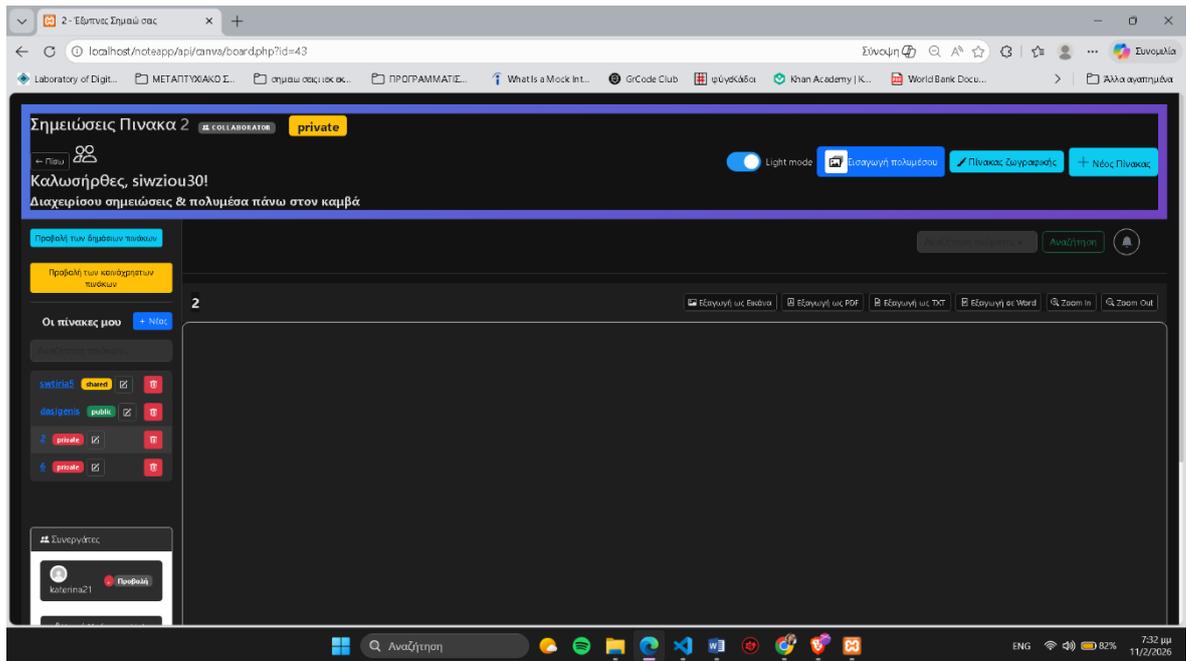
- Apache HTTP Server: Για την εξυπηρέτηση των HTTP αιτημάτων
- PHP 8.2.12: Ως κύρια γλώσσα server-side
- MySQL 8.0.36: Για δημιουργία και διαχείριση της βάσης δεδομένων
- PhpMyAdmin 5.2.1: Για τη γραφική διαχείριση της βάσης δεδομένων

Το κύριο περιβάλλον για την συγγραφή του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε είναι ο **Visual Studio Code (VS Code)**, ενώ για τη δημιουργία και την επεξεργασία των διαγραμμάτων (ER Diagram), χρησιμοποιήθηκαν ειδικά εργαλεία σχεδίασης.

4.2 Υλοποίηση Frontend

4.2.1 Δομή και Στυλ (HTML/CSS)

- Η χρήση του framework **Bootstrap** βοήθησε στην κατασκευή της responsive διάταξης και των στοιχείων διεπαφής (nav bar, buttons, modals).
- Η κύρια σελίδα του πίνακα (board.php) περιλαμβάνει ένα κεντρικό καμβά «div class="notes-board" id="notesBoard"» όπου σε αυτό αποτυπώνονται δυναμικά όλα τα αντικείμενα (σημειώσεις, πολυμέσα).
- Σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένα μενού εργαλείων για την επιλογή πενών, χρωμάτων, προσθήκη σημειώσεων/πίνακα και διαχείρισης πολυμέσων.



Εικόνα 11 Κυρία διεπαφή του συστήματος, μενού εργαλείων και κεντρικός καμβάς

4.2.2 Δυναμική Λειτουργικότητα (JavaScript/jQuery)

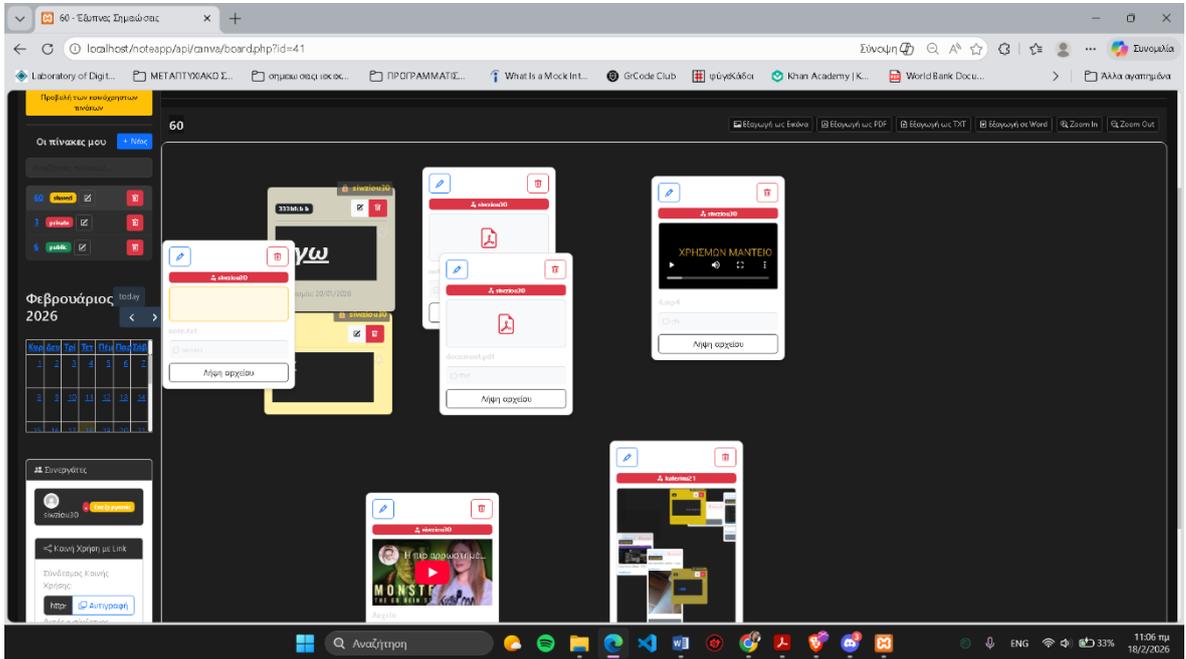
Η λογική του Frontend είναι οργανωμένη μέσω των κλάσεων NoteManager και Media Manager, οι οποίες διαχειρίζονται τον κύκλο ζωής των σημειώσεων και των πολυμέσων.

Πραγματικός Χρόνος (real-time updates): Η λειτουργία drag and drop για τις σημειώσεις και τα πολυμέσα υλοποιήθηκε με την βιβλιοθήκη interact.js, προσφέροντας ομαλή και responsive μετακίνηση αντικειμένων.

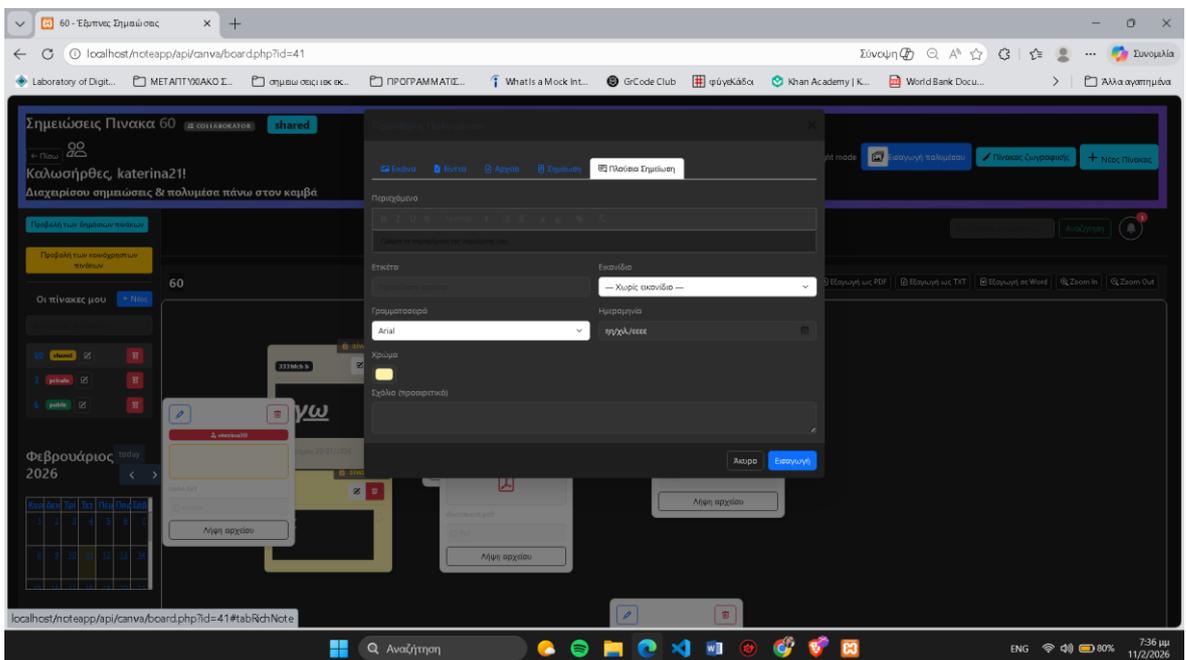
Real-time Cursors: Υλοποιήθηκε σύστημα παρακολούθησης των κινήσεων (cursor) των χρηστών (real-time-cursors) για την οπτική αναπαράσταση της δραστηριότητας άλλων χρηστών μέσα στον ίδιο πίνακα.

Επεξεργασία Πλουσίου κειμένου (rich text). Η δημιουργία και η επεξεργασία των σημειώσεων προσφέρει δυνατότητες μορφοποίησης κειμένου μέσω της βιβλιοθήκης Quill.js μέσα στα modal παράθυρα, δίνοντας έτσι την δυνατότητα για μια πιο επαγγελματική εμπειρία επεξεργασίας παρόμοια με τα σύγχρονα συστήματα διαχείρισης περιεχόμενου. Το σύστημα περιλαμβάνει ένα tab-based interface της

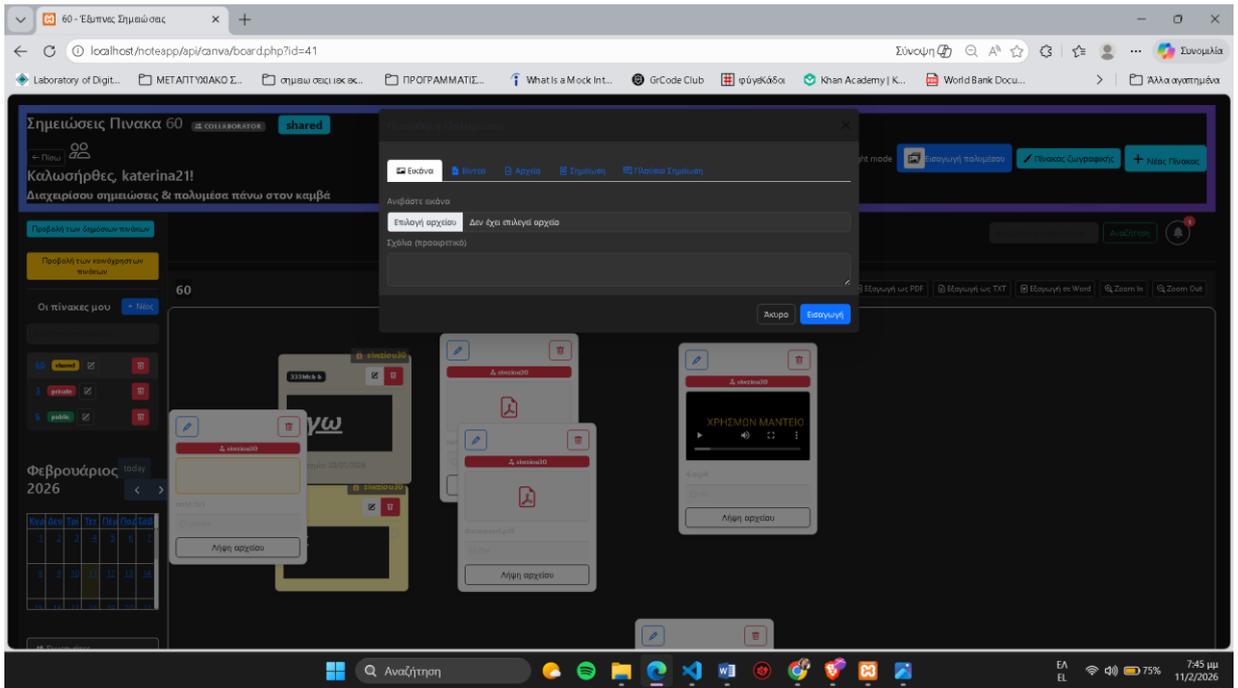
συνάρτησης (initMediaTabs()), το οποίο επιτρέπει την εύκολη πλοήγηση μεταξύ των διάφορων τύπων πολυμέσων. Επιπλέον, ενσωματώνει και τους απαραίτητους μηχανισμούς επικύρωσης, διασφαλίζοντας ότι όλα τα αρχεία πληρούν τις προδιαγραφές τύπου και μεγέθους για κάθε κατηγορία.



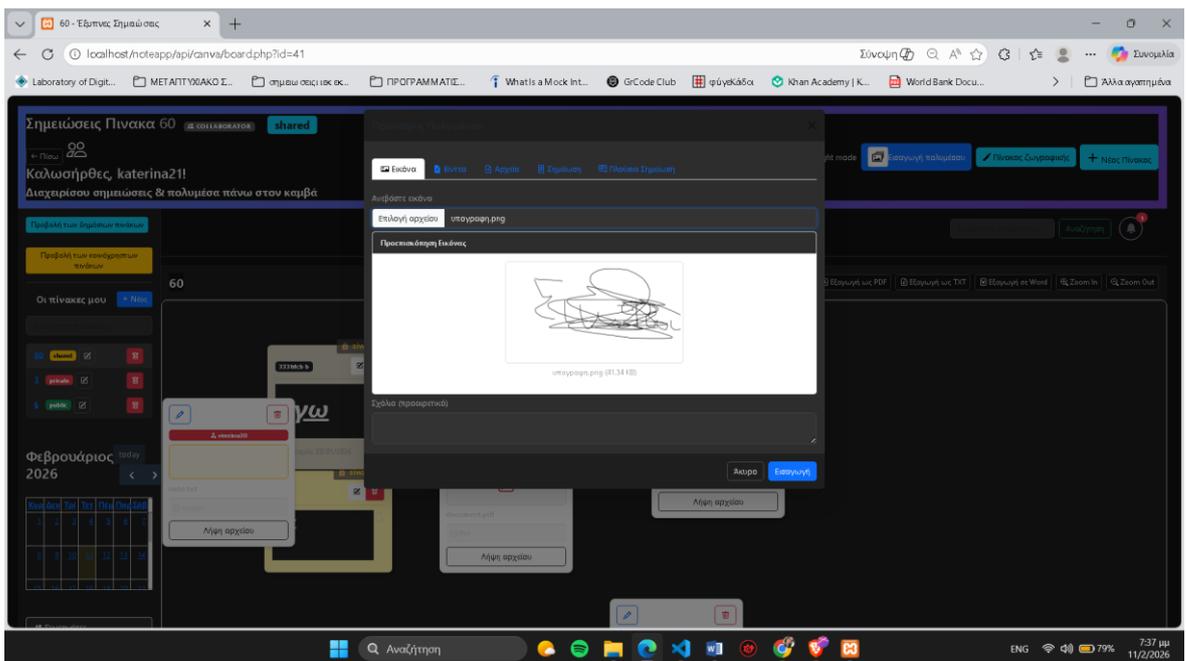
Εικόνα 12 Πίνακας με όλες τις λειτουργίες του συστήματος



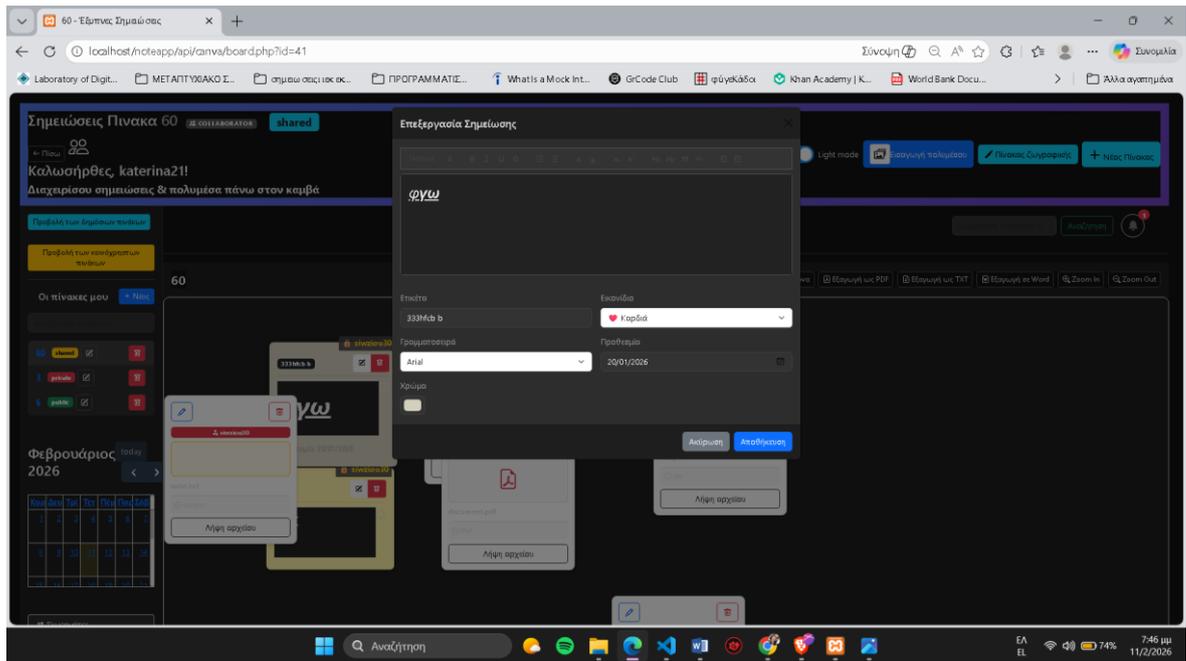
Εικόνα 13 Δημιουργία Σημείωσης



Εικόνα 14 Δημιουργία Πολυμέσων



Εικόνα 15 Επεξεργασία πολυμέσων



Εικόνα 16 Επεξεργασία Σημείωσης

- **Επικοινωνία με Backend:** Η επικοινωνία με το Backend υλοποιείται μέσω της τεχνολογίας AJAX. Παρόλο που στο κώδικα του συστήματος γίνεται η χρήση της βιβλιοθήκης της jQuery για τη διαχείριση του DOM και των εφέ, η ανταλλαγή των δεδομένων με το server πραγματοποιείται μέσω του συγχρόνου **Fetch Api** της JavaScript.
- **Ασύγχρονη Λειτουργία:** Όλες οι αλληλεπιδράσεις (αποθήκευση, ενημέρωση θέσης, φόρτωση) εκτελούνται ασύγχρονα, εξασφαλίζοντας τη δυναμική ενημέρωση του πίνακα χωρίς να χρειάζεται η ανανέωση της σελίδας, προσφέροντας έτσι μια συνεχή εμπειρία χρήσης.
- **Ταυτοποίηση & Ασφάλεια:** Τα αιτήματα αυτά περιλαμβάνουν και αναγνωρίζουν τα canvasId και userId τα οποία ανακτώνται δυναμικά από τα meta tags της σελίδας. Παράλληλα χρησιμοποιούνται CSRF tokens (μέσω των headers των fetch αιτημάτων) για την προστασία των κρίσιμων λειτουργιών.
- **Συγχρονισμός:** Ο συγχρονισμός των αλλαγών μεταξύ πολλαπλών χρηστών υλοποιήθηκε με το σύστημα περιοδικού ελέγχου (polling) κάνοντας ελέγχους κάθε 3 δευτερόλεπτα μέσω της μεθόδου setInterval(), ο οποίος ανακτά τις τελευταίες αλλαγές σε μορφή JSON.
- **Συνεργατικές Λειτουργίες:**

- **Κλείδωμα (Locking):** Για την αποφυγή συγκρούσεων, οι σημειώσεις και τα πολυμέσα «κλειδώνουν» όταν ένας χρήστης τα επεξεργάζεται, ενημερώνοντας τους υπολοίπους μέσω της ιδιότητας **locked_by_name**.
- **Live Cursors:** Η εφαρμογή του συστήματος ανακτά τις θέσεις των δεικτών των άλλων χρηστών σε πραγματικό χρόνο (500ms), ενισχύοντας με τον τρόπο αυτό την αίσθηση της ζωντανής συνεργασίας.

4.3 Υλοποίηση Backend

4.3.1 Σύνδεση με Βάση Δεδομένων

Η σύνδεση με τη βάση δεδομένων υλοποιείται μέσω του αρχείου **database.php** με τη χρήση PDO (PHP Data Objects). Η επιλογή αυτή διασφαλίζει την προστασία από SQL Injection και την ορθή διαχείριση των σφαλμάτων. Η διαχείριση των παραμέτρων σύνδεσης, έγινε με τη χρήση της βιβλιοθήκης vlucas/phpdotenv, η οποία κρίθηκε απαραίτητη για τη διαχείριση και την χρήση των μεταβλητών περιβάλλοντος της PHP στο σύστημα.

Χρήση του αρχείου .env

Η αποθήκευση στοιχείων όπως email, κωδικοί πρόσβασης και ονόματα βάσεων απευθείας στον κώδικα θεωρείται ως κακή πρακτική. Έτσι, για αυτό το λόγο, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Twelve-Factor App, η οποία βοηθά στην αποθήκευση της διαμόρφωσης στο περιβάλλον εκτέλεσης. Με τη χρήση ενός αρχείου .env, επιτυγχάνεται:

- **Ασφάλεια:** Το αρχείο **.env** ενσωματώνεται στο **.gitignore** προκειμένου να μην ανέβει στο Git, προστατεύοντας τους κωδικούς από διαρροή δεδομένων.
- **Φορητότητα:** Η εφαρμογή μπορεί να μεταφερθεί άνετα από το τοπικό περιβάλλον (XAMPP) σε ένα πραγματικό περιβάλλον (Live Server) χωρίς να χρειάζεται καμία αλλαγή στον κώδικα.

Εγκατάσταση και Λειτουργία της `phpdotenv`

Η διαχείριση και η ασφαλής ανάγνωση των μεταβλητών γίνεται με την εγκατάσταση της βιβλιοθήκης `vlucas/phpdotenv` [38].

1. Η εγκατάσταση πραγματοποιήθηκε μέσω του διαχειριστή πακέτων `Composer` στο τερματικό του `XAMPP` με την εντολή:

```
composer require vlucas/phpdotenv
```

2. Η βιβλιοθήκη οφείλει να αναλάβει να διαβάσει το αρχείο `.env` και να φορτώσει τις τιμές (`DB_HOST`, `DB_USER`) στο περιβάλλον της `PHP`, καθιστώντας τις προσβάσιμες μέσω της συνάρτησης `getenv()`

Υλοποίηση και Ασφάλεια `PDO`

Ο κώδικας στο `database.php` ανακτά αυτές τις τιμές και δημιουργεί την σύνδεση, ενσωματώνοντας τους απαραίτητους μηχανισμούς προστασίας:

```
<?php
// includes/database.php

$host = getenv('DB_HOST') ?: 'localhost';
$dbname = getenv('DB_NAME') ?: 'noteapp';
$username = getenv('DB_USER') ?: 'root';
$password = getenv('DB_PASS') ?: '';

try {
    $pdo = new PDO(
        "mysql:host=$host;dbname=$dbname;charset=utf8mb4",
        $username,
        $password,
        [
            PDO::ATTR_ERRMODE => PDO::ERRMODE_EXCEPTION,
            PDO::ATTR_EMULATE_PREPARES => false,
            PDO::ATTR_DEFAULT_FETCH_MODE => PDO::FETCH_ASSOC
        ]
    );
}
```

```

    ]
);

if (ob_get_length()) ob_end_clean();

} catch (PDOException $e) {
    error_log("Database Error: " . $e->getMessage());

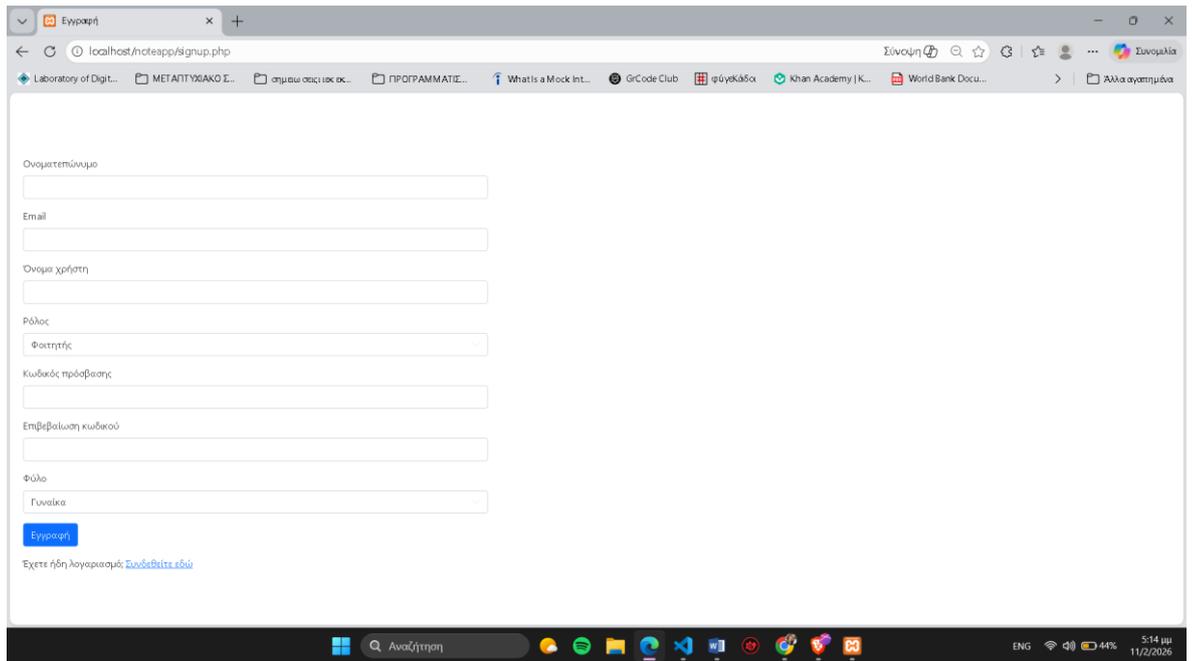
    if (ini_get('display_errors')) {
        die("Σφάλμα σύνδεσης: " . htmlspecialchars($e->getMessage()));
    } else {
        die("Σφάλμα συστήματος. Παρακαλώ δοκιμάστε ξανά αργότερα.");
    }
}

```

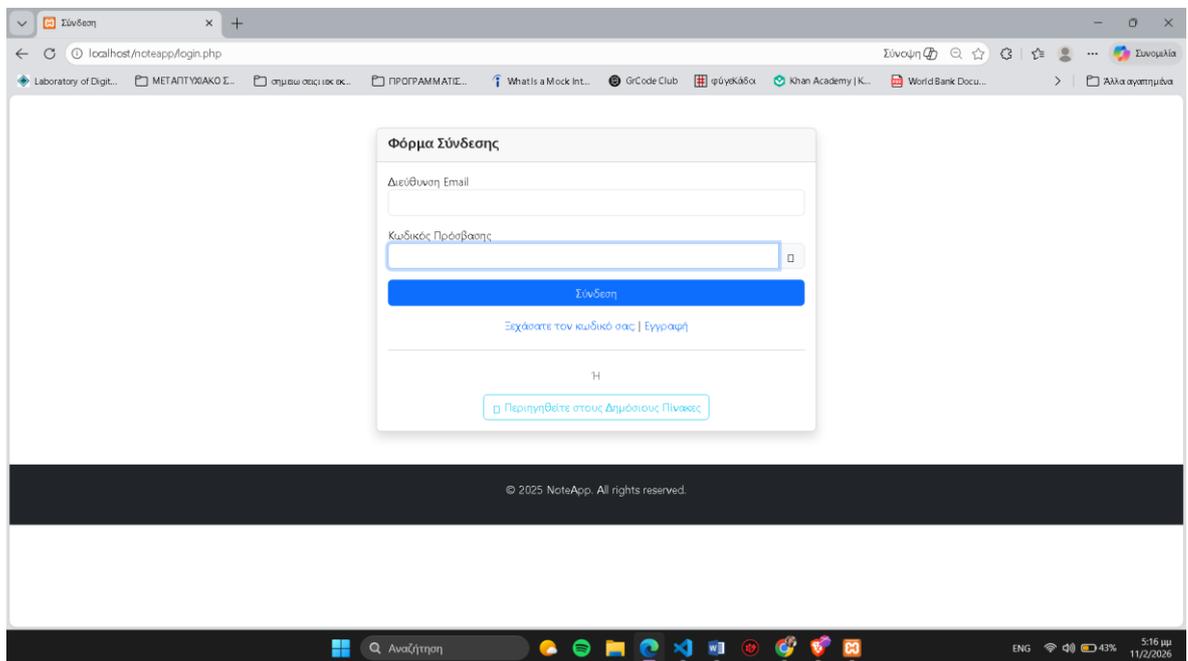
4.3.2 Λειτουργίες Χρήστη

Εγγραφή/Σύνδεση: Οι λειτουργίες ταυτοποίησης των χρηστών υλοποιήθηκαν με τα script **signup.php** και **login.php**. Οι κωδικοί πρόσβασης αποθηκεύονται με ασφαλή κρυπτογράφηση κάνοντας χρήση της **function password_hash της PHP**.

Διαχείριση Συνεδρίας: Για την παρακολούθηση της σύνδεσης των χρηστών χρησιμοποιήθηκαν τα SESSIONS της PHP (session_start(), \$_SESSION). Το σύστημα διασφαλίζει την σύνδεση και την αλληλεπίδραση των χρηστών με την εφαρμογή. Για λόγους ασφάλειας υλοποιήθηκε ο μηχανισμός **session timeout** στα 1800 δευτερόλεπτα (30 λεπτά), ο οποίος απενεργοποιεί αυτόματα τις αδρανείς συνεδρίες, προστατεύοντας έτσι την πρόσβαση των χρηστών από μη εξουσιοδοτούμενη χρήση.



Εικόνα 17 Σελίδα εγγραφής στο σύστημα



Εικόνα 18 Σύνδεση για την είσοδο στο σύστημα

4.3.3 Λειτουργίες Πίνακα

- **Δημιουργία Πίνακα:** Με το **create_canva.php** δημιουργείται ένας νέος πίνακας και εισάγεται μια νέα εγγραφή στον πίνακα **canvases** της βάσης δεδομένων. Έτσι αυτόματα γίνεται η προσθήκη του δημιουργού ως κάτοχο (owner) με δικαιώματα επεξεργασίας.
- **Αποθήκευση Αλλαγών:** Τα σενάρια **save_note.php**, **update_note.php** και **save_media.php** δέχονται τα AJAX αιτήματα και ενημερώνουν τη βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας prepared statements για την πρόληψη επιθέσεων SQL Injection.
- **Λήψη Δεδομένων Πίνακα:**
 - Το **get_notes.php** και το **fetch_updates.php**, ανακτούν και επιστρέφουν τα δεδομένα των σημειώσεων σε μορφή JSON, εξασφαλίζοντας με τον τρόπο αυτό την ταχύτερη επικοινωνία μεταξύ Frontend και Backend. Από την άλλη το **fetch_media_updates.php** διαχειρίζεται και επιστρέφουν τα δεδομένα των πολυμέσων σε μορφή JSON. Το σύστημα διαθέτει ένα μηχανισμό στον οποίο ανακτά μόνο τις νέες αλλαγές, συγκρίνοντας τα ενεργά IDs της βάσης με αυτά του Frontend, ώστε να αφαιρούνται αυτόματα όλο τα αντικείμενα/πολυμέσα που έχουν διαγραφεί και από τους άλλους χρήστες.

4.4 Ασφάλεια

- **CSRF Προστασία:** Όλες οι κρίσιμες POST ενέργειες δημιουργούνται και επαληθεύονται μέσω μοναδικών tokens.
- **Επικύρωση Εισόδου:** Χρήση Συναρτήσεων **filter_input()** και **htmlspecialchars()** βοηθούν στον καθαρισμό των δεδομένων του χρήστη.
- **Πρόληψη SQL injection:** Χρήση prepared statements στις αλληλεπιδράσεις με τη βάση δεδομένων.

Η υλοποίηση του συστήματος έχει ολοκληρωθεί με επιτυχία, καλύπτοντας όλες τις βασικές λειτουργικές απαιτήσεις. Η χρήση των τεχνολογιών PHP, MySQL, JavaScript, jQuery, CSS, HTML, AJAX, JSON, Bootstrap απέδωσε ένα λειτουργικό, ασφαλές και

αποδοτικό σύστημα. Το σύστημα είναι έτοιμο να δεχτεί περαιτέρω βελτιώσεις και δοκιμές χρηστών.

4.5 Σύνοψη Κεφαλαίου

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε αναλυτικά η διαδικασία υλοποίησης του ψηφιακού συνεργατικού πίνακα. Στην αρχή, αναλύθηκε με σαφήνεια το περιβάλλον και τα εργαλεία ανάπτυξης (XAMPP, VS Code) που αποτέλεσαν τη βάση του συστήματος. Στη συνέχεια, ορίστηκε η δομή του Frontend, που μέσω της χρήσης του Bootstrap και των JavaScript κλάσεων (NoteManager, MediaManager) και της τεχνολογίας AJAX, επιτεύχθηκε η δυναμική απεικόνιση και η συνεργασία σε πραγματικό χρόνο (polling, locking, live cursors). Από την πλευρά του Backend, έγινε ιδιαίτερη αναφορά στην ασφαλή σύνδεση με τη βάση δεδομένων μέσω PDO και την επικοινωνία με το Frontend μέσω του Fetch API και των αρχείων JSON. Επιπλέον, εξετάζονται και οι λειτουργίες ταυτοποίησης και διαχείρισης των συνεργατικών αντικειμένων. Το κεφάλαιο ολοκληρώθηκε με την ανάλυση των κρίσιμων μέτρων ασφαλείας (CSRF tokens, προστασία από SQL Injection με Prepared Statements, διαχείριση ασφαλών συνεδριών), διασφαλίζοντας έτσι την ακεραιότητα, την αξιοπιστία, προστασία των δεδομένων και των χρηστών της εφαρμογής.

Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα

5.1 Ποσοτική Αξιολόγηση του Συστήματος

Η αξιολόγηση της εφαρμογής βασίστηκε σε αντικειμενικές ποσοτικές μετρικές κώδικα που εξήχθησαν μέσω του εργαλείου VS Code Counter. Οι μετρικές αυτές αναδεικνύουν το μέγεθος και την προσπάθεια υλοποίησης.

5.1.1 Μετρικές Μεγέθους και Όγκου

Σύμφωνα με την καταγραφή αυτού του εργαλείου, το σύστημα χαρακτηρίζεται από τα εξής στοιχεία:

- Αριθμός αρχείων: 132 αρχεία.
- Συνολικός Αριθμός Γραμμών: 22.811.
- Πηγαίος Κώδικας: 18.880 γραμμές.
- Γραμμές Σχολίων: 985 γραμμές τεκμηρίωσης.
- Αριθμός συναρτήσεων: 220 (υλοποίηση API endpoints, διαχείριση πίνακα, αυθεντικοποίηση).
- Αριθμός ιδιοτήτων/Μεταβλητών: 410 (διαχείριση δεδομένων και ρυθμίσεων).

Πίνακας 4 Αναλυτική Κατανομή Πηγαίου Κώδικα ανά Γλώσσα

Γλώσσα Προγραμματισμού	Αριθμός Αρχείων	Γραμμές Κώδικα	Γραμμές Σχολίων	Συνολικές Γραμμές	Ποσοστό
PHP	118	12.923	765	15.844	69,4 %
JavaScript	1	2.190	156	2.777	12,2 %
JSON	2	2.312	0	2.314	10,1 %
CSS	8	903	34	1.146	5,0 %
Βοηθητικά Αρχεία	3	552	30	730	3,3 %

5.1.2 Ανάλυση Πολυπλοκότητας και hot spots

Ως Hot Spots ορίστηκαν τα αρχεία που συγκεντρώνουν την κρίσιμη λογική του συστήματος και παρουσιάζουν υψηλή πολυπλοκότητα ή αυξημένη κατανάλωση πόρων. Ο εντοπισμός αυτών των αρχείων έγινε με τον συνδυασμό της στατικής ανάλυσης (γραμμές κώδικα και δομές ελέγχου) και της δυναμικής ανάλυσης μνήμης μέσω των **Chrome Development Tools**:

1. **Κεντρικό Backend (api/canva/board.php)**: Με 1.720 γραμμές, αποτελεί το κεντρικό έλεγχο των AJAX αιτημάτων. Η κρισιμότητα του έγκειται στο γεγονός ότι διαχειρίζεται την ασφάλεια των δεδομένων και τον συντονισμό των κρίσιμων μεθόδων `regenerateToken()` και `updateTokenAccess()` οι οποίες ελέγχουν τα δικαιώματα πρόσβασης σε πραγματικό χρόνο. Η μνήμη κατά την διάρκεια εκτέλεσης μετρήθηκε στα **37.9 MB**.
2. **Frontend (api/canva/js/board.js)**: Αποτελεί εκτενέστερο και απαιτητικό hotspot λόγω των 2.190 γραμμών κώδικα JavaScript, αλλά και της διαχείρισης του **event handling** σε πραγματικό χρόνο. Εξαιτίας της συνεχούς αλληλεπίδρασης client-server, για την άμεση απεικόνιση των αλλαγών, η δέσμευση μνήμης παρουσίασε διακυμάνσεις από **40,8 MB** έως και **111MB** σε περιόδους με έντονη δραστηριότητα.
3. **Εργαλεία Σχεδίασης (api/canva/include/drawingcanvas.php)**: Χαρακτηρίζεται ως Hotspot λόγω της αλγοριθμικής πολυπλοκότητας που απαιτείται για την υλοποίηση των εργαλείων σχεδίασης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο αλγόριθμος **Flood Fill** (`FloodFill(x, y)`), ο οποίος απαιτεί άμεση επεξεργασία των **ImageData** του **HTML5 Canvas** σε επίπεδο pixel, απαιτώντας μια πιο βελτιωμένη διαχείριση μνήμης (23,8 MB) για την αποφυγή καθυστερήσεων στην απόκριση.
4. **Admin Panel (admin/view canvases users.php)**: Πάρα τις 479 γραμμές κώδικα, αποτελεί το πιο σύνθετο σημείο διαχείρισης του πίνακα ελέγχου. Αναδεικνύει τα πολλαπλά επίπεδα συσχετίσεων μεταξύ χρηστών, ρόλων και πινάκων, με τη δυναμική ανάλυση να δείχνει ότι η δέσμευση της μνήμης κυμαίνεται έως **56.5 MB** (με ελάχιστη **13.9 MB**).

5. **Εξαγωγή (api/canva/export word.php):** Περιλαμβάνει εξειδικευμένες συναρτήσεις επεξεργασίας αρχείων, όπως η `calculateOptimalImageSize()` για τον υπολογισμό των ιδανικών διαστάσεων των εικόνων. Ο Αλγόριθμος αυτός διατηρεί την αναλογία των διαστάσεων (aspect ratio), αποτρέποντας την οπτική παραμόρφωση κατά την εισαγωγή τους στο έγγραφο χωρίς να χάνεται η οπτική παραμόρφωση.
6. **Public Sharing (share.php):** Με 825 συνολικές γραμμές κώδικα, διαχειρίζεται η λογική του διαμοιρασμού (public/shared/private) και οι μηχανισμοί προστασίας περιεχομένου, επιβάλλοντας περιορισμούς όπως το Read-only mode δεσμεύοντας **49.3 MB** μνήμης.

5.1.3 Διαχείριση Μνήμης

Το σύστημα σχεδιάστηκε ώστε να διατηρεί ένα χαμηλό αποτύπωμα μνήμης εφαρμόζοντας στην πράξη τις εξής στρατηγικές:

- **Server-Side:** Η PHP ως γλώσσα απελευθερώνει πόρους μετά από κάθε αίτηση. Το AJAX Polling έχει βελτιωθεί προκειμένου να μην προκαλεί υπερφόρτωση στον εξυπηρετητή, διατηρώντας με αυτό τον τρόπο την χρήση της μνήμης σε σταθερά επίπεδα.
- **Client-side:** Για να αποφευχθούν τυχόν φαινόμενα διαρροής μνήμης (memory leaks) εφαρμόστηκαν οι μέθοδοι εκκαθάρισης (**destroy ()**). Πιο συγκεκριμένα:
 - ❖ Αποδέσμευση των Event Listeners όταν τα στοιχεία του DOM αφαιρούνται. Για παράδειγμα με τη διαγραφή σημείωσης, το σύστημα αποδεσμεύει όλους τους συσχετισμένους listeners, απελευθερώνοντας τη μνήμη του browser.
 - ❖ Η καταστροφή των αντικειμένων γίνεται με την πλήρης αποδέσμευση των εξωτερικών βιβλιοθηκών (όπως το Quill.js για την επεξεργασία κείμενου των σημειώσεων και το interact.js για το drag and drop) μέσω των ενσωματωμένων μεθόδων εκκαθάρισης (`destroy()`). Έτσι διασφαλίζεται ότι η απόδοση της εφαρμογής παραμένει σταθερή ακόμα και σε μακροχρόνιες συνεδρίες.

Τα Hotspots της εφαρμογής επιβεβαιώθηκαν ότι είναι διαχειριστικά εξαιτίας της συνδυαστικής χρήσης στατικής και δυναμικής ανάλυσης. Η υψηλή κατανάλωση μνήμης σε αρχεία όπως το **board.js** και το **view_canvases_users.php** δικαιολογείται λόγω της φύσης των λειτουργιών τους, ενώ οι μηχανισμοί εκκαθάρισης εγγυώνται την σταθερότητα του συστήματος.

5.2 Πιστοποίηση Συμμόρφωσης (Validation)

Σύμφωνα με τα πρότυπα του W3C και τις οδηγίες ανάπτυξης:

- **Web Console:** Κατά την διάρκεια εκτέλεσης της εφαρμογής, η κονσόλα του φυλλομετρητή (Browser Console) δεν εμφανίζει JavaScript errors η warnings, διασφαλίζοντας έτσι την σταθερότητα της συνεργατικής επεξεργασίας.
- **Server Logs & Memory:** Τα access logs του διακομιστή επιβεβαιώνουν την σωστή απόκριση (HTTP 200 OK).
- **Διαχείριση Μνήμης:** Η χρήση της μεθόδου **destroy()** στις JS βιβλιοθήκες εξασφαλίζει χαμηλό memory footprint και αποφυγή memory leaks σε παρατεταμένη χρήση.

5.3 SWOT Ανάλυση

Η SWOT ανάλυση (Πίνακας 5) είναι ένα σημαντικό και στρατηγικό εργαλείο στοχεύοντας στην αξιολόγηση των εσωτερικών και εξωτερικών χαρακτηριστικών που επηρεάζουν το σύστημα.

<u>Δυνατά σημεία (Strengths)</u> <u>(Εσωτερικά)</u>	<u>Αδυναμίες (weaknesses)</u> <u>(Εσωτερικά)</u>
Τεχνολογίες ανοιχτού κώδικα (PHP, MySQL, Bootstrap κλπ.)	Εξάρτηση από σταθερή σύνδεση στο Διαδίκτυο.
Αποκρινόμενη και προσβάσιμη διεπαφή (responsive design).	Πιθανές καθυστερήσεις σε υψηλό φόρτο εργασίας (AJAX polling)
Τεχνικές ασφαλείας δεδομένων (PDO, CSRF tokens).	Μη υποστήριξη offline λειτουργίας.

Πλούσια επεξεργασία κειμένου (Quill.js) και πολυμέσων.	Περιορισμένη η οπτική αναπαράσταση της δραστηριότητας των χρηστών.
Εύκολη εγκατάσταση (Xampp).	Έλλειψη ενσωματωμένων εργαλείων όπως voice chat.
<u>Ευκαιρίες (Opportunities)</u> <u>(Εξωτερικά)</u>	<u>Απειλές (Threats)</u> <u>(Εξωτερικά)</u>
Ζήτηση για ψηφιακά εργαλεία για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση.	Έντονος ανταγωνισμός με άλλες εμπορικές εφαρμογές (Miro, Mural) .
Ενσωμάτωση στα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης (LMS).	Τεχνολογική απαξίωση (AJAX VS WebSocket's)
Ανάπτυξη mobile εφαρμογής (React Native/Flutter).	Απαιτήσεις σε ευζωνική σύνδεση.
Χρήση σε άλλους τομείς (επιχειρησιακές συναντήσεις).	Προσκλήσεις συμμόρφωσης με GDPR.
Βελτίωση απόδοση με WebSocket's.	Κίνδυνος λογοκλοπής/αντιγραφής κώδικα.
Διεθνής και σημαντική προβολή μέσω πολυγλωσσικών διεπαφών.	Οικονομικό κόστος φιλοξενίας για πολλούς ταυτόχρονους χρήστες.

Πίνακας 5 Ανάλυση SWOT του Συνεργατικού Εκπαιδευτικού Συστήματος Ψηφιακού Πίνακα

Η SWOT ανάλυση αναδεικνύει ότι το σύστημα διαθέτει μια δυναμική τεχνολογική βάση, με τα δυνατά σημεία (ασφάλεια, ανοιχτός κώδικας, ανταποκρινομένη σχεδίαση) να αντισταθμίζουν σε μεγάλο βαθμό τις αδυναμίες. Οι εξωτερικές ευκαιρίες προσφέρουν τα πεδία ανάπτυξης, ενώ αντίθετα οι απειλές ενδεχομένως να διαχειριστούν με στρατηγικές βελτίωσης και συμμόρφωσης.

5.4 Συμπεράσματα και Εφικτότητα Τεχνολογιών

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορούσε τον σχεδιασμό και την υλοποίηση ενός διαδικτυακού, συνεργατικού ψηφιακού πίνακα σημειώσεων, με βασικό στόχο την υποστήριξη των εκπαιδευτικών διαδικασιών. Η ανάπτυξη του συστήματος βασίστηκε σε αρχιτεκτονική τριών επιπέδων (3-tier architecture), κάνοντας χρήση τεχνολογιών αιχμής όπως PHP, MySQL, HTML5, CSS3, JavaScript, JSON, AJAX. Η χρήση βιβλιοθηκών όπως η jQuery και το frameworks Bootstrap επέτρεψε τη δημιουργία ενός λειτουργικού συστήματος, με δυνατότητες πραγματικού χρόνου, πλούσια εργαλεία σχεδίασης και προηγμένη διαχείριση αρχείων.

5.4.1 Αποτελεσματικότητα Τεχνολογιών & Κυρίες Λειτουργίες

Η επιλογή του συνδυασμού PHP/MySQL για το backend αποδείχθηκε εξαιρετικά σταθερή και ασφαλής επιλογή για τη διαχείριση σύνθετων δεδομένων. Παρά τις προσκλήσεις που ενδέχεται να προκύψουν σε σενάρια υψηλού φόρτου, η PHP ανταποκρίθηκε πλήρως στις λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος, ενώ από την άλλη η MySQL παρείχε την απαραίτητη ευελιξία για τη διαχείριση σύνθετων δεδομένων. Αντίθετα στο Frontend, η χρήση των HTML5, CSS3, JavaScript σε συνδυασμό με τις βιβλιοθήκες jQuery και Bootstrap επέτρεψε τη δημιουργία μιας μοντέρνας και πλήρως αποκρινόμενης (responsive) διεπαφής. Η εφαρμογή πέτυχε τους εξής κεντρικούς στόχους:

- **Συνεργασία σε Πραγματικό Χρόνο:** Πολλοί χρήστες επεξεργάζονται τον ίδιο πίνακα ταυτόχρονα, υποστηρίζοντας την άμεση ενημέρωση των άλλων για όλους τους συμμετέχοντες.
- **Πλούσιο Σύνολο Εργαλείων:** Το σύστημα περιλαμβάνει εργαλεία σχεδίασης (πένα, σχήματα, γόμα), σημειώσεις με πλούσιο επεξεργαστή κειμένου (Quill.js), τη δυνατότητα της μορφοποίησης κείμενου, την δημιουργία σημειώσεων και πίνακα, λειτουργίες διαχείρισης αρχείων, δυνατότητα αποθήκευσης και εξαγωγής του περιεχομένου του πίνακα σε μορφές PDF, Word, TXT και εικόνας, διαχωρισμός των δικαιωμάτων πρόσβασης των πινάκων (δημόσιοι/ιδιωτικοί/κοινόχρηστοι).

- **Ασφάλεια δεδομένων:** Εφαρμόστηκαν πρωτόκολλα ασφάλειας για παράδειγμα, το PDO (prepared statements) για την προστασία από SQL Injection επιθέσεις, CSRF tokens για την αποτροπή cross-site request forgery και την κρυπτογράφηση των κωδικών πρόσβασης.
- **Ευελιξία και Προσβασιμότητα:** Πλήρης responsive σχεδιασμός για λειτουργία σε συσκευές (desktop, tablet, smartphone) και στους φυλλομετρητές.

5.4.2 Πλεονεκτήματα & Περιορισμοί

- **Απλότητα και Συντήρηση:** Η χρήση καθαρών τεχνολογιών χωρίς πολύπλοκα (frameworks) διευκόλυνε τη γρήγορη ανάπτυξη και συντήρηση του κώδικα.
- **Κλιμακωσιμότητα:** Η αρχιτεκτονική επιτρέπει την προσθήκη νέων επιπέδων λειτουργικότητας χωρίς να επηρεάζεται η βάση του συστήματος.
- **Συμβατότητα:** Η εφαρμογή λειτουργεί και ανταποκρίνεται σε όλα τα σύγχρονα προγράμματα περιήγησης χωρίς να υπάρχει η απαίτηση για πρόσθετα plugins.
- **Ασφάλεια:** Η εφαρμογή των πρωτοκόλλων ασφάλειας (PDO, CSRF tokens), κρυπτογράφηση των κωδικών πρόσβασης, διασφαλίζει την προστασία των δεδομένων και των χρηστών.
- **Πλούσια Λειτουργικότητα:** Το σύστημα δίνει τη δυνατότητα για πραγματικό χρόνο, πλούσια επεξεργασία κειμένου, διαχείριση και ανέβασμα αρχείων και ανταποκρινόμενη σχεδίαση.
- **Εξάρτηση από το Διαδίκτυο:** Το σύστημα απαιτεί σύνδεση στο διαδίκτυο για να λειτουργήσει η συνεργασία σε πραγματικό χρόνο.
- **Προβλήματα σε Αποδόσεις με Υψηλό Φόρτο Εργασίας:** Η υλοποίηση του μηχανισμού επικοινωνίας AJAX polling ενδεχομένως να εμφανίσει προβλήματα και καθυστερήσεις σε φόρτο με μεγάλο αριθμό ταυτοχρόνων χρηστών.
- **Απαιτήσεις για Περαιτέρω Βελτίωση:** Απαιτείται η βελτίωση της απόδοσης και η μετάβαση σε πιο εξελιγμένες τεχνολογίες επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο, όπως για παράδειγμα το WebSocket's.

5.5 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Η παραπάνω εφαρμογή προσφέρει περιθώρια βελτίωσης και επέκτασης για να γίνει ισχυρότερη, αποδοτικότερη και ελκυστική για τον τελικό χρήστη. Οι βασικότερες από αυτές είναι:

- **Βελτίωση του Μηχανισμού Πραγματικού Χρόνου:** Η αντικατάσταση του AJAX polling σε WebSocket's (με την βιβλιοθήκη Socket.io) για ένα πιο άμεσο συγχρονισμό και την μείωση του φόρτου εργασίας.
- **Λειτουργίες Undo/Redo:** Προσθήκη λειτουργιών Undo/Redo για τις ενέργειες των χρηστών.
- **Ενσωμάτωση Επικοινωνίας:** Προσθήκη συστήματος Voice η Video Chat απείθειας μέσα στο πίνακα.
- **Ανάπτυξη Mobile Εφαρμογής:** Χρήση Τεχνολογίας React Native η Flutter προκειμένου να παραχθεί μια πιο native εμπειρία χρήστη σε smartphones και tablets.
- **Ενσωμάτωση Τεχνητής Νοημοσύνης:** Η ένταξη των μοντέλων της τεχνητής νοημοσύνης στην εφαρμογή θα βοηθήσει σημαντικά στην υποστήριξη του χρήστη στην διάρκεια της δημιουργίας και της επεξεργασίας του περιεχομένου.
Ειδικότερα:

- **AI Chat Assistant:** Ενσωμάτωση ενός έξυπνου βοηθού (Chabot) που θα παρέχει σε κάθε χρήστη οδηγίες, ώστε να απαντά σε ερωτήματα και να προτείνει ιδέες σχεδίασης σε πραγματικό χρόνο.
- **Αυτοματοποιημένη Παραγωγή Περιεχομένου:** Δυνατότητα αυτόματης δημιουργίας κειμένων και παραγωγής εικόνων (AI Image Generation) μέσω API (π.χ. Gemini, OpenAI), δίνοντας στον χρήστη την δυνατότητα να εμπλουτίσει τον πίνακα του άμεσα και δημιουργικά.

Έτσι, αυτή η εργασία αποτέλεσε το βασικό θεμέλιο για ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό εργαλείο. Το λειτουργικό πρότυπο που δημιουργήθηκε αποδεικνύει την ιδέα και την λειτουργία ενός ισχυρού εργαλείου για μελλοντική ανάπτυξη και ερευνά στον τομέα της ψηφιακής συνεργασίας και εκπαίδευσης. Οι προτεινόμενες επεκτάσεις στοχεύουν στην μετατροπή του συστήματος από ένα απλό εργαλείο σε μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα ψηφιακής συνεργασίας, ικανή να ανταποκριθεί στις σύγχρονες εκπαιδευτικές ανάγκες και να ανταγωνιστεί τις γνωστές εμπορικές πλατφόρμες όπως το Miro.

Αναφορές

- [1] T. Chaisanit, Settachai Apichai και Meeanan, Luddawan ‘The Development of Online Interactive Whiteboard for Supporting Collaboration Learning’, *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, τ. 4, τχ. 16, σελ. 2660–2665, 2012.
- [2] Μαυροσκούφης, Δημήτριος Κ., ‘Τα πλεονεκτήματα της διδασκαλίας σε ομάδα ή σε τάξη έναντι της ατομικής διδασκαλίας’. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.), Φιλοσοφική Σχολή. Ημερομηνία Πρόσβασης 22 Ιανουαρίου 2026, από <https://zachariou.edu.gr/wp-content/uploads/2017/08/omadikididaskalia.pdf>
- [3] Μασσαγγούρας, Ηλίας Γ, ‘Βασικές Αρχές της Ομαδοσυνεργατικής Διδασκαλίας (Κεφάλαιο 3)’. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ). Ημερομηνία Πρόσβασης 22 Ιανουαρίου 2026. Διαθέσιμο στο:
<https://opencourses.uoa.gr/modules/document/file.php/MATH117/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/ch3.vprinc.pdf>
- [4] ‘Digital whiteboards - Teaching Tools - CNDLS’. Ημερομηνία πρόσβασης: 22 Ιανουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://cndls.georgetown.edu/resources/tools/digital-whiteboards/>
- [5] B. Fuchs, ‘The Writing is on the Wall: Using Padlet for Whole-Class Engagement’, *LOEX Quarterly*, τ. 40, τχ. 4, σελ. 7–9, Ιανουαρίου 2014.
- [6] R. Khair Allah, ‘The Use of Miro in Teaching Practice’, *EIRJ*, τ. 10, τχ. 3, σελ. 77–91, Μαΐου 2023, doi: [10.31273/eirj.v10i3.1277](https://doi.org/10.31273/eirj.v10i3.1277).
- [7] D. Chen, ‘The Impact of Information Systems on Education’. Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Σεπτέμβριος 2025. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://reviewnex.com/articles/impact-of-information-systems-on-education/>
- [8] Γ. Σταλίδης, *Συστήματα Πληροφορικής και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση*. 2024. doi: [10.57713/kallipos-978](https://doi.org/10.57713/kallipos-978).
- [9] A. Coombs M., *Attacking Rural Poverty: How Non-Form Educational Can Help*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1974. pp. 18-21

[10] L. Laudon, C. Kenneth Jane P., ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ, Ογδόη Αμερικάνικη Έκδοση (μετάφραση ελληνική έκδοση). Αθηνά: Κλειδάριθμος, 2009. pp. 93-95-96-97

[11] ‘What is HTTP/3?’ Ημερομηνία πρόσβασης: 22 Ιανουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.cloudflare.com/learning/performance/what-is-http3/>

[12] What is PHP: The Best Guide to Understand its Concepts’, Simplilearn.com. Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Σεπτέμβριος 2025. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.simplilearn.com/tutorials/php-tutorial/what-is-php>

[13] Web Platform Design Principles’. Ημερομηνία πρόσβασης: 26 Ιανουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.w3.org/TR/design-principles/>

[14] M. O. contributors Jacob Thornton, and Bootstrap, ‘Breakpoints’. Ημερομηνία πρόσβασης: 2 Φεβρουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://getbootstrap.com/docs/5.3/layout/breakpoints/>

[15] Ajax - Glossary | MDN’. Ημερομηνία πρόσβασης: 26 Ιανουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/AJAX>

[16] ‘HTML: HyperText Market Language | MDN’, MDN Web DOS. Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Σεπτέμβριος 2025. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML>

[17] ‘What Is Cascading Style Sheets (CSS)? Definition from TheServerSide’. Ημερομηνία πρόσβασης: 2 Φεβρουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: https://www.theserverside.com/definition/cascading-style-sheet-CSS?_gl=1*yi87p6*_ga*ODAxNDA4NjgwLjE3NTc5NTYzNjM.*_ga_TQKE4GS5P9*czE3NTgxMDgyMjEkbzckZzEkdDE3NTgxMDgyMjUkajU2JGwwJGgw

[18] ‘CSS: Cascading Style Sheets | MDN’, MDN Web Docs. Ημερομηνία πρόσβασης: 2 Φεβρουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS>

- [19] ‘What is a Bootstrap and how does it work?’ Ημερομηνία πρόσβασης: 2 Φεβρουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/bootstrap>
- [20] David Flanagan, *JavaScript: The Definitive Guide, Seventh Edition*, 7ο έκδ. O’Reilly Media, 2020. pp. 342-415-503-507
- [21] Nixon,Robin, *Learning PHP, MySQL & JavaScript*, 5ο έκδ. Sebastopol, CA: O’Reilly Media, Inc., 2018. pp. 395-398-411
- [22] ‘JavaScript | MDN’, MDN Web Docs. Ημερομηνία πρόσβασης: 2 Φεβρουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>
- [23] ‘interact.js - JavaScript drag and drop, resizing and multi-touch gestures for modern browsers’. Ημερομηνία πρόσβασης: 1 Φεβρουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://interactjs.io/>
- [24] ‘Why Quill - Quill Rich Text Editor’, Quill. Ημερομηνία πρόσβασης: 1 Φεβρουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://quilljs.com>
- [25] ‘SweetAlert2’. Ημερομηνία πρόσβασης: 1 Φεβρουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://sweetalert2.github.io/>
- [26] ‘JSON’. Ημερομηνία πρόσβασης: 19 Σεπτέμβριος 2025. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.json.org/json-en.html>
- [27] T, Kaur, *Web Development Using PHP*, 1st. Phagwara, India: Lovely Professional University.
- [28] ‘MySQL Explained: Your Guide to Mastering This Powerful Database’. Ημερομηνία πρόσβασης: 17 Σεπτέμβριος 2025. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.oracle.com/mysql/what-is-mysql/>
- [29] ‘XAMPP Installers and Downloads for Apache Friends’. Ημερομηνία πρόσβασης: 4 Οκτώβριος 2025. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.apachefriends.org/>

- [30] phpMyAdmin contributors, phpMyAdmin', phpMyAdmin. Ημερομηνία πρόσβασης: 26 Σεπτέμβριος 2025. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.phpmyadmin.net/>
- [31] Frontend and Backend: The new approach to the development of a Web platform for automating the control and administration of degree processes at ITESI'. Ημερομηνία πρόσβασης: 4 Οκτώβριος 2025. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: https://www.researchgate.net/publication/387544753_Frontend_and_Backend_The_new_approach_to_the_development_of_a_Web_platform_for_automating_the_control_and_administration_of_degree_processes_at_ITESI
- [32] 'Extension Marketplace'. Ημερομηνία πρόσβασης: 2 Φεβρουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://code.visualstudio.com/docs/config/extensions/extension-marketplace>
- [33] 'Cross Site Request Forgery (CSRF) | OWASP Foundation'. Ημερομηνία πρόσβασης: 4 Οκτώβριος 2025. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://owasp.org/www-community/attacks/csrf>
- [34] M. A. M. Yunus, M. Z. Brohan, N. M. Nawi, E. S. M. Surin, N. A. M. Najib, και C. W. Liang, Review of SQL Injection: Problems and Prevention', *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, τ. 2, τχ. 3–2, σελ. 215–219, Ιουνίου 2018, doi: [10.30630/joiv.2.3-2.144](https://doi.org/10.30630/joiv.2.3-2.144)
- [35] 'SQL injection | What is SQL injection?' Ημερομηνία πρόσβασης: 4 Οκτώβριος 2025. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.cloudflare.com/learning/security/threats/sql-injection/>
- [36] 'PHP: password_hash - Manual'. Ημερομηνία πρόσβασης: 26 Ιανουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.php.net/manual/en/function.password-hash.php>
- [37] 'Three-Tier Client Server Architecture in Distributed System', GeeksforGeeks . Ημερομηνία πρόσβασης: 4 Οκτώβριος 2025. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.geeksforgeeks.org/computer-networks/three-tier-client-server-architecture-in-distributed-system/>
- [38] 'GitHub - vlucas/phpdotenv: Loads environment variables from `.env` to `getenv()`, `\$_ENV` and `\$_SERVER` automagically.' Ημερομηνία πρόσβασης: 14 Φεβρουάριος 2026. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://github.com/vlucas/phpdotenv>

Παράρτημα Α Οδηγίες Εγκατάστασης και Ανάπτυξης

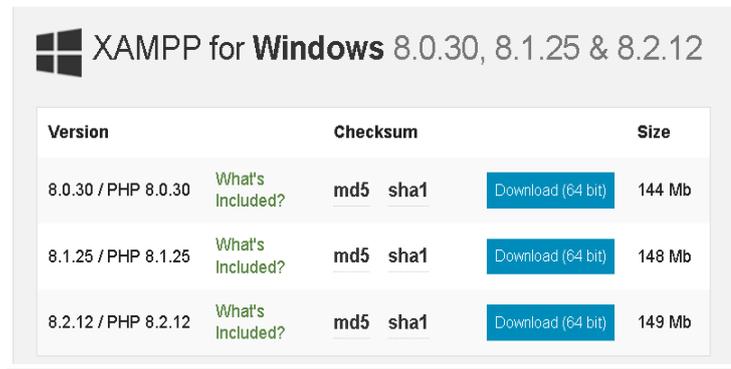
1. Εγκατάσταση και Ρύθμιση XAMPP

Πριν την εγκατάσταση της εφαρμογής, κρίνεται απαραίτητο να κατεβάσουμε και να εγκαταστήσουμε το λογισμικό XAMPP, το οποίο παρέχει το απαραίτητο περιβάλλον για την εκτέλεση των εφαρμογών βασισμένο σε PHP και MySQL.

Αρχικά, αναζητούμε στο διαδίκτυο την ακόλουθη διεύθυνση:

<https://www.apachefriends.org/download.html>

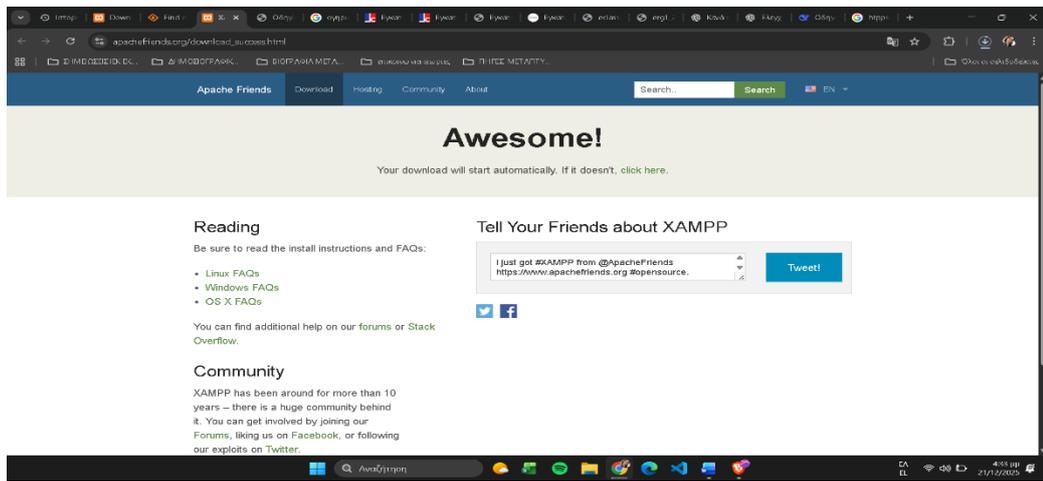
Στην συνέχεια, επιλέγουμε την κατάλληλη έκδοση του XAMPP, η οποία να είναι συμβατή με το λειτουργικό σύστημα της συσκευής μας.



Version	Checksum	Size
8.0.30 / PHP 8.0.30	What's Included? md5 sha1	Download (64 bit) 144 Mb
8.1.25 / PHP 8.1.25	What's Included? md5 sha1	Download (64 bit) 148 Mb
8.2.12 / PHP 8.2.12	What's Included? md5 sha1	Download (64 bit) 149 Mb

Εικόνα 19 Σελίδα λήψης του XAMPP από την επίσημη ιστοσελίδα

Μετά την επιλογή της έκδοσης, εμφανίζεται η οθόνη επιβεβαίωσης λήψης του αρχείου εγκατάστασης.

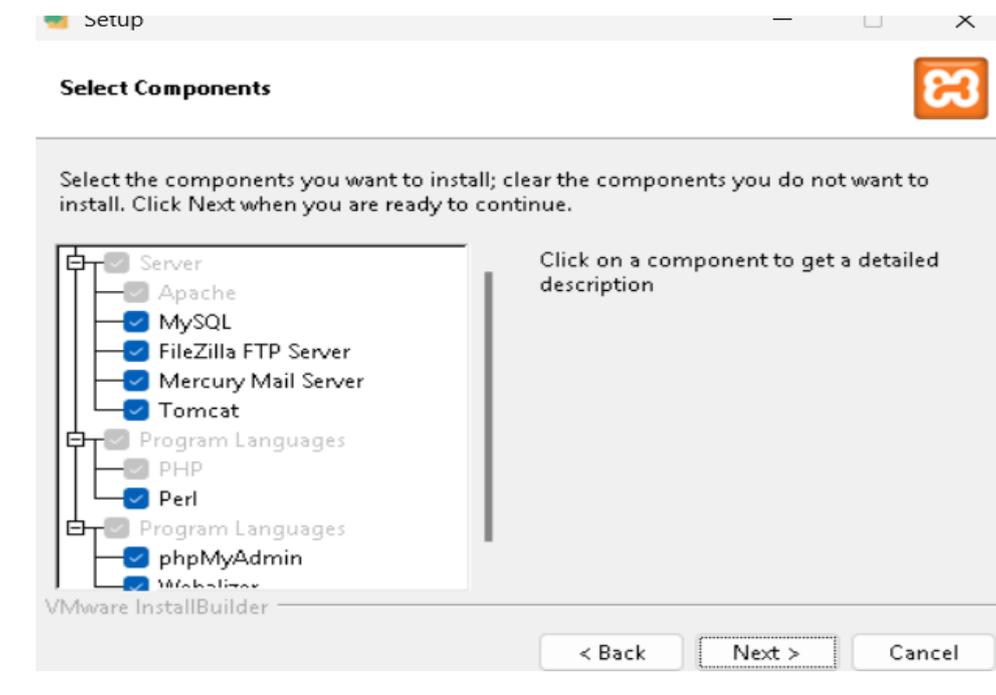


Επιλογή Συστατικών Εγκατάστασης

Στην διάρκεια εγκατάστασης, το σύστημα ζητά να επιλέξουμε τα στοιχεία που επιθυμούμε να εγκατασταθούν. Μια καλή πρακτική, συνίσταται να επιλέγουν όλα τα διαθέσιμα στοιχεία, ώστε να καλύπτονται ενδεχομένως μελλοντικές ανάγκες.

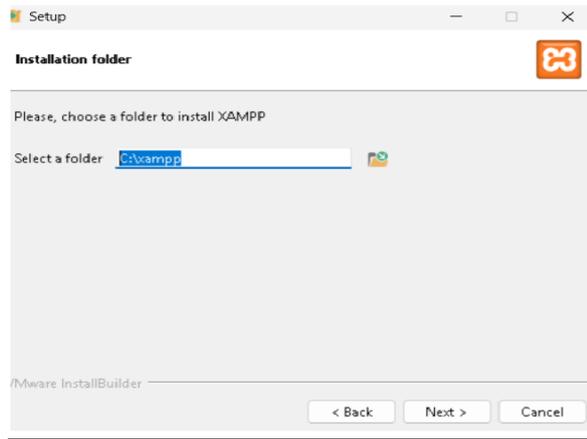
Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής, τα απαραίτητα στοιχεία που απαιτούνται είναι:

- Apache server,
- MySQL,
- PHP,
- phpMyAdmin



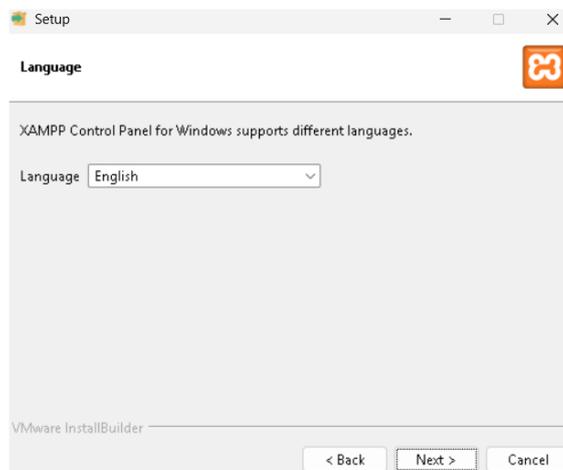
Εικόνα 21 «Επιλογή στοιχείων» επιλέγουμε όλα τα απαιτούμενα στοιχεία

Στην επόμενη οθόνη επιλέγουμε το φάκελο στον οποίο θα πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση και πατάμε Next



Εικόνα 22 Φάκελος Εγκατάστασης

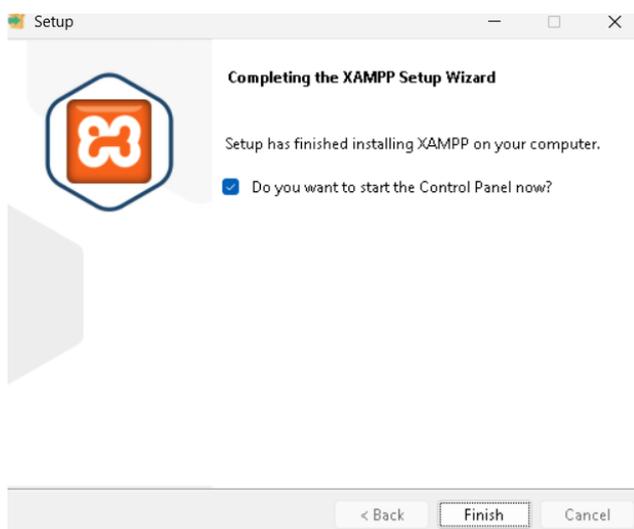
Στις επόμενες οθόνες ακολουθούμε τις οδηγίες εγκατάστασης, πατώντας Next έως μέχρι να ολοκληρωθεί επιτυχώς η διαδικασία εγκατάστασης στη συσκευή.



Εικόνα 23 Επιλογή Γλώσσας



Εικόνα 24 Οθόνη έναρξης εγκατάστασης

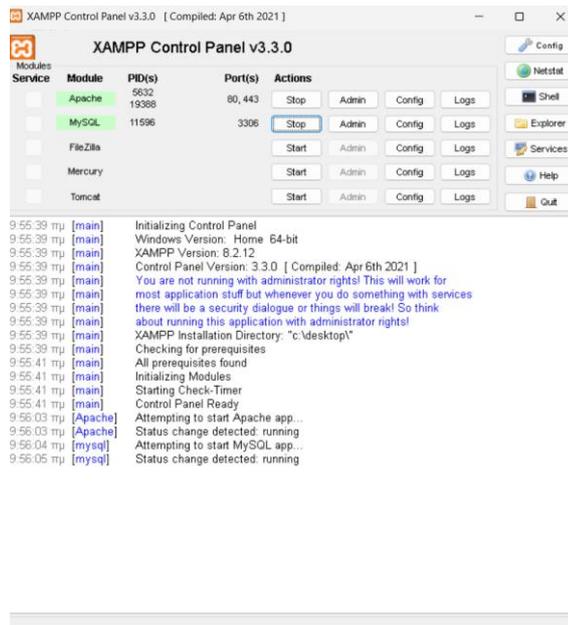


Εικόνα 25 Οθόνη ολοκλήρωσης εγκατάστασης

2. Ενεργοποίηση Apache και MySQL

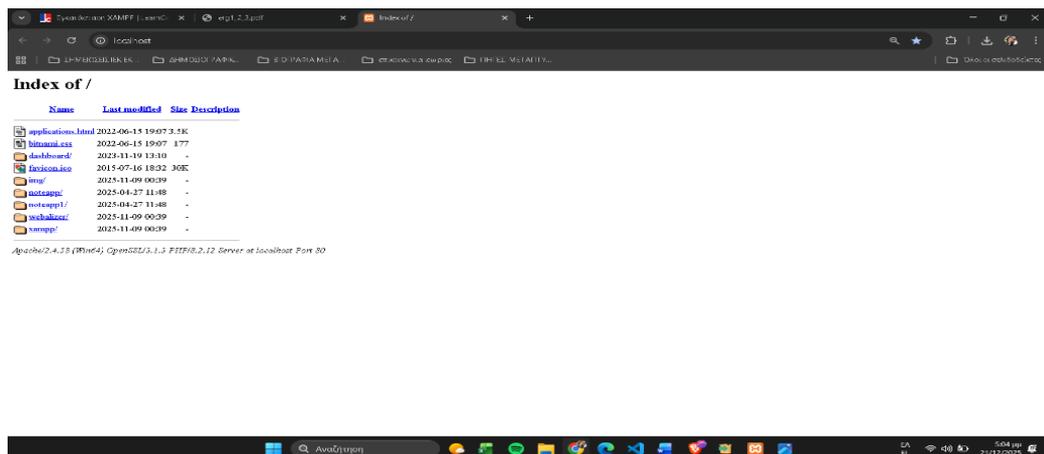
Ύστερα από την επιτυχή ολοκλήρωση της εγκατάστασης, ενεργοποιούμε τον Apache server και τη βάση δεδομένων MySQL. Προκειμένου να γίνει αυτό, τρέχουμε το αρχείο `C:/xampp/xampp-control.exe`.β

Πριν την εκκίνηση, φροντίζουμε να μην εκτελούνται άλλα προγράμματα όπως torrent clients η TeamViewer, καθώς ενδέχεται να προκαλέσουν συγκρούσεις. Στην συνέχεια επιλέγουμε Start για τον Apache και τη MySQL.



Εικόνα 26 Πίνακας Ελέγχου του XAMPP με ενεργές τις υπηρεσίες Apache και MySQL

Εάν εμφανιστεί η αντίστοιχη οθόνη επιβεβαίωσης, σημαίνει ότι η εγκατάσταση έχει ολοκληρωθεί με επιτυχία και το περιεχόμενο είναι προσβάσιμο μέσω της διεύθυνσης: <http://localhost/>



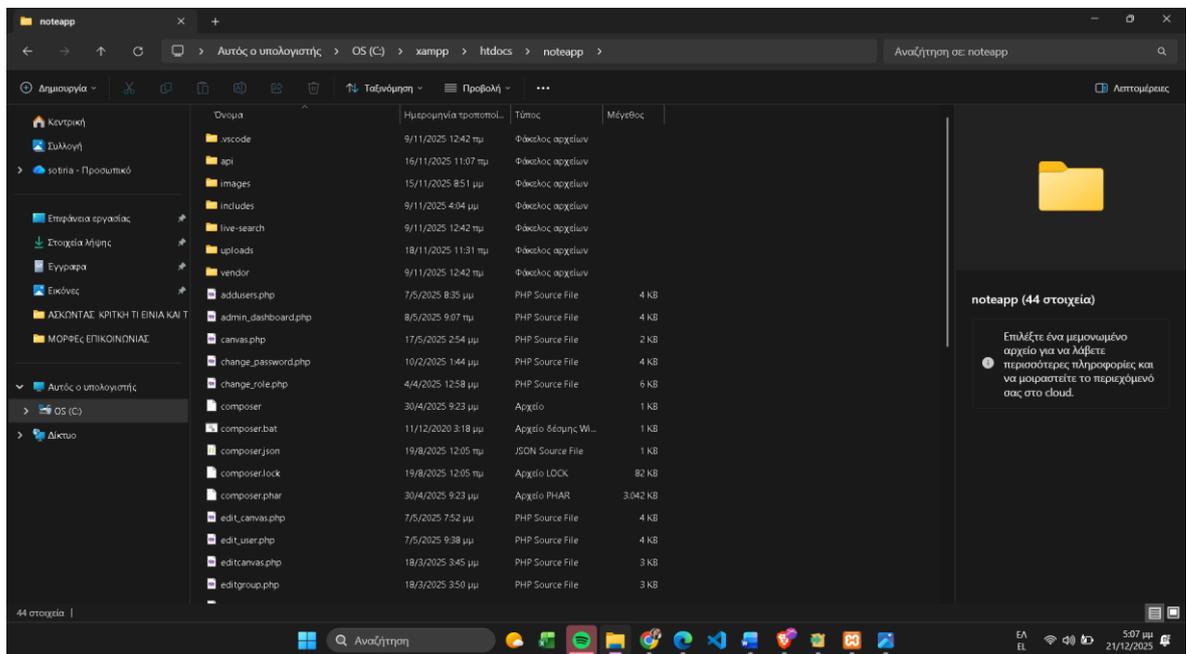
Εικόνα 27 Αρχική σελίδα XAMPP στον φυλλομετρητή

Δημιουργία Αρχείων PHP

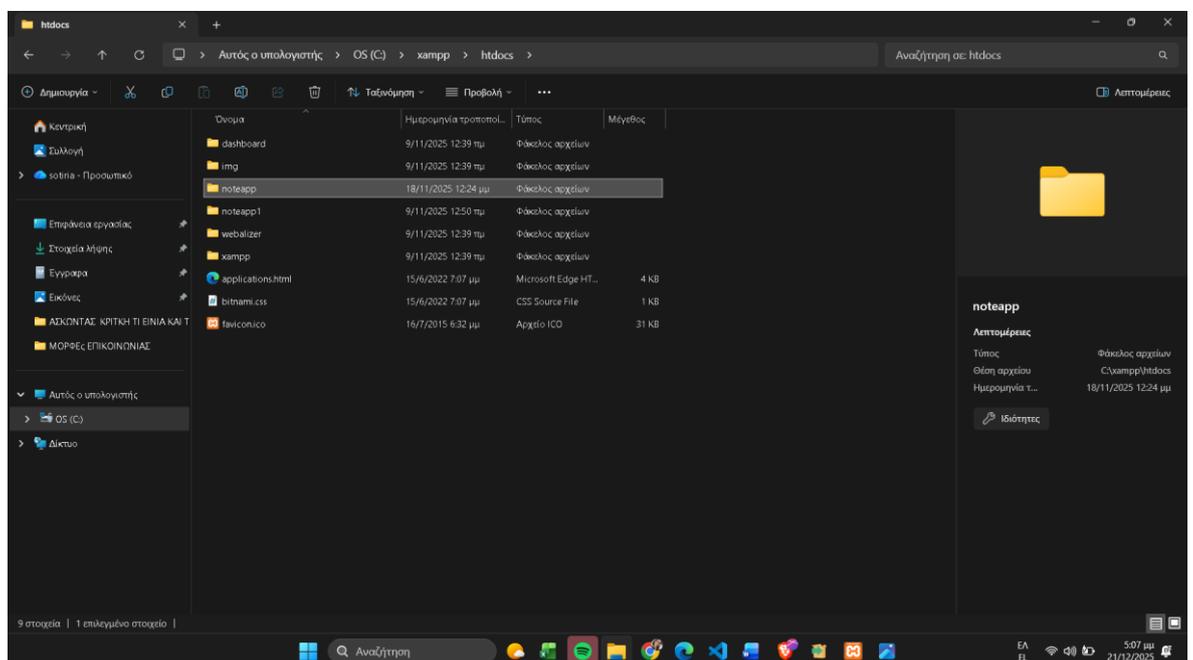
Για την δημιουργία των απαραίτητων αρχείων PHP, χρειάζεται να τοποθετήσουμε στον κατάλληλο κατάλογο της εγκατάστασης του XAMPP. Ο προεπιλεγμένος φάκελος για τα αρχεία PHP είναι: C:\xampp\htdocs .

Στην παρακάτω οθόνη παρουσιάζεται ο φάκελος noteapp, ο οποίος έχει δημιουργηθεί και περιλαμβάνει όλα τα αρχεία του συστήματος που έχουν υλοποιηθεί, προκειμένου να είναι λειτουργική η εφαρμογή μας.

Εικόνα 28 Δομή του φακέλου htdocs



Εικόνα 29 Δομή του φακέλου noteapp στον κατάλογο htdocs

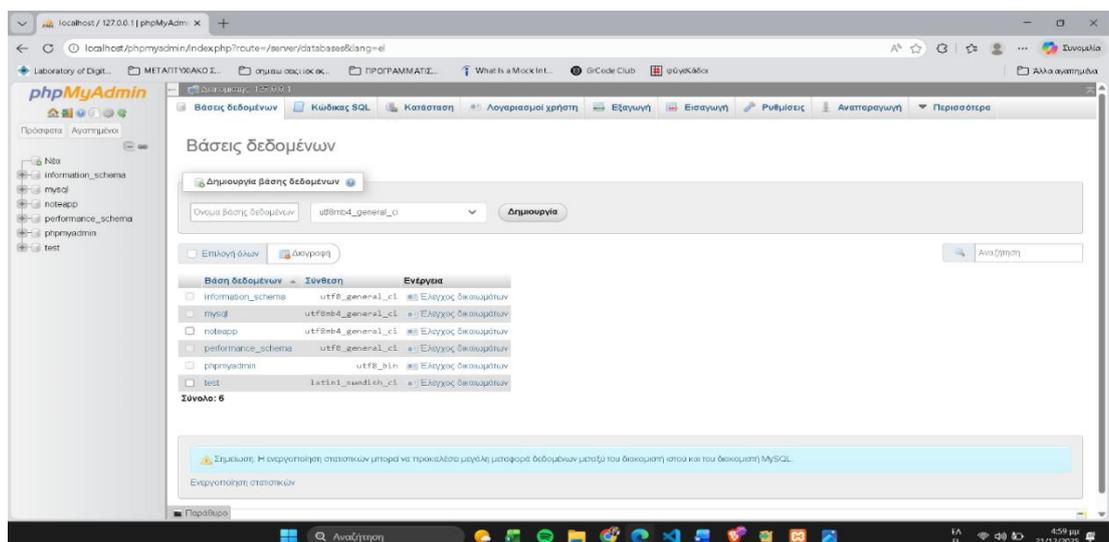


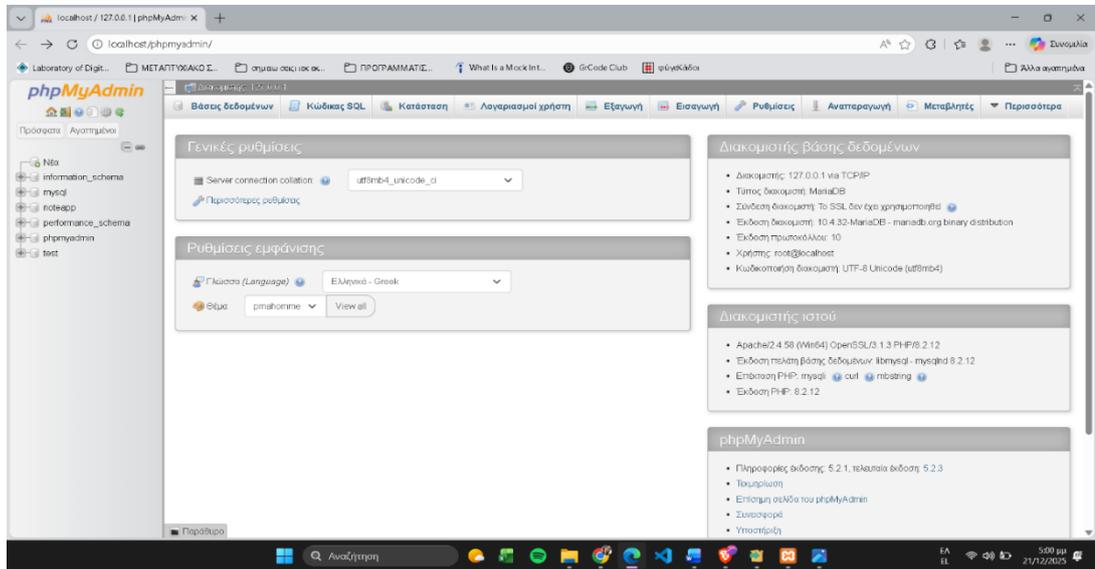
3. Δημιουργία Βάσης Δεδομένων

Για την λειτουργία και την υλοποίηση της εφαρμογής, απαιτείται η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων. Η διαδικασία γίνεται μέσω του εργαλείου phpMyAdmin (η πρόσβαση γίνεται μέσω της διεύθυνσης <http://localhost/phpmyadmin/>)

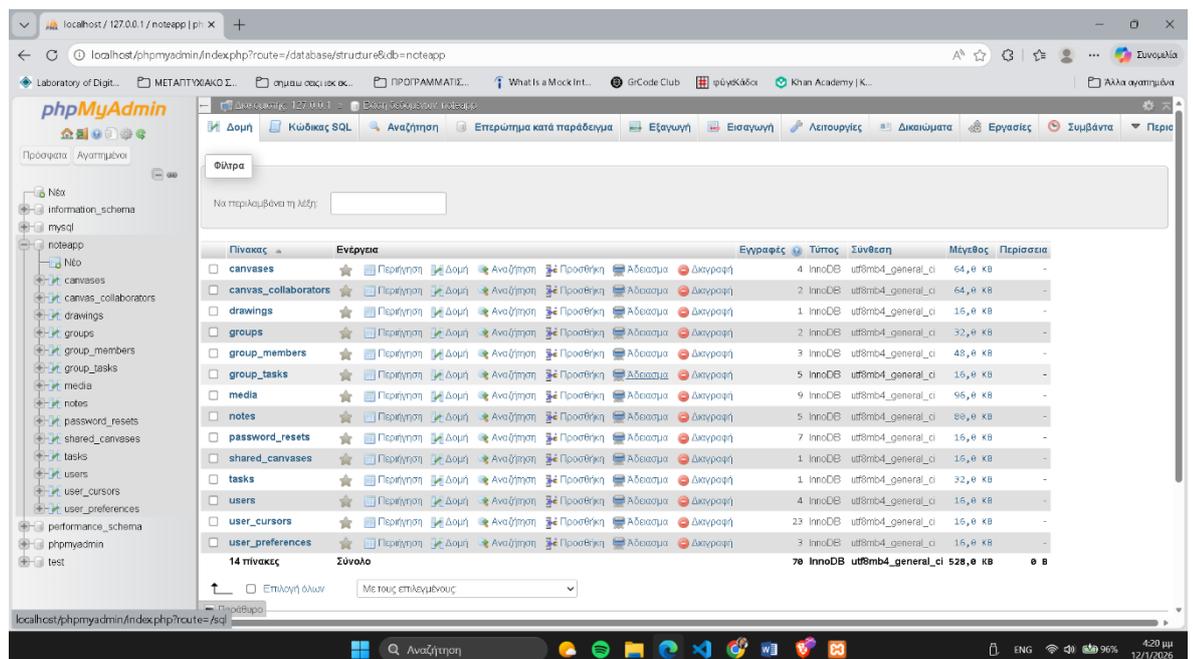
1. **Δημιουργία Βάσης:** Από την καρτέλα Βάσεις Δεδομένων (databases), δημιουργούμε μια νέα βάση δεδομένων με το όνομα της εφαρμογής (π.χ. noteapp).
2. **Εισαγωγή Πινάκων Βάσης δεδομένων:** Προκειμένου να αποφευχθεί η χειροκίνητη δημιουργία των πινάκων, προτείνεται το ανέβασμα του αρχείου noteapp.sql στο φάκελο της εφαρμογής. Ο χρήστης μεταβαίνει στην καρτέλα εισαγωγή (Import) επιλέγει το αρχείο .sql και πατάει ‘Εκτέλεση’.
3. **Αποτέλεσμα:** Με την ολοκλήρωση της εισαγωγής, δημιουργούνται αυτόματα όλοι οι απαραίτητοι πίνακες του συστήματος (users, media, groups, κλπ.) αλλά και οι μεταξύ τους σχέσεις και οι περιορισμοί των ξένων κλειδιών. Επιπλέον μετά την εισαγωγή, βεβαιωνόμαστε ότι το αρχείο ρυθμίσεων της εφαρμογής (π.χ. database.php) έχουν δηλωθεί όλοι οι απαραίτητοι και σωστοί παράμετροι (localhost, root, password και το όνομα της βάσης).

Εικόνα.30 Διαχειριστικό Περιβάλλον της Βάσης Δεδομένων





Εικόνα 31 Δημιουργία Βάσης Δεδομένων



Εικόνα 32 Λίστα πινάκων στη βάση δεδομένων

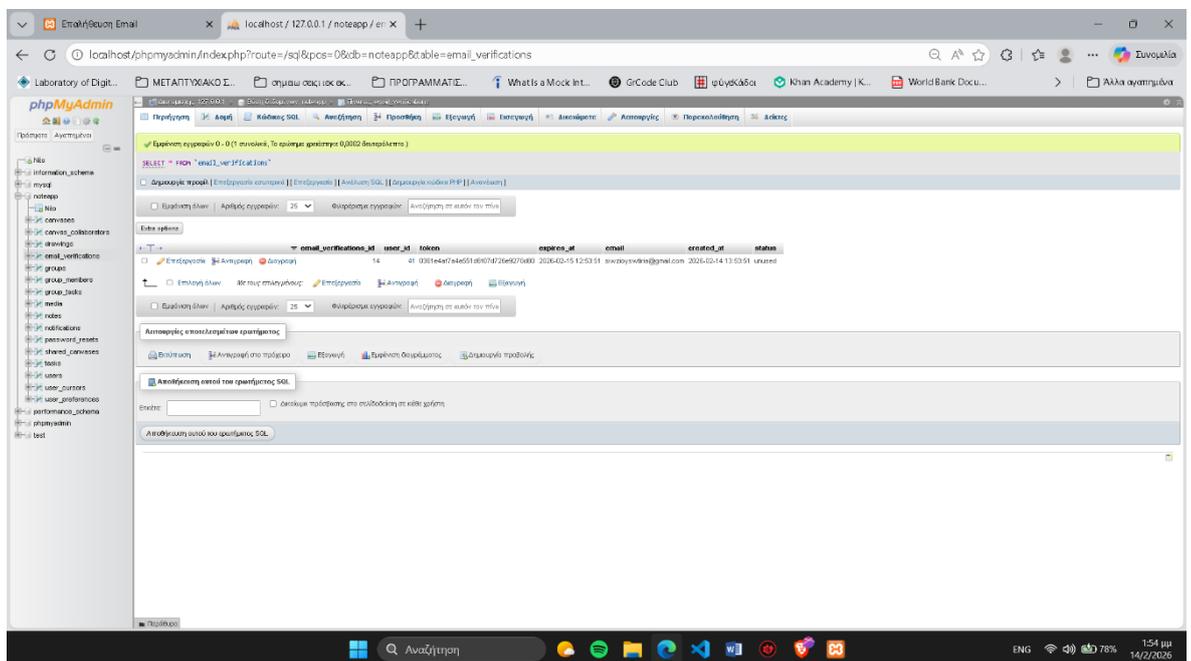
Μηχανισμός Επαλήθευσης Λογαριασμού

Στην εφαρμογή έχει υλοποιηθεί ο απαραίτητος μηχανισμός ασφάλειας για την ενεργοποίηση και την εγγραφή των νέων λογαριασμών. Η διαδικασία αυτή εξασφαλίζει ότι μόνο οι χρήστες με έγκυρη διεύθυνση email μπορούν να έχουν πρόσβαση στις λειτουργίες του συστήματος.

1. Εγγραφή και Δημιουργία Token (signup.php)

Κατά την διάρκεια υποβολής της φόρμας εγγραφής, το σύστημα εκτελεί τις εξής ενέργειες:

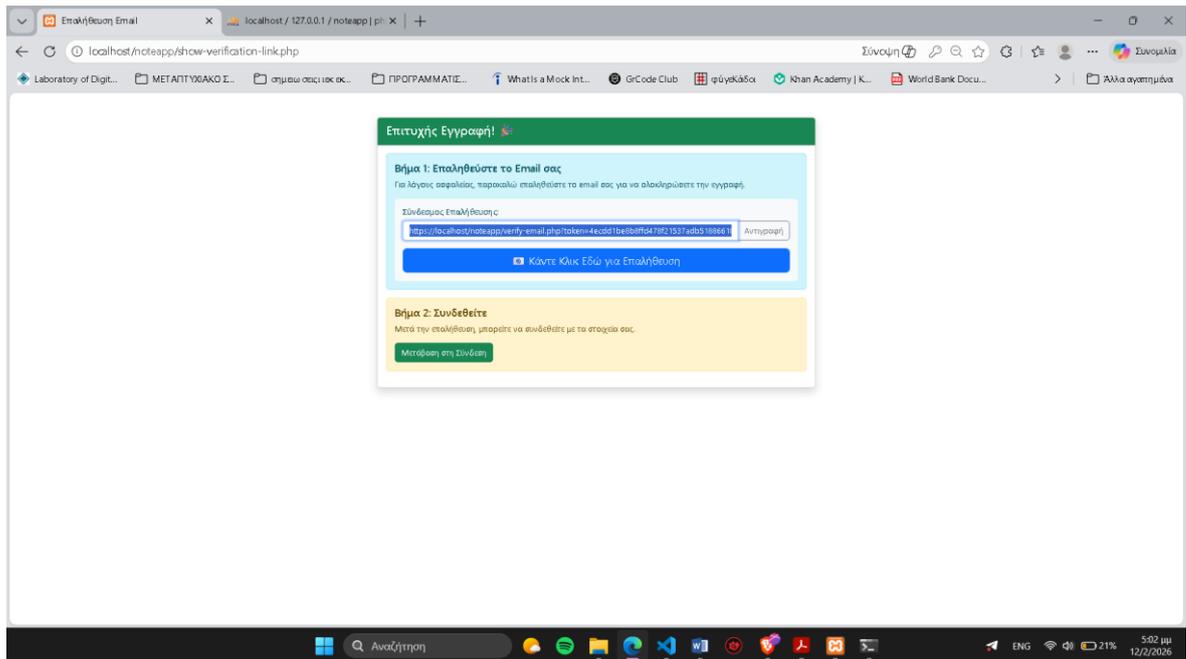
- **Πίνακας users:** Δημιουργία εγγραφής του χρήστη με την κατάσταση **email_verified = 0** (μη επαληθευμένος).
- **Δημιουργία Tokens:** Παράγεται ένα μοναδικό verification token (32 bytes) για την επαλήθευση και ένα **public_token** για την πρόσβαση σε κοινόχρηστες λειτουργίες.
- **Προσωρινή Αποθήκευση:** Το token αυτό δημιουργείται όταν ο χρήστης εγγράφεται για πρώτη φορά στο σύστημα μέσω της φόρμας εγγραφής αποθηκεύεται προσωρινά στον πίνακα **email_verifications** με ημερομηνία λήξης 24 ωρών.



Εικόνα 33 Αποθήκευση του token επαλήθευσης στη βάση δεδομένων.

2. Προβολή Συνδέσμου Επαλήθευσης (show-verification-link.php)

Αφού εγγραφεί ο χρήστης με επιτυχία στο σύστημα, οδηγείται σε μια σελίδα στην οποία παρουσιάζεται ο προσωπικός του σύνδεσμος επαλήθευσης.



Εικόνα.34 Προβολή του δυναμικού συνδέσμου επαλήθευσης μετά την εγγραφή

Ο σύνδεσμος επαλήθευσης έχει την εξής μορφή:

[https://localhost/noteapp/verify-email.php?token=\[TOKEN_ID\]](https://localhost/noteapp/verify-email.php?token=[TOKEN_ID])

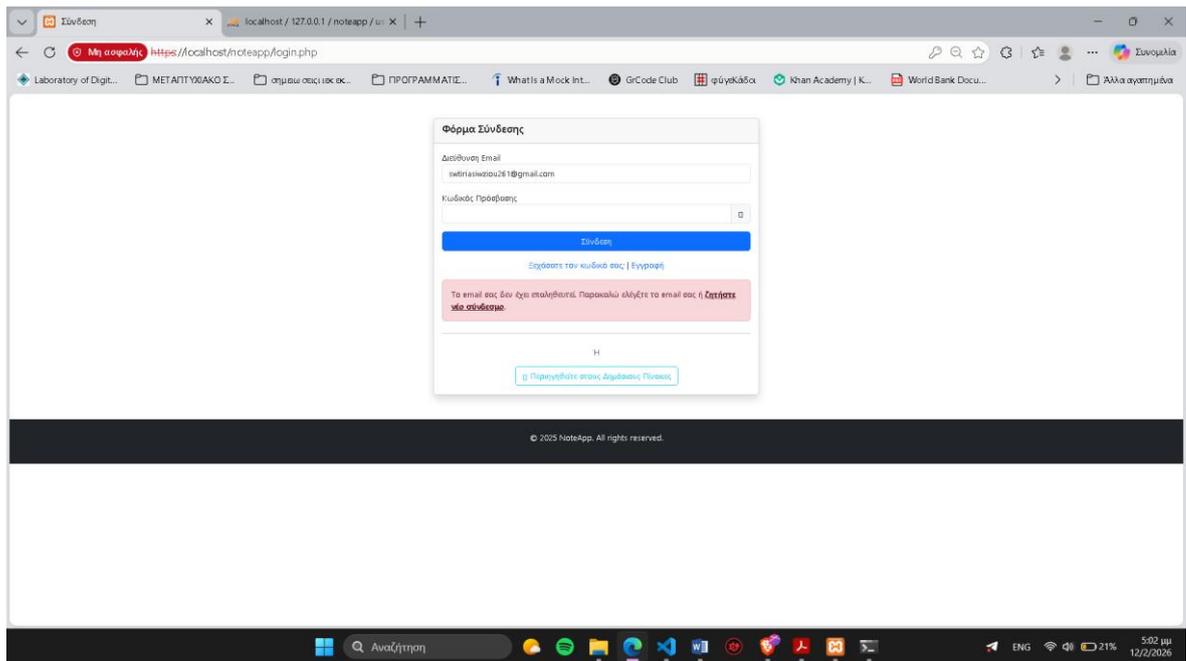
3. Λογική Ενεργοποίησης (verify-email.php)

Όταν ο χρήστης χρησιμοποιήσει τον παραπάνω σύνδεσμο, το σύστημα:

- Ελέγχει αν το token είναι έγκυρο και έχει αποθηκευτεί στη βάση, και αν η τρέχουσα ημερομηνία είναι προγενέστερη και δεν έχει λήξει ο σύνδεσμος (`expires_at >= NOW()`).
- Εφόσον ο έλεγχος επιτύχει, η στήλη **email_verified** στο πίνακα **users** θα ενημερωθεί σε 1 (ενεργός λογαριασμός).
- Το token διαγράφεται οριστικά από το πίνακα **email_verifications** για λόγους ασφαλείας και αποτροπής επαναχρησιμοποίησης.

4. Έλεγχος Πρόσβασης κατά την Σύνδεση (login.php)

Στην φόρμα σύνδεσης, το σύστημα θα ελέγξει αν ο λογαριασμός έχει επαληθευτεί και έχει ενεργοποιηθεί με επιτυχία.



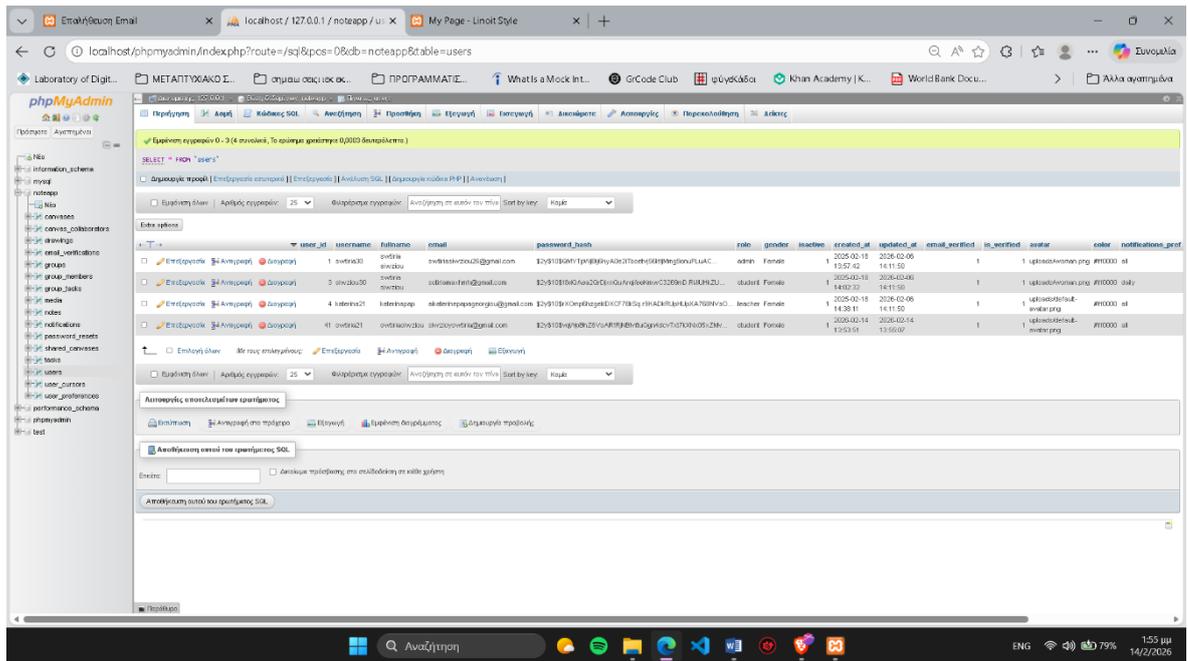
Εικόνα 35 Αποτροπή σύνδεσης και εμφάνιση μηνύματος για εκκρεμή επαλήθευση.

Λειτουργία Επαναποστολής:

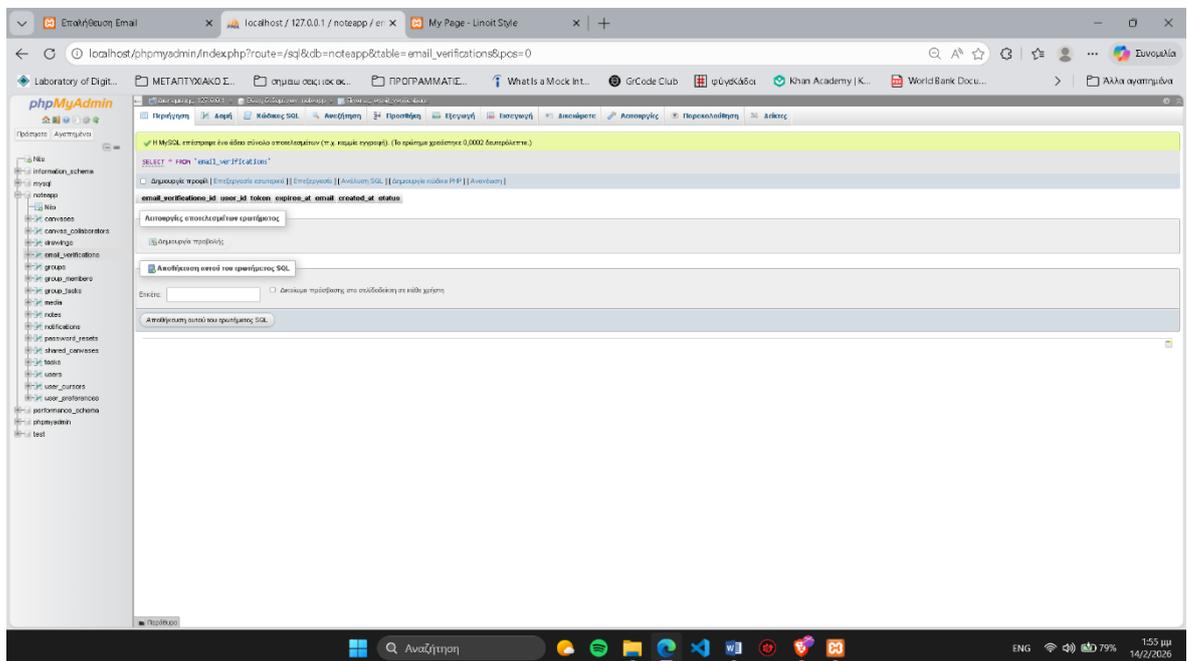
Αν όμως ο χρήστης δεν λάβει η χάσει το link, παρέχεται η δυνατότητα μέσω του **resend-verification.php** να δημιουργήσει και να του αποσταλεί ένα token επαλήθευσης.

5. Ολοκλήρωση Επαλήθευσης

Όταν ο χρήστης κάνει κλικ στο σύνδεσμο **verify-email.php** θα ενημερωθεί η στήλη **email_verified** σε 1. Έτσι στη συνέχεια το token θα διαγραφεί από τη βάση δεδομένων για λόγους ασφάλειας.



Εικόνα 36 Ο πίνακας users μετά την επιτυχή επαλήθευση



Εικόνα 37 Επιβεβαίωση διαγραφής του token από το πίνακα email_verifications.

Παράρτημα Β Συντομογραφίες - Αρκτικόλεξα - Ακρωνύμια

- ΤΠΕ: Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών.
- ΠΣ: Πληροφοριακά Συστήματα.
- HTML: Hyper Text Markup Language.
- CSS: Cascading Style Sheets.
- AJAX: Asynchronous JavaScript and XML.
- JSON: JavaScript Object Notation.
- PHP: Hypertext Preprocessor.
- SQL: Structured Query Language.
- CSRF: Cross-Site Request Forgery.
- LMS: Learning Management System (Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης).
- SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats.
- XAMPP: Apache + MariaDB + PHP + Perl.

Παράρτημα Γ Απόδοση Ξενόγλωσσων όρων

- Frontend: Διεπαφή χρήστη/Προσκήνιο.
- Backend: Σύστημα διαχείρισης Παρασκήνιο.
- Real-Time: Πραγματικός Χρόνος.
- Drag and Drop: Μετακίνηση και απόθεση αντικειμένων.
- Responsive Design: Ανταποκρινόμενη Σχεδίαση.
- Open Source: Ανοικτού κώδικα.
- Self-hosting: Αυτό-φιλοξενία.
- SQL Injection: Έγχυση κώδικα SQL.
- Digital Whiteboard: Ψηφιακός κώδικας.
- Engagement: Εμπλοκή/ Συμμετοχή.
- Framework: Πλαίσιο εργασίας (αναφορά στο Bootstrap).
- Session Management: Διαχείριση συνεδρίας.
- Modals: Αναδυόμενο παράθυρο διαλόγου.