ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάπτυξη Εκπαιδευτικής Web Εφαρμογής για Προσομοίωση Οικιακών Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων.

Development of an Educational Web Application for the Simulation of Domestic Electrical Installations.

Ζώης Χ. Αλεξανδρίδης ΑΕΜ:220173

Επιβλέπων: Μιχαήλ Μανιός,ΕΔΙΠ
Συνεπιβλέπουσα: Ελένη Βροχίδου, Επίκουρη Καθηγήτρια

ΚΑΒΑΛΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2026

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ανάπτυξη Εκπαιδευτικής Web Εφαρμογής για Προσομοίωση Οικιακών Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων.

Ζώης Αλεξανδρίδης ΑΕΜ:220173

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία υποβλήθηκε στο Τμήμα Πληροφορικής του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης για την απόκτηση του πτυχίου του Τμήματος.

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1ο Μέλος: Μιχαήλ Μανιός ΕΔΙΠ, Πληροφορικής Δ.Π.Θ.

2ο Μέλος: Ελένη Βροχίδου, Επίκουρη Καθηγήτρια

3ο Μέλος: Ιωάννης Τσιμπερίδης, ΕΔΙΠ Πληροφορικής Δ.Π.Θ.

ΚΑΒΑΛΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2026

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Ζώης Αλεξανδρίδης, 2026

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Πληροφορικής του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης δε δηλώνει απαραιτήτως την αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα.

Τήρηση ακαδημαϊκών αρχών και δεοντολογίας

Η παρούσα εργασία είναι πρωτότυπη και εκπονήθηκε εξ ολοκλήρου από τον φοιτητή Ζώη Αλεξανδρίδη του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Πληροφορικής, υπό την καθοδήγηση του επιβλέποντα.

Ο φοιτητής βεβαιώνει ότι κατά την εκπόνηση και τη συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας τήρησε τα προβλεπόμενα από τον νόμο, τον εσωτερικό κανονισμό και τον κανονισμό εκπόνησης πτυχιακών εργασιών του Τμήματος, καθώς και ότι σεβάστηκε πλήρως τις Αρχές της Ακαδημαϊκής Ηθικής και του Κώδικα Δεοντολογίας, οι οποίες απαγορεύουν την παραποίηση των ερευνητικών/πειραματικών αποτελεσμάτων, την αναφορά ψευδών στοιχείων, την κατάχρηση της διανοητικής ιδιοκτησίας τρίτων και τη λογοκλοπή.

Ο συγγραφέας

Αλεξανδρίδης Ζώης

DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE
SCHOOL OF SCIENCE
DEPARTMENT OF INFORMATICS

Development of an Educational Web Application for the Simulation of Domestic Electrical Installations.

UNDERGRADUATE DISSERTATION

Zois Alexandridis RN:220173

A dissertation submitted in partial fulfilment of the requirements for the undergraduate degree in the Department of Informatics, Democritus University of Thrace.

COMMITTEE OF EXAMINERS

Supervisor: Michael Manios EDIP Department of Informatics DUTh

2nd Member: Eleni Vrochidou, Assistant Professor, Department of Informatics, DUTH

3rd Member: Ioannis Tsimperidis, EDIP, Department of Informatics, DUTH

KAVALA, OCTOBER 2026

All rights reserved

Copyright © Zois Alexandridis, 2026

The approval of the undergraduate dissertation by the Department of Informatics, Democritus University of Thrace, does not necessarily indicate the acceptance of the views of the author.

Fulfillment of academic principles and ethics

The present undergraduate dissertation is original and was prepared entirely by the student Zois Alexandridis of the Undergraduate Program of Studies of the Department of Informatics, under the guidance of the supervisor. The student certifies that during the preparation and writing of this undergraduate dissertation he complied with the provisions of the law and the corresponding internal regulations of the Department, as well as that he fully respected the Principles of Academic Ethics and the Code of Ethics, which prohibit falsification of research/experimental results, false reporting, misuse of third-party intellectual property and plagiarism.

The author

Alexandridis Zois

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Μιχαήλ Μανιό, για την ουσιαστική καθοδήγηση, τις πολύτιμες παρατηρήσεις και τη συνεχή υποστήριξη του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Ένα μεγάλο ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ανήκει από καρδιάς στην οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση της σε όλη την ακαδημαϊκή μου πορεία. Ιδιαίτερα, θέλω να ευχαριστήσω τον ΠΑΠΠΟΥ μου και τον ΠΑΤΕΡΑ μου, καθώς η πορεία τους ως ηλεκτρολόγοι μου μετέδωσε το μεράκι για το αντικείμενο και στάθηκε η αφορμή να συνδυάσω τον κόσμο των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων με τον κόσμο της Πληροφορικής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης εκπαιδευτικής διαδικτυακής εφαρμογής με τίτλο ElectricLab, η οποία στοχεύει στην εκμάθηση βασικών εννοιών και συνδεσμολογιών οικιακών ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων μέσα από ένα διαδραστικό ψηφιακό περιβάλλον, χωρίς την ανάγκη φυσικού εξοπλισμού.

Η εφαρμογή υλοποιήθηκε αποκλειστικά με τεχνολογίες του Παγκόσμιου Ιστού, συγκεκριμένα HTML5, CSS3 και JavaScript, και λειτουργεί εξ ολοκλήρου στην πλευρά του χρήστη χωρίς να απαιτείται εξωτερικός διακομιστής ή βάση δεδομένων. Η αποθήκευση των δεδομένων πραγματοποιείται τοπικά μέσω του μηχανισμού localStorage του φυλλομετρητή.

Βασικό χαρακτηριστικό της εφαρμογής αποτελεί το σύστημα Learning Flow, το οποίο υλοποιεί μια δομημένη και σειριακή εκπαιδευτική ροή. Ο χρήστης ξεκινά από το Γλωσσάριο ηλεκτρολογικών όρων, συνεχίζει με εννέα εκπαιδευτικά βίντεο και κατόπιν προχωρά στο Ασκησιολόγιο, όπου ολοκληρώνει βασικές και προχωρημένες ασκήσεις, εννέα διαδραστικά σενάρια προσομοίωσης βλαβών και πέντε ενότητες quiz. Το Forum και το Υλικό Μαθήματος γίνονται διαθέσιμα μετά την ολοκλήρωση των βίντεο. Η πρόσβαση στα επιμέρους βήματα του Ασκησιολογίου ξεκλειδώνεται σειριακά, ώστε να διατηρείται οργανωμένη πορεία μάθησης.

Επιπλέον, η εφαρμογή ενσωματώνει σύστημα διαφοροποίησης ρόλων χρηστών με τρεις κατηγορίες: διαχειριστή, χρήστη και επισκέπτη. Ο διαχειριστής έχει πλήρη πρόσβαση και δυνατότητα παρακολούθησης της προόδου κάθε μαθητή μέσω του Admin Panel, ενώ ο χρήστης προχωράει βήμα-βήμα σύμφωνα με τη ροή μάθησης.

Η αξιολόγηση της εφαρμογής πραγματοποιήθηκε μέσω λειτουργικών δοκιμών σε σύγχρονους φυλλομετρητές, με στόχο την επιβεβαίωση της ορθής λειτουργίας των βασικών υποσυστημάτων. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν τη λειτουργική συνέπεια της υλοποίησης στα εξεταζόμενα σενάρια. Δεν πραγματοποιήθηκε εμπειρική αξιολόγηση μαθησιακών αποτελεσμάτων ή μελέτη χρηστικότητας με συμμετέχοντες, επομένως η εκπαιδευτική αποτελεσματικότητα αποτελεί αντικείμενο μελλοντικής διερεύνησης.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ:
Ανάπτυξη Εκπαιδευτικής Διαδικτυακής Εφαρμογής για την Προσομοίωση Οικιακών Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:
Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, προσομοίωση, εκπαίδευση, διαδικτυακή εφαρμογή, διαδραστικό περιβάλλον, Learning Management System, Learning Flow

ABSTRACT

This undergraduate dissertation presents the development of a comprehensive educational web application titled ElectricLab, designed to support the learning and practice of fundamental concepts and wiring configurations in domestic electrical installations. The application was developed to meet the needs of students and educators seeking to explore electrical engineering principles through an interactive and safe digital environment, without the requirement of physical equipment.

The application was implemented exclusively using web technologies, namely HTML5, CSS3, and JavaScript, operating entirely on the client side without relying on an external server or database. All data is stored locally via the browser's localStorage mechanism. This architecture enables the platform to operate autonomously within any modern web browser, without additional software installation or network connectivity, making it particularly suitable for small-scale educational environments.

A core feature of the application is the Learning Flow system, which enforces a structured and sequential educational progression. Users begin with a Glossary of electrical terms, proceed through nine instructional videos, and then enter the Homework section, where they complete basic and advanced exercises, nine interactive fault-simulation scenarios, and five quiz sections. The Forum and Course Material sections become available after completion of the videos. Within Homework, each stage is unlocked only after successful completion of the previous one, supporting an organized learning path.

The application incorporates a dual-mode assessment system. In Practice Mode, users receive immediate feedback on each answer before proceeding, while in Exam Mode, questions are presented in randomized order under timed conditions and a score of 100% is required to unlock the next stage. Four question types are supported: multiple choice, true/false, fill-in-the-blank, and matching. A review mechanism provides detailed explanations upon completion of each assessment.

The application also incorporates a role-based access control system with three user categories: administrator, user, and guest. The administrator has full access and can monitor each student's progress through a dedicated Admin Panel, reset individual progress, or unlock all content for a specific user, while the user advances step by step according to the learning flow.

The application was evaluated through functional testing across modern web browsers to verify the correct operation of its main subsystems. The tested scenarios confirmed the functional consistency of the implementation. No empirical study of learning outcomes or participant-based usability evaluation was conducted; therefore, educational effectiveness remains a subject for future investigation

SUBJECT AREA: Development of Educational Web Application for the Simulation of Household Electrical Installations
KEYWORDS: Electrical installations, simulation, education, web application, interactive environment, Learning Management System, Learning Flow

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ xx

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ xx

1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

1.1 Αντικείμενο εργασίας 1

1.2 Σκοπός και Στόχοι 1

1.3 Περιγραφή προβλήματος 2

1.4 Δομή της Εργασίας 3

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ 4

2.1 Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης (LMS) 4

2.2 Εκπαιδευτικές πλατφόρμες 4

2.3 Moodle και χαρακτηριστικά 5

2.4 Web εφαρμογές Client-side 6

2.5 localStorage και αποθήκευση δεδομένων στον browser 7

2.6 Βασικές έννοιες οικιακής ηλεκτρολογίας 8

3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ 9

3.1 Περιγραφή εφαρμογής 9

3.2 Λειτουργικές απαιτήσεις 9

3.3 Μη λειτουργικές απαιτήσεις 11

3.4 Ρόλοι χρηστών 11

3.5 Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης (Use Cases) 13

3.5.1 Σύνδεση χρήστη 13

3.5.2 Πρόσβαση ως Guest 13

3.5.3 Ροή μάθησης (Learning Flow) Actor: User 13

3.5.4 Παρακολούθηση προόδου μαθητών Actor: Admin 14

3.5.5 Εκτέλεση σεναρίου προσομοίωσης 14

3.5.6 Συμμετοχή στο Forum Actor: User / Admin 14

4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 16

4.1 Αρχιτεκτονική εφαρμογής 16

4.2 Δομή αρχείων 16

4.3 Ροή δεδομένων 17

4.4 Σχεδιασμός Learning Flow 18

4.5 Σχεδιασμός διεπαφής 19

4.6 Σχεδιασμός συστήματος αξιολόγησης 20

4.7 Σχεδιασμός Admin Panel 21

5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ 22

5.1 Περιβάλλον ανάπτυξης....22
5.2 Authentication System....22
5.3 Διαχείριση εκπαιδευτικού υλικού....23
5.4 Γλωσσάριο....24
5.5 Εκπαιδευτικά βίντεο....24
5.6 Σενάρια προσομοίωσης....25
5.7 Ασκησιολόγιο....26
5.8 Quiz....26
5.9 Forum....26
5.10 Admin Panel....27
5.11 Toast Notifications και Progress Bar....27
6ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ....28
6.1 Μεθοδολογία δοκιμών....28
6.2 Δοκιμές συστήματος αναγνώρισης χρηστών....28
6.3 Δοκιμές Learning Flow....29
6.4 Δοκιμές Ασκησολόγιου και Quiz....29
6.5 Δοκιμές σεναρίων προσομοίωσης....30
6.6 Δοκιμές Forum....30
6.7 Δοκιμές Admin Panel....31
6.8 Συνολική αξιολόγηση....31
6.9 Περιορισμοί....32
7ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ....33
7.1 Τι επιτεύχθηκε....33
7.2 Σύγκριση με αρχικούς στόχους....33
7.3 Μελλοντικές βελτιώσεις....34
7.4 Τελικό συμπέρασμα....34
Αναφορές....36
Παραρτήματα....38
Παράρτημα Ι: ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ....38
Παράρτημα ΙΙ: ΔΟΜΗ ΑΡΧΕΙΩΝ PROJECT....39
Παράρτημα ΙΙΙ: ΑΠΟΣΠΑΣΜΑΤΑ ΚΩΔΙΚΑ....41

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1 – Γενική αρχιτεκτονική εφαρμογής 1

Σχήμα 1.2 – Βασικές λειτουργίες της εφαρμογής 2

Σχήμα 1.3 – Κεντρική οθόνη εκπαιδευτικής εφαρμογής 3

Σχήμα 2.1 – Βασική λειτουργία Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης 4

Σχήμα 2.2 – Traditional & Client-side LMS 5

Σχήμα 2.3 – Παράδειγμα διάταξης εκπαιδευτικής πλατφόρμας τύπου Moodle 6

Σχήμα 2.4 Αρχιτεκτονική client-side web εφαρμογής 7

Σχήμα 2.5 – Παράδειγμα αποθήκευσης δεδομένων στον browser 8

Σχήμα 3.1 – Διεπαφή προσθήκης εκπαιδευτικού υλικού 10

Σχήμα 3.2 – Διάγραμμα ρόλων χρηστών 12

Σχήμα 3.3 – Διάγραμμα Use Case 15

Σχήμα 4.1 Αρχιτεκτονική Εφαρμογής 16

Σχήμα 4.2 – Ροή δεδομένων εφαρμογής 18

Σχήμα 4.3 – Grid view εκπαιδευτικού υλικού 19

Σχήμα 4.4 – List view εκπαιδευτικού υλικού 19

Σχήμα 4.5 – Διάγραμμα Ροής Learning Flow 20

Σχήμα 5.1 – Φόρμα εισόδου 23

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1 – Λειτουργικές Απαιτήσεις 9

Πίνακας 3.2 – Μη λειτουργικές απαιτήσεις 11

Πίνακας 3.3 – Δικαιώματα ανά ρόλο 12

Πίνακας 4.1 – Περιγραφή αρχείων 17

Πίνακας 5.1 – Τεχνολογίες Ανάπτυξης 22

Πίνακας 5.2 – Εκπαιδευτικά Βίντεο 24

Πίνακας 5.3 – Σενάρια προσομοίωσης 25

Πίνακας 6.1 – Σενάρια Δοκιμών Authentication 28

Πίνακας 6.2 – Δοκιμές Learning Flow 29

Πίνακας 6.3 – Δοκιμές Ασκησιολογίου 29

Πίνακας 6.4 – Δοκιμές Σεναρίων 30

Πίνακας 6.5 – Δοκιμές Forum 30

Πίνακας 6.6 – Δοκιμές Admin Panel 31

Πίνακας 6.7 – Συνοπτική αξιολόγηση 31

Πίνακας 7.1 – Βαθμός επίτευξης στόχων 33

Πίνακας Ι.1 – Λογαριασμοί δοκιμής 38

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

Ξενόγλωσσος όρος	**Ελληνικός Όρος**
Learning Management System	Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης
Learning Flow	Ροή Μάθησης
Client-side	Πλευρά Πελάτη
Authentication	Επαλήθευση Ταυτότητας
Gamification	Παιχνιδοποίηση
Admin Panel	Πίνακας Διαχείρισης
Toast Notification	Ειδοποίηση Αναδυόμενου Μηνύματος
Progress Bar	Γραμμή Προόδου

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

HTML	HyperText Markup Language – Γλώσσα Σήμανσης Υπερκειμένου
CSS	Cascading Style Sheets – Φύλλα Μορφοποίησης
JS	JavaScript – Γλώσσα Προγραμματισμού Διαδικτύου
UI	User Interface – Διεπαφή Χρήστη
DOM	Document Object Model – Αντικειμενοστραφές Μοντέλο Εγγράφου
KVL	Kirchhoff's Voltage Law – Νόμος Τάσεων του Kirchhoff
KCL	Kirchhoff's Current Law – Νόμος Ρευμάτων του Kirchhoff
AC	Alternating Current – Εναλλασσόμενο Ρεύμα
DC	Direct Current – Συνεχές Ρεύμα
LED	Light Emitting Diode – Δίοδος Εκπομπής Φωτός
UIX	User Interaction Experience – Διαδραστική Εμπειρία Χρήστη
WWW	World Wide Web – Παγκόσμιος Ιστός
ΔΠΘ	Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο εργασίας

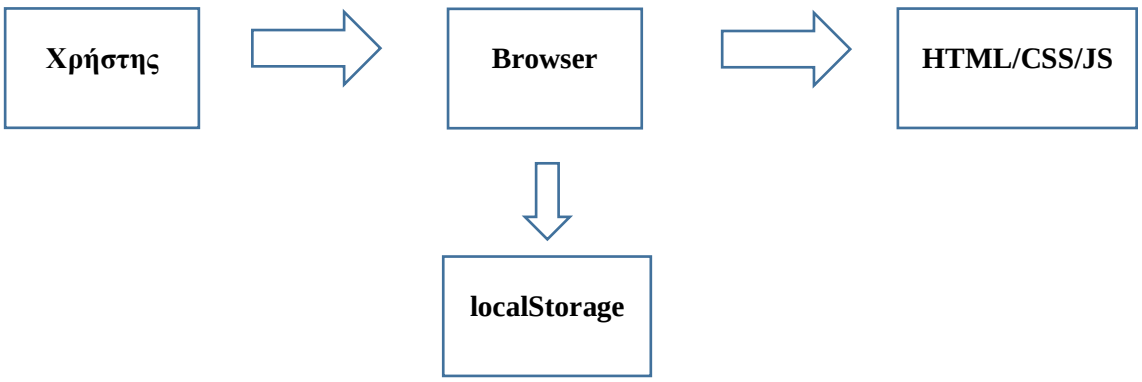
Η ραγδαία ανάπτυξη των ψηφιακών μέσων έχει μεταβάλει σημαντικά τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η σημερινή εκπαίδευση. Τα τελευταία χρόνια, οι διαδικτυακές εκπαιδευτικές πλατφόρμες έχουν αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία, καθώς επιτρέπουν την παροχή εκπαιδευτικού υλικού με έναν οργανωμένο τρόπο, προσιτό και ευέλικτο σύμφωνα με τις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη.

Στο πλαίσιο αυτό, αναπτύχθηκε μία εκπαιδευτική διαδικτυακή εφαρμογή τύπου Learning Management System (LMS), η οποία λειτουργεί ως ένα περιβάλλον διαχείρισης και επίδειξης εκπαιδευτικού υλικού. Η πλατφόρμα σχεδιάστηκε με στόχο να προσφέρει μια λιτή αλλά λειτουργική εμπειρία χρήσης, επιτρέποντας την αποθήκευση, την οργάνωση καθώς επίσης και την εμφάνιση περιεχομένου χωρίς την ύπαρξη κάποιας δομής (server).

Η υλοποίηση πραγματοποιήθηκε αποκλειστικά στην πλευρά του πελάτη (client-side), αξιοποιώντας τεχνολογίες διαδικτύου όπως HTML, CSS και Javascript. Για τη διατήρηση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε τοπική αποθήκευση μέσω της LocalStorage, δίνοντας έτσι λοιπόν την δυνατότητα στην εφαρμογή να λειτουργεί αυτόνομα μέσα στον φυλλομετρητή (browser).

Το σύστημα υποστηρίζει διαφορετικούς ρόλους χρηστών, όπου ο διαχειριστής διαθέτει δυνατότητες διαχείρισης του εκπαιδευτικού περιεχομένου, ενώ οι απλοί χρήστες έχουν πρόσβαση στην περιήγηση και στην αξιοποίηση του διαθέσιμου υλικού.

Παράλληλα, ενσωματώθηκαν λειτουργίες αναζήτησης, φιλτραρίσματος, οργάνωσης ανά κατηγορία και προβολής πολυμεσικού περιεχομένου με στόχο τη βελτίωση της συνολικής εμπειρίας χρήσης.



Σχήμα 1.1 – Γενική αρχιτεκτονική εφαρμογής.

1.2 Σκοπός και Στόχοι

Βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη μιας σύγχρονης εκπαιδευτικής διαδικτυακής πλατφόρμας, η οποία θα επιτρέπει την διαχείριση και την παρουσίαση εκπαιδευτικού περιεχομένου μέσα από ένα φιλικό και εύχρηστο περιβάλλον.

Η εφαρμογή στοχεύει στην δημιουργία μιας δομημένης εμπειρίας μάθησης, παρέχοντας δυνατότητες οργάνωσης υλικού και εύκολης πρόσβασης των χρηστών στο διαθέσιμο περιεχόμενο.

Η ανάπτυξη πραγματοποιήθηκε με γνώμονα την απλότητα, την ευχρηστία και την επεκτασιμότητα του συστήματος.

Σχήμα 1.2 – Βασικές λειτουργίες της εφαρμογής

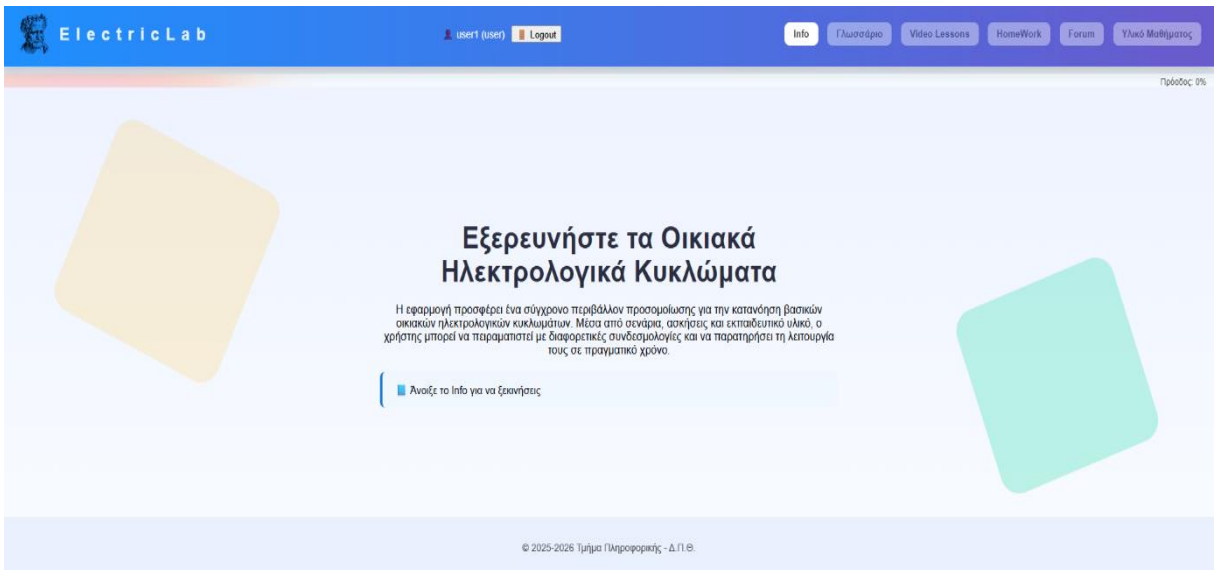
1.3 Περιγραφή προβλήματος

Η σωστή οργάνωση και η διανομή εκπαιδευτικού υλικού αποτελεί βασική απαίτηση των σύγχρονων εκπαιδευτικών συστημάτων. Παρόλο που υπάρχουν ολοκληρωμένες πλατφόρμες διαχείρισης μάθησης, πολλές φορές η πολυπλοκότητα της δημιουργίας και η ανάγκη υποδομών (server) αυξάνουν σημαντικά το κόστος ανάπτυξης και συντήρησης.

Επιπλέον, σε μικρότερα εκπαιδευτικά έργα ή εφαρμογές, απαιτείται μια πιο ελαφριά και αυτόνομη λύση.

Για το λόγο αυτό σχεδιάστηκε η συγκεκριμένη εφαρμογή, η οποία επιδιώκει να προσφέρει βασικές δυνατότητες LMS χωρίς να είναι εξαρτόμενο από υποδομές, παρέχοντας αποκλειστικά την λειτουργία της πλατφόρμας μέσω του browser.

Η εφαρμογή έχει ως κύριο μέλημα της, να συνδυάσει τις λειτουργίες διαχείρισης εκπαιδευτικού περιεχομένου προσφέροντας παράλληλα, μια απλή εμπειρία χρήσης και οργανωμένη παρουσίαση δεδομένων.



Σχήμα 1.3 – Κεντρική οθόνη εκπαιδευτικής εφαρμογής

1.4 Δομή της Εργασίας

Η εργασία οργανώνεται σε επτά (7) κεφάλαια:

- Το **1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ**, παρουσιάζεται το γενικό πλαίσιο της εργασίας, το αντικείμενο μελέτης, οι στόχοι που επιδιώκονται, καθώς και το ερευνητικό υπόβαθρο που υποστηρίζει την ανάπτυξη της προτεινόμενης εφαρμογής.
- Το **2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ**, περιλαμβάνει τη θεωρητική θεμελίωση της εργασίας, με αναφορά στις βασικές αρχές που διέπουν τα ηλεκτρολογικά κυκλώματα, αλλά και στις τεχνολογίες διαδικτυακής προσομοίωσης που καθιστούν δυνατή την ανάπτυξη του συστήματος.
- Το **3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ** παρουσιάζει τις λειτουργικές και μη λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος, τους ρόλους χρηστών και τα Use Cases που καθόρισαν τη σχεδίαση της εφαρμογής.
- Το **4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ** περιγράφει την αρχιτεκτονική της εφαρμογής, τη δομή των αρχείων, τη ροή δεδομένων, το σύστημα Learning Flow και τις αποφάσεις σχεδίασης της διεπαφής χρήστη.
- Το **5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ** αναλύει λεπτομερώς την υλοποίηση όλων των υποσυστημάτων της εφαρμογής, συμπεριλαμβανομένων του συστήματος ελέγχου εισόδου, του Learning Flow, των σεναρίων προσομοίωσης, του ασκησιολογίου, του forum και του Admin Panel.
- Το **6ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ** παρουσιάζει τα σενάρια ελέγχου που εκτελέστηκαν, τα αποτελέσματα των δοκιμών και τους περιορισμούς του συστήματος.
- Το **7ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ** συνοψίζει τα αποτελέσματα της εργασίας, αξιολογεί την επίτευξη των στόχων και προτείνει κατευθύνσεις για μελλοντική επέκταση του συστήματος.

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1 Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης (LMS)

Τα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης (Learning Management Systems – LMS) [1] [12] αποτελούν ολοκληρωμένες πλατφόρμες λογισμικού που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία, οργάνωση, διαχείριση και διάθεση εκπαιδευτικού περιεχομένου μέσω ψηφιακών περιβαλλόντων.

Η βασική λειτουργία ενός LMS [1] [12] είναι η υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας μέσω εργαλείων που επιτρέπουν τη διανομή εκπαιδευτικού υλικού, την αλληλεπίδραση μεταξύ χρηστών και την παρακολούθηση της προόδου.

Συνήθως οι πλατφόρμες αυτού του τύπου περιλαμβάνουν μηχανισμούς διαχείρισης χρηστών, διαχωρισμό ρόλων, αποθήκευση περιεχομένου, εργαλεία αναζήτησης και οργάνωσης πληροφοριών, καθώς και δυνατότητες αξιολόγησης.

Η χρήση τέτοιων συστημάτων έχει αυξηθεί σημαντικά λόγω της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και της ανάγκης πρόσβασης στο εκπαιδευτικό υλικό ανεξαρτήτως συσκευής ή τοποθεσίας.

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στην παρούσα εργασία ακολουθεί βασικές αρχές λειτουργίας LMS, υιοθετώντας χαρακτηριστικά όπως η διαχείριση περιεχομένου, η οργάνωση ανά κατηγορία και η διαφοροποίηση πρόσβασης ανάλογα με τον ρόλο του χρήστη. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην υλοποίηση ενός συστήματος σειριακής εκπαιδευτικής ροής, το οποίο διασφαλίζει ότι ο εκπαιδευόμενος ακολουθεί μια λογική και δομημένη πορεία μάθησης.

Σχήμα 2.1 – Βασική λειτουργία Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης

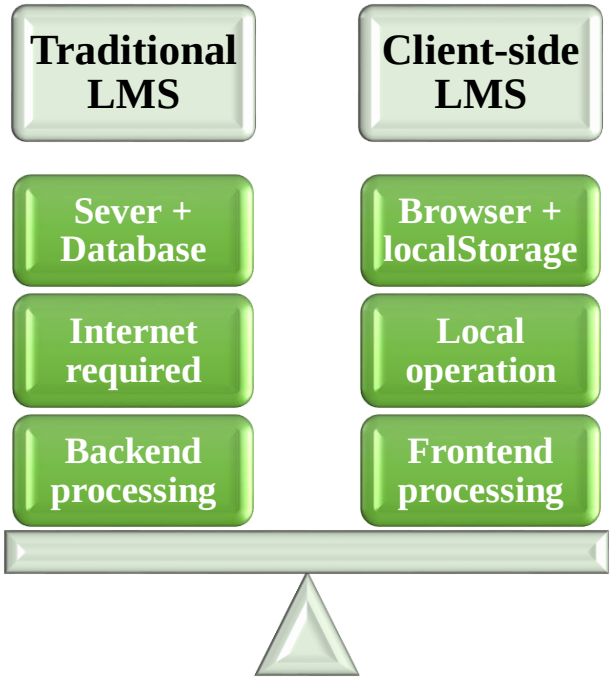
2.2 Εκπαιδευτικές πλατφόρμες

Οι εκπαιδευτικές πλατφόρμες αποτελούν διαδικτυακά περιβάλλοντα που υποστηρίζουν, την παροχή, τη διαχείριση και την κατανάλωση εκπαιδευτικού περιεχομένου.

Οι σύγχρονες πλατφόρμες εκπαίδευσης δίνουν έμφαση στην ευχρηστία, στην οργάνωση της πληροφορίας και σαφώς, στην αλληλεπίδραση του χρήστη με το περιεχόμενο. Τα βασικά χαρακτηριστικά είναι πολλά και ποικίλουν, με τα πιο αξιόλογα να είναι η διαχείριση μαθημάτων (course management), η διαχείριση χρηστών (user management), η διάθεση εκπαιδευτικού περιεχομένου (content delivery), η επικοινωνία μεταξύ των χρηστών και η παρακολούθηση της μαθησιακής προόδου.

Προφανώς, ανάλογα με τον τρόπο δημιουργίας τους χωρίζονται σε κατηγόριες server-side, client-side και υβριδικές εφαρμογές (hybrid applications). Στην παρούσα εργασία η εφαρμογή εντάσσεται στην κατηγορία των client-side εκπαιδευτικών εφαρμογών.

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των σύγχρονων εκπαιδευτικών πλατφορμών είναι η δυνατότητα παιχνιδοποίηση (gamification)λ, δηλαδή η ενσωμάτωση στοιχείων παιχνιδιού στη μαθησιακή διαδικασία. Η τεχνική αυτή αυξάνει τη δέσμευση και το κίνητρο του εκπαιδευόμενου μέσω συστημάτων ανταμοιβής, προόδου και ξεκλειδώματος περιεχομένου, καθώς ο χρήστης ξεκλειδώνει περιεχόμενο μόνο εφόσον ολοκληρώσει επιτυχώς το προηγούμενο βήμα.



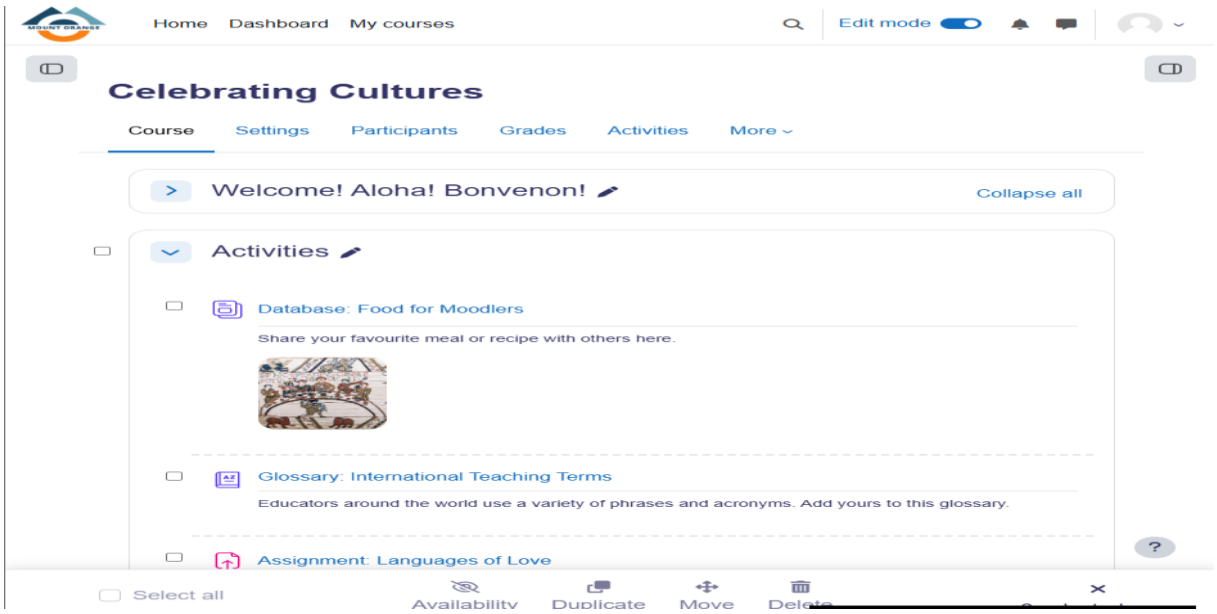
Σχήμα 2.2 – Traditional & Client-side LMS

2.3 Moodle και χαρακτηριστικά

Το Moodle είναι ένα από τα πιο ευρέως διαδεδομένα Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης και αξιοποιείται ιδιαιτέρως στον τομέα της εκπαίδευσης. Προσφέρει αρκετές δυνατότητες όπως η δημιουργία νέων μαθημάτων, η διαχείριση χρηστών και αρχείων, η αξιολόγηση μαθητών κ.ά.

Αποτελεί ανοιχτού κώδικα λογισμικό (open-source) και διατίθεται δωρεάν, γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερα δημοφιλές σε εκπαιδευτικά ιδρύματα παγκοσμίως. Η αρχιτεκτονική του βασίζεται σε server-side τεχνολογίες, απαιτώντας εγκατάσταση σε διακομιστή και βάση δεδομένων.

Η εφαρμογή ElectricLab εμπνέεται από τη φιλοσοφία του Moodle [14] ως προς την οργάνωση του εκπαιδευτικού περιεχομένου και τη διαφοροποίηση ρόλων χρηστών, διαφοροποιείται όμως ουσιαστικά ως προς την αρχιτεκτονική της, καθώς λειτουργεί αποκλειστικά στην πλευρά του χρήστη χωρίς να απαιτεί εξωτερικό διακομιστή ή βάση δεδομένων. Αυτό την καθιστά ιδανική για χρήση σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα μικρής κλίμακας όπου η απλότητα εγκατάστασης και χρήσης είναι προτεραιότητα.



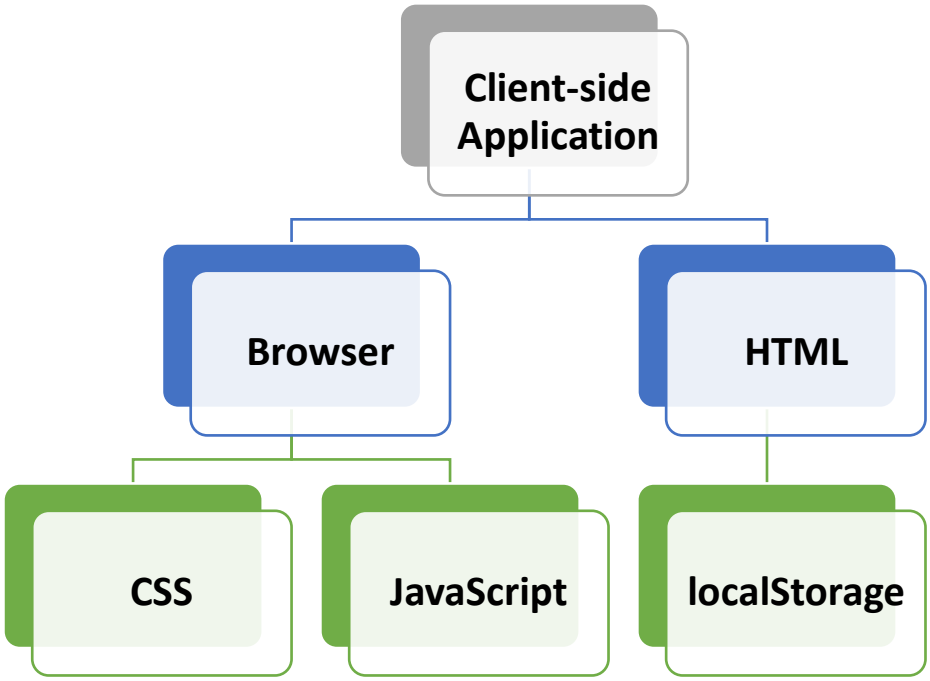
Σχήμα 2.3 – Παράδειγμα διάταξης εκπαιδευτικής πλατφόρμας τύπου Moodle

2.4 Web εφαρμογές Client-side

Οι client-side διαδικτυακές εφαρμογές εκτελούν το μεγαλύτερο μέρος της λειτουργικότητάς τους στον περιηγητή (browser) του χρήστη. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές web εφαρμογές, όπου σημαντικό μέρος της επεξεργασίας πραγματοποιείται στον διακομιστή (server), οι client-side εφαρμογές επιτρέπουν άμεση αλληλεπίδραση με το περιβάλλον χρήσης χωρίς συνεχή επικοινωνία με εξωτερικό σύστημα.

Η ανάπτυξη τέτοιων εφαρμογών βασίζεται κυρίως στις τεχνολογίες HTML, CSS και JavaScript [3], [4], [5]. Οι τεχνολογίες αυτές παρέχουν υψηλή ταχύτητα απόκρισης, περιορισμένες απαιτήσεις υποδομής και χαμηλό κόστος ανάπτυξης και συντήρησης. Ωστόσο, παρουσιάζουν περιορισμούς, όπως μικρότερη ασφάλεια και περιορισμένες δυνατότητες αποθήκευσης σε σχέση με συστήματα που διαθέτουν κεντρικό εξυπηρετητή και βάση δεδομένων.

Παρόλο που οι παραπάνω γλώσσες προγραμματισμού χαρακτηρίζονται από απλότητα, προσφέρουν μεγάλη ταχύτητα απόκρισης και έχοντας παράλληλα μικρές απαιτήσεις υποδομών κάτι το οποίο είναι αρκετά σημαντικά για την εξάλειψη κάθε πιθανού μη επιθυμητού κόστους.



Σχήμα 2.4 Αρχιτεκτονική client-side web εφαρμογής

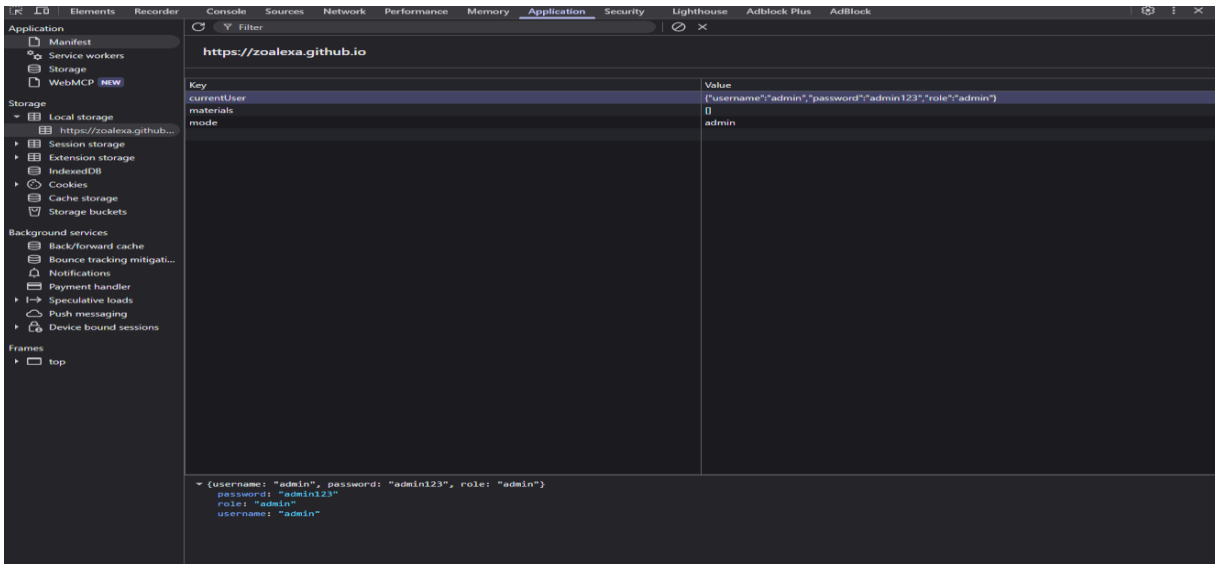
2.5 localStorage και αποθήκευση δεδομένων στον browser

Το localStorage [6] αποτελεί έναν μηχανισμό αποθήκευσης δεδομένων που παρέχεται από τους σύγχρονους φυλλομετρητές ως μέρος του Web Storage API. Επιτρέπει στις web εφαρμογές να αποθηκεύουν ζεύγη κλειδιού-τιμής (key-value pairs) τοπικά στον υπολογιστή του χρήστη, χωρίς να απαιτείται επικοινωνία με εξωτερικό διακομιστή.

Σε αντίθεση με τα cookies, το localStorage [6] δεν αποστέλλεται αυτόματα στον server με κάθε αίτηση HTTP και προσφέρει σημαντικά μεγαλύτερη χωρητικότητα αποθήκευσης, συνήθως από 5 έως 10 MB ανάλογα με τον φυλλομετρητή. Τα δεδομένα που αποθηκεύονται στο localStorage παραμένουν διαθέσιμα ακόμα και μετά το κλείσιμο του φυλλομετρητή, εφόσον ο χρήστης δεν τα διαγράψει ρητά.

Στην εφαρμογή ElectricLab το localStorage [6] χρησιμοποιείται εκτενώς για την αποθήκευση τριών κατηγοριών δεδομένων. Πρώτον, των πληροφοριών σύνδεσης και ρόλου του ενεργού χρήστη. Δεύτερον, της προόδου κάθε χρήστη στο Learning Flow, συμπεριλαμβανομένων των ολοκληρωμένων βίντεο, σεναρίων και quiz. Τρίτον, του περιεχομένου των forum, όπου αποθηκεύονται τα threads και οι απαντήσεις κάθε κατηγορίας.

Η αποθήκευση πραγματοποιείται σε μορφή JSON, με χρήση των μεθόδων JSON.stringify() για εγγραφή και JSON.parse() για ανάγνωση. Κάθε χρήστης έχει το δικό του χώρο αποθήκευσης, με κλειδιά της μορφής progress_username και homework_username, εξασφαλίζοντας την ανεξαρτησία των δεδομένων μεταξύ διαφορετικών χρηστών.



Σχήμα 2.5 – Παράδειγμα αποθήκευσης δεδομένων στον browser

2.6 Βασικές έννοιες οικιακής ηλεκτρολογίας

Η κατανόηση των βασικών εννοιών της ηλεκτρολογίας [19] αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την κατανόηση του αντικειμένου της εφαρμογής. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται συνοπτικά οι βασικές έννοιες που πραγματεύεται η εφαρμογή ElectricLab.

Ηλεκτρικό ρεύμα και τάση [11] [13] [19]: Το ηλεκτρικό ρεύμα αντιπροσωπεύει τη ροή ηλεκτρικού φορτίου μέσα σε ένα αγωγό και μετριέται σε Ampere (A). Η τάση εκφράζει τη διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων και είναι υπεύθυνη για την κίνηση των φορτίων, μετριέται δε σε Volt (V). Στις οικιακές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα η ονομαστική τάση είναι 230V εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) με συχνότητα 50Hz.

Αγωγοί και χρωματική κωδικοποίηση [11] [13] [19]: Σε ένα μονοφασικό οικιακό κύκλωμα συναντάμε τρεις αγωγούς. Η φάση (L) με καφέ χρώμα μεταφέρει το ρεύμα από την παροχή προς το φορτίο. Ο ουδέτερος (N) με μπλε χρώμα επιστρέφει το ρεύμα πίσω στην παροχή. Η γείωση (PE) με κίτρινο-πράσινο χρώμα αποτελεί μέτρο ασφαλείας που διοχετεύει επικίνδυνα ρεύματα προς το έδαφος.

Βασικές συνδεσμολογίες [11] [13] [19]: Το απλό κύκλωμα διακόπτη-λάμπας αποτελεί τη θεμελιώδη συνδεσμολογία φωτισμού. Η συνδεσμολογία αλερετούρ επιτρέπει τον έλεγχο ενός φωτιστικού από δύο ή περισσότερα σημεία μέσω διακοπτών τύπου κομιτατέρ. Η συνδεσμολογία πρίζας περιλαμβάνει τη σύνδεση φάσης, ουδετέρου και γείωσης στις αντίστοιχες επαφές.

Προστατευτικές διατάξεις [11] [13] [19]: Η αυτόματη ασφάλεια (MCB) προστατεύει το κύκλωμα από υπερφόρτωση και βραχυκύκλωμα, διακόπτοντας τη ροή ρεύματος όταν αυτό υπερβεί ένα ασφαλές όριο. Το ρελέ διαρροής (RCD) ανιχνεύει ανισορροπία ρεύματος μεταξύ φάσης και ουδετέρου, υποδηλώνοντας πιθανή διαρροή προς τη γείωση ή το ανθρώπινο σώμα.

Βλάβες και διάγνωση [11] [13] [19]: Οι συνηθέστερες βλάβες σε οικιακά κυκλώματα περιλαμβάνουν καμένες λάμπες, φθαρμένα καλώδια, ελαττωματικούς διακόπτες, βραχυκυκλώματα, απουσία γείωσης και υπερθέρμανση πριζών λόγω υπερφόρτωσης. Η εφαρμογή ElectricLab προσομοιώνει εννέα από τις πιο συνηθισμένες βλάβες, επιτρέποντας στον εκπαιδευόμενο να εξασκηθεί στη διάγνωση και αποκατάστασή τους.

3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ

3.1 Περιγραφή εφαρμογής

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε αποτελεί μία διαδικτυακή εκπαιδευτική πλατφόρμα διαχείρισης και προβολής εκπαιδευτικού περιεχομένου, σχεδιασμένη σύμφωνα με τις βασικές αρχές συστημάτων τύπου Learning Management System (LMS).

Βασικός σκοπός του συστήματος είναι η οργανωμένη παρουσίαση μαθησιακού υλικού μέσω ενός απλού περιβάλλοντος χρήσης, το οποίο επιτρέπει τη διαχείριση και προβολή πληροφοριών χωρίς εξάρτηση από εξωτερικό εξυπηρετητή.

Η εφαρμογή λειτουργεί αποκλειστικά στην πλευρά του χρήστη (client-side) και αξιοποιεί τεχνολογίες HTML, CSS και JavaScript για την υλοποίηση του περιβάλλοντος και της επιχειρησιακής λογικής.

Για την αποθήκευση των δεδομένων χρησιμοποιείται το localStorage του browser, το οποίο επιτρέπει τη διατήρηση των πληροφοριών μεταξύ διαφορετικών συνεδριών χρήσης.

Το εκπαιδευτικό περιεχόμενο οργανώνεται σε κατηγορίες και υποστηρίζει πολλαπλές μορφές υλικού, όπως σύνδεσμοι, αρχεία και πολυμεσικό περιεχόμενο.

Η εφαρμογή διαφοροποιεί τα διαθέσιμα δικαιώματα ανάλογα με τον ρόλο του χρήστη και προσφέρει διαφορετικές λειτουργίες διαχείρισης και πρόσβασης.

3.2 Λειτουργικές απαιτήσεις

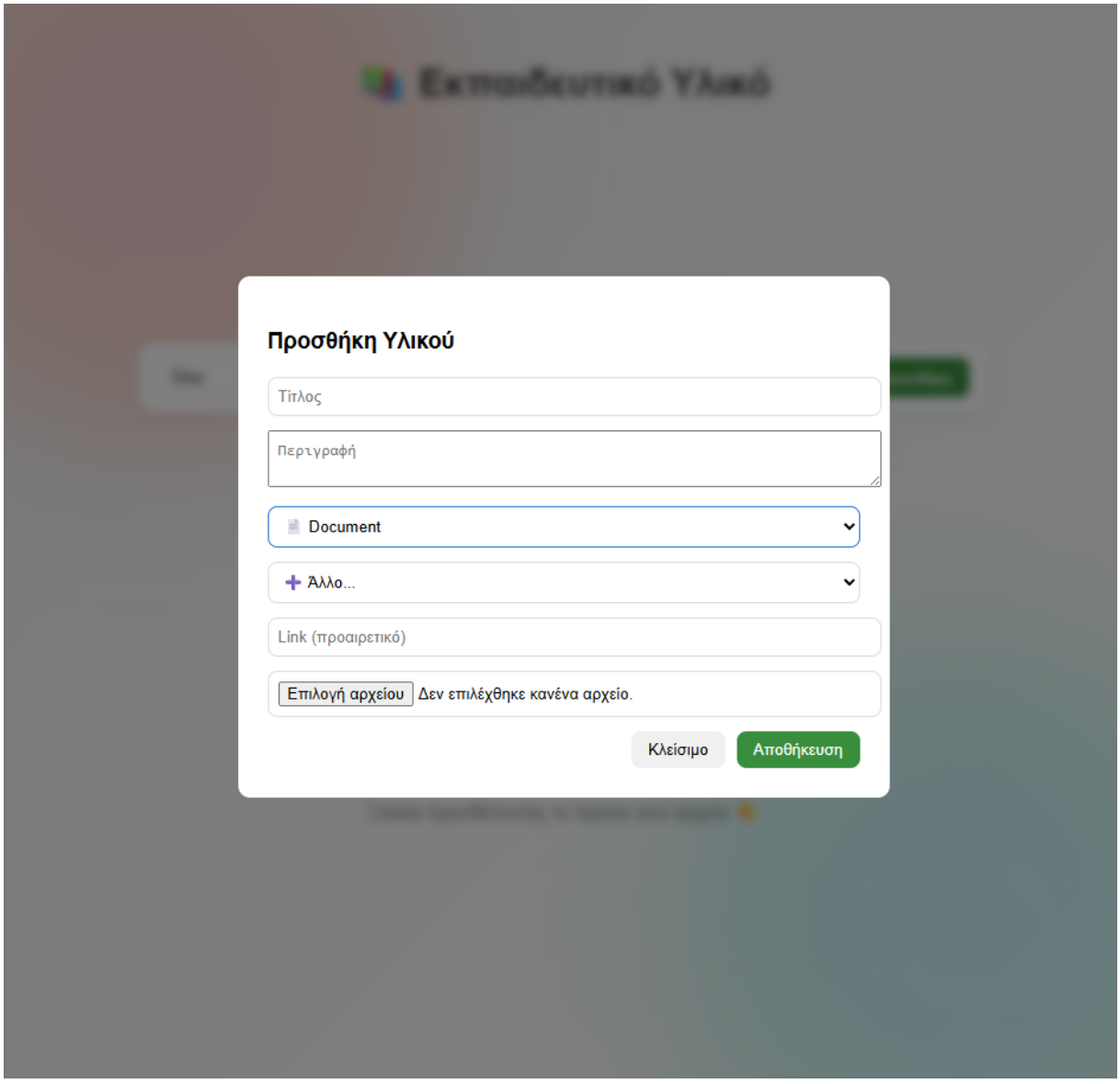
Οι λειτουργικές απαιτήσεις προσδιορίζουν τις ενέργειες που απαιτείται να εκτελεί το πρόγραμμα έτσι ώστε, να θεωρείται λειτουργικά ολοκληρωμένο. Οι απαιτήσεις προέκυψαν από τη σχεδίαση της εμπειρίας χρήσης και από τις ανάγκες διαχείρισης εκπαιδευτικού περιεχομένου.

Δίνονται αναλυτικά στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 3.1 – Λειτουργικές Απαιτήσεις

Απαίτηση	**Περιγραφή**
Σύνδεση χρήστη	Το σύστημα αναγνωρίζει τον ενεργό χρήση.
Διαχείριση ρόλων	Διαχωρισμός admin και απλού χρήστη.
Προσθήκη υλικού	Ο εξουσιοδοτημένος χρήστης μπορεί να ανεβάζει.
Επεξεργασία υλικού	Τροποποίηση τίτλου, περιγραφής και κατηγορίας.
Διαγραφή υλικού	Αφαίρεση εκπαιδευτικού περιεχομένου από το σύστημα.
Αναζήτηση περιεχομένου	Εύρεση περιεχομένου με κάποια λέξη κλειδί.
Φιλτράρισμα περιεχομένου	Φιλτράρισμα ανά τύπο και κατηγορία.
Προβολή πολυμέσων	Εμφάνιση βίντεο και PDF preview.

Λήψη αρχείων	Κατέβασμα αποθηκευμένων αρχείων.
Αλλαγή προβολής	Εναλλαγή μεταξύ grid και list view.
Αποθήκευση δεδομένων	Μόνιμη αποθήκευση στο localStorage.



Σχήμα 3.1 – Διεπαφή προσθήκης εκπαιδευτικού υλικού

3.3 Μη λειτουργικές απαιτήσεις

Οι μη λειτουργικές απαιτήσεις αναφέρονται στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του συστήματος και επηρεάζουν την απόδοση, τη χρηστικότητα, την αξιοπιστία και τη συντηρησιμότητα της εφαρμογής.

Η διεπαφή σχεδιάστηκε με στόχο την απλή και κατανοητή πλοήγηση, ώστε ακόμη και χρήστες χωρίς τεχνικές γνώσεις να μπορούν να εντοπίζουν και να προβάλλουν εκπαιδευτικό περιεχόμενο χωρίς εκπαίδευση.

Οι βασικές λειτουργίες εκτελούνται τοπικά στον browser, προσφέροντας άμεση απόκριση χωρίς ανάγκη επικοινωνίας με απομακρυσμένο εξυπηρετητή.

Η εφαρμογή λειτουργεί σε σύγχρονους web browsers και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και συσκευές χωρίς εγκατάσταση πρόσθετου λογισμικού.

Η αρχιτεκτονική του κώδικα βασίζεται στο διαχωρισμό των επιπέδων UI, λογικής και δεδομένων, διευκολύνοντας την προσθήκη νέων λειτουργιών στο μέλλον.

Πίνακας 3.2 – Μη λειτουργικές απαιτήσεις

Απαίτηση	**Περιγραφή**
Απλή και κατανοητή διεπαφή χρήστη	Πλοήγηση κατανοητή χωρίς προηγούμενη εκπαίδευση.
Άμεση απόκριση λειτουργιών χωρίς reload	Εκτέλεση λειτουργιών τοπικά χωρίς επαναφόρτωση σελίδας.
Συμβατότητα μεταξύ browser	Λειτουργία σε σύγχρονους φυλλομετρητές χωρίς πρόσθετο λογισμικό.
Responsive layout για διαφορετικές αναλύσεις	Προσαρμογή διάταξης σε desktop και φορητές συσκευές.
Επεκτάσιμη αρχιτεκτονική κώδικα	Διαχωρισμός επιπέδων UI, λογικής και δεδομένων για εύκολη επέκταση.
Αποθήκευση δεδομένων χωρίς απώλεια μεταξύ συνεδριών	Μόνιμη αποθήκευση στο localStorage μεταξύ συνεδριών.
Οπτική ένδειξη κλειδωμένων/ξεκλειδωμένων λειτουργιών	Grayscale για κλειδωμένες και πλήρη χρώματα για ενεργές ενότητες.

3.4 Ρόλοι χρηστών

Η εφαρμογή διαφοροποιεί τρεις κατηγορίες χρηστών, καθεμία με διαφορετικά δικαιώματα πρόσβασης και λειτουργίες.

Διαχειριστής (Admin): Ο διαχειριστής αντιπροσωπεύει τον ρόλο του εκπαιδευτικού. Έχει πλήρη πρόσβαση σε όλες τις λειτουργίες και ενότητες της εφαρμογής χωρίς να χρειάζεται να ακολουθήσει τη σειριακή ροή μάθησης. Επιπλέον, έχει αποκλειστική πρόσβαση στο Admin Panel, όπου μπορεί να παρακολουθεί την πρόοδο κάθε μαθητή, να κάνει reset της προόδου ή να ξεκλειδώσει άμεσα όλο το περιεχόμενο για έναν συγκεκριμένο χρήστη.

Χρήστης (User): Ο χρήστης αντιπροσωπεύει τον ρόλο του μαθητή. Έχει πρόσβαση στο περιεχόμενο βάσει της προόδου του στο Learning Flow. Ξεκινά με μόνο το κουμπί Info ενεργό και ξεκλειδώνει σταδιακά το Γλωσσάριο, τα Βίντεο, το Ασκησιολόγιο, το Forum και το Υλικό Μαθήματος, ολοκληρώνοντας κάθε βήμα.

Επισκέπτης (Guest): Ο επισκέπτης έχει πρόσβαση μόνο στο κουμπί Info. Όλες οι υπόλοιπες λειτουργίες είναι κλειδωμένες, καθώς δεν διαθέτει λογαριασμό στο σύστημα.

Πίνακας 3.3 – Δικαιώματα ανά ρόλο

Λειτουργία	**Admin**	**User**	**Guest**
Info	✔	✔	✔
Γλωσσάριο	✔	Βάσει προόδου	✘
Βίντεο	✔	Βάσει προόδου	✘
Σενάρια	✔	Βάσει προόδου	✘
Ασκησιολόγιο	✔	Βάσει προόδου	✘
Quiz	✔	Βάσει προόδου	✘
Forum	✔	Βάσει προόδου	✘
Υλικό Μαθήματος	✔	Βάσει προόδου	✘
Admin Panel	✔	✘	✘

Σχήμα 3.2 – Διάγραμμα ρόλων χρηστών

3.5 Διαγράμματα Περιπτώσεων Χρήσης (Use Cases)

3.5.1 Σύνδεση χρήστη

Actor: User/Admin

Περιγραφή: Ο χρήστης εισέρχεται στο σύστημα μέσω της φόρμας σύνδεσης.

Βασική ροή:

1. **Εμφάνιση της σελίδας login.**
2. **Εισαγωγή username και password από τον χρήστη.**
3. **Επαλήθευση στοιχείων μέσω του auth.js.**
4. **Αποθήκευση στοιχείων χρήστη και ρόλου στο localStorage.**
5. **Ανακατεύθυνση στην αρχική σελίδα.**
6. **Εμφάνιση κατάλληλων κουμπιών βάσει ρόλου και προόδου.**

Εναλλακτική ροή: Εισαγωγή λανθασμένων στοιχείων -> εμφάνιση μηνύματος σφάλματος.

3.5.2 Πρόσβαση ως Guest

Actor: Guest

Περιγραφή: Ο επισκέπτης εισέρχεται στην εφαρμογή χωρίς σύνδεση.

Βασική ροή:

1. **Επιλογή «Συνέχεια ως Guest» στη σελίδα login.**
2. **Αποθήκευση mode «guest» στο localStorage.**
3. **Ανακατεύθυνση στην αρχική σελίδα.**
4. **Εμφάνιση μόνο του κουμπιού Info ενεργό.**
5. **Όλα τα υπόλοιπα κουμπιά εμφανίζονται κλειδωμένα.**

3.5.3 Ροή μάθησης (Learning Flow)

Actor: User

Περιγραφή: Ο χρήστης ακολουθεί τη σειριακή ροή μάθησης ξεκλειδώνοντας σταδιακά το περιεχόμενο.

Βασική ροή:

1. **Σύνδεση ως user.**
2. **Πάτημα του κουμπιού Info και κλείσιμο του modal -> ξεκλείδωμα Γλωσσάριου.**
3. **Επίσκεψη Γλωσσαρίου -> ξεκλείδωμα Video 1.**
4. **Ολοκλήρωση Video 1 -> ξεκλείδωμα Video 2.**
5. **Συνέχιση μέχρι ολοκλήρωση Video 9 -> ξεκλείδωμα Homework, Forum, Υλικό.**
6. **Ολοκλήρωση Βασικών Ασκήσεων με 100% -> ξεκλείδωμα Προχωρημένων.**
7. **Ολοκλήρωση Προχωρημένων με 100% -> ξεκλείδωμα Σεναρίων.**
8. **Σειριακή ολοκλήρωση 9 Σεναρίων -> ξεκλείδωμα Quiz Ενότητα 1.**
9. **Σειριακή ολοκλήρωση Quiz 1-5 με 100% -> μήνυμα επιτυχίας**

3.5.4 Παρακολούθηση προόδου μαθητών
Actor: Admin

Περιγραφή: Ο διαχειριστής παρακολουθεί την πρόοδο των μαθητών μέσω του Admin Panel.

Βασική ροή:

1. **Σύνδεση ως admin.**
2. **Πάτημα του κουμπιού "Admin Panel" στο header.**
3. **Εμφάνιση συνολικών στατιστικών (σύνολο χρηστών, ολοκλήρωσαν, μέση πρόοδος).**
4. **Εμφάνιση κάρτας για κάθε χρήστη με progress bar και checklist βίντεο.**
5. **Επιλογή "Reset Προόδου" για διαγραφή προόδου χρήστη.**
6. **Επιλογή "Ξεκλείδωμα Όλων" για άμεση πρόσβαση χρήστη σε όλο το υλικό.**

3.5.5 Εκτέλεση σεναρίου προσομοίωσης

Actor: User

Περιγραφή: Ο χρήστης εκτελεί ένα διαδραστικό σενάριο βλάβης.

Βασική ροή:

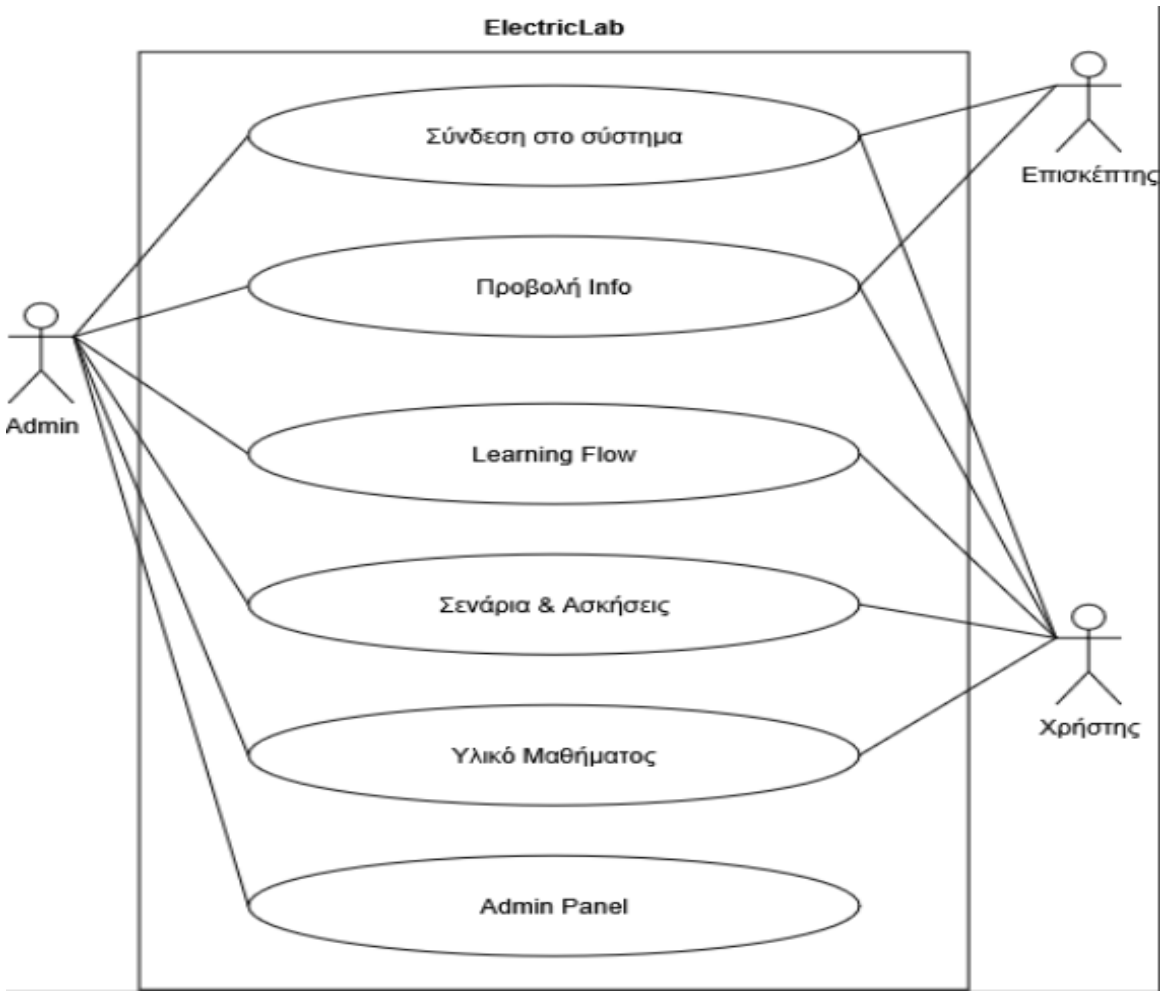
1. **Πρόσβαση στη σελίδα Σεναρίων από το Ασκησιολόγιο.**
2. **Επιλογή ξεκλειδωμένου σεναρίου.**
3. **Ανάγνωση περιγραφής βλάβης.**
4. **Αλληλεπίδραση με το διαδραστικό περιβάλλον (π.χ. αντικατάσταση λάμπας, συνδεσμολογία καλωδίων).**
5. **Εμφάνιση αποτελέσματος (επιτυχία/αποτυχία).**
6. **Πάτημα "Ολοκλήρωση Σεναρίου" → ξεκλείδωμα επόμενου σεναρίου.**
7. **Επιστροφή στη σελίδα Σεναρίων.**

3.5.6 Συμμετοχή στο Forum
Actor: User / Admin

Περιγραφή: Ο χρήστης δημιουργεί ή απαντά σε αναρτήσεις του Forum.

Βασική ροή:

1. **Πρόσβαση στο Forum μετά την ολοκλήρωση του Learning Flow.**
2. **Επιλογή κατηγορίας (Ερωτήσεις Μαθητών, Σενάρια Βλαβών, Ασκήσεις, Ιδέες).**
3. **Επιλογή "Νέα Ανάρτηση" και συμπλήρωση τίτλου και περιεχομένου.**
4. **Αποθήκευση ανάρτησης στο localStorage.**
5. **Εμφάνιση ανάρτησης με timestamp και username.**
6. **Δυνατότητα απάντησης, επεξεργασίας ή διαγραφής βάσει ρόλου.**



Σχήμα 3.3 – Διάγραμμα Use Case

4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει αρκετά διαγράμματα και στιγμιότυπα οθόνης (screenshots), με στόχο την καλύτερη αποτύπωση και κατανόηση της αρχιτεκτονικής της εφαρμογής.

4.1 Αρχιτεκτονική εφαρμογής

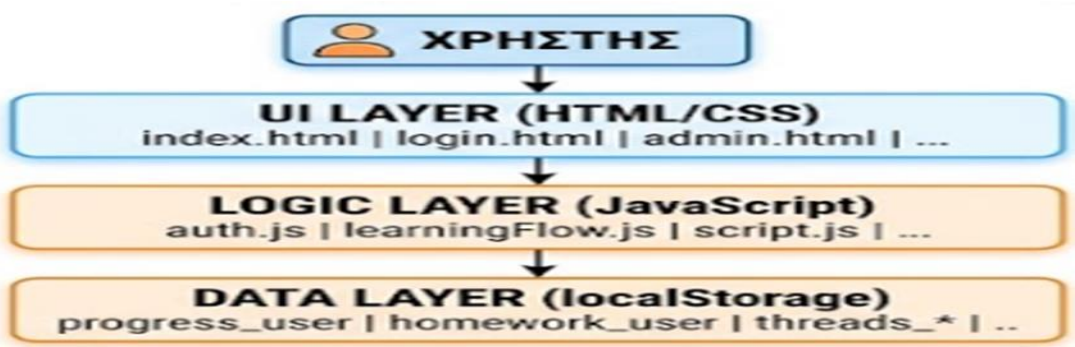
Το λογισμικό ακολουθεί μια αρχιτεκτονική που βασίζεται αποκλειστικά στην πλευρά του πελάτη (Client-Side Architecture), διότι όλη η επιχειρησιακή λογική εκτελείται στον φυλλομετρητή (browser) χωρίς να εξαρτάται από κάποιον εξωτερικό διακομιστή (server) ή κάποια βάση δεδομένων.

Η επιλογή της συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής έγινε με στόχο την ανάπτυξη ενός αυτόνομου εκπαιδευτικού συστήματος, το οποίο μπορεί λειτουργήσει χωρίς να απαιτείται η εγκατάσταση κάποιου πρόσθετου λογισμικού και να είναι αναγκαία η σύνδεση με κάποιο απομακρυσμένο διακομιστή (server).

Η διεπαφή χρήστη (UI) υλοποιείται αξιοποιώντας τεχνολογίες HTML και CSS, ενώ η επιχειρησιακή λογική αναπτύχθηκε εξολοκλήρου σε JavaScript. Η αρχειοθέτηση των δεδομένων πραγματοποιείται μέσω του μηχανισμού localStorage του περιηγητή, όπου διατηρούνται τόσο οι πληροφορίες που σχετίζονται με τους χρήστες όσο και η πρόοδος κάθε εκπαιδευόμενου.

Κατά αυτόν τον τρόπο, δημιουργείται ένα σύστημα το οποίο είναι εύκολο στη χρήση και στη συντήρηση, κατάλληλο για εκπαιδευτικά περιβάλλοντα μικρής κλίμακας.

Η αρχιτεκτονική οργανώνεται σε τρία επίπεδα. Το επίπεδο διεπαφής χρήστη (UI Layer) περιλαμβάνει όλες τις HTML σελίδες και τα CSS αρχεία που ορίζουν την εμφάνιση και τη διάταξη της εφαρμογής. Το επίπεδο λογικής (Logic Layer) περιλαμβάνει τα JavaScript αρχεία που υλοποιούν την επιχειρησιακή λογική, τη διαχείριση χρηστών, το Learning Flow και τις αλληλεπιδράσεις. Το επίπεδο δεδομένων (Data Layer) αποτελείται από το localStorage του browser, όπου αποθηκεύεται η πρόοδος κάθε χρήστη, τα δεδομένα του forum και οι πληροφορίες σύνδεσης.



Σχήμα 4.1 Αρχιτεκτονική Εφαρμογής

4.2 Δομή αρχείων

Η εφαρμογή οργανώθηκε σε επιμέρους αρχεία με στόχο τον διαχωρισμό της διεπαφής χρήστη, της λογικής λειτουργίας και της διαχείρισης των δεδομένων. Η συγκεκριμένη δομή διευκολύνει την συντήρηση και την επέκταση της εφαρμογής, όπως επίσης και την επαναχρησιμοποίηση του κώδικα.

Η βασική δομή του έργου αναλύεται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 4.1 – Περιγραφή αρχείων

Αρχείο	Ρόλος
index.html	Αρχική σελίδα
style.css	Κεντρική μορφοποίηση διεπαφής
auth.js	Διαχείριση χρηστών και ρόλων
material.html	Σελίδα εκπαιδευτικού υλικού
material.js	Λογική CRUD, φίλτρα και αναζήτηση
glos.html	Γλωσσάριο όρων
videos.html	Προβολή εκπαιδευτικών βίντεο
homework.html	Ασκήσεις και δραστηριότητες
forum.html	Σελίδα συζητήσεων
learningFlow.js	Διαχείριση Learning Flow και ξεκλείδωμα περιεχομένου
script.js	Πλοήγηση και αρχικοποίηση διεπαφής
admin.html	Σελίδα διαχείρισης

4.3 Ροή δεδομένων

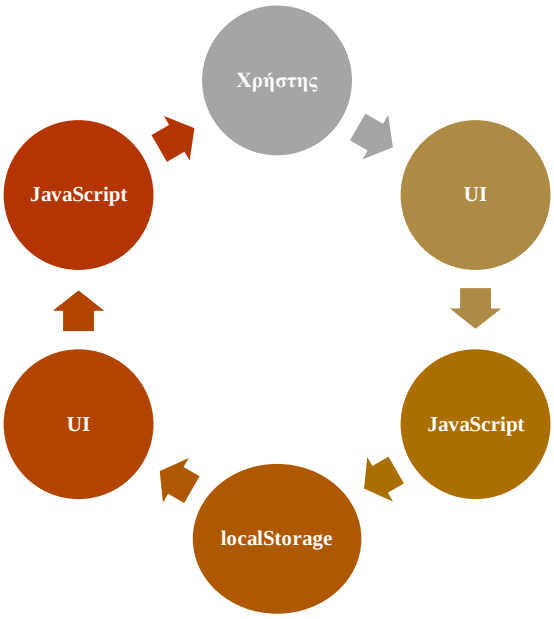
Η ροή δεδομένων της εφαρμογής ξεκινά από την αλληλεπίδραση του χρήστη με το γραφικό περιβάλλον και ολοκληρώνεται με την αποθήκευση ή την ανάκτηση πληροφοριών από το localStorage του browser.

Όταν ο χρήστης εκτελεί κάποια ενέργεια, όπως για παράδειγμα ολοκλήρωση ενός βίντεο ή επιτυχής εκτέλεση ενός σεναρίου, η διεπαφή αποστέλλει τα δεδομένα στη λογική της εφαρμογής που υλοποιείται σε JavaScript. Η λογική επεξεργάζεται τα δεδομένα, εφαρμόζει τους απαραίτητους ελέγχους, ενημερώνει το localStorage και αποστέλλει ένα event (progressUpdated ή homeworkUpdated) που ενημερώνει δυναμικά τη διεπαφή χωρίς επαναφόρτωση της σελίδας.

Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται εξ ολοκλήρου στον browser χωρίς επικοινωνία με κάποιο εξωτερικό εξυπηρετητή (server).

Τα βασικά στάδια ροής δεδομένων

1. Ενέργεια χρήστη στη διεπαφή.
2. Επεξεργασία από JavaScript (learningFlow.js).
3. Ανάγνωση ή εγγραφή στο localStorage.
4. Αποστολή custom event για ενημέρωση UI.
5.Εμφάνιση ενημερωμένων δεδομένων και toast notification στον χρήστη.



Σχήμα 4.2 – Ροή δεδομένων εφαρμογής

4.4 Σχεδιασμός Learning Flow

Το Learning Flow αποτελεί το κεντρικό σύστημα της εφαρμογής και υλοποιεί τη σειριακή εκπαιδευτική ροή. Σχεδιάστηκε με στόχο να διασφαλίζει ότι ο εκπαιδευόμενος ακολουθεί μια λογική και δομημένη πορεία μάθησης, από το θεωρητικό υπόβαθρο έως την πρακτική εξάσκηση.

Η λογική του Learning Flow υλοποιείται εξολοκλήρου στο αρχείο learningFlow.js και βασίζεται σε δύο δομές δεδομένων που αποθηκεύονται στο localStorage. Η πρώτη δομή (progress_username) αποθηκεύει την πρόοδο στο κύριο Learning Flow, δηλαδή το γλωσσάριο και τα βίντεο. Η δεύτερη δομή (homework_username) αποθηκεύει την πρόοδο στο ασκησιολόγιο, τα σενάρια και τα quiz.

Κάθε βήμα της ροής έχει δύο καταστάσεις: κλειδωμένο και ξεκλειδωμένο. Η μετάβαση από την κατάσταση κλειδωμένου σε ξεκλειδωμένο πραγματοποιείται αυτόματα μόλις ο χρήστης ολοκληρώσει επιτυχώς το προηγούμενο βήμα. Η ολοκλήρωση ενός βήματος ορίζεται διαφορετικά για κάθε τύπο περιεχομένου. Για το γλωσσάριο αρκεί η επίσκεψη της σελίδας, για τα βίντεο απαιτείται το πάτημα του κουμπιού "Ολοκλήρωση", για τα σενάρια απαιτείται η επιτυχής αλληλεπίδραση και το πάτημα του κουμπιού "Ολοκλήρωση Σεναρίου" και για τα quiz απαιτείται βαθμολογία 100% στο exam mode.

Κάθε ξεκλείδωμα συνοδεύεται από toast notification που ενημερώνει τον χρήστη για το νέο διαθέσιμο περιεχόμενο, ενισχύοντας την αίσθηση προόδου και ανταμοιβής.

4.5 Σχεδιασμός διεπαφής

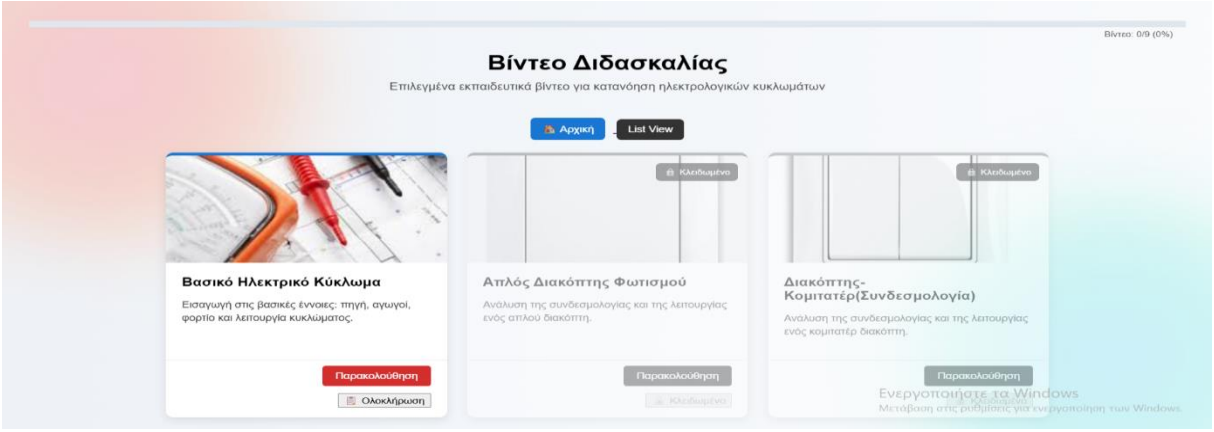
Κατά την διάρκεια της σχεδίασης του γραφικού περιβάλλοντος δόθηκε ιδιαίτερη βαρύτητα στη φιλικότητα προς τον χρήστη, στην λιτότητα και στην άμεση πρόσβαση στις βασικές λειτουργίες του συστήματος.

Η εφαρμογή ακολουθεί σχεδιαστικές αρχές που εμφανίζονται σε σύγχρονα Learning Management Systems, με απώτερο σκοπό τη μείωση του χρόνου εκμάθησης και την αναβάθμιση εμπειρίας του χρήστη.

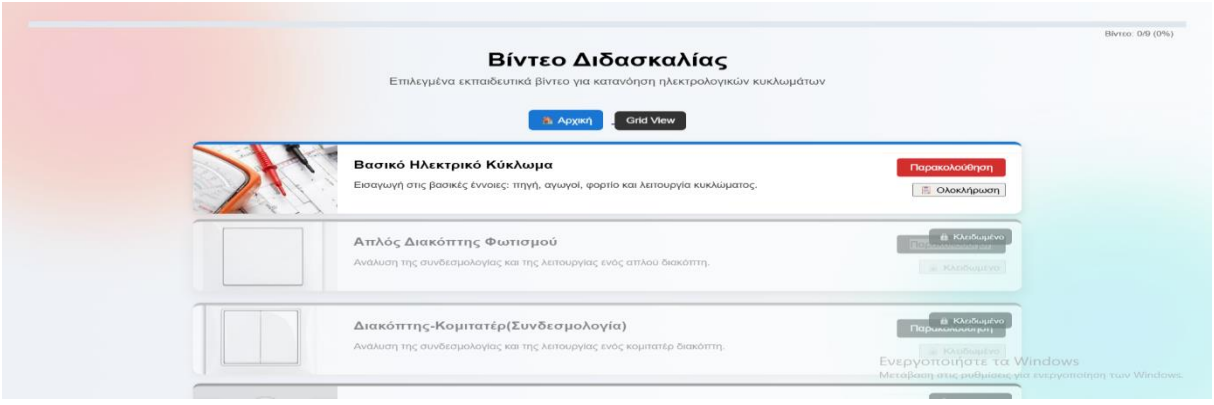
Το περιβάλλον οργανώνεται σε ανεξάρτητες σελίδες, καθεμία από τις οποίες εξυπηρετεί διαφορετικό εκπαιδευτικό σκοπό. Η κεντρική σελίδα (index.html) λειτουργεί ως hub πλοήγησης, με κουμπιά που αντικατοπτρίζουν την κατάσταση ξεκλειδώματος κάθε ενότητας. Κλειδωμένα κουμπιά εμφανίζονται με μειωμένη διαφάνεια και grayscale φίλτρο, ενώ ενεργά κουμπιά εμφανίζονται με πλήρη χρώματα.

Για την εμφάνιση εκπαιδευτικού περιεχομένου χρησιμοποιείται διάταξη κάρτας (card layout), η οποία παρέχει ευδιάκριτη εμφάνιση τίτλου, περιγραφής, διαθέσιμων ενεργειών και κατάστασης ολοκλήρωσης.

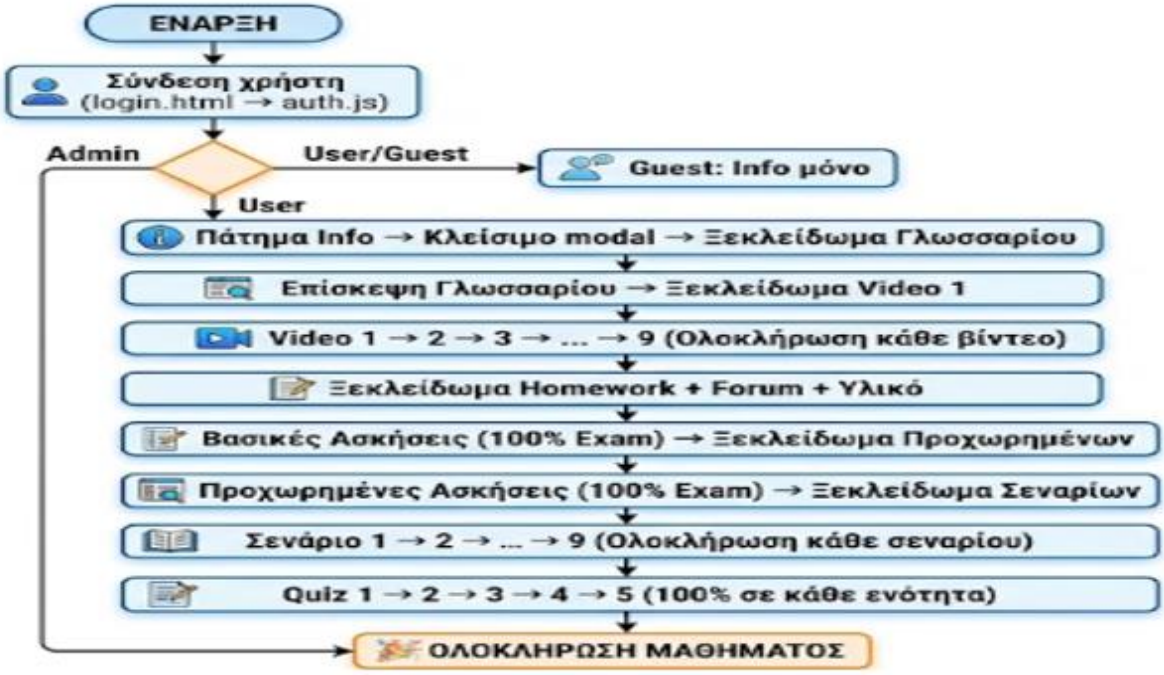
Παράλληλα, η διεπαφή περιλαμβάνει progress bar που εμφανίζεται κάτω από το header της κεντρικής σελίδας, δείχνοντας το συνολικό ποσοστό ολοκλήρωσης του κύριου Learning Flow, καθώς και ένδειξη "Συνέχισε από εκεί που έμεινες" που καθοδηγεί τον χρήστη στο επόμενο βήμα.



Σχήμα 4.3 – Grid view εκπαιδευτικού υλικού



Σχήμα 4.4 – List view εκπαιδευτικού υλικού



Σχήμα 4.5 – Διάγραμμα Ροής Learning Flow

4.6 Σχεδιασμός συστήματος αξιολόγησης

Το σύστημα αξιολόγησης της εφαρμογής σχεδιάστηκε ώστε να προσφέρει δύο διαφορετικές εμπειρίες εξάσκησης, ανάλογα με τον στόχο του εκπαιδευόμενου.

Το Practice Mode έχει ως στόχο την εξάσκηση και την κατανόηση. Ο χρήστης δεν μπορεί να προχωρήσει στην επόμενη ερώτηση αν δεν απαντήσει σωστά στην τρέχουσα. Κάθε λανθασμένη απάντηση επισημαίνεται με κόκκινο χρώμα και η σωστή με πράσινο, παρέχοντας άμεση ανατροφοδότηση. Μετά την ολοκλήρωση όλων των ερωτήσεων, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει "Έξτρα Μελέτη" για να δει αναλυτική επισκόπηση όλων των ερωτήσεων με επεξηγήσεις.

Το Exam Mode προσομοιώνει συνθήκες εξέτασης. Ο χρήστης έχει στη διάθεσή του χρονόμετρο, μπορεί να παρακάμψει ερωτήσεις και να επιστρέψει σε αυτές αργότερα μέσω του πίνακα πλοήγησης. Οι ερωτήσεις εμφανίζονται σε τυχαία σειρά (shuffle). Η ολοκλήρωση απαιτεί τελική υποβολή, μετά την οποία υπολογίζεται η βαθμολογία. Βαθμολογία 100% είναι απαραίτητη για το ξεκλείδωμα της επόμενης ενότητας.

Το σύστημα υποστηρίζει τέσσερις τύπους ερωτήσεων. Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (MCQ) όπου ο χρήστης επιλέγει μία από τέσσερις απαντήσεις. Ερωτήσεις Σωστό/Λάθος (group_tf) όπου ο χρήστης αξιολογεί πολλαπλές προτάσεις. Ερωτήσεις συμπλήρωσης κενών (fill) με dropdown επιλογή από τράπεζα λέξεων. Ερωτήσεις αντιστοίχισης (matching) όπου ο χρήστης συνδέει στοιχεία δύο στηλών.

4.7 Σχεδιασμός Admin Panel

Το Admin Panel σχεδιάστηκε ως ξεχωριστή σελίδα (admin.html) προσβάσιμη αποκλειστικά από χρήστες με ρόλο admin. Η πρόσβαση ελέγχεται κατά τη φόρτωση της σελίδας μέσω ελέγχου του localStorage, ενώ οποιαδήποτε μη εξουσιοδοτημένη προσπάθεια πρόσβασης οδηγεί σε αυτόματη ανακατεύθυνση στην αρχική σελίδα.

Το panel οργανώνεται σε δύο επίπεδα παρουσίασης. Το πρώτο επίπεδο είναι η Summary Bar που εμφανίζεται στην κορυφή και παρουσιάζει συνολικά στατιστικά για όλους τους μαθητές, συμπεριλαμβανομένων του συνολικού αριθμού χρηστών, του αριθμού που έχουν ολοκληρώσει το μάθημα, του αριθμού που βρίσκονται σε εξέλιξη και της μέσης προόδου σε ποσοστό.

Το δεύτερο επίπεδο είναι οι User Cards, μία για κάθε μαθητή, που εμφανίζουν αναλυτικές πληροφορίες προόδου. Κάθε κάρτα περιλαμβάνει progress bar με ποσοστό ολοκλήρωσης, checklist των εννέα βίντεο με ένδειξη ολοκλήρωσης, checklist ξεκλειδωμένων ενοτήτων (Γλωσσάριο, Homework, Forum, Υλικό) και δύο κουμπιά ενεργειών. Το κουμπί "Reset Προόδου" διαγράφει την πρόοδο του χρήστη επαναφέροντάς τον στην αρχή, ενώ το κουμπί "Ξεκλείδωμα Όλων" ξεκλειδώνει άμεσα όλο το περιεχόμενο για τον συγκεκριμένο χρήστη.

5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

5.1 Περιβάλλον ανάπτυξης

Η ανάπτυξη της εφαρμογής βασίστηκε σε ανοιχτά πρότυπα του Παγκόσμιου Ιστού, με στόχο τη δημιουργία μιας φορητής και ανεξάρτητης από κάθε πλατφόρμα διαδικτυακής εφαρμογής.

Για την υλοποίηση του γραφικού περιβάλλοντος (User Interface) αξιοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού HTML μέσω της οποίας ορίστηκε η δομή και το περιεχόμενο κάθε σελίδας. μέσω της οποίας σχεδιάστηκε το οπτικό περιβάλλον, τα κινούμενα εφέ και η responsive διάταξη της εφαρμογής.

Η λειτουργικότητα της εφαρμογής βασίστηκε εξολοκλήρου στη JavaScript. Η γλώσσα αυτή αξιοποιήθηκε για τη λογική του συστήματος, τη διαχείριση των δεδομένων, την αλληλεπίδραση με τον χρήστη και την δυναμική ενημέρωση του περιβάλλοντος χωρίς επαναφόρτωση σελίδας.

Για την ανάπτυξη και τον έλεγχο χρησιμοποιήθηκε ο επεξεργαστής κώδικα Visual Studio Code, ενώ οι δοκιμές εκτελέστηκαν στους Google Chrome και Brave [3] [4] [5] [7] [8] [9].

Πίνακας 5.1 – Τεχνολογίες Ανάπτυξης

Τεχνολογία	**Αξιοποίηση**
HTML	Δομή και περιεχόμενο σελίδων
CSS	Μορφοποίηση, animations και responsive σχεδίαση
JavaScript	Επιχειρησιακή λογική εφαρμογής
localStorage	Τοπική αποθήκευση δεδομένων
SVG	Διαδραστικές συνδεσμολογίες σεναρίων
Visual Studio Code	Περιβάλλον ανάπτυξης
Google Chrome & Brave	Δοκιμές και εκτέλεση εφαρμογής

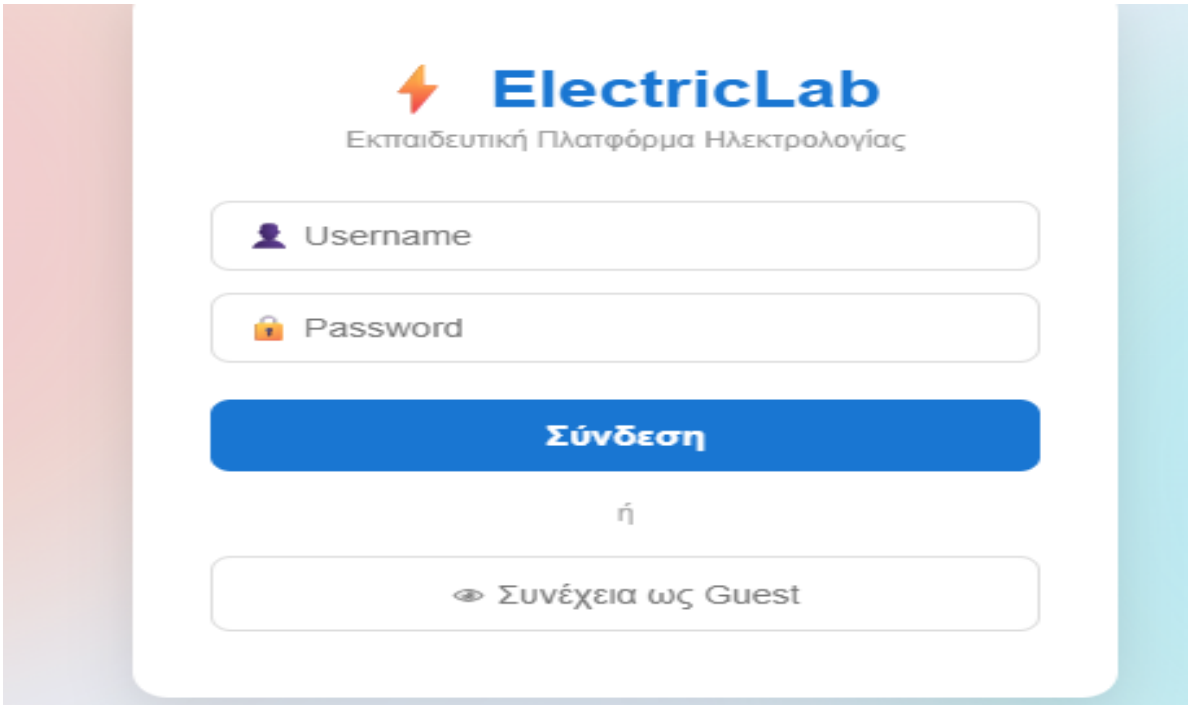
5.2 Authentication System

Η εφαρμογή διαθέτει έναν μηχανισμό αναγνώρισης χρηστών που υλοποιείται μέσω του αρχείου auth.js και του localStorage. Κατά την είσοδο, τα στοιχεία που εισάγει ο χρήστης ελέγχονται έναντι ενός προκαθορισμένου πίνακα χρηστών (USERS array) που περιέχει username, password και ρόλο.

Σε περίπτωση επιτυχούς σύνδεσης, αποθηκεύονται στο localStorage δύο κλειδιά. Το κλειδί currentUser περιέχει τα στοιχεία του χρήστη σε μορφή JSON, ενώ το κλειδί mode περιέχει τον ρόλο του (admin, user ή guest). Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται από όλες τις σελίδες της εφαρμογής για τον έλεγχο πρόσβασης και την προσαρμογή της διεπαφής.

Η επαλήθευση ταυτότητας πραγματοποιείται κατά τη φόρτωση κάθε σελίδας μέσω της συνάρτησης requireEntry(), η οποία ελέγχει την ύπαρξη έγκυρου mode στο localStorage και επιστρέφει στη σελίδα σύνδεσης αν δεν υπάρχει. Η αποσύνδεση πραγματοποιείται μέσω της

συνάρτησης logout() που διαγράφει τα κλειδιά από το localStorage και επιστρέφει στην σελίδα σύνδεσης.
Αξίζει να σημειωθεί ότι τα διαπιστευτήρια χρηστών αποθηκεύονται ως απλό κείμενο (plaintext) εντός του κώδικα JavaScript, γεγονός που συνιστά περιορισμό ασφαλείας της παρούσας υλοποίησης. Η επιλογή αυτή έγινε συνειδητά στο πλαίσιο της client-side αρχιτεκτονικής, καθώς η εφαρμογή προορίζεται για χρήση σε ελεγχόμενο εκπαιδευτικό περιβάλλον. Σε μελλοντική επέκταση με backend υποδομή, τα διαπιστευτήρια θα πρέπει να κρυπτογραφούνται με κατάλληλο αλγόριθμο κατακερματισμού (hashing).



Σχήμα 5.1 – Φόρμα εισόδου

5.3 Διαχείριση εκπαιδευτικού υλικού

Το σύστημα Learning Flow αποτελεί το κεντρικό υποσύστημα της εφαρμογής και υλοποιείται εξολοκλήρου στο αρχείο learningFlow.js. Διαχειρίζεται την πρόοδο κάθε χρήστη, το ξεκλείδωμα περιεχομένου και την οπτική ενημέρωση της διεπαφής.

Η πρόοδος κάθε χρήστη αποθηκεύεται στο localStorage με κλειδί progress_username και περιέχει τρεις κατηγορίες πληροφοριών. Πρώτον, την κατάσταση επίσκεψης του γλωσσαρίου (glossaryVisited). Δεύτερον, την κατάσταση ολοκλήρωσης κάθε βίντεο (videos.video1 έως videos.video9). Τρίτον, την κατάσταση ξεκλειδώματος κάθε ενότητας (unlocked.glossary, unlocked.video1 έως unlocked.video9, unlocked.homework, unlocked.forum, unlocked.material).

Η ροή ξεκλειδώματος υλοποιείται μέσω αλυσίδας συναρτήσεων. Η unlockGlossaryFromInfo() καλείται όταν ο χρήστης κλείνει το modal του Info και ξεκλειδώνει το Γλωσσάριο. Η unlockGlossary() καλείται κατά τη φόρτωση του γλωσσαρίου και ξεκλειδώνει το Video 1. Η markVideoCompleted(id) καλείται όταν ο χρήστης πατά "Ολοκλήρωση" σε ένα βίντεο και ξεκλειδώνει το επόμενο. Μετά την ολοκλήρωση του Video 9 ξεκλειδώνονται ταυτόχρονα το Homework, το Forum και το Υλικό Μαθήματος.

Κάθε αλλαγή στο progress αποθηκεύεται άμεσα στο localStorage και αποστέλλεται το event progressUpdated που ενημερώνει δυναμικά τη διεπαφή μέσω της applyLocks().

5.4 Γλωσσάριο

Το Γλωσσάριο υλοποιείται στο αρχείο data/glos.html και περιέχει έντεκα βασικούς ηλεκτρολογικούς όρους με αναλυτικές επεξηγήσεις, παραδείγματα και εικόνες.

Η λειτουργία αναζήτησης πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο κατά την πληκτρολόγηση, με highlight των αποτελεσμάτων στο κείμενο. Η πλοήγηση υποστηρίζεται και με πληκτρολόγιο μέσω των πλήκτρων βέλους. Παρέχεται επίσης δυνατότητα εμφάνισης όλων των όρων μαζί και αντιγραφής του περιεχομένου.

Κατά τη φόρτωση της σελίδας καλείται αυτόματα η συνάρτηση unlockGlossary() από το learningFlow.js, η οποία σημειώνει το γλωσσάριο ως επισκεφθέν και ξεκλειδώνει το πρώτο βίντεο. Η ενέργεια αυτή πραγματοποιείται μόνο την πρώτη φορά, συνοδευόμενη από toast notification που ενημερώνει τον χρήστη για το ξεκλείδωμα των βίντεο.

5.5 Εκπαιδευτικά βίντεο

Η ενότητα των εκπαιδευτικών βίντεο υλοποιείται στο αρχείο data/videos.html και περιλαμβάνει εννέα βίντεο που καλύπτουν τις βασικές ηλεκτρολογικές συνδεσμολογίες.

Κάθε βίντεο παρουσιάζεται ως μια κάρτα που περιέχει μια μικογραφία (thumbnail), τίτλο, σύντομη περιγραφή, σύνδεσμο παρακολούθησης στο YouTube και κουμπί "Ολοκλήρωση". Κλειδωμένα βίντεο εμφανίζονται με μειωμένη διαφάνεια και το κουμπί τους εμφανίζει "🔒 Κλειδωμένο". Ολοκληρωμένα βίντεο εμφανίζουν "✓ Ολοκληρώθηκε" με απενεργοποιημένο κουμπί.

Το πάτημα του κουμπιού "Ολοκλήρωση" καλεί τη συνάρτηση markVideoCompleted(id), η οποία ελέγχει αν το βίντεο είναι ξεκλειδωμένο και μη ολοκληρωμένο, ενημερώνει το progress και ξεκλειδώνει το επόμενο βίντεο. Η σελίδα διαθέτει επίσης progress bar που εμφανίζει τον αριθμό των ολοκληρωμένων βίντεο (X/9) και δυνατότητα εναλλαγής μεταξύ Grid και List view.

Πίνακας 5.2 – Εκπαιδευτικά Βίντεο

Βίντεο	**Θέμα**
1	Βασικό Ηλεκτρικό Κύκλωμα
2	Απλός Διακόπτης Φωτισμού
3	Διακόπτης-Κομιτατέρ
4	Αλερετούρ Μέρος 1ο
5	Αλερετούρ Μέρος 2ο
6	Κύκλωμα Πρίζας

7	Πρίζα + Απλός Διακόπτης
8	Ασφάλειες & Προστασία
9	Ηλεκτρικός Πίνακας Κατοικίας

5.6 Σενάρια προσομοίωσης

Τα σενάρια προσομοίωσης αποτελούν το πιο διαδραστικό υποσύστημα της εφαρμογής. Υλοποιούνται σε εννέα ξεχωριστά αρχεία HTML στον φάκελο scenarios/ και ξεκλειδώνονται σειριακά μετά την ολοκλήρωση των Προχωρημένων Ασκήσεων.

Κάθε σενάριο προσομοιώνει μια διαφορετική βλάβη σε οικιακό ηλεκτρολογικό κύκλωμα. Ο τύπος αλληλεπίδρασης διαφέρει ανάλογα με το σενάριο. Σενάρια αντικατάστασης εξαρτήματος, όπως η Καμένη Λάμπα και η Αστοχία Λάμπας, απαιτούν από τον χρήστη να πατήσει ένα κουμπί αντικατάστασης που αλλάζει οπτικά την κατάσταση του εξαρτήματος. Σενάρια διαδραστικής συνδεσμολογίας, όπως το Πρόβλημα Καλωδίωσης και η Συνδεσμολογία Πρίζας, απαιτούν από τον χρήστη να συνδέσει τους κόμβους του κυκλώματος με το σωστό τρόπο μέσω SVG διαγράμματος. Σενάρια διάγνωσης και επαναφοράς, όπως η Πτώση Αυτόματης Ασφάλειας και το Βραχυκύκλωμα, απαιτούν από τον χρήστη να εκτελέσει μια σειρά ενεργειών για τη διάγνωση και αποκατάσταση της βλάβης.

Σε όλα τα σενάρια, μετά την επιτυχή ολοκλήρωση εμφανίζεται το κουμπί "✓ Ολοκλήρωση Σεναρίου", το πάτημα του οποίου καλεί τη συνάρτηση completeHomeworkStep(key) που ενημερώνει το progress και ξεκλειδώνει το επόμενο σενάριο.

Πίνακας 5.3 – Σενάρια προσομοίωσης

Σενάριο	**Τύπος αλληλεπίδρασης**
Καμένη Λάμπα	Αντικατάσταση εξαρτήματος
Πρόβλημα Καλωδίωσης	Διαδραστική συνδεσμολογία SVG
Αστοχία Λάμπας	Αντικατάσταση εξαρτήματος
Ελαττωματικός Διακόπτης	Αποσύνδεση και αντικατάσταση
Συνδεσμολογία Πρίζας	Διαδραστική συνδεσμολογία SVG
Πτώση Αυτόματης Ασφάλειας	Διάγνωση και επαναφορά
Βραχυκύκλωμα	Απομόνωση και αποκατάσταση βλάβης
Απουσία Γείωσης	Προσθήκη γείωσης
Υπερθέρμανση Πρίζας	Πολλαπλά βήματα επίλυσης

5.7 Ασκησιολόγιο

Το Ασκησιολόγιο υλοποιείται στον φάκελο homework/ και περιλαμβάνει δύο ενότητες ασκήσεων που ξεκλειδώνονται σειριακά.

Οι Βασικές Ασκήσεις (basic.html) περιλαμβάνουν δέκα ερωτήσεις διαφόρων τύπων που καλύπτουν βασικές ηλεκτρολογικές έννοιες. Μετά την ολοκλήρωσή τους με 100% στο Exam Mode ξεκλειδώνονται οι Προχωρημένες Ασκήσεις.

Οι Προχωρημένες Ασκήσεις (advanced.html) περιλαμβάνουν ερωτήσεις υψηλότερης δυσκολίας που καλύπτουν σύνθετες συνδεσμολογίες και διάγνωση βλαβών. Μετά την ολοκλήρωσή τους με 100% στο Exam Mode ξεκλειδώνονται τα Σενάρια Προσομοίωσης.

Ο μηχανισμός αξιολόγησης υπολογίζει τη βαθμολογία λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο κάθε ερώτησης. Για ερωτήσεις MCQ κάθε σωστή απάντηση αξίζει ένα ολόκληρο μόριο. Για ερωτήσεις Σωστό/Λάθος, συμπλήρωσης κενών και αντιστοίχισης υπολογίζεται το ποσοστό σωστών επιμέρους απαντήσεων, εξασφαλίζοντας δίκαιη βαθμολόγηση ανεξάρτητα από τον τύπο ερώτησης.

Το σύστημα ανασκόπησης (Review) εμφανίζει μετά την ολοκλήρωση της άσκησης όλες τις ερωτήσεις σε κάρτες με οπτική ένδειξη σωστών και λανθασμένων απαντήσεων (πράσινο/κόκκινο) και επεξήγηση για κάθε ερώτηση όπου αυτή είναι διαθέσιμη.

5.8 Quiz

Το σύστημα Quiz υλοποιείται στον φάκελο homework/ και ξεκλειδώνεται μετά την ολοκλήρωση όλων των σεναρίων. Αποτελείται από πέντε ενότητες που ξεκλειδώνονται σειριακά, απαιτώντας 100% βαθμολογία στο Exam Mode για τη μετάβαση στην επόμενη.

Κάθε ενότητα quiz καλύπτει διαφορετικό θεματικό πεδίο. Η Ενότητα 1 καλύπτει εισαγωγικές έννοιες ηλεκτρολογίας. Η Ενότητα 2 καλύπτει βασικά κυκλώματα. Η Ενότητα 3 καλύπτει συνδεσμολογίες. Η Ενότητα 4 καλύπτει ασφάλεια και βλάβες. Η Ενότητα 5 είναι Τυχαίο Quiz με 40 ερωτήσεις από όλες τις ενότητες.

Η ολοκλήρωση της τελευταίας ενότητας (Τυχαίο Quiz) με 100% αποτελεί το τελικό βήμα του Learning Flow και συνοδεύεται από μήνυμα επιτυχίας.

5.9 Forum

Το Forum υλοποιείται στον φάκελο forum/ και αποτελείται από μια κεντρική σελίδα (forum.html) και τέσσερις κατηγορίες συζητήσεων: Ερωτήσεις Μαθητών, Σενάρια Βλαβών, Ασκήσεις & Homework και Ιδέες & Προτάσεις.

Κάθε κατηγορία forum υλοποιεί πλήρη λειτουργικότητα αναρτήσεις (threads). Οι χρήστες μπορούν να δημιουργούν νέες αναρτήσεις μέσω modal φόρμας, να απαντούν σε υπάρχουσες αναρτήσεις και να επεξεργάζονται ή να διαγράφουν τις δικές τους αναρτήσεις. Ο διαχειριστής μπορεί να επεξεργαστεί ή να διαγράψει οποιαδήποτε ανάρτηση.

Τα δεδομένα κάθε κατηγορίας αποθηκεύονται στο localStorage με ξεχωριστά κλειδιά (threads_theory, threads_scenarios, threads_homework, threads_ideas). Κάθε thread αποθηκεύεται με μοναδικό id βάσει timestamp, username δημιουργού και πίνακα απαντήσεων.

Η κεντρική σελίδα Forum εμφανίζει τον αριθμό αναρτήσεων κάθε κατηγορίας, ενώ κάθε ανάρτηση εμφανίζει timestamp δημιουργίας σε μορφή ελληνικής τοπικής ώρας.

5.10 Admin Panel

Το Admin Panel υλοποιείται στο αρχείο admin.html και είναι προσβάσιμο αποκλειστικά από χρήστες με ρόλο admin μέσω κουμπιού "Admin Panel" στο header.

Κατά τη φόρτωση της σελίδας εκτελείται έλεγχος του ρόλου χρήστη από το localStorage. Αν ο χρήστης δεν είναι admin, ανακατευθύνεται αυτόματα στην αρχική σελίδα.

Το panel φορτώνει δυναμικά τα δεδομένα όλων των χρηστών από το localStorage και τα παρουσιάζει σε δύο επίπεδα. Η Summary Bar στην κορυφή εμφανίζει συνολικά στατιστικά. Οι User Cards εμφανίζουν αναλυτική πρόοδο κάθε μαθητή με progress bar, checklist βίντεο και ξεκλειδωμένων ενοτήτων.

Το κουμπί "Reset Προόδου" διαγράφει το αντίστοιχο κλειδί localStorage του χρήστη μετά από επιβεβαίωση, επαναφέροντας την πρόοδό του στην αρχική κατάσταση. Το κουμπί "Ξεκλείδωμα Όλων" δημιουργεί ένα progress object με όλες τις τιμές true και το αποθηκεύει στο localStorage του χρήστη, δίνοντάς του άμεση πρόσβαση σε όλο το περιεχόμενο.

5.11 Toast Notifications και Progress Bar

Το σύστημα toast notifications υλοποιείται στο learningFlow.js μέσω της συνάρτησης showToast(message). Κάθε toast εμφανίζεται στην κάτω δεξιά γωνία της οθόνης με animation εισόδου και εξόδου, παραμένει ορατό για 3 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια εξαφανίζεται αυτόματα. Πολλαπλά toasts μπορούν να εμφανίζονται ταυτόχρονα και στοιβάζονται κατακόρυφα.

Το progress bar της κεντρικής σελίδας υπολογίζεται μέσω της συνάρτησης getProgressPercent() η οποία ελέγχει έντεκα βήματα του κύριου Learning Flow και επιστρέφει το ποσοστό ολοκλήρωσης. Παράλληλα, η συνάρτηση getNextStep() αναλύει την τρέχουσα κατάσταση προόδου και επιστρέφει το επόμενο βήμα που πρέπει να ακολουθήσει ο χρήστης, εμφανίζοντάς το στο "Συνέχισε από εκεί που έμεινες" box.

6ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

6.1 Μεθοδολογία δοκιμών

Η αξιολόγηση της εφαρμογής υλοποιήθηκε μέσω μιας σειράς λειτουργικών δοκιμών με στόχο την επιβεβαίωση της ορθής λειτουργίας όλων των βασικών υποσυστημάτων. Οι δοκιμές εκτελέστηκαν σε πραγματικό περιβάλλον χρήσης, χωρίς τη χρήση αυτοματοποιημένων εργαλείων testing, καθώς η φύση της εφαρμογής (client-side, browser-based) καθιστά τις χειροκίνητες δοκιμές πιο αντιπροσωπευτικές της πραγματικής εμπειρίας χρήστη.

Οι δοκιμές οργανώθηκαν σε έξι κατηγορίες που αντιστοιχούν στα κύρια υποσυστήματα της εφαρμογής. Για κάθε δοκιμή καταγράφηκαν το σενάριο ελέγχου, η αναμενόμενη συμπεριφορά και το πραγματικό αποτέλεσμα.

Οι δοκιμές εκτελέστηκαν με τρεις διαφορετικούς λογαριασμούς (admin, user1, user2) ώστε να επαληθευτεί η ορθή λειτουργία του συστήματος ρόλων. Επιπλέον, δοκιμάστηκε η συμπεριφορά της εφαρμογής σε κατάσταση guest, μετά από clearStorage και μετά από επαναφόρτωση του φυλλομετρητή.

6.2 Δοκιμές συστήματος αναγνώρισης χρηστών

Η 1η κατηγορία δοκιμών αφορούσε τον μηχανισμό σύνδεσης και διαχείρισης ρόλων.

Πίνακας 6.1 – Σενάρια Δοκιμών Authentication

Σενάριο	**Αναμενόμενο αποτέλεσμα**	**Αποτέλεσμα**
Σύνδεση με σωστά στοιχεία (admin)	Ανακατεύθυνση στο index, εμφάνιση Admin Panel	Επιτυχής
Σύνδεση με σωστά στοιχεία (user)	Ανακατεύθυνση στο index, Learning Flow ενεργό	Επιτυχής
Σύνδεση με λανθασμένα στοιχεία	Εμφάνιση μηνύματος σφάλματος	Επιτυχής
Πρόσβαση ως Guest	Μόνο Info κουμπί ενεργό	Επιτυχής
Αποσύνδεση	Διαγραφή localStorage, ανακατεύθυνση login	Επιτυχής
Επαναφόρτωση σελίδας μετά την σύνδεση	Διατήρηση κατάστασης σύνδεσης	Επιτυχής
Πρόσβαση χωρίς σύνδεση	Ανακατεύθυνση στο login	Επιτυχής

6.3 Δοκιμές Learning Flow

Η 2η κατηγορία δοκιμών αφορούσε τη σειριακή ροή μάθησης και το σύστημα ξεκλειδώματος.

Πίνακας 6.2 – Δοκιμές Learning Flow

Σενάριο	**Αναμενόμενο αποτέλεσμα**	**Αποτέλεσμα**
Νέος χρήστης – αρχική κατάσταση	Μόνο Info ενεργό, όλα κλειδωμένα	Επιτυχής
Κλείσιμο Info modal	Toast + ξεκλείδωμα Γλωσσαρίου	Επιτυχής
Επίσκεψη Γλωσσαρίου	Toast + ξεκλείδωμα Video 1	Επιτυχής
Ολοκλήρωση Video 1	Toast + ξεκλείδωμα Video 2	Επιτυχής
Ολοκλήρωση Video 9	Toast + ξεκλείδωμα Homework/Forum/Υλικό	Επιτυχής
Progress bar ενημέρωση	Άμεση ενημέρωση ποσοστού	Επιτυχής
"Συνέχισε από εκεί που έμεινες"	Εμφάνιση σωστού επόμενου βήματος	Επιτυχής
Επαναφόρτωση — διατήρηση προόδου	Πρόοδος διατηρείται από localStorage	Επιτυχής
Admin — πρόσβαση σε όλα	Όλα ξεκλειδωμένα χωρίς προϋποθέσεις	Επιτυχής

6.4 Δοκιμές Ασκησολόγιου και Quiz

Η 3η κατηγορία δοκιμών αφορούσε το σύστημα αξιολόγησης.

Πίνακας 6.3 – Δοκιμές Ασκησιολογίου

Σενάριο	**Αναμενόμενο Αποτέλεσμα**	**Αποτέλεσμα**
Practice mode — λανθασμένη απάντηση	Επισήμανση λάθους, μη προχώρηση	Επιτυχής
Practice mode — σωστή απάντηση	Επισήμανση σωστού, προχώρηση	Επιτυχής
Exam mode — χρονόμετρο	Αντίστροφη μέτρηση 10 λεπτών	Επιτυχής
Exam mode — shuffle ερωτήσεων	Τυχαία σειρά σε κάθε εκτέλεση	Επιτυχής
Exam mode — 100% βαθμολογία	Ξεκλείδωμα επόμενης ενότητας + toast	Επιτυχής
Exam mode — κάτω από 100%	Χωρίς ξεκλείδωμα, επιστροφή	Επιτυχής
Review mode — εμφάνιση επεξηγήσεων	Κάρτες με σωστές/λανθασμένες απαντήσεις	Επιτυχής

Quiz — σειριακό ξεκλείδωμα ενοτήτων	Ενότητα 2 κλειδωμένη έως 100% Ενότητας 1	Επιτυχής
Τυχαίο Quiz — 40 ερωτήσεις	Τυχαία επιλογή από όλες τις ενότητες	Επιτυχής

6.5 Δοκιμές σεναρίων προσομοίωσης

Η 4η κατηγορία δοκιμών αφορούσε τα διαδραστικά σενάρια βλαβών.

Πίνακας 6.4 – Δοκιμές Σεναρίων

Σενάριο	**Αναμενόμενο Αποτέλεσμα**	**Αποτέλεσμα**
Κλειδωμένο σενάριο — κλικ	Toast "Κλειδωμένο", χωρίς πλοήγηση	Επιτυχής
Καμένη Λάμπα — αντικατάσταση	Αλλαγή εικόνας λάμπας, εμφάνιση κουμπιού ολοκλήρωσης	Επιτυχής
Καλωδίωση — λανθασμένη σύνδεση	Μήνυμα σφάλματος, χωρίς ολοκλήρωση	Επιτυχής
Καλωδίωση — σωστή σύνδεση	Ανάψιμο λάμπας, εμφάνιση κουμπιού ολοκλήρωσης	Επιτυχής
Ολοκλήρωση σεναρίου	Toast + ξεκλείδωμα επόμενου + επιστροφή	Επιτυχής
Σενάριο ήδη ολοκληρωμένο	Κουμπί εμφανίζει "✓ Ολοκληρωμένο"	Επιτυχής

6.6 Δοκιμές Forum

Η 5η κατηγορία δοκιμών αφορούσε τη λειτουργικότητα του Forum.

Πίνακας 6.5 – Δοκιμές Forum

Σενάριο	**Αναμενόμενο αποτέλεσμα**	**Αποτέλεσμα**
Δημιουργία ανάρτησης (user)	Αποθήκευση και εμφάνιση με timestamp	Επιτυχής
Απάντηση σε ανάρτηση	Εμφάνιση απάντησης κάτω από thread	Επιτυχής
Επεξεργασία δικής του ανάρτησης (user)	Ενημέρωση περιεχομένου	Επιτυχής
Διαγραφή ξένης ανάρτησης (user)	Απαγόρευση με μήνυμα	Επιτυχής
Διαγραφή οποιασδήποτε ανάρτησης (admin)	Επιτυχής διαγραφή	Επιτυχής
Guest — νέα ανάρτηση	Κουμπί αόρατο, απαγόρευση	Επιτυχής

Εμφάνιση αριθμού αναρτήσεων	Σωστός αριθμός ανά κατηγορία	Επιτυχής

6.7 Δοκιμές Admin Panel

Η 6η κατηγορία δοκιμών αφορούσε τις λειτουργίες διαχείρισης

Πίνακας 6.6 – Δοκιμές Admin Panel

Σενάριο	**Αναμενόμενο αποτέλεσμα**	**Αποτέλεσμα**
Πρόσβαση ως admin	Εμφάνιση Panel με στατιστικά	Επιτυχής
Πρόσβαση ως user	Ανακατεύθυνση στο index	Επιτυχής
Reset προόδου χρήστη	Διαγραφή progress, επαναφορά αρχικής κατάστασης	Επιτυχής
Ξεκλείδωμα όλων	Άμεση πρόσβαση σε όλο το περιεχόμενο	Επιτυχής
Εμφάνιση progress bar ανά χρήστη	Σωστό ποσοστό βάσει localStorage	Επιτυχής
Summary bar στατιστικά	Σωστοί αριθμοί χρηστών και μέση πρόοδος	Επιτυχής

6.8 Συνολική αξιολόγηση

Η εκτέλεση των δοκιμών έδειξε ότι το λογισμικό ικανοποιεί τις λειτουργικές απαιτήσεις που ελέγχθηκαν. Στα καταγεγραμμένα σενάρια, τα αναμενόμενα αποτελέσματα επιβεβαιώθηκαν χωρίς να εντοπιστούν λειτουργικά σφάλματα.

Ιδιαίτερα θετικά στοιχεία αποτέλεσαν η ομαλή λειτουργία του συστήματος Learning Flow με την ορθή αλυσίδα ξεκλειδωμάτων, η άμεση απόκριση των toast notifications, η σωστή διατήρηση της προόδου μεταξύ συνεδριών, ο επιτυχής διαχωρισμός δικαιωμάτων ανά ρόλο και η ορθή λειτουργία όλων των τύπων ερωτήσεων στο σύστημα αξιολόγησης.

Κατά τη διάρκεια των συγκεκριμένων δοκιμών δεν παρατηρήθηκαν απώλειες δεδομένων ή ασυμβατότητες στους φυλλομετρητές που εξετάστηκαν. Το αποτέλεσμα αυτό αφορά αποκλειστικά το συγκεκριμένο σύνολο δοκιμών και δεν συνιστά πλήρη πιστοποίηση συμβατότητας ή αξιοπιστίας.

Πίνακας 6.7 – Συνοπτική αξιολόγηση

Κριτήριο	**Αξιολόγηση**
Λειτουργικότητα Learning Flow	Πολύ καλή
Σύστημα αξιολόγησης	Πολύ καλή
Διαδραστικά σενάρια	Πολύ καλή
Διαχείριση ρόλων	Πολύ καλή
Ευχρηστία διεπαφής	Ικανοποιητική

Απόδοση browser	Πολύ καλή
Σταθερότητα δεδομένων	Πολύ καλή
Συμβατότητα φυλλομετρητών	Ικανοποιητική
Εκπαιδευτική καταλληλότητα	Μη αξιολογήσιμη

6.9 Περιορισμοί

Παρότι η εφαρμογή καλύπτει τους βασικούς εκπαιδευτικούς στόχους, η αποκλειστικά client-side αρχιτεκτονική της επιβάλλει ορισμένους περιορισμούς που αξίζει να αναφερθούν.

Πρώτα από όλα, η απουσία κεντρικού εξυπηρετητή σημαίνει ότι τα δεδομένα δεν συγχρονίζονται μεταξύ διαφορετικών συσκευών ή φυλλομετρητών. Ο χρήστης που ξεκινά την εφαρμογή σε υπολογιστή δεν μπορεί να συνεχίσει από κινητό τηλέφωνο.

Επιπλέον, η αποθήκευση μέσω localStorage υπόκειται στους περιορισμούς χωρητικότητας που επιβάλλει ο εκάστοτε φυλλομετρητής, συνήθως 5-10 MB. Σε περίπτωση μεγάλου όγκου δεδομένων forum ή υλικού μαθήματος, αυτός ο περιορισμός μπορεί να γίνει ανασταλτικός παράγοντας.

Ακόμη, τα διαπιστευτήρια χρηστών (username και password) αποθηκεύονται ως plaintext στον κώδικα JavaScript, γεγονός που δεν επιτρέπει τη χρήση της εφαρμογής σε περιβάλλοντα που απαιτούν υψηλά επίπεδα ασφάλειας.

Φυσικά, η εφαρμογή δεν υποστηρίζει ταυτόχρονη χρήση από πολλαπλούς χρήστες στο ίδιο μηχάνημα, καθώς το localStorage είναι κοινό για όλους τους χρήστες του ίδιου φυλλομετρητή αν και αυτό αντιμετωπίζεται εν μέρει με τη χρήση username-specific κλειδιών.

Τέλος, η παρούσα αξιολόγηση περιορίστηκε σε λειτουργικές δοκιμές από τον δημιουργό της εφαρμογής. Δεν πραγματοποιήθηκε μελέτη χρηστικότητας με αντιπροσωπευτικούς χρήστες ούτε πειραματική μέτρηση μαθησιακών αποτελεσμάτων. Συνεπώς, συμπεράσματα σχετικά με την ευχρηστία, τη μαθησιακή αποτελεσματικότητα και την αποδοχή της εφαρμογής θα πρέπει να τεκμηριωθούν σε μελλοντική έρευνα με συμμετέχοντες.

7ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

7.1 Τι επιτεύχθηκε

Στο πλαίσιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αναπτύχθηκε μια ολοκληρωμένη εκπαιδευτική διαδικτυακή εφαρμογή με την ονομασία ElectricLab, η οποία λειτουργεί αποκλειστικά στην πλευρά του χρήστη αξιοποιώντας σύγχρονες τεχνολογίες του Παγκόσμιου Ιστού. Η εφαρμογή υλοποιεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα εκπαίδευσης στις βασικές έννοιες και συνδεσμολογίες οικιακών ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων, συνδυάζοντας θεωρητικό υπόβαθρο, εκπαιδευτικά βίντεο, διαδραστικά σενάρια προσομοίωσης και σύστημα αξιολόγησης.

Ο βασικός στόχος της εργασίας, που ήταν η δημιουργία μιας λειτουργικής εκπαιδευτικής πλατφόρμας χωρίς εξάρτηση από εξωτερικό διακομιστή, επιτεύχθηκε πλήρως. Η εφαρμογή μπορεί να εκτελεστεί σε οποιονδήποτε σύγχρονο φυλλομετρητή χωρίς εγκατάσταση πρόσθετου λογισμικού, καθιστώντας τη διαθέσιμη σε ευρύ φάσμα χρηστών και συσκευών.

Ειδικότερα, τα επιμέρους επιτεύγματα της εργασίας συνοψίζονται ως εξής. Αναπτύχθηκε ένα πρωτότυπο σύστημα Learning Flow που υλοποιεί σειριακή εκπαιδευτική ροή με αυτόματο ξεκλείδωμα περιεχομένου, ενισχύοντας τη δομημένη πορεία μάθησης. Υλοποιήθηκαν εννέα διαδραστικά σενάρια προσομοίωσης βλαβών που επιτρέπουν στον εκπαιδευόμενο να εξασκηθεί σε πραγματιστικές καταστάσεις χωρίς κίνδυνο. Αναπτύχθηκε σύστημα αξιολόγησης με Practice και Exam mode, τέσσερις τύπους ερωτήσεων και σύστημα review με επεξηγήσεις. Υλοποιήθηκε σύστημα διαχείρισης χρηστών με τρεις ρόλους και Admin Panel για παρακολούθηση της προόδου των μαθητών. Δημιουργήθηκε ένα ολοκληρωμένο Γλωσσάριο ηλεκτρολογικών όρων με δυνατότητα αναζήτησης σε πραγματικό χρόνο. Αναπτύχθηκε σύστημα Forum με τέσσερις κατηγορίες συζητήσεων και πλήρη διαχείριση αναρτήσεων.

Η διαδικασία υλοποίησης συνέβαλε στην ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων σχεδίασης και υλοποίησης διαδικτυακών εφαρμογών, στη διαχείριση κατάστασης εφαρμογής χωρίς backend υποδομή, καθώς και στην κατανόηση των αρχών σχεδίασης διαδραστικών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων.

7.2 Σύγκριση με αρχικούς στόχους

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται συστηματική σύγκριση μεταξύ των αρχικών στόχων της εργασίας και του βαθμού επίτευξής τους.

Πίνακας 7.1 – Βαθμός επίτευξης στόχων

Στόχος	**Βαθμός Επίτευξης**
Σειριακή ροή μάθησης (Learning Flow)	Πλήρης
Διαδραστικά σενάρια προσομοίωσης	Πλήρης
Σύστημα αξιολόγησης (ασκήσεις/quiz)	Πλήρης
Διαχείριση χρηστών και ρόλων	Πλήρης
Παρακολούθηση προόδου (Admin Panel)	Πλήρης
Γλωσσάριο με αναζήτηση	Πλήρης
Forum επικοινωνίας	Πλήρης

Λειτουργία χωρίς backend	Πλήρης
Responsive σχεδίαση	Πλήρης
Toast notifications & progress bar	Πλήρης

7.3 Μελλοντικές βελτιώσεις

Η εφαρμογή ElectricLab μπορεί να αποτελέσει τη βάση για περαιτέρω ανάπτυξη και επέκταση σε ένα πληρέστερο σύστημα ηλεκτρονικής μάθησης. Οι προτεινόμενες κατευθύνσεις μελλοντικής εξέλιξης οργανώνονται σε τρεις κατηγορίες.

Τεχνολογικές βελτιώσεις [10]:

Η πιο σημαντική μελλοντική επέκταση αφορά την ενσωμάτωση backend αρχιτεκτονικής με βάση δεδομένων, όπως Node.js και MongoDB ή PHP και MySQL. Αυτό θα επιτρέψει την κεντρική αποθήκευση δεδομένων, τον συγχρονισμό προόδου μεταξύ συσκευών, την ασφαλή πιστοποίηση χρηστών και την υποστήριξη πολλαπλών ταυτόχρονων χρηστών. Επιπλέον, η ενσωμάτωση cloud storage θα επιτρέψει την αποθήκευση αρχείων εκτός localStorage, άρνηση των περιορισμών χωρητικότητας του browser.

Εκπαιδευτικές βελτιώσεις [10] [17]:

Προτείνεται η προσθήκη περισσότερων σεναρίων προσομοίωσης που να καλύπτουν τριφασικά κυκλώματα, πίνακες διανομής και εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η ανάπτυξη δυναμικού μηχανισμού δημιουργίας ερωτήσεων από τον εκπαιδευτικό θα αυξήσει σημαντικά την ευελιξία του συστήματος αξιολόγησης. Επίσης, η ενσωμάτωση πιστοποιητικών ολοκλήρωσης που εκδίδονται αυτόματα μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του Learning Flow θα ενίσχυε τη δέσμευση των εκπαιδευόμενων.

Βελτιώσεις εμπειρίας χρήστη UX [10]:

Η αναβάθμιση της προσβασιμότητας σύμφωνα με τα πρότυπα WCAG 2.1 θα καθιστούσε την εφαρμογή προσβάσιμη σε χρήστες με αναπηρίες. Η ανάπτυξη native mobile εφαρμογής για iOS και Android θα επέκτεινε την προσβασιμότητα της πλατφόρμας. Τέλος, η προσθήκη πολύγλωσσης υποστήριξης θα επέτρεπε τη χρήση της εφαρμογής από μη ελληνόφωνους χρήστες.

7.4 Τελικό συμπέρασμα

Η παρούσα εργασία κατέδειξε ότι είναι εφικτή η ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης εκπαιδευτικής πλατφόρμας αποκλειστικά με τεχνολογίες client-side, χωρίς την ανάγκη εξωτερικής υποδομής. Η εφαρμογή ElectricLab αποτελεί ένα λειτουργικό και αποτελεσματικό εκπαιδευτικό εργαλείο που μπορεί να αξιοποιηθεί σε εργαστηριακά ή εξ αποστάσεως εκπαιδευτικά περιβάλλοντα μικρής κλίμακας.

Το σύστημα Learning Flow που αναπτύχθηκε αποτελεί μια πρωτότυπη υλοποίηση δομημένης εκπαιδευτικής ροής σε client-side περιβάλλον, επιδεικνύοντας ότι η παιχνιδοποίηση (gamification) και η σειριακή πρόοδος μπορούν να υλοποιηθούν αποτελεσματικά χωρίς backend

υποδομή. Η συνδυαστική προσέγγιση θεωρίας, βίντεο, διαδραστικής προσομοίωσης και αξιολόγησης δημιουργεί μια πλούσια εκπαιδευτική εμπειρία που καλύπτει διαφορετικά μαθησιακά στυλ.

Συνολικά, η εργασία συνέβαλε τόσο στην ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων σχεδίασης και υλοποίησης web εφαρμογών, όσο και στην κατανόηση των προκλήσεων και δυνατοτήτων που προσφέρει η client-side ανάπτυξη στον τομέα της ηλεκτρονικής μάθησης.

Αναφορές

[1] M. Allen, *Michael Allen's Guide to e-Learning: Building Interactive, Fun, and Effective Learning Programs for Any Company*, 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2016.

[2] W. Rice, *Moodle E-Learning Course Development: A Complete Guide to Successful Learning Using Moodle*, 3rd ed. Birmingham, UK: Packt Publishing, 2015.

[3] D. Flanagan, *JavaScript: The Definitive Guide*, 7th ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2020.

[4] J. Duckett, *HTML and CSS: Design and Build Websites*. Indianapolis, IN: Wiley, 2011.

[5] J. Duckett, *JavaScript and jQuery: Interactive Front-End Web Development*. Indianapolis, IN: Wiley, 2014.

[6] Mozilla Developer Network (MDN), "Web Storage API," MDN Web Docs, 2024. [Online]. Available: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Web_Storage_API. [Accessed: Aug. 2026].

[7] Mozilla Developer Network (MDN), "JavaScript Reference," MDN Web Docs, 2024. [Online]. Available: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript. [Accessed: Aug. 2026].

[8] Mozilla Developer Network (MDN), "HTML: HyperText Markup Language," MDN Web Docs, 2024. [Online]. Available: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML. [Accessed: Aug. 2026].

[9] Mozilla Developer Network (MDN), "CSS: Cascading Style Sheets," MDN Web Docs, 2024. [Online]. Available: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/CSS. [Accessed: Aug. 2026].

[10] W3C, "Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1," World Wide Web Consortium, 2018. [Online]. Available: https://www.w3.org/TR/WCAG21/. [Accessed: Aug. 2026].

[11] Wikipedia, "Ηλεκτρικό κύκλωμα," Βικιπαίδεια, 2024. [Online]. Available: https://el.wikipedia.org/wiki/Ηλεκτρικό_κύκλωμα. [Accessed: Aug. 2026].

[12] Wikipedia, "Learning Management System," Wikipedia, 2024. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Learning_management_system. [Accessed: Aug. 2026].

[13] Wikipedia, "Εναλλασσόμενο ρεύμα," Βικιπαίδεια, 2024. [Online]. Available: https://el.wikipedia.org/wiki/Εναλλασσόμενο_ρεύμα. [Accessed: Aug. 2026].

[14] Moodle, "Moodle Documentation," Moodle.org, 2024. [Online]. Available: https://docs.moodle.org. [Accessed: Aug. 2026].

[15] E. Freeman and E. Robson, *Head First HTML and CSS*, 2nd ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2012.

[16] N. C. Zakas, *Professional JavaScript for Web Developers*, 4th ed. Indianapolis, IN: Wiley, 2019.

[17] A. Stolarski, "Gamification in E-Learning: Why It Works and How to Implement It," *eLearning Industry*, 2022. [Online]. Available: https://elearningindustry.com/gamification-in-elearning. [Accessed: Aug. 2026].

[18] Wikipedia, "Responsive web design," Wikipedia, 2024. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Responsive_web_design. [Accessed: Aug. 2026].

[19] ΕΛΟΤ, *ΕΛΟΤ HD 384: Απαιτήσεις για ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις*, Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης, Αθήνα, 2004.

[20] Visual Studio Code, "Visual Studio Code Documentation," Microsoft, 2024. [Online]. Available: https://code.visualstudio.com/docs. [Accessed: Aug. 2026].

Παραρτήματα

Παράρτημα Ι: ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Το παρόν παράρτημα περιέχει αναλυτικές οδηγίες χρήσης της εφαρμογής ElectricLab για κάθε κατηγορία χρήστη.

Ι.1 Εκκίνηση εφαρμογής

Η εφαρμογή δεν απαιτεί εγκατάσταση. Για την εκκίνησή της αρκεί το άνοιγμα του αρχείου login.html σε οποιονδήποτε σύγχρονο φυλλομετρητή (Google Chrome, Firefox, Brave). Δεν απαιτείται σύνδεση στο διαδίκτυο για τη λειτουργία της εφαρμογής.

ΙΙ.2 Διαθέσιμοι λογαριασμοί

Πίνακας Ι.1 – Λογαριασμοί δοκιμής

Username	**Password**	**Ρόλος**
admin	admin123	Διαχειριστής
user1	1234	Μαθητής
user2	1234	Μαθητής

Ι.3 Οδηγίες για τον μαθητή (User)

Ο μαθητής ακολουθεί τα παρακάτω βήματα για την ολοκλήρωση του μαθήματος:

Βήμα 1: Σύνδεση με τα στοιχεία λογαριασμού στη σελίδα login.

Βήμα 2: Πάτημα του κουμπιού "Info" στο header και ανάγνωση των πληροφοριών της εφαρμογής. Κλείσιμο του παραθύρου → ξεκλείδωμα Γλωσσαρίου.

Βήμα 3: Πάτημα του κουμπιού "Γλωσσάριο" και μελέτη των ηλεκτρολογικών όρων → ξεκλείδωμα Βίντεο.

Βήμα 4: Πάτημα του κουμπιού "Video Lessons" και παρακολούθηση κάθε βίντεο με τη σειρά. Πάτημα "Ολοκλήρωση" για κάθε βίντεο → ξεκλείδωμα επόμενου.

Βήμα 5: Μετά το 9ο βίντεο ξεκλειδώνονται ταυτόχρονα το Homework, το Forum και το Υλικό Μαθήματος.

Βήμα 6: Στο Homework, ολοκλήρωση Βασικών Ασκήσεων με 100% στο Exam Mode → ξεκλείδωμα Προχωρημένων.

Βήμα 7: Ολοκλήρωση Προχωρημένων Ασκήσεων με 100% → ξεκλείδωμα Σεναρίων.

Βήμα 8: Εκτέλεση και ολοκλήρωση κάθε σεναρίου με τη σειρά → ξεκλείδωμα Quiz.

I.4 Οδηγίες για τον διαχειριστή (Admin)

Ο διαχειριστής έχει πρόσβαση σε όλες τις ενότητες χωρίς περιορισμούς. Επιπλέον, έχει πρόσβαση στο Admin Panel μέσω του κουμπιού "Admin Panel" στο header, όπου μπορεί να παρακολουθεί την πρόοδο κάθε μαθητή, να κάνει reset της προόδου ή να ξεκλειδώσει όλο το περιεχόμενο για έναν μαθητή.

I.5 Οδηγίες για τον επισκέπτη (Guest)

Ο επισκέπτης μπορεί να προβάλει μόνο τις πληροφορίες της εφαρμογής μέσω του κουμπιού "Info". Για πρόσβαση στο εκπαιδευτικό υλικό απαιτείται σύνδεση με λογαριασμό χρήστη.

Παράρτημα ΙΙ: ΔΟΜΗ ΑΡΧΕΙΩΝ PROJECT

ekpaideutiki-efarmogi/

```
│
├── index.html          ← Κεντρική σελίδα
├── login.html          ← Σελίδα σύνδεσης
├── admin.html          ← Admin Panel
├── style.css           ← Global στυλ
├── auth.js             ← Σύστημα χρηστών
├── learningFlow.js     ← Learning Flow
├── script.js           ← Navigation
│
├── data/
│   ├── glos.html       ← Γλωσσάριο
│   └── videos.html     ← Βίντεο
```

```
│
├── scenarios/
│   ├── scenarios.html      ← Hub σεναρίων
│   ├── burned-lamp.html    ← Καμένη λάμπα
│   ├── wiring-fault.html   ← Πρόβλημα καλωδίωσης
│   ├── weak-lamp.html      ← Αστοχία λάμπας
│   ├── switch-fault.html   ← Ελαττωματικός διακόπτης
│   ├── socket.html         ← Συνδεσμολογία πρίζας
│   ├── breaker-trip.html   ← Πτώση ασφάλειας
│   ├── short-circuit.html  ← Βραχυκύκλωμα
│   ├── ground-fault.html   ← Απουσία γείωσης
│   └── overheated-socket.html ← Υπερθέρμανση πρίζας
│
├── homework/
│   ├── homework.html       ← Hub ασκησιολογίου
│   ├── basic.html          ← Βασικές ασκήσεις
│   ├── advanced.html       ← Προχωρημένες ασκήσεις
│   ├── quiz.html           ← Hub quiz
│   ├── 1st-exam.html       ← Quiz Ενότητα 1
│   ├── 2nd-exam.html       ← Quiz Ενότητα 2
│   ├── 3rd-exam.html       ← Quiz Ενότητα 3
│   ├── 4th-exam.html       ← Quiz Ενότητα 4
│   └── random-exam.html    ← Τυχαίο Quiz
│
├── forum/
```

```
│   ├── forum.html          ← Hub forum
│   ├── theory-forum.html   ← Forum Θεωρίας
│   ├── scenarios-forum.html ← Forum Σενάρια βλαβών
│   ├── homework-forum.html ← Forum Ασκήσεις & Homework
│   └── ideas-forum.html    ← Forum Ιδέες & Προτάσεις
│
├── material/
│   └── material.html       ← Υλικό μαθήματος
│
└── images/                 ← Εικόνες & assets
```

Παράρτημα ΙΙΙ: ΑΠΟΣΠΑΣΜΑΤΑ ΚΩΔΙΚΑ

ΙΙΙ.1 Σύστημα Learning Flow – Βασικές συναρτήσεις

Το αρχείο learningFlow.js αποτελεί τον πυρήνα του συστήματος. Παρακάτω παρουσιάζονται τα βασικά αποσπάσματα:

```
// Φόρτωση προόδου χρήστη από localStorage
function loadProgress() {
  const id = getUserId();
  const saved = safeParse(`progress_${id}`);
  if (!saved) {
    const fresh = createDefaultProgress();
    saveProgress(fresh);
    return fresh;
  }
  return {
```

```
    ...createDefaultProgress(),
    ...saved,
    videos: { ...createDefaultProgress().videos, ...saved.videos },
    unlocked: { ...createDefaultProgress().unlocked, ...saved.unlocked }
  };
}

// Ολοκλήρωση βίντεο και ξεκλείδωμα επόμενου
function completeVideo(videoId) {
  const progress = loadProgress();
  progress.videos[videoId] = true;

  const next = getNextVideo(videoId);
  if (next) {
    progress.unlocked[next] = true;
    showToast(`🔓 Ξεκλειδώθηκε το Βίντεο ${next.replace("video","")}`);
  } else {
    progress.unlocked.homework = true;
    progress.unlocked.forum = true;
    progress.unlocked.material = true;
    showToast("🎉 Ξεκλειδώθηκαν: Homework, Forum, Υλικό!");
  }
  saveProgress(progress);
  window.dispatchEvent(new Event("progressUpdated"));
}
```

ΙΙΙ.2 Σύστημα κλειδώματος κουμπιών

```
// Εφαρμογή locks στα κουμπιά του index.html
function applyLocks() {
  const mode = localStorage.getItem("mode");

  if (!mode || mode === "guest") {
    ["btnGlos","btnVideos","btnHomework",
     "btnForum","btnMaterial"].forEach(id => {
      const btn = document.getElementById(id);
      if (btn) lockBtn(btn);
    });
    return;
  }

  if (isAdminUser()) {
    ["btnGlos","btnVideos","btnHomework",
     "btnForum","btnMaterial"].forEach(id => {
      const btn = document.getElementById(id);
      if (btn) unlockBtn(btn);
    });
    return;
  }

  const progress = loadProgress();
```

```
  setBtn(document.getElementById("btnGlos"),
    progress.unlocked.glossary);
  setBtn(document.getElementById("btnVideos"),
    progress.unlocked.video1);
  setBtn(document.getElementById("btnHomework"),
    progress.unlocked.homework);
  setBtn(document.getElementById("btnForum"),
    progress.unlocked.forum);
  setBtn(document.getElementById("btnMaterial"),
    progress.unlocked.material);
}
```

III.3 Σύστημα Homework unlock

```
// Ολοκλήρωση βήματος ασκησιολογίου
function completeHomeworkStep(key) {
  const progress = loadHomeworkProgress();
  if (!progress.unlocked[key]) return;
  if (progress.completed[key]) return;

  progress.completed[key] = true;

  const index = HOMEWORK_ORDER.indexOf(key);
  if (index < HOMEWORK_ORDER.length - 1) {
    const next = HOMEWORK_ORDER[index + 1];
    progress.unlocked[next] = true;
    showToast(`🔓 Ξεκλειδώθηκε: ${getHomeworkLabel(next)}`);
```

```
  } else {
    showToast("🎉 Ολοκλήρωσες όλο το Ασκησιολόγιο!");
  }

  saveHomeworkProgress(progress);
  window.dispatchEvent(new Event("homeworkUpdated"));
}
```

III.4 Toast Notification

```
function showToast(message) {
  let container = document.getElementById("toastContainer");
  if (!container) {
    container = document.createElement("div");
    container.id = "toastContainer";
    container.style.cssText = `
      position: fixed; bottom: 24px; right: 24px;
      display: flex; flex-direction: column;
      gap: 10px; z-index: 9999;
    `;
    document.body.appendChild(container);
  }

  const toast = document.createElement("div");
  toast.style.cssText = `
    background: #1e1e2e; color: white;
    padding: 14px 20px; border-radius: 10px;
```

```
    opacity: 0; transform: translateY(12px);
    transition: opacity 0.3s ease, transform 0.3s ease;
    border-left: 4px solid #4ade80;
  `;
  toast.innerHTML = message;
  container.appendChild(toast);

  requestAnimationFrame(() => {
    toast.style.opacity = "1";
    toast.style.transform = "translateY(0)";
  });

  setTimeout(() => {
    toast.style.opacity = "0";
    setTimeout(() => toast.remove(), 300);
  }, 3000);
}
```