



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

**Μηχανική Λογισμικού
για Διαδικτυακές & Φορητές Εφαρμογές**

Διαδραστικός χάρτης διοδίων Ελλάδας.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χρήστος Ζέρβας (ΑΜ: ΜΟ13123004)

Επιβλέπων: <Φώτιος Κόκκορας, Επίκουρος Καθηγητής>

ΛΑΡΙΣΑ 2025

«Εγώ ο Χρήστος Ζέρβας, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα Πτυχιακή Εργασία με “Διαδραστικός χάρτης διοδίων Ελλάδας.” είναι δική μου και βεβαιώνω ότι:

- Σε όλες περιπτώσεις έχω συμβουλευτεί δημοσιευμένη εργασία τρίτων, αυτό επισημαίνεται με σχετική αναφορά στα επίμαχα σημεία.*
- Σε όλες περιπτώσεις μεταφέρω λόγια τρίτων, αυτό επισημαίνεται με σχετική αναφορά στα επίμαχα σημεία. Με εξαίρεση τέτοιες περιπτώσεις, το υπόλοιπο κείμενο της πτυχιακής αποτελεί δική μου δουλειά.*
- Αναφέρω ρητά όλες τις πηγές βοήθειας που χρησιμοποίησα.*
- Σε περιπτώσεις που τμήματα της παρούσας πτυχιακής έγιναν από κοινού με τρίτους, αναφέρω ρητά ποια είναι η δική μου συνεισφορά και ποια των τρίτων.*
- Γνωρίζω πως η λογοκλοπή αποτελεί σοβαρότατο παράπτωμα και είμαι ενήμερος(-η) για την επέλευση των νόμιμων συνεπειών»*

Χρήστος Ζέρβας

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

Τόπος:

Ημερομηνία:

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1.

2.

3.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο την ανάπτυξη μίας διαδραστικής διαδικτυακής εφαρμογής υπολογισμού του κόστους διοδίων και καυσίμων σε επιλεγμένες διαδρομές του οδικού δικτύου της Ελλάδας. Το εγχείρημα γεννήθηκε από την ανάγκη για μία εύχρηστη και λειτουργική πλατφόρμα που συγκεντρώνει πληροφορίες σχετικές με τα διόδια, δίνοντας στον χρήστη τη δυνατότητα να υπολογίσει το συνολικό κόστος μετακίνησης, ανάλογα με το όχημά του, την κατανάλωση καυσίμου, και την τρέχουσα τιμή καυσίμου. Για την υλοποίηση της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν σύγχρονες τεχνολογίες, όπως React.js για το frontend, Node.js και Express για το backend, και MongoDB για την αποθήκευση των δεδομένων. Η χαρτογράφηση πραγματοποιείται μέσω του Leaflet.js, προσφέροντας διαδραστική απεικόνιση των σημείων διοδίων. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει αφετηρία και προορισμό, τύπο οχήματος και λοιπές παραμέτρους, ενώ η εφαρμογή υπολογίζει δυναμικά το συνολικό κόστος της διαδρομής.

Κατά την υλοποίηση αντιμετωπίστηκαν και επιλύθηκαν τεχνικές προκλήσεις, όπως η διασύνδεση των γεωγραφικών δεδομένων με τις λειτουργίες υπολογισμού κόστους και η σωστή απεικόνιση των σημείων στον χάρτη. Το τελικό αποτέλεσμα είναι μια εύχρηστη, λειτουργική και αισθητικά ολοκληρωμένη εφαρμογή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από καθημερινούς οδηγούς όσο και από επαγγελματίες στον χώρο των μεταφορών.

Η εργασία αυτή αποδεικνύει πως με χρήση ανοικτών δεδομένων και σύγχρονων τεχνολογιών είναι εφικτή η ανάπτυξη εφαρμογών με άμεση πρακτική χρησιμότητα για τον πολίτη.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου, Φώτη Κόκκορα, για την καθοδήγηση, τη διαρκή υποστήριξη και τις χρήσιμες παρατηρήσεις του καθ' όλη τη διάρκεια της πτυχιακής εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την κοπέλα μου και τους φίλους μου για την ηθική υποστήριξη και τις χρήσιμες συζητήσεις που βοήθησαν στην εξέλιξη της ιδέας.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την αδιάκοπη στήριξη, την κατανόηση και την ενθάρρυνση που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Χρήστος Ζέρβας

10/05/2025

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	I
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	III
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	V
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	7
1.2 ΚΙΝΗΤΡΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ	8
1.3 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ	9
2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΑΓΚΩΝ	10
2.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΩΝ ΛΥΣΕΩΝ	11
2.2 ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΛΥΣΕΩΝ	16
2.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΑΓΚΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ (USER NEEDS).....	17
2.4 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ.....	18
3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	20
3.1 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	20
3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ	22
3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	23
3.4 ΡΟΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (DATA FLOW)	24
4 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ.....	25
4.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	25
4.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ.....	27
4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ FRONTEND.....	29
4.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ BACKEND	31
4.5 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΔΙΟΔΙΩΝ	34
5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	35
5.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΑΠΟ ΤΗ ΣΚΟΠΙΑ ΤΟΥ ΧΡΗΣΤΗ	36

5.2	ΤΕΧΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	37
5.3	ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ.....	38
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	38
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	39
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	40
	A. ΕΙΚΟΝΕΣ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	40
	B. ΔΟΜΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ JSON (TOLL OBJECT).....	42
	Γ. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΚΩΔΙΚΑ FRONTEND (REACT COMPONENT)	43
	Δ. ΧΡΗΣΗ OPENROUTE SERVICE API (ROUTE REQUEST)	43

1 Εισαγωγή

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την ανάγκη για μια ολοκληρωμένη ψηφιακή λύση που υποστηρίζει τον οδηγό στην προετοιμασία ενός ταξιδιού εντός του ελληνικού οδικού δικτύου, με κύριο στόχο τον ακριβή υπολογισμό του κόστους διοδίων και καυσίμων. Το κεφάλαιο αυτό περιγράφει το πρόβλημα που επιχειρείται να λυθεί, τους λόγους που οδήγησαν στη σύλληψη της ιδέας, καθώς και τους βασικούς στόχους που τέθηκαν για την υλοποίηση της εφαρμογής.

1.1 Παρουσίαση του προβλήματος

Η οδική μετακίνηση αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της καθημερινότητας και της κοινωνικοοικονομικής ζωής στην Ελλάδα. Είτε πρόκειται για επαγγελματικές μετακινήσεις, είτε για ταξίδια αναψυχής, η χρήση του οδικού δικτύου παραμένει η πλέον διαδεδομένη επιλογή, κυρίως λόγω της ευελιξίας και της προσβασιμότητας που προσφέρει. Παρά την πυκνότητα και τη συνεχή βελτίωση του εθνικού οδικού δικτύου, ο σχεδιασμός ενός ταξιδιού συνοδεύεται συχνά από μία σημαντική έλλειψη: την αδυναμία υπολογισμού του συνολικού κόστους που απαιτείται σε διόδια κατά τη διάρκεια της διαδρομής.

Η πληροφορία για τα διόδια, αν και θεωρητικά διαθέσιμη, παρουσιάζει μια σειρά από προβλήματα: είναι διάσπαρτη σε πολλαπλές ιστοσελίδες ανάλογα με τον διαχειριστή του αυτοκινητοδρόμου, δεν προσφέρεται με ενιαίο τρόπο, και πολύ συχνά δεν είναι επικαιροποιημένη ή εύκολα προσβάσιμη από κινητές συσκευές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ακόμη και για απλές διαδρομές, οι οδηγοί να καλούνται να “κυνηγούν” πληροφορίες από διαφορετικές πηγές, να καταφεύγουν σε ανακριβείς υπολογισμούς ή – συχνά – να ξεκινούν το ταξίδι χωρίς σαφή εικόνα του οικονομικού αντίκτυπου της επιλογής τους.

Η έλλειψη ενιαίας πληροφόρησης δημιουργεί ιδιαίτερη ανασφάλεια, κυρίως όταν πρόκειται για μεγαλύτερες διαδρομές, όπως μετακινήσεις μεταξύ πόλεων, ή ακόμα και διαδρομές που περιλαμβάνουν πολλαπλούς αυτοκινητοδρόμους με διαφορετικούς διαχειριστές. Επιπλέον, η ανάγκη για σωστό οικονομικό προγραμματισμό είναι πιο έντονη

από ποτέ - είτε λόγω προσωπικών περιορισμών είτε λόγω του αυξανόμενου κόστους ζωής. Σε αυτό το πλαίσιο, ακόμα και η διαφορά λίγων ευρώ στα διόδια μπορεί να καθορίσει την επιλογή διαδρομής ή μέσου μεταφοράς.

Παρά την ύπαρξη σύγχρονων εργαλείων χαρτογράφησης όπως το Google Maps, τα οποία απεικονίζουν τους σταθμούς διοδίων, το ζήτημα παραμένει: καμία εφαρμογή ευρείας χρήσης δεν παρέχει συγκεντρωτικά και με ακρίβεια το κόστος όλων των διοδίων μίας διαδρομής ανάλογα με τον τύπο οχήματος. Ταυτόχρονα, ανεπίσημες λύσεις που έχουν δημιουργηθεί από τρίτους, αν και αξιέπαινες ως προσπάθειες, συχνά παρουσιάζουν ελλείψεις τόσο σε ποιότητα δεδομένων όσο και σε σχεδιασμό διεπαφής χρήστη.

Αναδεικνύεται έτσι μια σαφής ανάγκη για την ύπαρξη μίας σύγχρονης, ολοκληρωμένης και εύχρηστης εφαρμογής που να συγκεντρώνει, οργανώνει και παρουσιάζει με διαφανή και πρακτικό τρόπο το συνολικό κόστος διοδίων, βοηθώντας τον κάθε οδηγό να προγραμματίσει υπεύθυνα και αποδοτικά το ταξίδι του.

1.2 Κίνητρο για την εργασία

Η ιδέα για την ανάπτυξη της εφαρμογής αυτής γεννήθηκε μέσα από προσωπική εμπειρία κατά την περίοδο του καλοκαιριού του 2024. Πραγματοποιώντας δύο μεγάλης απόστασης ταξίδια με αυτοκίνητο – από τη Λάρισα προς τη Λευκάδα και από τη Λάρισα προς τη Ζάκυνθο – διαπίστωσα την απουσία μιας ολοκληρωμένης και αξιόπιστης πηγής πληροφόρησης για το κόστος των διοδίων. Η έλλειψη αυτή προκάλεσε δυσκολία στον οικονομικό προγραμματισμό των μετακινήσεων και μου ανέδειξε μια ουσιαστική ανάγκη που δεν έχει καλυφθεί επαρκώς σε εθνικό επίπεδο.

Παρά τη διαθεσιμότητα σύγχρονων εργαλείων πλοήγησης και πληροφόρησης, όπως το Google Maps, οι οδηγοί καλούνται να αντλούν πληροφορίες από κατακερματισμένες πηγές, χωρίς δυνατότητα συγκεντρωτικής προβολής και επεξεργασίας του κόστους της διαδρομής τους. Η συνειδητοποίηση αυτής της δυσκολίας οδήγησε στην επιθυμία να σχεδιάσω μια ψηφιακή λύση που να ανταποκρίνεται άμεσα στις ανάγκες του καθημερινού οδηγού: μια εφαρμογή φιλική προς τον χρήστη, με απλή διεπαφή, ενημερωμένα δεδομένα, και εστίαση στη χρηστικότητα και την αξιοπιστία της πληροφορίας.

Επιπλέον, η συγκεκριμένη εργασία αποτέλεσε ιδανική ευκαιρία για την εμβάθυνση στις τεχνολογίες που με ενδιέφεραν σε πρακτικό επίπεδο, τόσο ως φοιτητή όσο και ως αναπτυσσόμενο προγραμματιστή. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση της εφαρμογής έδωσαν τη δυνατότητα να εξερευνήσω το React.js για την κατασκευή δυναμικής και

ανταποκρινόμενης διεπαφής χρήστη, το Node.js και το Express.js για τη δημιουργία backend υπηρεσιών και API, καθώς και τη MongoDB για την αποθήκευση, αναζήτηση και διαχείριση γεωχωρικών δεδομένων. Παράλληλα, η ενσωμάτωση χαρτογραφικών δεδομένων και λειτουργιών μέσω της βιβλιοθήκης Leaflet.js μου επέτρεψε να συνδυάσω προγραμματιστικά και γεωγραφικά στοιχεία, δημιουργώντας ένα διαδραστικό περιβάλλον πλοήγησης και πληροφόρησης.

Η σύνδεση πραγματικής ανάγκης με τεχνολογικό ενδιαφέρον κατέστησε την εργασία αυτή περισσότερο από μια ακαδημαϊκή υποχρέωση - την ανέδειξε σε ένα εγχείρημα προσωπικού ενδιαφέροντος και εφαρμοσμένης μάθησης.

1.3 Σκοπός και στόχοι

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάπτυξη μίας διαδραστικής web εφαρμογής που επιτρέπει στον χρήστη να υπολογίσει με ακρίβεια το συνολικό κόστος διοδίων για μία οποιαδήποτε διαδρομή στο εθνικό οδικό δίκτυο της Ελλάδας. Η εφαρμογή αυτή αποσκοπεί στο να γεφυρώσει το κενό μεταξύ της θεωρητικά διαθέσιμης πληροφορίας και της πρακτικής, γρήγορης και φιλικής προς τον χρήστη εμπειρίας αναζήτησης και χρήσης δεδομένων.

Η λειτουργικότητα της εφαρμογής βασίζεται σε σύγχρονες τεχνολογίες λογισμικού και επιτρέπει την προβολή διοδίων σε διαδραστικό χάρτη, την επιλογή τύπου οχήματος (π.χ. δίκυκλα, ΙΧ, φορτηγά), καθώς και την επιλογή φίλτρων όπως εμφάνιση μόνο πλευρικών ή μετωπικών διοδίων. Ο χρήστης μπορεί να εισάγει σημείο αφετηρίας και προορισμού, και με το πάτημα ενός κουμπιού να εμφανιστεί η βέλτιστη διαδρομή μαζί με το κόστος των διοδίων που θα προκύψουν για την επιλογή του. Παράλληλα, παρουσιάζεται και συνοπτικό παράθυρο με το συνολικό ποσό πληρωμής, ανάλογα με την επιλεγμένη κατηγορία οχήματος.

Η υλοποίηση αυτής της εφαρμογής εξυπηρετεί τόσο τον απλό καθημερινό πολίτη που σχεδιάζει ένα ταξίδι αναψυχής ή εργασίας, όσο και επαγγελματίες οδηγούς, τουριστικούς πράκτορες ή μικρές επιχειρήσεις που βασίζονται στη σωστή εκτίμηση κόστους μετακίνησης. Η σαφής και ενοποιημένη προβολή των δεδομένων βοηθά στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και ενισχύει την οικονομική αποδοτικότητα.

Οι κύριοι στόχοι της εργασίας συνοψίζονται ως εξής:

- Ανάπτυξη εύχρηστης, λειτουργικής και αισθητικά φιλικής εφαρμογής μέσω React.js για το frontend.
- Δημιουργία backend με χρήση Node.js/Express για την παροχή API και σύνδεση με τη βάση δεδομένων.
- Οργάνωση, αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων μέσω MongoDB.
- Ενσωμάτωση διαδραστικού χάρτη με χρήση Leaflet.js και γεωχωρικών δεδομένων.
- Δυνατότητα γεωκωδικοποίησης πόλεων και χάραξης διαδρομής μέσω εξωτερικών APIs.
- Υπολογισμός κόστους διοδίων ανά διαδρομή και ανά κατηγορία οχήματος.
- Υπολογισμός κόστους καυσίμου με βάση την απόσταση της διαδρομής και τα δεδομένα κατανάλωσης και τιμής καυσίμου που θα εισάγει ο χρήστης.
- Εμφάνιση popup πληροφορίας για κάθε σταθμό και συνολική αναφορά κόστους διαδρομής.
- Εφαρμογή φίλτρων εμφάνισης (π.χ. κατασκευαστής αυτοκινητοδρόμου, τύπος σταθμού).
- Προσαρμογή της εφαρμογής ώστε να λειτουργεί άψογα σε υπολογιστές και κινητές συσκευές.

Μακροπρόθεσμα, η εργασία αυτή μπορεί να αποτελέσει τη βάση για μία μεγαλύτερης κλίμακας εφαρμογή με ενσωμάτωση επιπλέον λειτουργιών, όπως υπολογισμός κόστους καυσίμου, εναλλακτικές διαδρομές χωρίς διόδους, ή ακόμα και σύγκριση κόστους με άλλα μέσα μεταφοράς.

2 Υφιστάμενη κατάσταση και ανάλυση αναγκών

Πριν την υλοποίηση οποιασδήποτε εφαρμογής, είναι απαραίτητη η διερεύνηση της υπάρχουσας κατάστασης στον τεχνολογικό χώρο που αφορά. Στην περίπτωση της παρούσας εργασίας, αυτό σημαίνει την ανάλυση εργαλείων και υπηρεσιών που προσφέ-

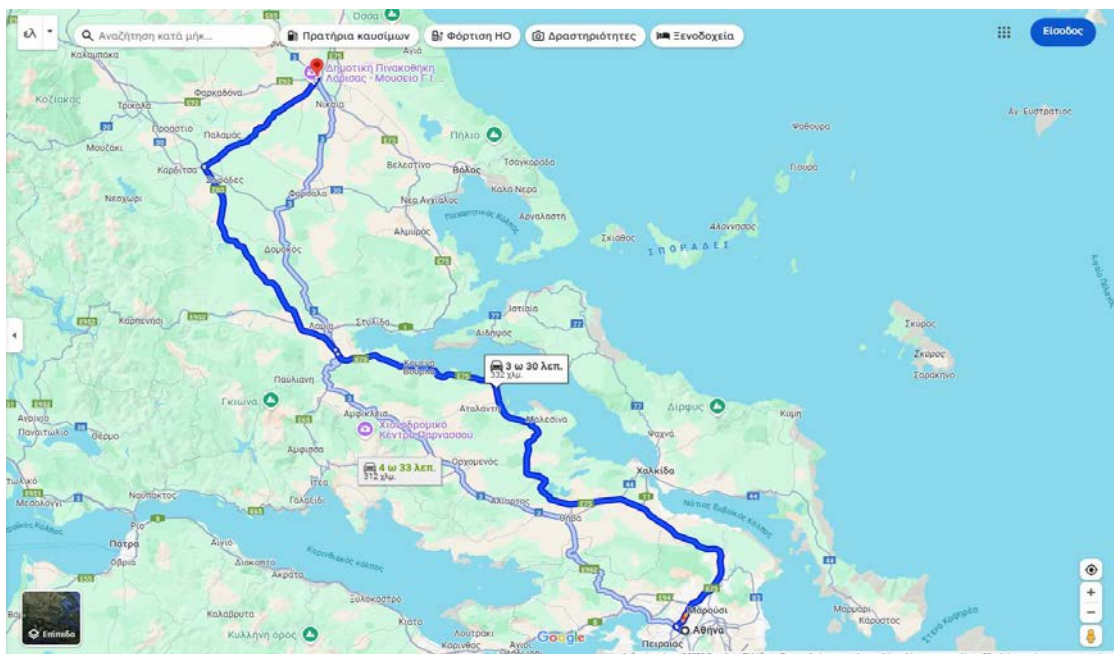
ρουν δυνατότητες σχεδιασμού διαδρομών ή υπολογισμού κόστους ταξιδιών στην Ελλάδα. Μέσω αυτής της διερεύνησης, αναδεικνύονται τα πλεονεκτήματα και οι αδυναμίες των υφιστάμενων λύσεων, και διαμορφώνεται το πεδίο μέσα στο οποίο η παρούσα εφαρμογή θα επιχειρήσει να προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη, φιλική και αποτελεσματική εμπειρία χρήστη.

2.1 Ανάλυση υπαρχουσών λύσεων

Η ανάγκη για οδική πλοήγηση και εκτίμηση του κόστους ενός ταξιδιού έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη αρκετών εργαλείων, τόσο από μεγάλους τεχνολογικούς παρόχους όσο και από ανεξάρτητους ιστότοπους. Κάθε λύση προσφέρει διαφορετικό εύρος πληροφοριών και επιπέδων ευχρηστίας.

Google Maps

Το Google Maps αποτελεί την πιο διαδεδομένη εφαρμογή πλοήγησης σήμερα. Επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει αφετηρία και προορισμό και να δει προτεινόμενες διαδρομές, μαζί με πληροφορίες για την κίνηση, την απόσταση και τη διάρκεια. Αν και δείχνει την ύπαρξη διοδίων στις διαδρομές (μέσω σχετικών εικονιδίων στον χάρτη), δεν παρέχει συγκεκριμένο υπολογισμό κόστους. Αυτό περιορίζει τη χρησιμότητά του όταν ο χρήστης θέλει να γνωρίζει με ακρίβεια το οικονομικό σκέλος ενός ταξιδιού.



Εικόνα 1: Το Google Maps εμφανίζει την ύπαρξη διοδίων με ένα μικρό εικονίδιο, αλλά δεν υπολογίζει το συνολικό κόστος της διαδρομής. Αυτό αποτελεί σημαντική έλλειψη για χρήστες που επιθυμούν προϋπολογισμό του ταξιδιού τους. (Πηγή: <https://www.google.com/maps>)

Ιστοσελίδες κατασκευαστών αυτοκινητοδρόμων

Στην Ελλάδα, κάθε αυτοκινητόδρομος διαχειρίζεται από διαφορετική εταιρεία (π.χ. Νέα Οδός, Εγνατία Οδός, Ολυμπία Οδός). Οι ιστοσελίδες τους παρέχουν πληροφορίες για τα διόδια που διαχειρίζονται, τις τιμές ανά κατηγορία οχήματος και τον κατά προσέγγιση υπολογισμό κόστους για συγκεκριμένα τμήματα του δικτύου. Όμως, δεν υπάρχει κεντρική πλατφόρμα που να τα συγκεντρώνει όλα. Ο χρήστης καλείται να επισκεφθεί κάθε site ξεχωριστά, διαδικασία που είναι χρονοβόρα, μη φιλική προς τον χρήστη και συχνά καθόλου mobile-friendly

Τιμές διοδίων & τρόποι πληρωμής

Δείτε παρακάτω αναλυτικές πληροφορίες για τις τιμές διοδίων και τους διαθέσιμους τρόπους πληρωμής. Τις ακριβείς θέσεις των σταθμών διοδίων μπορείτε να τις βρείτε στον [διαδραστικό χάρτη](#).

Κατηγορίες Οχημάτων				
Μετωπικοί σταθμοί 	Κατ.1 	Κατ.2 	Κατ.3 	Κατ.4 
Ελευσίνα	1,70	2,40	6,10	8,50
Ισθμός	1,40	2,00	5,20	7,30
Κιάτο	1,80	2,60	6,60	9,20
Ελαιώνας	2,60	3,70	9,30	13,00
Ρίο	1,80	2,60	6,50	9,10

Εικόνα 2: Η κάθε διαχειριστική εταιρεία διαθέτει το δικό της site για την παροχή πληροφοριών. Οι πληροφορίες είναι συχνά διασπασμένες και η πρόσβαση σε αυτές δεν είναι πάντα εύκολη.
(Πηγή: <https://www.olympiaodos.gr/Diodia-OLYMPIA-PASS/Times-diodion/>)

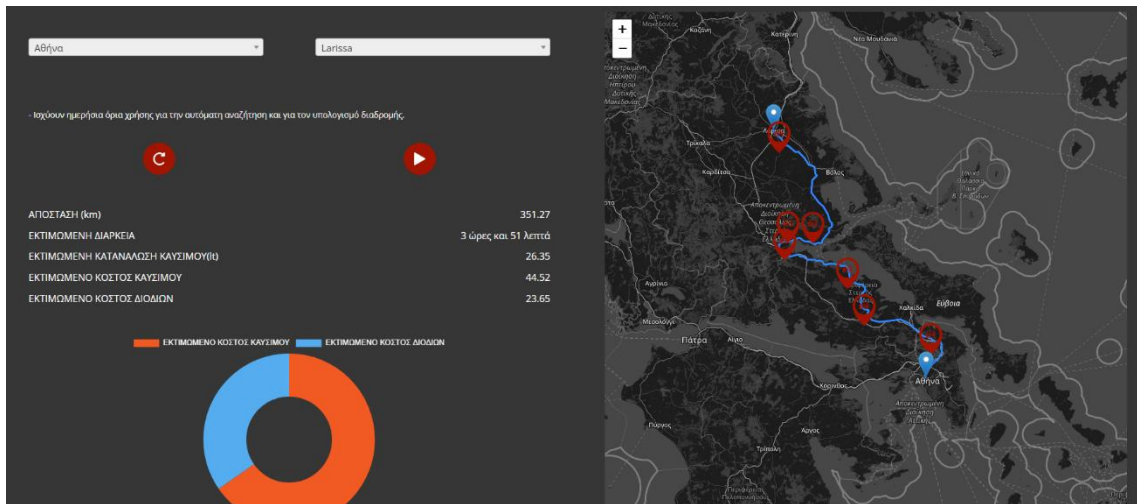
Άλλες ελληνικές ιστοσελίδες (π.χ. roadcosts.gr, diodia.com.gr, vriskoapostasi.gr)

Υπάρχουν και κάποιες ελληνικές ιστοσελίδες που επιχειρούν να υπολογίσουν το κόστος διοδίων σε μια διαδρομή. Αν και αυτές οι λύσεις αποτελούν ένα βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση, παρουσιάζουν αρκετούς περιορισμούς ως προς τη λειτουργικότητα, τον σχεδιασμό και την αξιοπιστία των δεδομένων:

Roadcosts.gr

Η ιστοσελίδα roadcosts.gr παρέχει έναν υπολογιστή διαδρομής με αρκετά εκτεταμένες πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένου του κόστους καυσίμου και διοδίων, της απόστασης και της χρονικής διάρκειας. Επιπλέον, συνοδεύει τα αποτελέσματα με ένα διά-

γραμμα που απεικονίζει τη σχέση κόστους διοδίων και καυσίμου. Ωστόσο, ο σχεδιασμός της είναι παρωχημένος και η εμπειρία χρήσης δεν είναι όσο ευχάριστη ή απλή όσο θα μπορούσε να είναι για τον μέσο χρήστη.



Εικόνα 3: Υπολογισμός διαδρομής στην ιστοσελίδα roadcosts.gr (Πηγή: <https://roadcosts.gr/tripcalculator/>)

Diodia.com.gr

Η ιστοσελίδα diodia.com.gr προσφέρει μια συγκεντρωτική καταγραφή των διοδίων ανά τμήμα αυτοκινητόδρομου, με πίνακες κόστους και στατικές χαρτογραφίες. Εμφανίζονται βασικές πληροφορίες όπως η απόσταση, οι σταθμοί και το κόστος ανά διαδρομή για οχήματα κατηγορίας ΙΧ. Η παρουσία χαρτών βασισμένων στο Google My Maps αποτελεί ένα πλεονέκτημα, καθώς προσφέρουν μια οπτική αναπαράσταση της διαδρομής και των σταθμών διοδίων.

Ωστόσο, η ιστοσελίδα δεν παρέχει δυνατότητα αυτόματου υπολογισμού κόστους για επιλεγμένες διαδρομές, δεν περιλαμβάνει διαφορετικές κατηγορίες οχημάτων, και δεν υπολογίζει το κόστος καυσίμου. Ο σχεδιασμός της είναι αρκετά απλός και παρωχη-

μένος, κάτι που δυσκολεύει τη χρήση σε κινητές συσκευές ή σε χρήστες χωρίς εξοικείωση με την πλατφόρμα.



Διόδια

Σταθμοί, Χρεώσεις, Χάρτες, Πληροφορίες

Αρχική

Αθήνα
Θεσsalονίκη

Αθήνα
Πάτρα

Εγνατία
Οδός

Λαμία
Τρίκαλα

Κόρινθος
Καλαμάτα

Ρίο
Αντίρριο

Αντίρριο
Ιωάννινα

Άκτιο
Πρέβεζα

Αττική
Οδός

Διόδια Αθήνα - Θεσσαλονίκη

Κατά μήκος της Εθνικής οδού Αθηνών – Θεσσαλονίκης (Αυτοκινητόδρομος Α1) λειτουργούν 11 σταθμοί μετωπικών και 19 σταθμοί πλευρικών διοδίων.

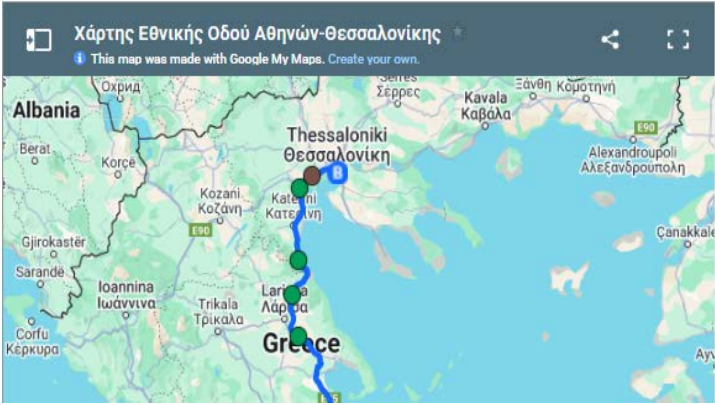
Περιεχόμενα σελίδας

1. Κόστος μετακίνησης μεταξύ μεγάλων αστικών κέντρων στον άξονα Αθήνας - Θεσσαλονίκης
2. Χάρτης διοδίων Αθήνας - Θεσσαλονίκης
3. Σταθμοί και τιμές διοδίων Αθήνας - Θεσσαλονίκης
4. Συνδρομητικά - εκπτωτικά προγράμματα, πομποδέκτες διελύσεων

Κόστος μετακίνησης μεταξύ μεγάλων αστικών κέντρων (ix €)

Διαδρομή	Κόστος διοδίων (€)	Διαδρομή	Κόστος διοδίων (€)
Αθήνα - Χαλκίδα	3,75	Θεσσαλονίκη - Λάρισα	8,40
Αθήνα - Λαμία	14,50	Θεσσαλονίκη - Λαμία	17,65
Αθήνα - Λάρισα	23,75	Θεσσαλονίκη - Χαλκίδα	28,40
Αθήνα - Θεσσαλονίκη	32,15	Θεσσαλονίκη - Αθήνα	32,15

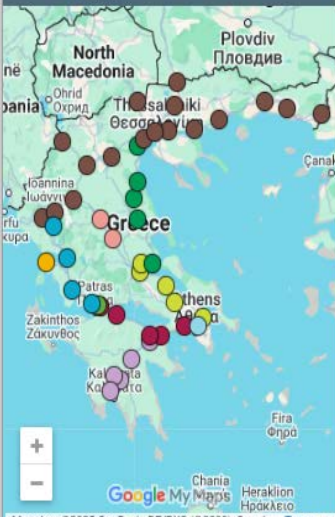
Χάρτης διοδίων Αθήνας - Θεσσαλονίκης



Cookies / Όροι χρήσης site

Σύνολο διοδίων...

About



Εικόνα 4: Παρουσίαση δεδομένων και χάρτης από την ιστοσελίδα diodia.com.gr. (Πηγή: <http://diodia.com.gr/diodia-athina-thessaloniki.html>)

Vriskoapostasi.gr

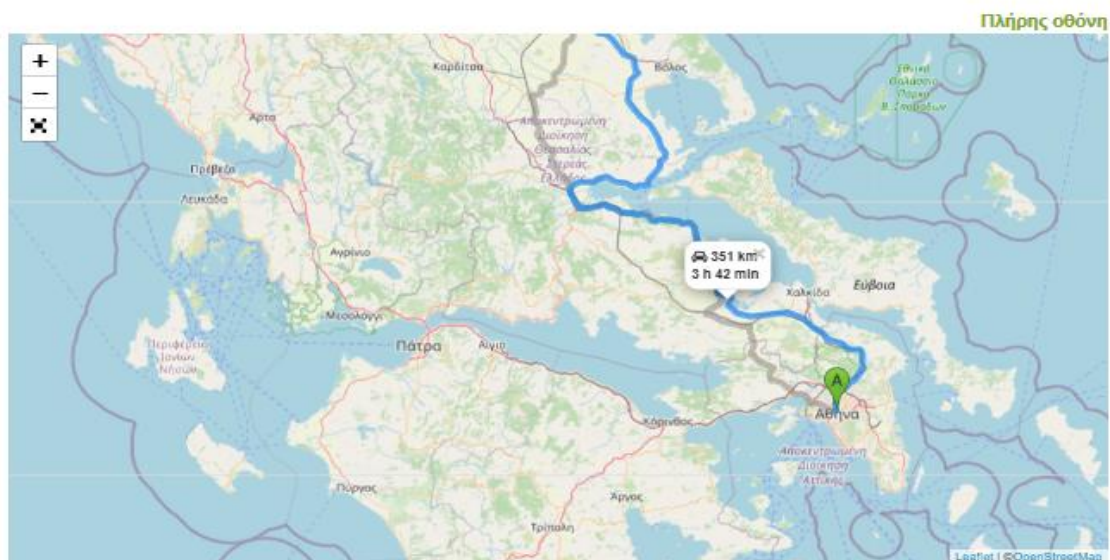
Η ιστοσελίδα vriskoapostasi.gr παρέχει έναν υπολογιστή διαδρομών ο οποίος εμφανίζει τόσο τη γεωγραφική απεικόνιση της διαδρομής όσο και πληροφορίες για τα διόδια, την κατανάλωση καυσίμου και το εκτιμώμενο συνολικό κόστος του ταξιδιού. Ο χρήστης μπορεί να ορίσει τύπο καυσίμου, κατανάλωση ανά 100 χιλιόμετρα και αριθμό επιβατών, προσφέροντας έτσι μια αρκετά προσαρμόσιμη εμπειρία.

Η παρουσία της διαδρομής σε διαδραστικό χάρτη είναι θετική, όμως η διεπαφή είναι λιγότερο μοντέρνα και ελκυστική συγκριτικά με σύγχρονες εφαρμογές. Επιπλέον, η πληροφορία δεν είναι πάντα ακριβής όσον αφορά τα κόστη διοδίων και η τελική παρουσίαση των δεδομένων είναι σχετικά φορτωμένη, κάτι που δυσκολεύει τη γρήγορη κατανόηση για έναν απλό χρήστη.

Διαδρομή Αθήνα - Λάρισα

Κάντε δεξί κλικ (διπλό κλικ στα tablet και στα κινητά) στο χάρτη για να τροποποιήσετε τα σημεία αφετηρίας και προορισμού. Μπορείτε να προσθέσετε και ενδιάμεσους προορισμούς.

Από: Αθήνα Προς: Λάρισα Προσθήκη ενδιάμεσου σ 351 km, 3 h 42 min Διόδια*: 23.75€	Καταν. καυσίμου: 26.34 lt Βενζίνη Τιμή ανά λίτρο: 1.78 €/lt 7.5 lt/100km Κόστος καυσίμου: 46.89€ Επιβάτες: 1 70.64€ Διαδρομή 1
---	--



Σταθμοί Διοδίων	
Αφιδνών	3.75 €
Θήβας	4.4 €
Τραγάνας	4.35 €
Αγίας Τριάδας	2 €
Μαυρομαντήλας Στυλίδας	2.15 €
Πελασγίας	3.3 €
Μοσχοχωρίου	3.8 €
περισσότερα+	
τελευταία ενημέρωση: 28 Apr 2025	

Εικόνα 5: Υπολογισμός κόστους διαδρομής και παρουσίαση σταθμών διοδίων από την ιστοσελίδα vriskoapostasi.gr. (Πηγή: <https://vriskoapostasi.gr/el/>)

Σε γενικές γραμμές, οι παραπάνω λύσεις δεν προσφέρουν έναν ενιαίο, ενοποιημένο και διαδραστικό τρόπο πλοήγησης και κοστολόγησης μιας διαδρομής, και δεν καλύπτουν τη σύγχρονη ανάγκη για real-time, φιλική και έξυπνη εμπειρία χρήσης.

2.2 Κριτική αξιολόγηση υφιστάμενων λύσεων

Αν και υπάρχουν ήδη κάποιες ελληνικές πλατφόρμες που επιχειρούν να καλύψουν την ανάγκη υπολογισμού του κόστους διαδρομής, καμία από αυτές δεν προσφέρει μια ολοκληρωμένη και εύχρηστη εμπειρία για τον χρήστη. Η παρούσα ενότητα συνοψίζει τις βασικές αδυναμίες που εντοπίστηκαν κατά την αξιολόγηση των σημαντικότερων διαθέσιμων λύσεων.

Μία από τις πιο γνωστές σελίδες, το roadcosts.gr, παρέχει λειτουργικότητα υπολογισμού διοδίων και καυσίμων, συνοδευόμενη από στατιστική και οπτική απεικόνιση. Παρ' όλα αυτά, το περιβάλλον χρήστη παραμένει παρωχημένο, μη φιλικό προς τον χρήστη και χωρίς δυνατότητα προσαρμογής ανάλογα με τις ανάγκες του ταξιδιώτη. Δεν προσφέρεται, επίσης, σαφής πληροφόρηση για τις πηγές των δεδομένων, γεγονός που εγείρει ζητήματα αξιοπιστίας.

Η ιστοσελίδα diodia.com.gr περιορίζεται σε απλούς πίνακες με πληροφορίες για κάθε αυτοκινητόδρομο. Αν και περιέχει χαρτογράφηση μέσω του Google My Maps, δεν υποστηρίζει δυναμικό υπολογισμό διαδρομών ούτε δυνατότητα προσαρμογής σύμφωνα με το όχημα του χρήστη ή τις προσωπικές του ανάγκες. Ο σχεδιασμός της είναι επίσης αρκετά παλιός και όχι κατάλληλος για σύγχρονες φορητές συσκευές.

Η τρίτη δημοφιλής λύση, το vriskoapostasi.gr, αν και προσφέρει έναν υπολογισμό απόστασης και κατανάλωσης, παραμένει επιφανειακή. Δεν περιλαμβάνει διαδραστικά γραφικά στοιχεία, έχει ελάχιστες δυνατότητες παραμετροποίησης και υστερεί στον σχεδιασμό, με αποτέλεσμα να μην προσφέρει ουσιαστική βοήθεια σε χρήστες που επιθυμούν ολοκληρωμένο έλεγχο του κόστους.

Συνοψίζοντας, οι υπάρχουσες ελληνικές λύσεις:

- Δε διαθέτουν σύγχρονη, διαδραστική διεπαφή.
- Δεν επιτρέπουν συγκεντρωτικό υπολογισμό διοδίων και καυσίμου σε χάρτη.
- Στερούνται ευελιξίας στον υπολογισμό βάσει διαφορετικών τύπων οχημάτων.
- Έχουν περιορισμένο ή παλιό σχεδιασμό και μη επαρκή ενημέρωση δεδομένων.

Αυτές οι διαπιστώσεις ανέδειξαν την αναγκαιότητα για μία εφαρμογή που να συγκεντρώνει τα πλεονεκτήματα των υπαρχουσών λύσεων, να διορθώνει τις ελλείψεις τους και να προσφέρει στον οδηγό ένα πλήρως λειτουργικό, σύγχρονο και εύ-
λικο εργαλείο υπολογισμού κόστους διαδρομής στην Ελλάδα.

2.3 Ανάλυση αναγκών χρηστών (User Needs)

Για να σχεδιαστεί μια χρήσιμη και λειτουργική εφαρμογή, είναι απαραίτητο να κα-
τανοηθούν πρώτα οι πραγματικές ανάγκες των χρηστών που απευθύνεται. Στην πα-
ρούσα περίπτωση, βασική ομάδα-στόχος είναι οι οδηγοί που ταξιδεύουν συχνά ε-
ντός της Ελλάδας και επιθυμούν να έχουν σαφή εικόνα για το κόστος μιας διαδρο-
μής πριν την πραγματοποιήσουν. Από την εμπειρική παρατήρηση αλλά και μέσα
από προσωπικές εμπειρίες, προέκυψαν τα εξής βασικά σημεία:

- **Ανάγκη για προβλεψιμότητα κόστους**

Οι χρήστες θέλουν να γνωρίζουν από πριν πόσο θα τους κοστίσει η μετακίνησή
τους. Το κόστος διοδίων αποτελεί βασικό παράγοντα, ειδικά για μακρινές διαδρο-
μές, καθώς μπορεί να ανέλθει σε αρκετά ευρώ, επηρεάζοντας τον συνολικό προϋπο-
λογισμό του ταξιδιού.

- **Συνδυαστική πληροφόρηση για διόδια και καύσιμα**

Η πλειοψηφία των οδηγών δεν επιθυμεί να χρησιμοποιεί διαφορετικές πλατφόρμες
για να υπολογίζει το κόστος των διοδίων και το κόστος των καυσίμων. Υπάρχει α-
νάγκη για ενιαία και συνδυαστική απεικόνιση.

- **Επιλογή τύπου οχήματος**

Διαφορετικές κατηγορίες οχημάτων (μοτοσυκλέτες, επιβατικά, φορτηγά κ.λπ.) έ-
χουν διαφορετική τιμολόγηση στα διόδια. Είναι κρίσιμο για τον χρήστη να μπορεί
να επιλέγει την κατηγορία του οχήματός του, ώστε ο υπολογισμός να είναι ακριβής.

- **Εύχρηστη και σύγχρονη διεπαφή**

Οι χρήστες αναζητούν εφαρμογές που είναι εύκολες στη χρήση, χωρίς περιττή πολυ-
πλοκότητα, και που μπορούν να λειτουργήσουν άνετα τόσο από υπολογιστή όσο και
από κινητή συσκευή.

- **Οπτική αναπαράσταση της διαδρομής**

Η δυνατότητα εμφάνισης της διαδρομής πάνω σε χάρτη ενισχύει την κατανόηση και βοηθά τον οδηγό να εντοπίσει τα σημεία στα οποία υπάρχουν διόδια, καθώς και να δει εναλλακτικές.

- **Εμπιστοσύνη στα δεδομένα**

Η αξιοπιστία των τιμών και η επικαιροποίηση των δεδομένων (π.χ. νέοι σταθμοί διοδίων, αλλαγές τιμών) είναι ζωτικής σημασίας. Οι χρήστες επιθυμούν να γνωρίζουν ότι τα στοιχεία που βλέπουν είναι ακριβή και ενημερωμένα.

2.4 Καθορισμός λειτουργικών και μη λειτουργικών απαιτήσεων

Με βάση την ανάλυση των υπάρχουσών λύσεων και τις ανάγκες των χρηστών που εντοπίστηκαν προηγουμένως, καθορίζονται οι απαιτήσεις που θα πρέπει να καλύπτει η εφαρμογή ώστε να είναι πλήρως λειτουργική, αξιόπιστη και φιλική προς τον τελικό χρήστη. Οι απαιτήσεις διακρίνονται σε λειτουργικές (τι πρέπει να κάνει η εφαρμογή) και μη λειτουργικές (πώς πρέπει να το κάνει).

Λειτουργικές Απαιτήσεις

Οι λειτουργικές απαιτήσεις περιγράφουν τις βασικές δυνατότητες και υπηρεσίες που πρέπει να προσφέρει η εφαρμογή.

Συγκεκριμένα:

- **Υπολογισμός κόστους διοδίων:**
Η εφαρμογή θα πρέπει να υπολογίζει το συνολικό κόστος διοδίων μιας διαδρομής ανάλογα με την κατηγορία του οχήματος.
- **Υπολογισμός κόστους καυσίμου:**
Ο χρήστης θα μπορεί να ορίζει τύπο καυσίμου, μέση κατανάλωση και τιμή λίτρου, ώστε να εκτιμηθεί το συνολικό κόστος καυσίμου για τη διαδρομή.
- **Επιλογή αφετηρίας και προορισμού:**
Η εφαρμογή θα δέχεται είσοδο πόλεων ή τοποθεσιών από τον χρήστη για τον υπολογισμό της διαδρομής.
- **Διαδραστικός χάρτης:**
Η διαδρομή θα προβάλλεται δυναμικά πάνω σε χάρτη, με ένδειξη σταθμών διοδίων.

- Εμφάνιση πληροφοριών σταθμού:
Ο κάθε σταθμός θα έχει αναδυόμενο παράθυρο (popup) με πληροφορίες για το κόστος και τον τύπο διοδίου.
- Φίλτρα προβολής διοδίων:
Ο χρήστης θα μπορεί να φιλτράρει τα διόδια (μετωπικά, πλευρικά) ή/και ανά κατασκευαστή.
- Επιλογή κατηγορίας οχήματος:
Θα παρέχονται επιλογές για τουλάχιστον τέσσερις κατηγορίες οχημάτων με αντίστοιχες τιμές.
- Προβολή συνολικού κόστους:
Η εφαρμογή θα εμφανίζει συγκεντρωτικά το κόστος διοδίων και καυσίμων.

Μη Λειτουργικές Απαιτήσεις

Οι μη λειτουργικές απαιτήσεις αφορούν την απόδοση, την αξιοπιστία και την ποιότητα της εμπειρίας του χρήστη:

- Ευχρηστία (usability):
Η εφαρμογή πρέπει να είναι εύκολη στη χρήση και κατανοητή ακόμα και από μη τεχνικούς χρήστες.
- Συμβατότητα (compatibility):
Πρέπει να λειτουργεί τόσο σε υπολογιστές όσο και σε φορητές συσκευές (responsive σχεδιασμός).
- Αξιοπιστία δεδομένων:
Οι τιμές των διοδίων και τα σημεία των σταθμών θα πρέπει να προέρχονται από έγκυρες πηγές και να ενημερώνονται περιοδικά.
- Απόδοση (performance):
Ο χρόνος απόκρισης κατά τον υπολογισμό της διαδρομής και την προβολή της στον χάρτη πρέπει να είναι ελάχιστος.
- Ασφάλεια (security):
Αν και η εφαρμογή δεν αποθηκεύει προσωπικά δεδομένα, η επικοινωνία με εξωτερικές υπηρεσίες (π.χ. APIs) πρέπει να γίνεται με ασφαλή τρόπο.
- Επεκτασιμότητα:
Θα πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για μελλοντική προσθήκη λειτουργιών, όπως σύνδεση με λογαριασμό, αποθήκευση αγαπημένων διαδρομών ή ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο.

3 Ανάλυση και σχεδίαση συστήματος

Η διαδικασία υλοποίησης της εφαρμογής βασίστηκε σε σαφώς ορισμένα στάδια ανάλυσης και σχεδίασης, ώστε να εξασφαλιστεί ότι το τελικό προϊόν καλύπτει πλήρως τις απαιτήσεις των χρηστών, είναι τεχνικά εφικτό και προσφέρει ευχάριστη εμπειρία χρήσης. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική της εφαρμογής, τα επιμέρους υποσυστήματα, η ροή δεδομένων και οι βασικές οθόνες του συστήματος.

3.1 Συνολική αρχιτεκτονική εφαρμογής

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με βάση την πολυεπίπεδη αρχιτεκτονική τύπου client - server, η οποία προσφέρει σαφή διαχωρισμό ευθυνών ανάμεσα στο μέρος που σχετίζεται με τη διεπαφή χρήστη και εκείνο που διαχειρίζεται τα δεδομένα και τη λογική του συστήματος. Πρόκειται για μια ευρέως αποδεκτή προσέγγιση στη μοντέρνα ανάπτυξη web εφαρμογών, καθώς εξασφαλίζει:

Επεκτασιμότητα, δηλαδή τη δυνατότητα να προστεθούν νέες λειτουργίες χωρίς να επηρεαστεί σημαντικά ο υπάρχων κώδικας.

Επαναχρησιμοποίηση, ειδικά του backend, για μελλοντική χρήση από mobile εφαρμογές ή άλλες πλατφόρμες.

Απλοποίηση ανάπτυξης και συντήρησης, καθώς κάθε μέρος του συστήματος αναπτύσσεται και δοκιμάζεται ξεχωριστά.

Frontend (React.js)

Το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής υλοποιήθηκε με τη χρήση της βιβλιοθήκης React.js, η οποία παρέχει ένα component-based μοντέλο σχεδίασης. Το React προσφέρει δυνατότητα ανανέωσης του περιεχομένου χωρίς επαναφόρτωση της σελίδας (SPA – Single Page Application), προσφέροντας στον χρήστη μια πιο ομαλή και μοντέρνα εμπειρία.

Η διεπαφή περιλαμβάνει:

- Διαδραστικό χάρτη με χρήση Leaflet.js
- Είσοδο στοιχείων διαδρομής (πόλη αφετηρίας και προορισμού)
- Επιλογή κατηγορίας οχήματος
- Φίλτρα εμφάνισης σταθμών διοδίων

- Προβολή συνολικού κόστους διαδρομής

Backend (Node.js + Express.js)

Ο διακομιστής αναπτύχθηκε με χρήση Node.js, και συγκεκριμένα του framework Express, το οποίο επιτρέπει την ευέλικτη διαχείριση HTTP αιτημάτων. Οι βασικές λειτουργίες του backend περιλαμβάνουν:

- Διαχείριση αιτημάτων από το frontend
- Παροχή δεδομένων για σταθμούς διοδίων
- Υπολογισμός διαδρομής μέσω OpenRouteService
- Γεωκωδικοποίηση τοπωνυμίων μέσω OpenCage API

Η επικοινωνία γίνεται με RESTful API endpoints.

Βάση Δεδομένων (MongoDB)

Η βάση δεδομένων χρησιμοποιεί το NoSQL σύστημα MongoDB, το οποίο είναι ιδανικό για ημιδομημένα δεδομένα όπως αυτά των διοδίων. Κάθε εγγραφή αντιπροσωπεύει έναν σταθμό διοδίων και περιλαμβάνει πεδία όπως:

- Ονομασία
- Γεωγραφικές συντεταγμένες (latitude, longitude)
- Κατηγορία τιμών (ανά όχημα)
- Αν πρόκειται για πλευρικό ή μετωπικό σταθμό
- Αν υπάρχει αυτόματος πωλητής

Η MongoDB επιλέχθηκε λόγω ευκολίας στη διαχείριση, ευελιξίας και συμβατότητας με την JavaScript πλατφόρμα.

Εξωτερικές Υπηρεσίες (APIs)

- OpenRouteService API: Παρέχει τις συντεταγμένες της βέλτιστης διαδρομής μεταξύ δύο σημείων.
- OpenCage Geocoder: Μετατρέπει τις πόλεις σε γεωγραφικές συντεταγμένες για χρήση στον χάρτη.

3.2 Επιλογή τεχνολογιών

Η επιλογή των τεχνολογιών για την ανάπτυξη της εφαρμογής βασίστηκε σε τέσσερις βασικούς άξονες: αποτελεσματικότητα, ευχρηστία, ευρεία υποστήριξη από την κοινότητα και δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης. Με γνώμονα αυτούς τους παράγοντες, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής τεχνολογίες:

- **React.js** για το frontend, λόγω της μεγάλης ευελιξίας που προσφέρει στην κατασκευή δυναμικών και διαδραστικών διεπαφών χρήστη. Η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης component, η εσωτερική διαχείριση κατάστασης και το οικοσύστημα εργαλείων που διαθέτει (π.χ. React Router, Axios) ενίσχυσαν την επιλογή αυτή.
- **Node.js** και **Express** για το backend, ώστε να υπάρχει ενοποιημένο περιβάλλον JavaScript τόσο στην πλευρά του πελάτη όσο και του διακομιστή. Το Express προσφέρει ένα ελαφρύ και επεκτάσιμο πλαίσιο ανάπτυξης RESTful APIs.
- **MongoDB** ως βάση δεδομένων, χάρη στην ευκολία αποθήκευσης και ανάκτησης δεδομένων JSON, κάτι που ταίριαζε απόλυτα με τη φύση των δεδομένων των διωδίων. Το schema-less μοντέλο της MongoDB επέτρεψε τη γρήγορη προσαρμογή σε αλλαγές της δομής των δεδομένων.
- **Leaflet.js** για την απεικόνιση του διαδραστικού χάρτη, σε συνδυασμό με APIs όπως το OpenRouteService και το OpenCage Geocoder για την γεωκωδικοποίηση των τοποθεσιών και τον υπολογισμό διαδρομών. Το Leaflet προσφέρει ευκολία χρήσης, πλήρη παραμετροποίηση και εντυπωσιακή απόδοση ακόμα και σε περιβάλλοντα με περιορισμένους πόρους.
- **Jawg Maps** για τη σκοτεινή θεματική απόδοση του χάρτη, που ευθυγραμμίζεται με το γενικότερο σκοτεινό θέμα της εφαρμογής και προσφέρει ευχάριστη εμπειρία χρήσης.

Η συνδυαστική χρήση των παραπάνω εργαλείων παρείχε τη δυνατότητα ανάπτυξης μιας μοντέρνας, λειτουργικής και γρήγορης εφαρμογής που ανταποκρίνεται πλήρως στις ανάγκες του τελικού χρήστη, διατηρώντας παράλληλα την ευελιξία και την ευκολία συντήρησης για τον προγραμματιστή.

3.3 Περιγραφή Υποσυστημάτων

Η εφαρμογή έχει σχεδιαστεί με τρόπο που να εξασφαλίζει τον σαφή διαχωρισμό των λειτουργιών σε επιμέρους υποσυστήματα. Κάθε υποσύστημα έχει αναλάβει μια συγκεκριμένη ευθύνη, με στόχο την απλοποίηση της ανάπτυξης, την καλύτερη συντηρησιμότητα και τη δυνατότητα μελλοντικής επεκτασιμότητας. Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά τα βασικά υποσυστήματα της εφαρμογής:

Υποσύστημα Χαρτογράφησης (Leaflet + Χάρτης Tile Provider)

Αποτελεί την «καρδιά» της οπτικής διεπαφής. Με τη βοήθεια του Leaflet.js και του Jaws Maps tile provider, αποδίδεται διαδραστικός χάρτης που επιτρέπει την απεικόνιση διοδίων και τη σχεδίαση της διαδρομής.

Το υποσύστημα υποστηρίζει:

- Προβολή όλων των σταθμών διοδίων από τη βάση
- Δυναμικό φιλτράρισμα (π.χ. μόνο πλευρικά ή μετωπικά διόδια)
- Απεικόνιση επιλεγμένης διαδρομής μέσω γραμμής
- Προβολή αναδυόμενων παραθύρων με πληροφορίες κάθε σταθμού

Υποσύστημα Υπολογισμού Διαδρομής και Κόστους

Το σύστημα δέχεται είσοδο από τον χρήστη ως προς την πόλη αφετηρίας και προορισμού, και μέσω του OpenRouteService API εντοπίζει τη βέλτιστη διαδρομή. Στη συνέχεια:

- Υπολογίζει αν η διαδρομή διέρχεται από συγκεκριμένα σημεία (σταθμοί διοδίων)
- Συγκρίνει τα γεωγραφικά σημεία της διαδρομής με αυτά των διοδίων με χρήση γεωχωρικών ανοχών (tolerance)
- Αθροίζει το κόστος ανάλογα με την επιλεγμένη κατηγορία οχήματος
- Παρουσιάζει το συνολικό κόστος στον χρήστη

Αυτό το υποσύστημα είναι υπεύθυνο για τον βασικό σκοπό της εφαρμογής: την εξαγωγή κόστους ταξιδιού.

Υποσύστημα Διεπαφής Χρήστη (React Components)

Η διεπαφή αναπτύχθηκε με components του React, εξασφαλίζοντας modularity και επαναχρησιμοποίηση.

Περιλαμβάνει:

- Εισαγωγή στοιχείων διαδρομής (input boxes)
- Επιλογή φίλτρων (κατασκευαστές, τύποι διοδίων)

- Επιλογή κατηγορίας οχήματος με εικονίδια (radio buttons)
- Κουμπί ενεργοποίησης υπολογισμού διαδρομής
- Οπτική ανατροφοδότηση συνολικού κόστους

Η εμφάνιση είναι μοντέρνα και responsive, ενώ η χρήση React hooks επιτρέπει αποτελεσματική διαχείριση κατάστασης (state management).

Υποσύστημα Βάσης Δεδομένων και Backend (MongoDB & Express)

Το backend περιλαμβάνει:

- Express διακομιστή για διαχείριση αιτημάτων
- MongoDB βάση για αποθήκευση όλων των πληροφοριών διοδίων
- API endpoints για ανάκτηση των δεδομένων προς το frontend
- Διαχείριση CORS, JSON parsing και error handling

Ο διακομιστής είναι πλήρως ανεξάρτητος και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στο μέλλον και από mobile clients ή τρίτες εφαρμογές.

3.4 Ροή Δεδομένων (Data Flow)

Η ροή δεδομένων στην εφαρμογή αποτελεί βασικό στοιχείο για την κατανόηση της εσωτερικής λειτουργίας του συστήματος. Δεδομένου ότι πρόκειται για ένα σύστημα που βασίζεται στη συνεχή αλληλεπίδραση μεταξύ του χρήστη, του διακομιστή, των εξωτερικών APIs και της βάσης δεδομένων, η ανάλυση της ροής δεδομένων αναδεικνύει τη σειρά και τη λογική των επιμέρους διεργασιών.

Περιγραφή βασικής ροής

1. Ο χρήστης εισάγει την πόλη αφετηρίας και την πόλη προορισμού, καθώς και προαιρετικά επιλέγει φίλτρα (π.χ. κατασκευαστές αυτοκινητοδρόμων, τύπο διοδίων).
2. Το frontend της εφαρμογής στέλνει αίτημα στο API της OpenCage για γεωκωδικοποίηση των τοποθεσιών.
3. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες που επιστρέφονται αποθηκεύονται προσωρινά στο state της εφαρμογής.
4. Με την ενεργοποίηση της λειτουργίας υπολογισμού, η εφαρμογή στέλνει τις συντεταγμένες στο API της OpenRouteService για λήψη της προτεινόμενης διαδρομής.
5. Παράλληλα, γίνεται ανάκτηση όλων των διαθέσιμων σταθμών διοδίων από τη βάση δεδομένων MongoDB μέσω του backend (Node.js/Express).

6. Το σύστημα συγκρίνει τα σημεία της διαδρομής με τις γεωγραφικές θέσεις των σταθμών διοδίων και εντοπίζει εκείνους που βρίσκονται κατά μήκος της επιλεγμένης διαδρομής.
7. Οι σχετικοί σταθμοί απεικονίζονται στον χάρτη μέσω Leaflet.js και το συνολικό κόστος υπολογίζεται με βάση την επιλεγμένη κατηγορία οχήματος.
8. Το τελικό ποσό παρουσιάζεται στον χρήστη στη δεξιά στήλη της διεπαφής, ενώ παρέχεται δυνατότητα εμφάνισης αναλυτικών στοιχείων για κάθε σταθμό μέσω αναδυόμενων παραθύρων στον χάρτη.

Εναλλακτικές ροές

Η εφαρμογή υποστηρίζει δυναμικές αλλαγές φίλτρων ή κατηγορίας οχήματος, οι οποίες οδηγούν σε άμεση ανανέωση των δεδομένων χωρίς την ανάγκη επαναφόρτωσης της σελίδας. Αυτή η συμπεριφορά επιτυγχάνεται μέσω της αξιοποίησης της εσωτερικής κατάστασης της εφαρμογής (React state management) και της χρήσης καταλλήλων hooks (useEffect, useState).

4 Υλοποίηση

Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει την πρακτική εφαρμογή της προτεινόμενης λύσης, μέσα από την περιγραφή της διαδικασίας ανάπτυξης, τις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν, τη δομή του έργου, και την τελική του μορφή. Η υλοποίηση πραγματοποιήθηκε με χρήση σύγχρονων τεχνολογιών frontend και backend, δίνοντας έμφαση στη χρηστικότητα, στην επεκτασιμότητα και στην απλότητα του συστήματος. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με βάση την αρχιτεκτονική client-server, όπου ο πελάτης (frontend) επικοινωνεί με τον διακομιστή (backend) για την ανάκτηση και διαχείριση δεδομένων. Το frontend βασίζεται στη βιβλιοθήκη React.js, ενώ το backend έχει υλοποιηθεί με Node.js και Express, με αποθήκευση δεδομένων στη MongoDB.

4.1 Περιβάλλον ανάπτυξης και τεχνολογίες

Η ανάπτυξη της εφαρμογής πραγματοποιήθηκε με στόχο τη δημιουργία ενός μοντέρνου, διαδραστικού και αποδοτικού συστήματος. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, χρησιμοποιήθηκαν σύγχρονες τεχνολογίες τόσο στο επίπεδο του frontend όσο και στο

backend, διασφαλίζοντας ευκολία στη συντήρηση, ευελιξία στην επέκταση και υψηλή απόδοση.

Στο frontend, επιλέχθηκε η βιβλιοθήκη React.js, η οποία επιτρέπει τη δημιουργία επαναχρησιμοποιήσιμων components και τη διαχείριση της κατάστασης της εφαρμογής μέσω hooks. Με τη χρήση της React, η διεπαφή καθίσταται δυναμική, ανταποκρινόμενη άμεσα στις ενέργειες του χρήστη.

Για την απεικόνιση του χάρτη και των σταθμών διοδίων χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη Leaflet.js, σε συνδυασμό με το React wrapper react-leaflet. Μέσω αυτής της τεχνολογίας, επιτεύχθηκε η προβολή των διοδίων με markers, καθώς και η δυνατότητα σχεδιασμού της διαδρομής του χρήστη σε πραγματικό χρόνο.

Η γεωκωδικοποίηση των τοποθεσιών πραγματοποιείται μέσω του OpenCage Geocoder API, ενώ για τον υπολογισμό της διαδρομής μεταξύ δύο σημείων αξιοποιείται το OpenRouteService API. Οι εξωτερικές αυτές υπηρεσίες ενσωματώθηκαν στην εφαρμογή μέσω της βιβλιοθήκης Axios, η οποία χρησιμοποιείται για την αποστολή και λήψη HTTP αιτημάτων.

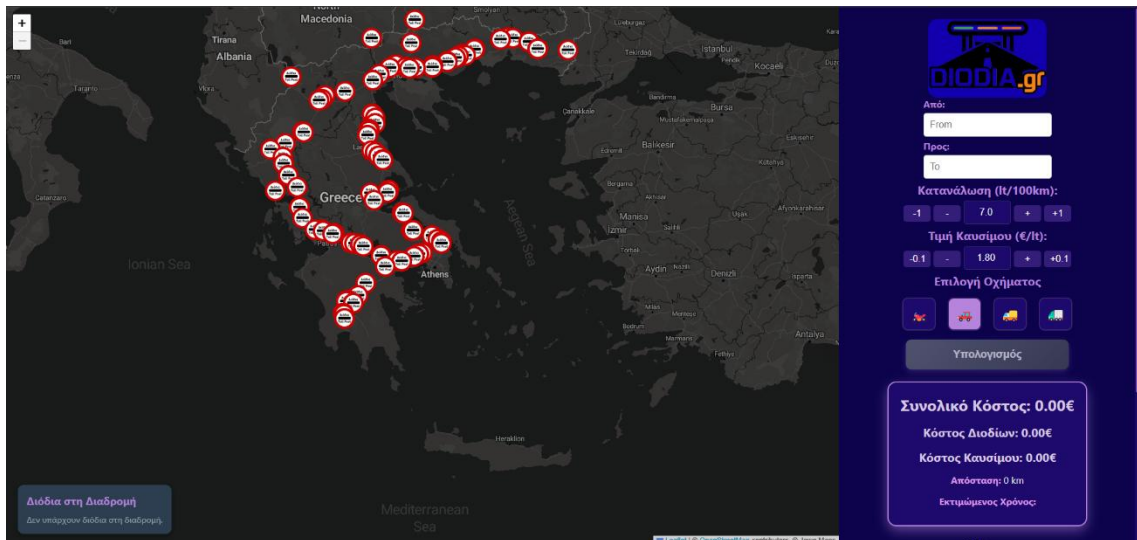
Το backend της εφαρμογής υλοποιήθηκε με χρήση της πλατφόρμας Node.js και του framework Express.js, το οποίο επιτρέπει τη γρήγορη και αποτελεσματική κατασκευή RESTful APIs. Τα δεδομένα των διοδίων, όπως ονόματα σταθμών, γεωγραφικό πλάτος/μήκος και τιμές ανά κατηγορία οχήματος, αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων MongoDB, επιλέγοντας την προσέγγιση NoSQL για την ευκολία χειρισμού δομημένων εγγράφων σε μορφή JSON.

Καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον Visual Studio Code, ενώ για τη δοκιμή των endpoints και την επαλήθευση της ορθής λειτουργίας του backend αξιοποιήθηκε το εργαλείο Postman. Η διαχείριση του πηγαίου κώδικα και η τεκμηρίωση των αλλαγών έγινε μέσω Git και GitHub.

Η επιλογή των παραπάνω τεχνολογιών δεν έγινε τυχαία· αποτελούν σήμερα δημοφιλείς, αξιόπιστες και δοκιμασμένες λύσεις, με ευρεία υποστήριξη από την κοινότητα ανάπτυξης λογισμικού. Η συγκεκριμένη τεχνολογική στοίβα εξασφάλισε την αρμονική συνεργασία μεταξύ frontend και backend, και επέτρεψε την υλοποίηση μιας ολοκληρωμένης εφαρμογής με υψηλό επίπεδο χρηστικότητας.

4.2 Περιγραφή των βασικών λειτουργιών

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε παρέχει ένα ολοκληρωμένο και χρηστικό περιβάλλον για τον υπολογισμό του κόστους διοδίων σε μια επιλεγμένη διαδρομή. Οι βασικές λειτουργίες της καλύπτουν τις ανάγκες ενός μέσου οδηγού που επιθυμεί να σχεδιάσει το ταξίδι του λαμβάνοντας υπόψη το κόστος και τη διαδρομή. Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των κύριων δυνατοτήτων.



Εικόνα 6: Αρχική οθόνη της ιστοσελίδας

Επιλογή πόλεων αφετηρίας και προορισμού

Ο χρήστης εισάγει τις τοποθεσίες αφετηρίας και προορισμού μέσω δύο απλών πεδίων κειμένου στο δεξί τμήμα της οθόνης. Οι τοποθεσίες αυτές μετατρέπονται σε γεωγραφικές συντεταγμένες μέσω του OpenCage Geocoding API. Το αποτέλεσμα αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της διαδρομής.

Υπολογισμός διαδρομής

Με την ενεργοποίηση του κουμπιού "Υπολογισμός", η εφαρμογή αποστέλλει τις συντεταγμένες στον OpenRouteService API, ο οποίος επιστρέφει την προτεινόμενη διαδρομή. Η διαδρομή προβάλλεται στο χάρτη ως γραμμή (polyline), δίνοντας στον χρήστη σαφή εικόνα της κατεύθυνσης.

Χαρτογράφηση σταθμών διοδίων

Τα δεδομένα των σταθμών διοδίων φορτώνονται από το backend και προβάλλονται ως markers στον διαδραστικό χάρτη. Για κάθε σταθμό εμφανίζεται το όνομα, η εταιρεία

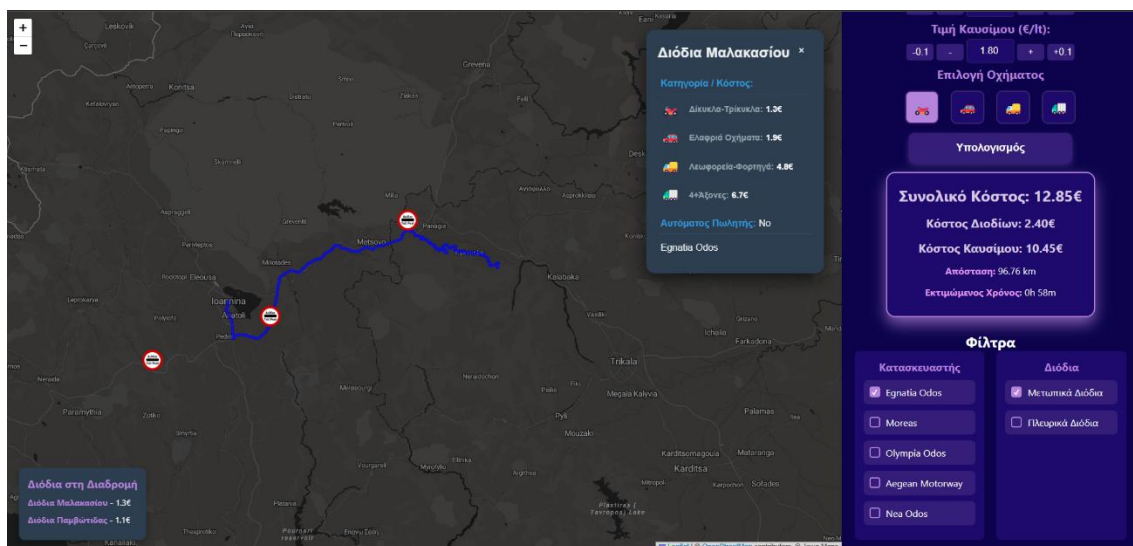
που τον διαχειρίζεται, και το αντίστοιχο κόστος για κάθε κατηγορία οχήματος. Η προβολή γίνεται μέσω Leaflet.js, ενώ κάθε σταθμός συνοδεύεται από αναδυόμενο παράθυρο (popup) με αναλυτικές πληροφορίες.

Φιλτραρίσματα

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εφαρμόσει φίλτρα, ώστε να προσαρμόσει την εμφάνιση των σταθμών στον χάρτη. Συγκεκριμένα, υποστηρίζονται:

- **Φιλτράρισμα ανά κατασκευαστή/διαχειριστή αυτοκινητοδρόμου**, π.χ. Nea Odos, Olympia Odos κ.ά.
- **Εμφάνιση μόνο πλευρικών ή μόνο μετωπικών διοδίων**, ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη.

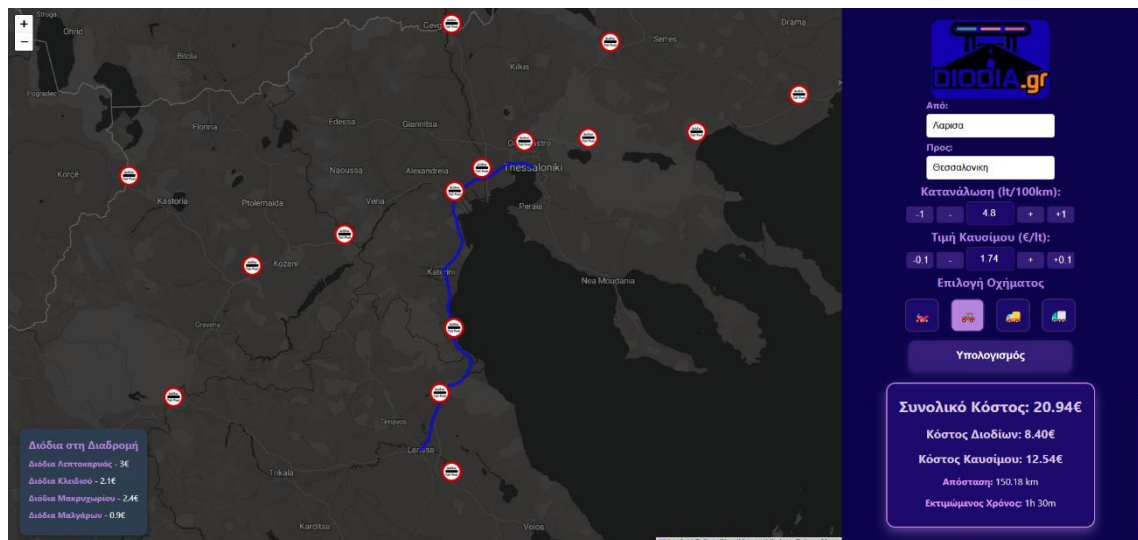
Τα φίλτρα εφαρμόζονται δυναμικά και η εφαρμογή ενημερώνει άμεσα την προβολή του χάρτη με βάση τις επιλογές του χρήστη.



Εικόνα 7: Ενεργοποίηση φίλτρων και υπολογισμός ταξιδιού

Υπολογισμός συνολικού κόστους

Ανάλογα με την επιλεγμένη κατηγορία οχήματος (δίκυκλο, ΙΧ, φορτηγό κ.λπ.), η εφαρμογή υπολογίζει το συνολικό κόστος της διαδρομής αθροίζοντας τα επιμέρους ποσά από τους σταθμούς διοδίων που βρίσκονται πάνω στη διαδρομή. Το τελικό ποσό εμφανίζεται σε ειδική ενότητα στη δεξιά πλευρά της οθόνης. Η διαδικασία αυτή γίνεται αυτόματα μετά τον υπολογισμό της διαδρομής και διαφοροποιείται κάθε φορά που ο χρήστης επιλέγει διαφορετική κατηγορία οχήματος.



Εικόνα 8: Διαδρομή Λάρισα - Θεσσαλονίκη

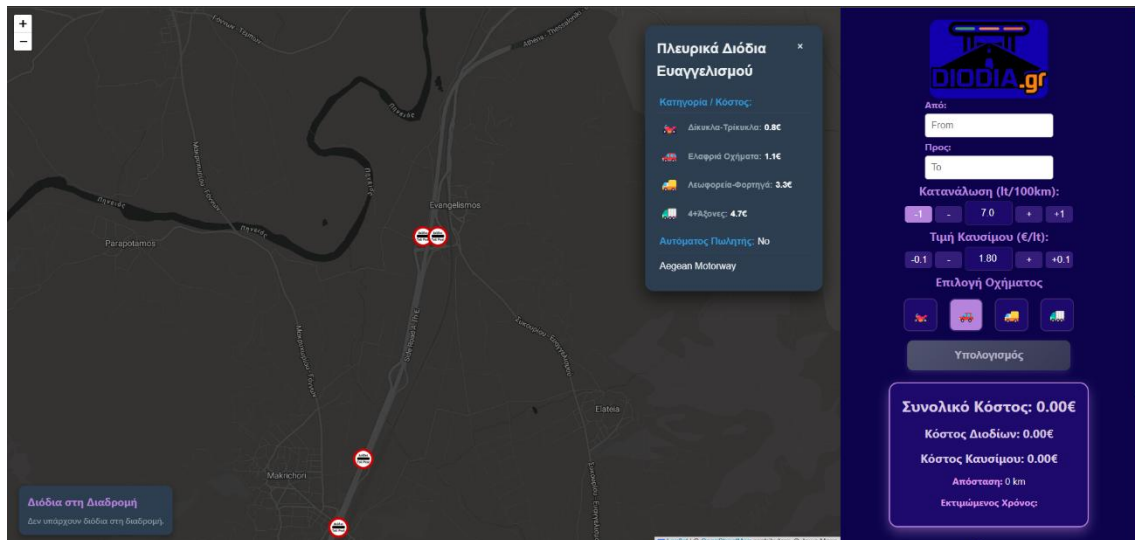
4.3 Περιγραφή του frontend

Το frontend της εφαρμογής αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη *React.js*, μια από τις πιο δημοφιλείς λύσεις για την κατασκευή μοντέρνων και διαδραστικών διεπαφών χρήστη. Η React παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας επαναχρησιμοποιήσιμων συστατικών (components), επιτρέποντας την καλύτερη οργάνωση και επεκτασιμότητα της εφαρμογής.

Αρχιτεκτονική και διάταξη

Η εφαρμογή ακολουθεί μια ξεκάθαρη διμερής διάταξη: η αριστερή πλευρά της οθόνης φιλοξενεί τον χάρτη, ενώ η δεξιά πλευρά περιέχει το πλαίσιο αλληλεπίδρασης με τον χρήστη, με φίλτρα, πεδία εισαγωγής και αποτελέσματα.

Το βασικό component είναι το App, το οποίο περιέχει τα επιμέρους UI στοιχεία (inputs, φίλτρα, πλήκτρα, λογότυπο) και το component Map, που είναι υπεύθυνο για την εμφάνιση του χάρτη και την απόκριση σε ενέργειες όπως επιλογή πόλεων και υπολογισμός διαδρομής.



Εικόνα 9: Επιλογή διοδίου και παρουσίαση αναδυομένου παραθύρου

Διαχείριση κατάστασης (State)

Η διαχείριση της κατάστασης της εφαρμογής πραγματοποιείται με τα hooks `useState` και `useEffect`.

Ορισμένα από τα βασικά states είναι:

- `startCity` και `endCity`: Οι πόλεις αφετηρίας και προορισμού.
- `selectedOperators`: Οι επιλεγμένοι διαχειριστές αυτοκινητοδρόμων.
- `showSideTolls`, `showMainTolls`: Λογικές τιμές για τα φίλτρα τύπων διοδίων.
- `selectedCategory`: Η επιλεγμένη κατηγορία οχήματος (π.χ. ΙΧ, φορτηγό).
- `totalCost`: Το συνολικό κόστος διοδίων για τη διαδρομή.

Αυτά τα states καθορίζουν δυναμικά την εμφάνιση και συμπεριφορά της εφαρμογής.

Χαρτογράφηση και διαδρομή

Ο χάρτης προβάλλεται μέσω της βιβλιοθήκης *Leaflet*, ενσωματωμένη στο React μέσω του `react-leaflet`. Η απεικόνιση περιλαμβάνει:

- Σταθμούς διοδίων ως markers.
- Πληροφορίες popup για κάθε σταθμό.
- Πολυγραμμή (Polyline) για την αναπαράσταση της διαδρομής που υπολογίζεται μέσω εξωτερικού API.

Η προβολή του χάρτη είναι πλήρως διαδραστική, με δυνατότητα zoom και πλοήγησης από τον χρήστη.

```

185 return (
186   <div>
187     <MapContainer
188       center={[38.8977, 22.4300]}
189       zoom={7}
190       minZoom={7}
191       maxZoom={17}
192       style={{ width: '100%', height: '100vh' }}
193       maxBounds={[
194         [34.0, 19],
195         [41.5, 28],
196       ]}
197       maxBoundsViscosity={1.0}
198       dragging={true}
199       ref={mapRef}
200     >
201       <TileLayer
202         url="https://s.tile.jawg.io/jawg-dark/{z}/{x}/{y}.png?access-token=tUjMNd5lXqx1eGgyJfjPetKCyph1OZ8B2FCJ29nFo6y9DJ4VWwIfos1jhftpjB"
203         attribution='&copy; <a href="https://www.openstreetmap.org/copyright">OpenStreetMap</a> contributors, &copy; Jawg Maps'
204       />
205
206       {filteredTolls.map((toll) => (
207         <Marker
208           key={toll.id}
209           position={[toll.latitude, toll.longitude]}
210           icon={createIcon()}
211           eventHandlers={{
212             click: () => {
213               // You, 4 months ago • productivity
214               setSelectedToll(toll);
215               handlePopupOpen();
216             },
217             mouseover: (e) => {
218               e.target.setIcon(createIcon());
219             },
220             mouseout: (e) => {
221               e.target.setIcon(createIcon());
222             },
223           }}
224         />
225       ))}
226     </div>
227   )

```

Εικόνα 10: Στιγμιότυπο κώδικα από τον χάρτη και τα σημάδια των διοδίων

Εμφάνιση και σχεδίαση (CSS)

Η σχεδίαση της εφαρμογής έγινε με *καθαρή CSS* και στόχος ήταν η επίτευξη μιας σύγχρονης και ξεκούραστης διεπαφής. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στα εξής:

- Χρωματική αντίθεση μεταξύ του χάρτη και του πίνακα εργαλείων.
- Εύχρηστα πεδία κειμένου και κουμπιά.
- Custom σχεδίαση για radio buttons που εκπροσωπούν κατηγορίες οχημάτων.
- Responsive εμφάνιση για διάφορες αναλύσεις οθόνης.

Η συνολική εμπειρία του χρήστη είναι φιλική και εστιασμένη στη λειτουργικότητα, χωρίς περιττά στοιχεία που να αποσπούν την προσοχή.

4.4 Περιγραφή του backend

Το backend της εφαρμογής υλοποιήθηκε με τη χρήση της πλατφόρμας *Node.js* και του framework *Express.js*, με στόχο την παροχή γρήγορων και αποδοτικών RESTful API endpoints. Ο ρόλος του backend είναι να διαχειρίζεται τα δεδομένα των διοδίων και να τα παρέχει στο frontend με ευέλικτο και ασφαλή τρόπο.

Δομή του backend

Η εφαρμογή αποτελείται από έναν κύριο server (server.js ή index.js), ο οποίος φορτώνει τις απαιτούμενες βιβλιοθήκες και ρυθμίζει τα routes, και από ένα σύνολο modules που χειρίζονται τη βάση δεδομένων και τις λογικές λειτουργίες (π.χ. αναζήτηση, φιλτράρισμα).

Η βασική ροή περιλαμβάνει:

- Εισαγωγή βιβλιοθηκών όπως express, cors, dotenv και mongodb.
- Ορισμός διαδρομών (routes) για τα αιτήματα από το frontend.
- Σύνδεση με τη βάση δεδομένων MongoDB.
- Απόκριση με δεδομένα διοδίων σε μορφή JSON.

```
const URI = process.env.ATLAS_URI || 'mongodb://localhost:27027';
const client = new MongoClient(URI, {
  serverApi: {
    version: ServerApiVersion.v1,
    strict: true,
    deprecationErrors: true,
  },
});
let db;

try {
  await client.connect();
  await client.db("diodia_GR").command({ ping: 1 });
  console.log("Pinged your deployment. You successfully connected to MongoDB!");
  db = client.db("tolls");
} catch (err) {
  console.error("MongoDB connection failed:", err);
}

db = client.db("diodia_GR");

export default db;
```

Εικόνα 11: Σύνδεση backend με mongo DB

API Endpoint

Το βασικό endpoint που εξυπηρετεί το frontend είναι:

GET /tolls

Αυτό το endpoint επιστρέφει τη λίστα όλων των διοδίων αποθηκευμένων στη βάση. Η λογική φιλτραρίσματος (όπως π.χ. ανά operator ή τύπο διοδίου) υλοποιείται αποκλειστικά στο frontend για να παραμένει ο server απλός και να ελαχιστοποιείται το latency.

Προαιρετικά, θα μπορούσαν να δημιουργηθούν πιο σύνθετα endpoints με δυναμικά queries, π.χ.:

GET /tolls?operator=Olympia%20Odos&sideToll=false

Ωστόσο, η απόφαση να μεταφερθεί το φιλτράρισμα στην React πλευρά έγινε για να διατηρηθεί η ευκολία συντήρησης και να μειωθεί η ανάγκη για πολύπλοκα queries στο backend.

```
{
  _id: new ObjectId('6776fe72381f83ed1286834f'),
  name: 'Διόδια Τερόβου',
  latitude: 39.425501,
  longitude: 20.90519,
  operator: 'Nea Odos',
  sideToll: false,
  rates: {
    category1: 2.45,
    category2: 3.55,
    category3: 8.9,
    category4: 12.45
  }
},
```

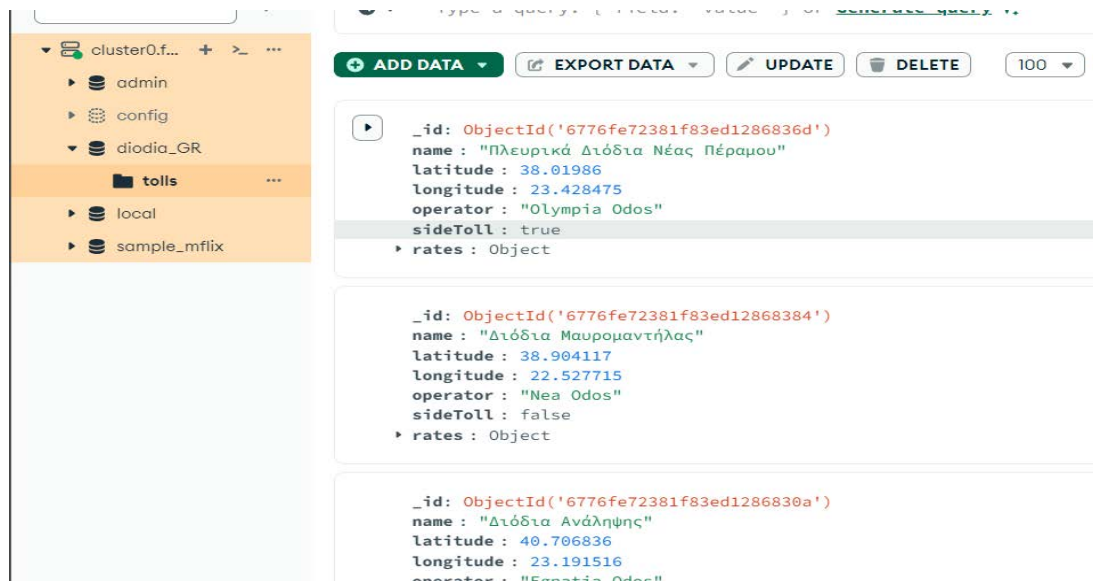
Εικόνα 12: Παράδειγμα response από το API GET tolls

Βάση δεδομένων MongoDB

Η MongoDB χρησιμοποιήθηκε λόγω της ευελιξίας της στη διαχείριση JSON-like εγγράφων και της εύκολης ενσωμάτωσης με Node.js. Τα δεδομένα των διοδίων είναι αποθηκευμένα ως συλλογή εγγράφων (documents), όπου κάθε document περιλαμβάνει:

- Ονομασία σταθμού
- Γεωγραφικές συντεταγμένες (latitude, longitude)
- Κατηγορία/κατηγορίες τιμών ανά όχημα (rates)
- Λογική τιμή για sideToll (true/false)
- Όνομα διαχειριστή (operator)
- Πληροφορία για ύπαρξη αυτόματου πωλητή (automated_coin_machine)

Η συλλογή διοδίων φορτώθηκε με seed data από αρχείο .json και συνδέθηκε μέσω του official mongodb driver για Node.js.



Εικόνα 13: Βάση δεδομένων MongoDB

Διαχείριση CORS και Middleware

Για να επιτραπεί η επικοινωνία του frontend με το backend από διαφορετικό origin κατά την ανάπτυξη, ενεργοποιήθηκε το middleware cors. Επίσης, προστέθηκαν τα απαραίτητα middlewares για express.json() και error handling, ώστε να εξασφαλιστεί σωστή διαχείριση αιτημάτων και σφαλμάτων.

4.5 Διαχείριση δεδομένων διοδίων

Η διαχείριση των δεδομένων διοδίων αποτέλεσε ένα από τα σημαντικότερα σημεία της υλοποίησης, καθώς αφορά την ακρίβεια και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων που εμφανίζονται στον χρήστη. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή συλλέχθηκαν, οργανώθηκαν και αποθηκεύτηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετούν άμεσα και αποδοτικά την αναζήτηση και την εμφάνιση στον χάρτη.

Συλλογή και καθαρισμός δεδομένων

Η αρχική συλλογή των δεδομένων έγινε από δημόσιες ιστοσελίδες των διαχειριστών αυτοκινητοδρόμων (π.χ. Nea Odos, Olympia Odos, Aegean Motorway), καθώς και από ανεξάρτητες πηγές που παρουσιάζουν χάρτες ή λίστες σταθμών διοδίων στην Ελλάδα.

Για κάθε σταθμό καταγράφηκαν:

- Η ακριβής γεωγραφική θέση (latitude, longitude)
- Η ονομασία του σταθμού
- Ο διαχειριστής (operator)

- Οι τιμές διοδίων ανά κατηγορία οχήματος (4 κατηγορίες)
- Αν είναι πλευρικό ή μετωπικό διόδιο (sideToll)
- Αν υπάρχει αυτόματος πωλητής (automated_coin_machine)

Η διαδικασία καθαρισμού των δεδομένων περιλάμβανε τον εντοπισμό και την αφαίρεση διπλοεγγραφών, την εναρμόνιση των ονομάτων των σταθμών και τη διόρθωση τυχόν ανακριβών γεωγραφικών συντεταγμένων μέσω επαλήθευσης στο Google Maps.

Αποθήκευση στη MongoDB

Μετά τη συγκέντρωση των δεδομένων, δημιουργήθηκε ένα αρχείο .json το οποίο φορτώθηκε στη βάση MongoDB. Το σχήμα κάθε document ήταν ενιαίο, και περιλάμβανε όλα τα παραπάνω πεδία. Η MongoDB επιλέχθηκε επειδή:

- Παρέχει ευελιξία στην αποθήκευση μη δομημένων δεδομένων.
- Επιτρέπει εύκολη αναζήτηση και φιλτράρισμα μέσω JavaScript/Node.js.
- Υποστηρίζει ταχύτατες ανακτήσεις, κρίσιμο για real-time εφαρμογές.

Χρήση στον χάρτη και στους υπολογισμούς

Κατά τη λειτουργία της εφαρμογής:

- Όλοι οι σταθμοί φορτώνονται στον frontend μέσω του API /tolls.
- Το φιλτράρισμα γίνεται με βάση τον operator, τον τύπο διοδίου (πλευρικό/μετωπικό), καθώς και τη θέση τους ως προς τη διαδρομή.
- Η εφαρμογή συγκρίνει τις συντεταγμένες της διαδρομής με αυτές των διοδίων και υπολογίζει ποιοι σταθμοί βρίσκονται κοντά στη γραμμή της διαδρομής.
- Ανάλογα με την επιλεγμένη κατηγορία οχήματος, αθροίζονται οι αντίστοιχες τιμές από τα κοντινά διόδια και προβάλλεται το συνολικό κόστος.

Με αυτόν τον τρόπο, η εφαρμογή εξασφαλίζει τόσο την *ακρίβεια* του κόστους όσο και τη *χρησιμότητα* της πληροφορίας, επιτρέποντας στον χρήστη να οργανώσει οικονομικά τη διαδρομή του με ρεαλιστικά δεδομένα.

5 Αξιολόγηση εφαρμογής

Η αξιολόγηση μιας εφαρμογής αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι κάθε τεχνικού έργου, καθώς προσφέρει τη δυνατότητα αποτίμησης της αποτελεσματικότητας της λύσης σε σχέση

με τις αρχικές απαιτήσεις και ανάγκες του χρήστη. Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται η αξιολόγηση της εφαρμογής που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της πτυχιακής εργασίας, τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την υλοποίηση, καθώς και προτάσεις για μελλοντικές βελτιώσεις και επέκταση της λειτουργικότητας.

Η ανάλυση πραγματοποιείται τόσο από τη σκοπιά του χρήστη, μέσα από την παρατήρηση της εμπειρίας αλληλεπίδρασης, όσο και από τεχνική σκοπιά, με αναφορά στα σημεία όπου η εφαρμογή πέτυχε τους στόχους της αλλά και σε όσα μπορούν να ενισχυθούν σε μελλοντικές εκδόσεις.

5.1 Αξιολόγηση της εφαρμογής από τη σκοπιά του χρήστη

Η εφαρμογή σχεδιάστηκε με σκοπό να προσφέρει στον οδηγό ένα εύχρηστο και πρακτικό εργαλείο υπολογισμού του κόστους διοδίων σε μια προγραμματισμένη διαδρομή. Μέσα από τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών όπως React.js και Leaflet, η εμπειρία του χρήστη επικεντρώνεται στην απλότητα και την ευκολία πλοήγησης.

Από τη σκοπιά της εμπειρίας χρήστη (User Experience – UX), η εφαρμογή επιτυγχάνει τα εξής:

- **Απλή διεπαφή:** Ο χρήστης μπορεί εύκολα να εισάγει πόλεις αφετηρίας και προορισμού, να επιλέξει κατηγορία οχήματος και να λάβει την εκτιμώμενη διαδρομή και το κόστος διοδίων με ένα μόνο κλικ.
- **Άμεση απόκριση:** Η εφαρμογή ανταποκρίνεται γρήγορα στις ενέργειες του χρήστη, χωρίς καθυστερήσεις, χάρη στην αρχιτεκτονική SPA (Single Page Application).
- **Χρήσιμα φίλτρα:** Οι δυνατότητες φιλτραρίσματος (π.χ. προβολή μόνο μετωπικών ή πλευρικών διοδίων, επιλογή διαχειριστή αυτοκινητόδρομου) επιτρέπουν στον χρήστη να προσαρμόζει τα αποτελέσματα στις δικές του ανάγκες.
- **Αισθητική παρουσίαση:** Ο συνδυασμός χρωμάτων, η χρήση εικονιδίων οχημάτων, το πλωτό παράθυρο πληροφοριών και το σύστημα χαρτογράφησης ενισχύουν τη χρηστικότητα και καθιστούν την εφαρμογή ελκυστική οπτικά.

Τέλος, η συνολική λειτουργία ελέγχθηκε σε πραγματικά σενάρια χρήσης (π.χ. ταξίδι από Προβατόνα σε Καλαμάτα), με ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα: ο χρήστης ενημερώνεται άμεσα για το συνολικό κόστος, τα διόδια καθ' οδόν και μπορεί να κάνει εύκολες συγκρίσεις μεταξύ διαδρομών και επιλογών.

5.2 Τεχνική αξιολόγηση της εφαρμογής

Η τεχνική αξιολόγηση της εφαρμογής εστιάζει στα ζητήματα απόδοσης, αξιοπιστίας, επεκτασιμότητας και ευκολίας συντήρησης, καθώς και στη χρήση των επιλεγμένων τεχνολογιών για την υποστήριξη των απαιτούμενων λειτουργιών.

Η επιλογή του *React.js* για το frontend αποδείχθηκε ιδιαίτερα επιτυχής, καθώς το περιβάλλον του προσφέρει υψηλή ταχύτητα απόκρισης, δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης component και καλή υποστήριξη για δυναμικές διεπαφές. Η χρήση της *βιβλιοθήκης Leaflet* επέτρεψε τη χαρτογραφική απεικόνιση της Ελλάδας με ελαφρύ και ευέλικτο τρόπο, προσφέροντας παράλληλα τη δυνατότητα για δυναμικές προσθήκες σημείων (markers), διαδρομών (polylines) και παραθύρων πληροφοριών (popups).

Το backend υλοποιήθηκε με χρήση *Node.js* και *Express*, παρέχοντας REST API endpoints για την εξυπηρέτηση των αιτημάτων του frontend. Η δομή αυτή υποστήριξε την αποσύνδεση των λειτουργιών και τη διευκόλυνση μελλοντικών επεκτάσεων. Η χρήση της *MongoDB* για την αποθήκευση των δεδομένων διοδίων πρόσφερε ευελιξία στη διαχείριση των εγγραφών, δεδομένης της ποικιλίας πληροφοριών (π.χ. διαφορετικές τιμές ανά κατηγορία οχήματος, φίλτρα, γεωγραφικές συντεταγμένες, παρουσία ή όχι πλευρικών διοδίων κ.λπ.).

Αξιολογώντας την εφαρμογή ως σύνολο, διαπιστώνεται πως:

- **Η απόκριση** είναι σταθερή και χωρίς καθυστερήσεις, ακόμα και όταν απεικονίζονται δεκάδες σημεία στον χάρτη.
- **Η επεκτασιμότητα** είναι εφικτή, αφού μπορούν να προστεθούν νέα δεδομένα (π.χ. νέα διόδια, νέες διαδρομές) χωρίς τροποποιήσεις στον βασικό κώδικα.
- **Η συντήρηση** είναι εύκολη, λόγω της καθαρής αρχιτεκτονικής και της διαχωρισμένης λογικής frontend–backend.
- **Η χρήση εξωτερικών API**, όπως του OpenRouteService και του OpenCage για δρομολόγηση και γεωκωδικοποίηση, προσέθεσε δυναμισμό, αλλά απαιτεί καλή διαχείριση σε ό,τι αφορά όρια χρήσης και αποδοτικότητα.

Η συνολική τεχνική εικόνα δείχνει ένα σύστημα αξιόπιστο, επεκτάσιμο και με σταθερές επιδόσεις, έτοιμο να προσαρμοστεί σε μελλοντικές ανάγκες.

5.3 Μελλοντικές βελτιώσεις και προτάσεις επέκτασης

Αν και η εφαρμογή καλύπτει με επιτυχία τον βασικό στόχο της — δηλαδή την παροχή χρήσιμης πληροφορίας για το κόστος των διοδίων σε μια επιλεγμένη διαδρομή — υπάρχουν αρκετές δυνατότητες για μελλοντική ενίσχυση της λειτουργικότητας και εμπλουτισμό της εμπειρίας του χρήστη.

- **Βελτιστοποίηση Φιλτραρίσματος Διοδίων**

Η προσθήκη νέων φίλτρων, όπως η δυνατότητα απόκρυψης διοδίων ανά κατηγορία ή ανά περιοχή (π.χ. Πελοπόννησος, Θεσσαλία), θα προσέφερε επιπλέον ευελιξία στους χρήστες που θέλουν να σχεδιάσουν το ταξίδι τους με πιο συγκεκριμένα κριτήρια.

- **Υποστήριξη για Πολλαπλές Διαδρομές / Ενδιάμεσες Στάσεις**

Η υποστήριξη περισσότερων από δύο σημείων σε ένα ταξίδι (π.χ. $A \rightarrow B \rightarrow \Gamma$) θα καθιστούσε την εφαρμογή πιο ισχυρό εργαλείο για χρήστες που σχεδιάζουν σύνθετα δρομολόγια.

- **Υλοποίηση ως Mobile App**

Η μετατροπή της εφαρμογής σε mobile app ή Progressive Web App (PWA) θα διευκόλυνε την πρόσβαση των χρηστών κατά την οδήγηση ή εν κινήσει, προσφέροντας δυνατότητες όπως offline λειτουργία, ειδοποιήσεις και αποθήκευση αγαπημένων διαδρομών.

- **Εμπλουτισμός της Βάσης Δεδομένων**

Η συνεχής ενημέρωση των διοδίων, καθώς και η πιθανή ενσωμάτωση δυναμικών δεδομένων (π.χ. προσωρινά έργα ή αλλαγές τιμολογίων), θα εξασφάλιζε την ακρίβεια και αξιοπιστία των παρεχόμενων πληροφοριών.

- **Στατιστικά και Αναφορές**

Μπορεί να προστεθεί λειτουργία προβολής στατιστικών, όπως:

- Πόσα διόδια βρίσκονται στη διαδρομή,
- Συνολικό κόστος ανά χιλιόμετρο

6 Συμπεράσματα

Η παρούσα πτυχιακή εργασία είχε ως κύριο στόχο την ανάπτυξη μιας διαδικτυακής εφαρμογής για τον υπολογισμό του κόστους διοδίων σε μια διαδρομή στην Ελλάδα.

Μέσα από τη διερεύνηση της υφιστάμενης κατάστασης και των αναγκών των οδηγών, εντοπίστηκε ένα σαφές κενό στην πληροφόρηση σχετικά με τα διόδια και το κόστος τους, τόσο από επίσημους φορείς όσο και από δημοφιλείς πλατφόρμες πλοήγησης.

Η λύση που αναπτύχθηκε αξιοποιεί τεχνολογίες ανοιχτού κώδικα (React, Node.js, MongoDB) και εξωτερικά APIs (OpenRouteService, OpenCage) για τη δημιουργία μιας διαδραστικής χαρτογραφικής εμπειρίας, μέσω της οποίας ο χρήστης μπορεί να επιλέξει πόλεις αφετηρίας και προορισμού, να υπολογίσει αυτόματα το συνολικό κόστος διόδων με βάση την κατηγορία οχήματος και να εφαρμόσει φίλτρα (όπως πλευρικά ή μετωπικά διόδια και κατασκευαστικές εταιρείες).

Η εφαρμογή δοκιμάστηκε με επιτυχία σε πραγματικές διαδρομές και παρείχε ακριβή, συγκεντρωμένη και κατανοητή πληροφόρηση — εξυπηρετώντας έτσι μια υπαρκτή ανάγκη τόσο για την καθημερινότητα των οδηγών όσο και για τον προγραμματισμό μεγαλύτερων ταξιδιών.

Η εργασία ανέδειξε τη σημασία της απλότητας και της λειτουργικότητας στη σχεδίαση ψηφιακών υπηρεσιών, καθώς και την ανάγκη αξιοποίησης τεχνολογιών χαμηλού κόστους για την κάλυψη πρακτικών προβλημάτων. Παράλληλα, άνοιξε τον δρόμο για μελλοντικές επεκτάσεις, όπως ο υπολογισμός καυσίμων, η υποστήριξη για ενδιάμεσες στάσεις, η μετατροπή της εφαρμογής σε mobile app, και η ενσωμάτωση δεδομένων πραγματικού χρόνου.

Συνοψίζοντας, η εφαρμογή πέτυχε τον σκοπό της: να προσφέρει ένα χρήσιμο εργαλείο στον οδηγό και να συμβάλει — έστω και σε μικρή κλίμακα — στην καλύτερη πληροφόρηση και οργάνωση των οδικών μετακινήσεων στην Ελλάδα.

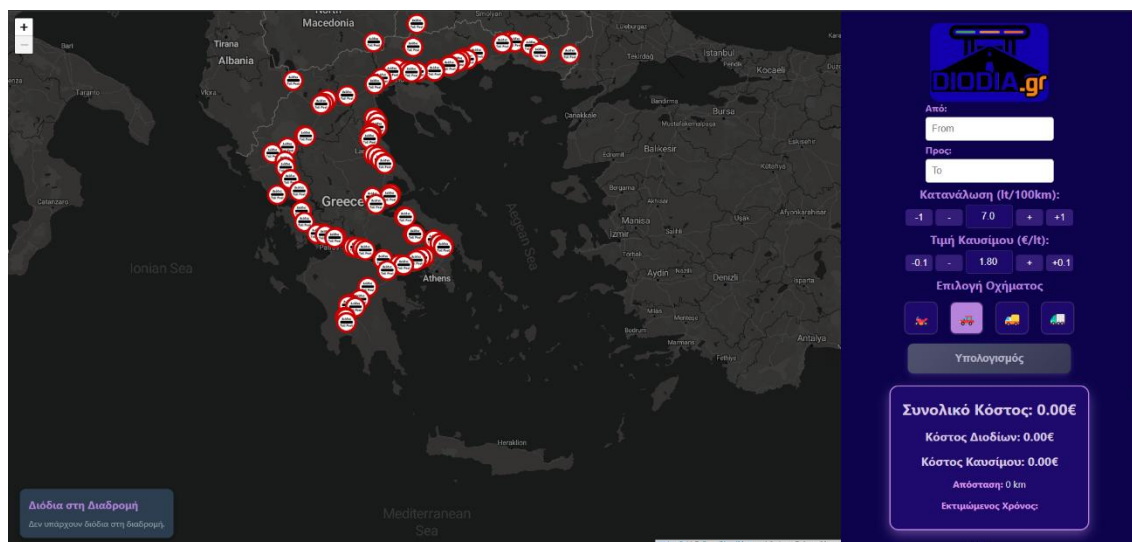
Βιβλιογραφία

1. Google Maps. Διαθέσιμο στο: <https://www.google.com/maps> (πρόσβαση: Μάιος 2025)
2. OpenRouteService – Directions API Documentation. Διαθέσιμο στο: <https://openrouteservice.org/dev/#/api-docs/v2/directions> (πρόσβαση: Μάιος 2025)

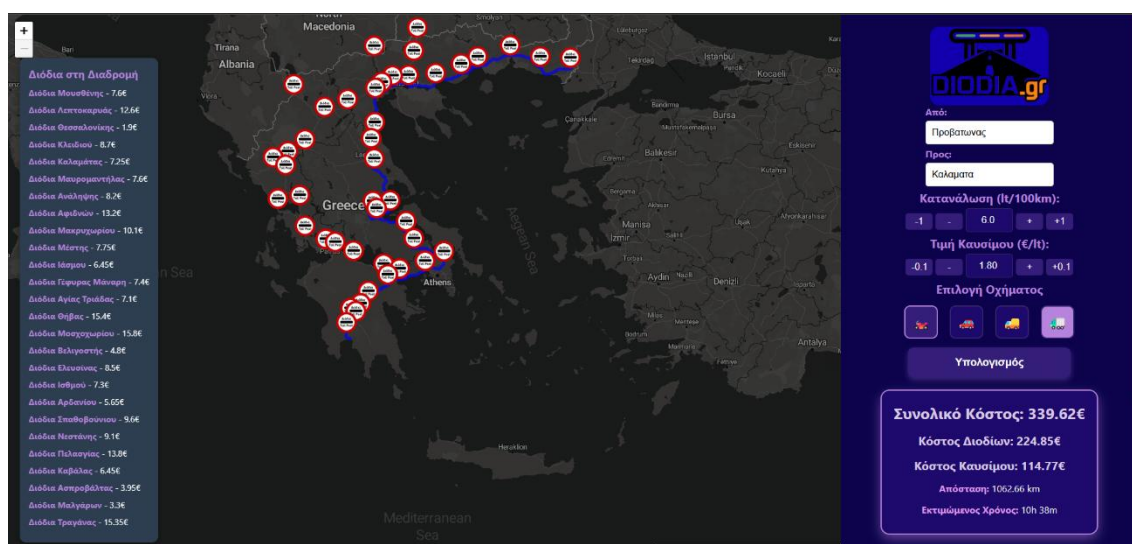
3. OpenCage Geocoder API. Διαθέσιμο στο: <https://opencagedata.com/api> (πρόσβαση: Μάιος 2025)
4. React – Official Documentation. Διαθέσιμο στο: <https://reactjs.org/docs/getting-started.html> (πρόσβαση: Μάιος 2025)
5. Leaflet – JavaScript Library for Interactive Maps. Διαθέσιμο στο: <https://leafletjs.com> (πρόσβαση: Μάιος 2025)
6. MongoDB – Official Documentation. Διαθέσιμο στο: <https://www.mongodb.com/docs/> (πρόσβαση: Μάιος 2025)
7. Node.js Documentation. Διαθέσιμο στο: <https://nodejs.org/en/docs> (πρόσβαση: Μάιος 2025)
8. roadcosts.gr – Υπολογισμός εξόδων διαδρομής. Διαθέσιμο στο: <https://roadcosts.gr/tripcalculator> (πρόσβαση: Μάιος 2025)
9. diodia.com.gr – Υπολογισμός διοδίων. Διαθέσιμο στο: <http://diodia.com.gr> (πρόσβαση: Μάιος 2025)
10. vriskoapostasi.gr – Απόσταση μεταξύ πόλεων. Διαθέσιμο στο: <https://vriskoapostasi.gr> (πρόσβαση: Μάιος 2025)

Παράρτημα

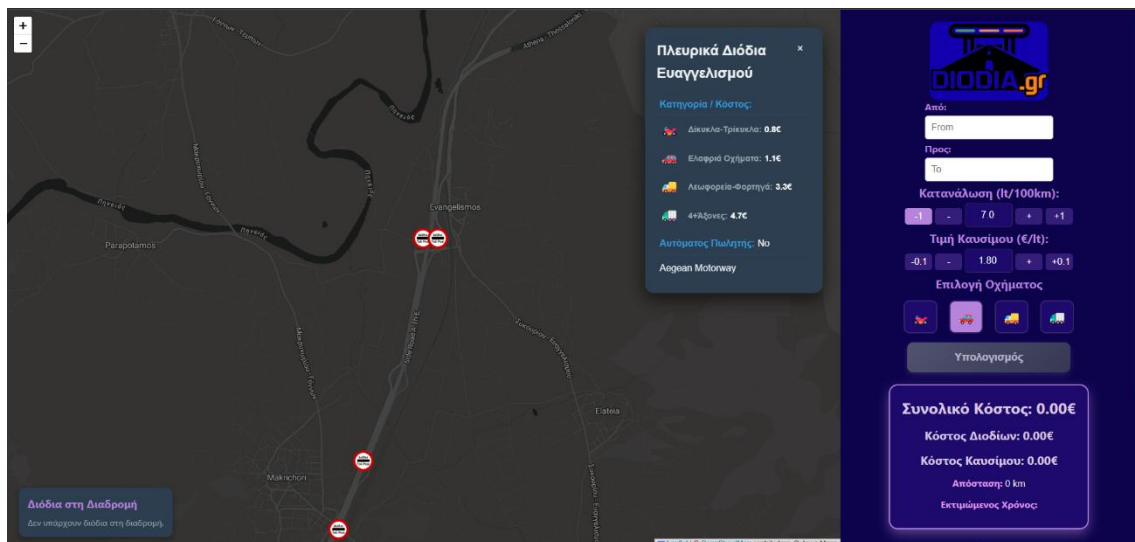
Α. Εικόνες από τη λειτουργία της εφαρμογής



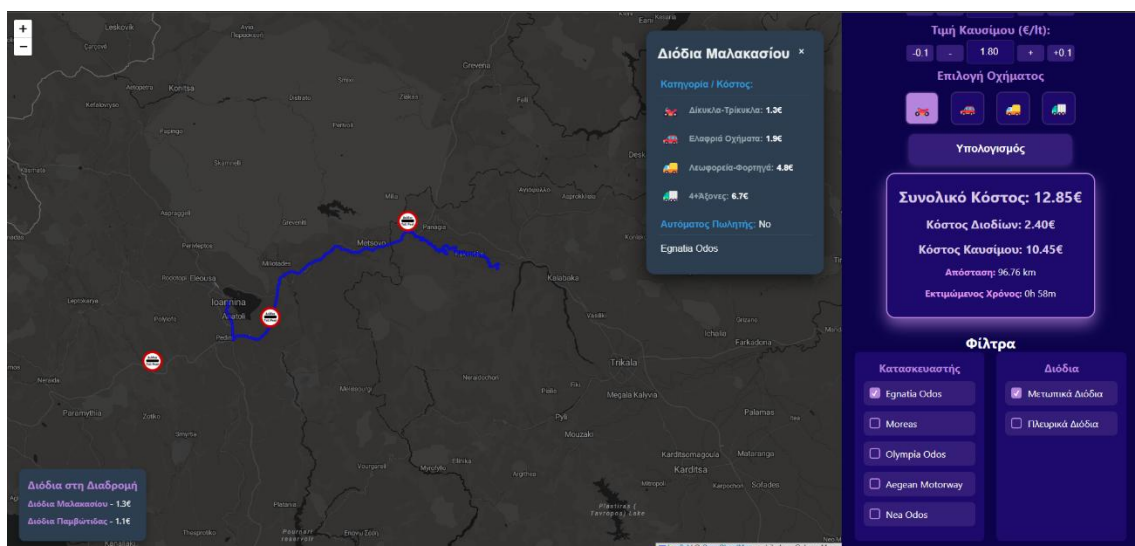
Εικόνα 14: Αρχική Οθόνη



Εικόνα 15: Διαδρομή Προβατυνας – Καλαμάτα



Εικόνα 16: Αναδυόμενο παράθυρο μετά την επιλογή διοδίου



Εικόνα 17: Διαδρομή με συνδυασμό φίλτρων

B. Δομή Δεδομένων JSON (Toll Object)

```
{
  "_id": "609c123abc456def7890",
  "name": "Διόδια Μαλακάσας",
  "latitude": 38.245,
  "longitude": 23.78,
  "operator": "Nea Odos",
  "sideToll": false,
  "automated_coin_machine": true,
  "rates": {
    "category1": 1.30,
    "category2": 2.50,
    "category3": 6.30,
    "category4": 8.80
  }
}
```

Γ. Ενδεικτικό Κώδικα Frontend (React Component)

```
<input
  type="text"
  value={startCity}
  onChange={(e) => setStartCity(e.target.value)}
  placeholder="Από"
/>
<input
  type="text"
  value={endCity}
  onChange={(e) => setEndCity(e.target.value)}
  placeholder="Προς"
/>
<button onClick={handleCalculateRoute}>Υπολογισμός</button>
```

Δ. Χρήση OpenRouteService API (Route Request)

```
GET https://api.openrouteservice.org/v2/directions/driving-car
?api_key=xxxx
&start=22.4300,38.8977
&end=21.5510,38.0415
```